

Institut für Musiktherapie, Lehrstuhl für Qualitative Forschungsmethoden in der Medizin

Veränderte Musikwahrnehmung
durch Tetra-Hydro-Cannabinol
im Hirnstrombild

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktor rerum medicinalium

der

Universität Witten/Herdecke

im

Bereich der Medizin

vorgelegt von Jörg Fachner

aus Altena, Westf.

2001

*„We shall not cease from exploration
and the end of all our exploring
will be to arrive where we started
and know the place for the first time“
T.S. Elliot, 1939*

Mentor: Prof. Dr. phil David Aldridge

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Akademiereferent:

Tag der Disputation:

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND ÜBERBLICK.....	14
1.1	ABSTRACT	14
1.2	CANNABIS - DIE SUBSTANZ.....	16
1.2.1	<i>Liste der Abkürzungen.....</i>	<i>17</i>
1.3	CANNABIS IN KUNST, MEDIZIN UND KULTUR.....	18
1.4	ZIELHORIZONTE, GRENZEN UND FRAGEN DIESER ARBEIT	22
1.4.1	<i>Set und Setting.....</i>	<i>24</i>
1.4.2	<i>Untersuchungsfrage.....</i>	<i>24</i>
1.4.3	<i>Fragen zu Musikwahrnehmung und Musikproduktion.....</i>	<i>25</i>
1.4.4	<i>Grundlagenforschung.....</i>	<i>27</i>
2	SOZIALPHARMAKOLOGISCHE PERSPEKTIVEN VON CANNABIS UND MUSIK IM KULTURELLEN KONTEXT.....	30
2.1	PERSPEKTIVE I: ZUM GEBRAUCH DER PSYCHOAKTIVEN WIRKUNGEN VON CANNABIS	32
2.1.1	<i>Zu Drogengebrauch und –mißbrauch</i>	<i>33</i>
2.1.1.1	Drogenmißbrauch.....	34
2.1.1.2	Drogengebrauch.....	35
2.1.1.3	Genuß, Ekstase und Rauschmittel.....	36
2.2	PERSPEKTIVE II: HINWEISE AUF DROGENKONSUM IN SONGTEXTEN UND STATEMENTS VON MUSIKERN.....	37
2.2.1	<i>Musik und Text als Aufforderung zum Drogenkonsum?.....</i>	<i>37</i>
2.2.2	<i>Rocksongtexte als Ausdrucksmittel einer Gegenkultur.....</i>	<i>42</i>
2.2.2.1	<i>Spiritualität oder Starkult?</i>	<i>44</i>
2.2.3	<i>Zusammenfassung und Resümeee</i>	<i>45</i>
2.3	PERSPEKTIVE III: CANNABIS UND MUSIK AM BEISPIEL DES JAZZ.....	45
2.3.1	<i>Tanzlokale, Reefer Madness und Star Busting</i>	<i>46</i>
2.3.2	<i>Die Konstruktion einer gesellschaftspolitischen Projektionsfläche.....</i>	<i>49</i>
2.3.3	<i>Die veränderte musikalische Sprache des Musikers und ihre Parameter</i>	<i>54</i>
2.3.3.1	Das Erkennen der Marihuanawirkungen als ein Lernprozeß innerhalb einer Subkultur 55	
2.3.3.2	“Hot” - Sprache und Musik im Einklang.....	56
2.3.3.3	Jazzler und ihre Cannabiserfahrungen.....	60
2.3.3.3.1	Ein verändertes Zeitempfinden	63

Inhaltsverzeichnis

2.3.3.3.2	“Making it” - Intensität und Hyperfokussierung der Wahrnehmung.....	66
2.3.3.3.3	Die Erweiterung der Musik in den audiovisuellen Raum.....	68
2.3.4	Zusammenfassung Perspektive I-III.....	69
2.4	PERSPEKTIVE IV: DROGEN UND MUSIK IN DEN 60ERN.....	74
2.4.1	Erfahrung und persönliches Wachstum.....	74
2.4.2	Psychedelic Research – Modellpsychose und Psychotherapie.....	76
2.4.2.1	Modellpsychosenforschung	76
2.4.2.2	Psychotherapie und Bewußtseinserweiterung.....	77
2.4.3	Set und Setting I.....	79
2.4.3.1.1	Set und Setting als Element der Popkultur.....	79
2.4.4	Zusammenfassung Perspektive IV.....	82
3	EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN MIT CANNABIS IN BEZUG ZUR MUSIKWAHRNEHMUNG	83
3.1	UNTERSUCHUNGEN DER MUSIKALISCHEN WAHRNEHMUNGSFÄHIGKEITEN.....	83
3.1.1	Untersuchungen mit dem Seashore-Test.....	84
3.1.1.1	Seashore Untersuchung 1 - Aldrich	84
3.1.1.2	Seashore Untersuchung 2 - Reed.....	86
3.1.1.3	Verbesserte Rhythmuswahrnehmung und Erfahrungslernen	87
3.2	VERÄNDERUNGEN DER ZEITWAHRNEHMUNG.....	88
3.2.1	Kairologische und chronologische Zeitperspektive	88
3.2.2	Zeitdehnung	89
3.2.3	Zeitliche Desintegration oder - die Fokussierung auf den Augenblick.....	90
3.2.4	Bedeutung für die Musikproduktion.....	91
3.3	VISUELLE ALTERATIONEN	92
3.3.1	Halluzinationen?	92
3.3.2	Schwächung der Zensurfunktionen bei der visuellen Tiefenwahrnehmung	93
3.4	UNTERSUCHUNG DER AUDITORISCHEN FUNKTIONEN UNTER CANNABISEINFLUß...95	
3.4.1	Untersuchungen basaler auditorischer Funktionen	95
3.4.2	Untersuchungen komplexerer auditorischer Funktionen.....	97
3.4.2.1	Synopse cannabisinduzierter Frequenzwahrnehmungsveränderungen	99
3.4.2.2	Signalerkennung und Aufmerksamkeitsveränderungen.....	100
3.4.2.3	Verbesserte Sprachwahrnehmung.....	103
3.4.2.3.1	Verbesserte Worterkennung bei Hörgeschädigten.....	104
3.4.2.3.2	Zum Setting der Untersuchung.....	104
3.4.2.3.3	Zur Wahrnehmung prosodischer Sprachanteile.....	105
3.4.2.4	Veränderungen in der auditorischen Metrik ?	106
3.4.2.5	Zusammenfassung.....	108

Inhaltsverzeichnis

3.5	CANNABIS-INDUZIERTE VERÄNDERUNG DER WAHRNEHMUNG DES MUSIKALISCHEN ZEIT-RAUMES.....	109
3.5.1	<i>Cannabiserfahrungen im musikalischen Zeitraum</i>	109
3.5.2	<i>Cannabisinduzierte Synästhesien und der musikalische Zeitraum</i>	111
3.5.3	<i>Der artifizielle Klangraum – Cannabis als psychoakustischer ‚Enhancer‘ im Aufnahmestudio?</i>	112
3.5.3.1	Die Beatles und Sgt Pepper.....	113
3.5.3.2	Cannabiserfahrungen und Sounddesign.....	113
3.6	DIVERGENTE UND KONVERGENTE WAHRNEHMUNGSPROZESSE.....	115
4	ZWISCHENBILANZ	118
5	DAS EEG	121
5.1	KAPITELÜBERBLICK.....	121
5.2	EINSATZFELDER DES EEGS.....	122
5.2.1	<i>Musikforschung</i>	122
5.2.2	<i>Psychophysiologie</i>	122
5.2.3	<i>Pharmakoenzephalographie</i>	122
5.2.4	<i>Klinisch-neurologische Diagnostik</i>	123
5.3	DAS EEG-SIGNAL: BESCHREIBUNGSMERKMALE, FREQUENZBEREICHE UND TECHNIK.....	124
5.3.1	<i>Spontan-EEG: Frequenz, Amplitude und Wellenformen</i>	124
5.3.2	<i>Spektralanalyse</i>	126
5.3.3	<i>De-/Synchronisiertes EEG</i>	127
5.3.4	<i>Evozierte EEG-Aktivität</i>	128
5.3.5	<i>Auswertungsverfahren</i>	128
5.3.6	<i>Technische Aspekte der EEG-Ableitung</i>	129
5.3.6.1	Positionen der EEG-Elektroden über dem Cortex.....	129
5.3.6.2	Verstärkertechnik und Artefakte.....	131
5.4	PSYCHO-PHYSIOLOGISCHE EEG-FUNKTIONEN	132
5.4.1	<i>Aktivierungstheoretische Erklärungen des EEGs</i>	132
5.4.1.1	Vigilanz, afferenter Transfer und Aktivierung.....	134
5.4.1.1.1	REM	134
5.4.1.2	Arousal und Performance.....	135
5.4.1.3	Aktivierungsniveaus	137
5.4.1.4	Die Bindung der Zell-Information.....	137
5.4.2	<i>Korrelationen der EEG-Frequenzbänder</i>	138
5.4.2.1	Delta (δ) und Theta (θ).....	138

Inhaltsverzeichnis

5.4.2.2	Alpha (α)	139
5.4.2.2.1	Entstehung, Charakteristik	139
5.4.2.2.2	Alpha und Verhaltenskorrelate	140
5.4.2.2.2.1	- Entspannung	140
5.4.2.2.2.2	- α -Frequenzbereiche und funktionale Zuordnung	141
5.4.2.3	Beta-Wellen (β).....	142
5.4.2.4	Gamma-Wellen (γ).....	142
5.5	„UNSCHÄRFERELATIONEN“ DES EEGS, VERSUCHSSITUATION UND PERSON – SET UND SETTING II	143
5.5.1	<i>EEG und Erleben zeitlich zugleich</i>	143
5.5.2	<i>Einfluß der Person und der Versuchssituation</i>	143
5.5.2.1	Situationspezifische Dimensionen tonischer Persönlichkeitsmerkmale und Versuchsablaufsplanung.....	145
5.6	ZUSAMMENFASSUNG.....	146
6	EEG UND CANNABIS	150
6.1	AUF DER SUCHE NACH EINER CANNABIS-SPEZIFISCHEN SIGNATUR DER EEG- AKTIVITÄT	150
6.1.1	<i>Methodische Problemfelder der EEG-Studien</i>	151
6.1.1.1	Set und Setting III.....	151
6.1.1.2	Personenauswahl und Vorerfahrung.....	152
6.1.1.3	Toleranzentwicklung.....	153
6.1.1.4	Substanzbedingte Probleme.....	153
6.1.1.5	Uneinheitliche EEG-Beschreibung	155
6.1.2	<i>Kapitelübersicht</i>	155
6.1.3	<i>Cannabis-induzierte EEG-Veränderungen im Überblick</i>	156
6.1.3.1	Visuell orientierte EEG-Studien	156
6.1.3.1.1	Zusammenfassung der Ergebnisse visueller EEG-Studien.....	157
6.1.3.2	Quantitative EEG-Studien.....	158
6.1.3.2.1	Zusammenfassung der Ergebnisse quantitativer EEG-Studien.....	160
6.1.3.3	Bleibende EEG-Veränderungen durch Langzeitkonsum bei chronischen Konsumenten?.....	161
6.1.3.3.1	Das Cannabis-EEG im Vergleich.....	161
6.1.3.3.2	Neue Erkenntnisse?.....	162
6.1.3.4	Topographisches EEG Mapping	163
6.1.3.4.1	Eine Hyperfrontalität des Alpha-Rhythmus“?	163
6.1.3.4.2	Folgeuntersuchung.....	164

Inhaltsverzeichnis

6.2	PSYCHO-PHYSIOLOGISCHE KORRELATIONSSTUDIEN VON CANNABISINDUZIERTEN ERFAHRUNGSDIMENSIONEN UND DEM EEG	165
6.2.1	<i>Das cannabisinduzierte High im EEG? oder - Eine wirksame Untersuchung</i> 166	
6.2.1.1	”High”-Tech und Zufriedenheit im Setting	166
6.2.1.1.1	Kritik an Dosierung und Untersuchungsziel.....	167
6.2.1.2	Methodik und Setting der Untersuchung	168
6.2.1.2.1	Kritik an Dosierung und Versuchsablauf.....	168
6.2.1.3	Ergebnisse der Untersuchung – Dosis, Wirkung und Toleranzentwicklung... 170	
6.2.2	<i>Zur Selbsteinschätzung der Cannabiskonsumenten – Reverse Tolerance?...</i> 171	
6.2.2.1	Setting	172
6.2.2.2	Ergebnisse.....	173
6.2.3	<i>Zur cannabisinduzierten Euphorie</i>	173
6.2.3.1	Der Zeitverlauf des Cannabisrausches im EEG.....	173
6.2.3.2	Das Untersuchungssetting.....	174
6.2.3.3	Ergebnisse der Untersuchung	174
6.2.3.4	Diskussion der Ergebnisse	176
6.2.4	<i>Die Persönlichkeitssensitivität des EEGs, cannabisinduzierte Halluzinationen und Körperbildempfindungsstörungen.....</i> 177	
6.2.4.1	Einfluß der Persönlichkeit auf das EEG.....	177
6.2.4.2	Versuchsablauf und Setting.....	178
6.2.4.3	Ergebnisse der Untersuchung	179
6.2.4.3.1	Erfahrungsunterschiede im Ruhe-EEG.....	180
6.2.4.3.2	Centroide und Prädiktoren im Pre-THC-Ruhe-EEG	181
6.2.4.3.3	Signalisierte Erfahrungen und korrelierte EEG-Epochen	182
6.2.4.3.4	EEG-Vergleich von Erfahrungs- und Ruheepochen.....	183
6.2.4.4	Zusammenfassung.....	184
6.2.5	<i>Cannabis und ein musikbezogenes Untersuchungssetting</i>	184
6.2.5.1	Wirkverlauf im EEG.....	185
6.2.5.2	Aktivationsmethoden und EEG-Veränderungen	186
6.2.5.3	Diskussion der Arbeit	186
6.2.5.4	Wirkstadium und Musikwahrnehmung	187
6.3	ZUSAMMENFASSUNG.....	188
7	DAS CANNABINOIDREZEPTORSYSTEM	191
7.1	DER REZEPTOR UND SEIN EINFLUß AUF DIE ZELLKOMMUNIKATION.....	191
7.2	TOPOGRAPHISCHE VERTEILUNG DER CANNABINOIDREZEPTOREN.....	194
8	EEG UND MUSIKVERARBEITUNG IM GEHIRN	197
8.1	CEREBRALE DOMINANZEN BEI DER AUDITORISCHEN WAHRNEHMUNG.....	197

Inhaltsverzeichnis

8.1.1	<i>Neuroanatomischer Hintergrund des Konzeptes</i>	197
8.1.1.1	Kognitiver Modus und Hemisphärendominanz.....	198
8.1.2	<i>Versuche mit kurzen akustischen Stimuli</i>	199
8.1.2.1	Dichotische Hörexperimente.....	199
8.1.2.2	Dichotische Experimente und EEG.....	201
8.1.2.3	Verarbeitung akustischer Stimuli / Musikfragmente im DC-EEG und AEP	202
8.2	EEG-STUDIEN BEIM HÖREN VON MUSIK.....	204
8.2.1	<i>Vigilanzbezogene Untersuchungen</i>	205
8.2.2	<i>EEG und ‚Populäre Musik‘</i>	207
8.2.3	<i>Topographische Veränderungen bei der Musikwahrnehmung</i>	209
8.2.4	<i>Musiker und Nichtmusiker</i>	211
8.3	ZUSAMMENFASSUNG.....	213
8.3.1	<i>Hemisphärendominanz</i>	213
8.3.2	<i>Situations- und Aufgabensensitivität im EEG</i>	213
8.3.3	<i>Aufmerksamkeitsleistungen</i>	214
8.3.4	<i>EEG-Musik-Profil</i>	214
9	BEGLEITENDE UNTERSUCHUNG.....	218
9.1	ETHISCHE FRAGEN ZU DIESER UNTERSUCHUNG.....	218
9.1.1	<i>Lebenswelt und Cannabisforschung</i>	218
9.2	ZUR METHODE.....	220
9.2.1	<i>Set und Setting IV</i>	220
9.2.1.1	Vergleich Labor-Setting und Psychedelic-Setting.....	221
9.2.1.2	Laborsituation.....	222
9.2.1.3	Musiksetting, Meßapplikation und Tonuslage.....	222
9.2.1.4	Bedeutung für die Meßpraxis.....	224
9.2.1.5	Feldeinflüße.....	225
9.2.2	<i>Zur Substanz, Toleranzentwicklung und Rauchtchnik</i>	226
9.2.3	<i>Zum Versuchsablauf:</i>	228
9.2.3.1	Versuchspersonen.....	229
9.2.3.2	Einrichtung.....	230
9.2.3.3	Zur Musik.....	231
9.2.3.3.1	Musikstück I: King Crimson „Song of the Seagulls“.....	231
9.2.3.3.2	Musikstück II: Dogbowl „Obsessed“.....	231
9.2.3.3.3	Musikstück III King Missile „We can work it out“.....	231
9.2.4	<i>Die Meßmethode: EEG-Brainmapping</i>	232
9.2.4.1	Sampleauflösung und Filtereinstellung.....	232
9.2.4.2	Frequenzbänder.....	232

Inhaltsverzeichnis

9.2.4.3	Berechnung und Darstellung der Brain-Maps	233
9.2.4.4	Zur Auswertung	234
9.2.4.5	Artefaktkontrolle	236
9.2.5	<i>Statistische Auswertung der Rohdaten</i>	238
9.2.5.1	Individualmittelwerte, Signifikanzmapping und T-Test.....	238
9.2.5.2	Gruppenmittelwerte, EEG-Normdatenbanken und Z-Test.....	240
9.2.5.3	Topographische Unterschiede, Gemeinsamkeiten und ‚Shifts‘ der EEG-Gestalt 242	
9.3	ERGEBNISSE	243
9.3.1	<i>Einzelfallstudie</i>	244
9.3.1.1	Ruhevergleich	245
9.3.1.1.1	Ruhe ohne Cannabis.....	246
9.3.1.1.2	Ruhe mit Cannabis.....	247
9.3.1.1.3	Vergleich der Mittelwerte.....	248
9.3.1.1.4	Ruhe-Unterschiede im Vergleich zur Folgeuntersuchung.....	249
9.3.1.1.5	Diskussion der Desynchronisierung im Post-THC-Spektralband.....	250
9.3.1.2	Musikstück I: King Crimson „Song of the Seagulls“	251
9.3.1.2.1	Hören von King Crimson ohne Cannabis.....	251
9.3.1.2.1.1	Diskussion der Pre-THC-EEG-Gestalt, δ -Peaks und Kontemplation 252	
9.3.1.2.2	Vergleich PreKC-THC-Ruhe und Pre-THC-KingCrimson.....	253
9.3.1.2.3	Hören von King Crimson mit Cannabis.....	254
9.3.1.2.3.1	Diskussion des parietalen α -Anstieges – reverse Alpha?.....	255
9.3.1.2.4	Vergleich PreKC-THC-Ruhe und Post-THC-KC.....	258
9.3.1.2.4.1	Interpretation temporaler α -Veränderungen und frontaler Aktivität 260	
9.3.1.2.5	Vergleich der Mittelwerte beim Hören von King Crimson ohne und mit Cannabis 261	
9.3.1.2.5.1	Interpretation der θ - und β -Veränderungen	262
9.3.1.2.5.2	Temporale α -Veränderungen und -Amplitudenfokus parietal	262
9.3.1.2.6	Vergleich Post-THC-Ruhe gegen Post-THC-KingCrimson	264
9.3.1.2.7	Das Hören von King Crimson in der Folgeuntersuchung.....	265
9.3.1.3	Musikstück II Dogbowl „Obsessed“	266
9.3.1.3.1	Hören von Dogbowl ohne Cannabis	267
9.3.1.3.1.1	Interpretation der β -Zunahmen	268
9.3.1.3.2	Hören von Dogbowl mit Cannabis – Einflüsse von Rhythmus und Text? 269	

Inhaltsverzeichnis

9.3.1.3.2.1	Diskussion temporaler θ -Änderungen und Desynchronisierung im Spektrum	270
9.3.1.3.3	Das Hören von Dogbowl im Vergleich zur Folgeuntersuchung.....	272
9.3.1.3.3.1	Interpretation fronto-temporaler und okzipitaler Änderungen im T-Test	272
9.3.1.4	Musikstück III King Missile „We can work it out“	274
9.3.1.4.1	Hören von King Missile ohne Cannabis	274
9.3.1.4.2	Hören von King Missile mit Cannabis	275
9.3.1.4.3	Vergleich des Pre/Post-THC-Hörens von King Missile.....	276
9.3.1.4.4	Vergleich des Hörens von King Missile zur Folgeuntersuchung.....	277
9.3.1.5	Quantitative Darstellung der Gruppenmittelwerte und –unterschiede.....	278
9.3.1.5.1	Gruppenmittelwert des Hörens aller Stücke ohne Cannabis.....	278
9.3.1.5.1.1	Interpretation.....	279
9.3.1.5.2	Gruppenmittelwertvergleich Pre-THC-Ruhe gegen Pre-THC-Musik.....	280
9.3.1.5.3	Gruppenmittelwert des Hörens aller Stücke mit Cannabis.....	282
9.3.1.5.4	Gruppenmittelwertvergleich Pre-THC-Musik gegen Post-THC-Musik ..	283
9.3.1.5.4.1	Interpretation – Sprach- und Rhythmusverarbeitung?	285
9.3.1.5.5	Gruppenmittelwertvergleich Post-THC- Ruhe gegen Post-THC-Musik..	286
9.3.1.5.6	Gruppenmittelwerte Pre-/Post-THC-Musik in der Folgeuntersuchung.....	287
9.3.1.6	Vergleich der ersten und zweiten Untersuchung von Versuchsperson 1.....	288
9.3.2	<i>Zusammenfassung der Einzelfallstudie.....</i>	289
9.3.2.1	Konstante topographische EEG-Grundgestalt in Ruhe und Aktivierung.....	289
9.3.2.2	Alpha-Amplitudenanstieg links parietal im Post-THC-Musik-EEG.....	289
9.3.2.3	verstärkte Desynchronisierung im Post-THC-Musik-EEG beim Hören von Rockmusik	290
9.3.2.4	Alpha-Band als Indikator auditorischer Aufmerksamkeitslenkung.....	290
9.3.2.5	Rechtshemisphärische Veränderungen.....	291
9.3.2.6	Prozessbezogene Abnahme der Unterschiedswahrscheinlichkeiten.....	291
9.3.2.7	Diskussion der Einzelfallstudie.....	291
9.3.2.7.1	Zeitwahrnehmung und Frontale Änderungen.....	292
9.3.2.7.2	Aufmerksamkeit und parietale α -Veränderungen.....	293
9.3.2.7.3	Post-THC-Desynchronisierung im Spektrum.....	294
9.3.3	<i>Untersuchung von drei weiteren Versuchspersonen.....</i>	294
9.3.3.1	Versuchsperson 2 - Orion -.....	294
9.3.3.1.1	Pre- und Post-THC-Ruhe-EEG im topographischen Vergleich.....	295
9.3.3.1.1.1	Interpretation.....	297
9.3.3.1.2	Hören von Musikstück I (King Crimson).....	298
9.3.3.1.2.1	Interpretation.....	300

Inhaltsverzeichnis

9.3.3.1.3	Pre-THC-Ruhe-EEG gegen Pre- und Post-THC-KingCrimson-EEG.....	301
9.3.3.1.4	Gruppenmittelwerte des Hörens ohne und des Hörens mit Cannabis	303
9.3.3.1.4.1	Interpretation des centralen θ -Amplitudenshifts.....	303
9.3.3.1.4.2	Diskussion prä- und postsynaptischer Rezeptorenaktivität, EEG- Amplituden und Aufmerksamkeitsveränderungen.....	305
9.3.3.1.4.3	Vergleich Pre- und Post-THC-Musik-Gavg.....	306
9.3.3.1.5	Zusammenfassung Versuchsperson 2.....	307
9.3.3.2	Versuchsperson 3 -Rosa-	309
9.3.3.2.1	Hören von King Crimson und der Ruhevergleich	311
9.3.3.2.2	Gruppenmittelwerte Musik vorher/nachher.....	315
9.3.3.2.3	Zusammenfassung Versuchsperson 3 -Rosa- und Vergleich zu VPN 1+2	317
9.3.3.3	Versuchsperson 4: - Hadrian -.....	318
9.3.3.3.1	Gruppenmittelwerte beim Pre- und Post-THC-Musikhören.....	320
9.3.3.3.2	Zusammenfassung:.....	322
9.3.4	<i>Gruppenmittelwerte über alle Versuchspersonen</i>	323
9.3.4.1	Ruhevergleich	323
9.3.4.2	Mittelwerte und T-Test der einzelnen Musikstücke	325
9.3.4.3	Gruppenmittelwert des Musikhörens ohne Cannabis	326
9.3.4.3.1	Interpretation der central-frontalen θ -Aktivität.....	327
9.3.4.4	Gruppenmittelwert des Musikhörens mit Cannabis	328
9.3.4.4.1	Diskussion frontaler und parietaler Amplitudenveränderungen	329
9.3.4.5	Vergleich beider Gruppenmittelwerte und Vergleich zur Ruhe.....	331
9.3.4.6	Zusammenfassung.....	333
9.3.4.6.1	Absenkungen der δ -, θ , und β -Aktivität im Post-THC-Musik-EEG.....	333
9.3.4.6.2	Zunahme des α -%-Anteiles im Post-THC-Musik-EEG in der Parietalregion 333	
9.3.4.6.3	Personenspezifischer α -Fokus in der Parietalregion.....	333
9.3.4.6.4	Veränderungen in linker Okzipitalregion und rechter Hemisphäre	334
9.3.4.6.5	Alpha-Veränderungen in der linken Okzipitalregion.....	335
9.3.4.6.6	Theta-Veränderungen in der rechten Temporalregion	335
9.3.4.7	Diskussion der temporalen und okzipitalen Änderungen.....	336
9.3.4.7.1	Veränderungen der Temporalregion.....	337
9.3.4.7.2	Veränderungen der Okzipitalregion und kognitive Strategien.....	338
9.3.4.7.3	Veränderungen rechts parietal-okzipitaler Frequenzgeschwindigkeiten.	339
10	SCHLUßFOLGERUNGEN UND AUSBLICK.....	342
10.1	CONCLUSIO.....	342
10.1.1	<i>Lebenswelt und Authentizität des Datenmaterials</i>	343

Inhaltsverzeichnis

10.1.2	<i>Parietale Veränderungen und intraindividuelle Stabilität</i>	344
10.1.3	<i>Veränderungen in der rechten Temporalregion und auditorische Veränderungen</i> 345	
10.1.4	<i>Veränderte Zeitwahrnehmung</i>	346
10.1.5	<i>Okzipitalregion und erweiterte Ein- und Übersicht in Klangstrukturen</i>	346
10.1.6	<i>Euphorie und Bewegungsbereitschaft</i>	347
10.2	VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE	348
10.3	ZUSAMMENFASSUNG DER FORSCHUNGSVORSCHLÄGE	350
10.3.1	<i>Musikwissenschaftlich orientierte Themen</i>	350
10.3.1.1	Unterscheidung von Songs und Instrumentalmusik	351
10.3.1.2	Musikalische Episoden, Befragung und EEG-Epochen.....	351
10.3.1.3	Unterscheidung von Musikern und Nichtmusikern	352
10.3.1.4	Literaturanalyse / Befragung zur veränderten Musikwahrnehmung.....	352
10.3.1.5	Divergente und konvergente Aufmerksamkeitsprozesse bei künstlerischen Prozessen	353
10.3.1.6	Gammaband und visuelles System bei der Post-THC-Musikwahrnehmung	354
10.3.1.7	Weitere Untersuchung okzipitaler und temporaler Regionen.....	354
10.3.2	<i>Medizinische Themen</i>	354
10.3.2.1	Cannabis als Medizin bei Hörschädigungen?.....	355
10.3.2.2	Offene/Geschlossene Augen und REM-Phasen	355
10.3.2.3	Anstieg/Abschwächung der Aktivität durch prä- und postsynaptische Cannabinoidrezeptoren ?.....	355
10.3.3	<i>Erweiterte Aufzeichnungs- und Auswertungsverfahren</i>	356
10.3.3.1	Spontan-EEG Ruhennormdatenbank und AEP.....	356
10.3.3.2	Zeitsynchrone Aufzeichnung und Playback.....	356
10.3.3.3	Bessere räumliche Auflösung - Kombination von EEG und PET.....	356
10.3.3.4	Kohärenzanalyse.....	357
10.4	SCHLUßBEMERKUNG.....	357
11	LITERATURLISTE.....	359
12	APPENDIX.....	379
12.1	APPENDIX I – TABELLARISCHE ZUSAMMENFASSUNGEN.....	379
12.1.1	<i>Tabellarische Zusammenfassung auditorischer Untersuchungen</i>	379
12.1.2	<i>Visuelle EEG Auswertung</i>	383
12.1.3	<i>Quantitative EEG Auswertung</i>	386
12.1.4	<i>Musik und EEG-Befunde</i>	391
12.2	APPENDIX II - PERSONENDATEN UND ERGEBNISSE.....	396

Inhaltsverzeichnis

<i>12.2.1</i>	<i>Subjects</i>	396
<i>12.2.2</i>	<i>Nummern und Schema der Vergleichspaare des T-Testes</i>	396
<i>12.2.3</i>	<i>Versuchsperson 1 – ‚Carlo‘</i>	398
12.2.3.1	Kürzel (Beispiel):	398
12.2.3.2	Untersuchungsstrang 1: Carlo 1.....	398
12.2.3.2.1	Maps und File Namen Carlo 1.....	398
12.2.3.2.2	Topographische Darstellung Carlo 1.....	399
12.2.3.2.3	T-Test Vergleich Carlo 1.....	400
12.2.3.3	Untersuchungsstrang 2 Carlo 2.....	402
12.2.3.3.1	Rohdaten und File Namen Carlo 2.....	402
12.2.3.3.2	Topographische Darstellung Carlo 2.....	402
12.2.3.3.3	T-Test Carlo 2.....	403
12.2.3.4	T-Test Vergleich Carlo 1 + 2.....	404
<i>12.2.4</i>	<i>Versuchsperson 2 – ‚ORION‘</i>	405
12.2.4.1	Rohdaten und File Namen Vpn 2	405
12.2.4.2	Topographische Darstellung Vpn 2	405
12.2.4.3	T-Test Vpn 2	406
<i>12.2.5</i>	<i>Versuchsperson 3 – ‚Rosa‘</i>	408
12.2.5.1	Rohdaten und File Namen Vpn 3	408
12.2.5.2	Topographische Darstellung Vpn 3	408
12.2.5.3	T-Test Vpn 3	409
<i>12.2.6</i>	<i>Versuchsperson 4 – ‚Hadrian‘</i>	410
12.2.6.1	Rohdaten und File Namen Vpn 4	410
12.2.6.2	Topographische Änderungen Vpn 4.....	411
<i>12.2.7</i>	<i>Alle T-Test</i>	412
12.3	APPENDIX III LABORTEST.....	413
12.4	APPENDIX IV: LISTEN UND VERZEICHNISSE	413
<i>12.4.1</i>	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	413
<i>12.4.2</i>	<i>Tabellenverzeichnis</i>	416
<i>12.4.3</i>	<i>Schemata</i>	417

1 Einleitung und Überblick

Zum Verständnis, um was es sich in dieser Arbeit bei dem Begriff Tetra-Hydro-Cannabinol handelt, soll vorab kurz eine kleine Begriffskunde in Botanik und Pharmakologie erarbeitet werden. Nach einem kleinen Einblick in Kultur und Medizin wollen wir uns mit Fragestellung, Thema und Ziel der Arbeit beschäftigen und die Schwerpunkte dieser Arbeit ansehen. Abbildungs- und Tabellenverzeichnisse finden sich im Appendix.

1.1 Abstract:

Background Im Kontext der Entwicklungen der Popkultur hatten Drogen mit euphorisierender, sedierender und psychedelischer Wirkung einen Einfluß auf den Lebensstil und auf die Art und Weise des künstlerischen Ausdrucks. Die Verbindung von Musik und Cannabis hat seit den Anfangstagen des Jazz zu kontroversen Diskussionen über Wahrnehmungsveränderungen und Musikproduktion geführt. Warum bevorzugen Musiker, Mixer oder DJ,'s und Hörer im kreativen Umgang mit Musik Cannabis? Eine wissenschaftliche Untersuchung solcher psychophysiologischen Vorgänge findet sich kaum.

Welche psycho-physiologischen Prozesse bewirken die Veränderung der Musikwahrnehmung? Was passiert beim Musikhören und Cannabisrauchen im Gehirn ?

Eine Literaturübersicht und eine explorative EEG-Brainmapping Studie mit vier Versuchspersonen (3M/ 1F) in gewohntem Setting sollen hier Erklärungsansätze liefern.

Methode: Da psychedelisch wirksame Substanzen Filterfunktionen der Wahrnehmung schwächen und die Präsenz des Wahrnehmungsfeldes intensivieren, sollte dies im Versuchsdesign berücksichtigt sein. In einer lebensweltbegleitenden Studie saßen vier Nichtmusiker mit geschlossenen Augen in gewohnter Umgebung eines Wohnzimmers entspannt im Sessel, rauchten einen Joint mit ca. 20mg THC und hörten Musik. Das Musikerleben wurde im Spontan-EEG-Brainmapping mit 28 EEG-Elektroden mit einem Neuroscience BrainImager aufgezeichnet und die topographischen Individualmittelwerte (IA) und Gruppenmittelwerte (GA) der Meßphasen (Ruhe/Musik/pre-/post-THC) im T-Test auf signifikante Unterschiede verglichen. Die Ergebnisse einer Person konnten zudem in einer Folgeuntersuchung überprüft werden.

Ergebnisse: In der wissenschaftlichen Literatur zeigte sich das Cannabis die Zeit-, Raum-, und Bewegungswahrnehmung, Imaginations- und Assoziationsvorgänge und Emotionen verändert. Es wurden leichte Verbesserungen beim Seashore-Rhythm-Test nachgewiesen. Auswirkungen auf die Zeitwahrnehmung wurden als eine reziproke Beziehung von subjektiv verlangsamter Zeit, i.S.e. Zeitdehnung und einer cannabisinduzierten Beschleunigung der ‚inneren‘ Uhr. Das veränderte Zeitempfinden ermöglicht temporär einen gesteigerten Einblick in den ‚Zwischenraum der Töne‘. In audiologischen Tests veränderte Cannabis die auditorische (Intensitäts-) Metrik von Versuchspersonen und induzierte Frequenzpräferenzen zugunsten höherer Frequenzen. Beschreibungen synästhetischer Effekte, geschwächte Zensur visueller Tiefenwahrnehmung, kreativere Rohrschachmuster-Interpretationen und ein Übergang zu divergentem

Denkstil deuten hier auf eine Intensivierung der individuellen cerebralen Hörstrategie i.S. einer Hyperfokussierung der Wahrnehmung auf den akustischen Raum und die (Zeit-)Struktur der Musik.

Typische, temporäre cannabisinduzierte EEG-Signaturen des Ruhe-EEG sind bekannt. Topographische EEG-Untersuchungen liegen derzeit, trotz neuer Erkenntnisse über ein endogenes Cannabinoidsystem, kaum vor. Eine einheitliche EEG-Antwort auf Musik ließ sich in bisheriger Forschung nicht beobachten, doch scheint Musik tendenziell rechtshemisphärisch verarbeitet zu werden

Einzelfallstudie mit Folgeuntersuchung: Zu beobachten war eine konstante, topographisch komplexe EEG-Grundgestalt in Ruhe und Aktivierung, ein Alpha-Amplitudenanstieg links parietal im Post-THC-Musik-EEG und eine verstärkte Desynchronisierung im Post-THC-Musik-EEG beim Hören von Rockmusik mit Texten. Das Alpha-Band agierte als ein topographischer Indikator auditorischer Aufmerksamkeitslenkung. Insgesamt waren deutlicher rechtshemisphärische Veränderungen ($p < .01$) festzustellen. Beim ersten Musikstück waren großflächig hochsignifikante Veränderungen ($p < .001$) des topographischen EEG zu erkennen doch im Verlauf der Untersuchung zeigte sich eine prozessbezogene Abnahme der Unterschiedswahrscheinlichkeiten. Frontale und parietale Veränderungen lassen Auswirkungen auf Zeitwahrnehmung und Aufmerksamkeitsfokus erkennen und temporale Pre/Post-Unterschiede auf eine Veränderung auditorischer Verarbeitung schließen.

Studie mit vier Personen: Die Persönlichkeits- und Situationssensitivität des Spontan-EEG zeigte eine intraindividuelle Stabilität der topographischen EEG-Gestalt in Ruhe und Aktivierung. Nach dem Rauchen waren bei drei Personen hochsignifikante Veränderungen ($p < .001$) im Vergleich der IA's des ersten Musikstückes der Hörfolge zu beobachten. Die topographischen Zuordnungen variierten jedoch interindividuell.

Die Zunahme des α -%-Anteils, respektive eines Anstieges der Amplitudenwerte in der Parietalregion beim Post-THC-Musikhören war eine durchgängige Beobachtung in IA und GA. In der Post-THC-Ruhephase hingegen war der α -%-Anteil über der Parietalregion deutlich schwächer ausgeprägt.

Im pre/post Vergleich der Gruppenmittelwerte des Ruhe-EEG fanden sich bei allen vier Personen Abschwächungen der Post-THC-EEG-Signalstärke über alle Frequenzbänder. Ein Hyperfrontalität von α ließ sich nicht beobachten. Im GA des Post-THC-Musik-EEG zeigte sich eine Abschwächung der Amplituden auf dem δ -, θ - und beiden β -Bändern. Dies scheint ein Effekt der herabgesetzten Zellfeuerungsraten zu sein, hingegen zeigt sich in den Parietalregionen eine erhöhte α -Aktivität.

Im T-Test von Pre-THC-Ruhe und Post-THC-Musik als auch beim Vergleich des Pre/Post Musikhörens ließ sich eine deutliche Veränderung ($p < .025$) in der linken Okzipitalregion beobachten. Diese Region wies auch im Spektralband beider Pre/post Musik-EEGs eine erhöhte Frequenzgeschwindigkeit auf. Dies deutet auf Veränderungen im visuellen Assoziationscortex und sollte bei weiteren Untersuchungen beobachtet werden.

Beim Pre/Post-T-Test des ersten Musikstückes ließ sich im Spektralband eine signifikante Veränderung ($p < .01$) an der Elektrode PO2 zwischen der rechten Parietal- und Okzipitalregion feststellen. Dies repräsentiert eine initiale Änderung der Frequenzgeschwindigkeit beim Post-THC-Musikhören und repräsentiert eine Änderung der Wahrnehmungsperspektive.

Beim Musikhören ohne Cannabis ließ das θ -Band im Vergleich zur Ruhe einen Anstieg des %-Anteils erkennen, um im Post-THC-Musik-Gavg wieder eine Abschwächung unterhalb des Ruhenniveaus aufzuweisen. Zudem ist eine deutliche Abnahme der Amplituden in beiden Temporalregionen zu beobachten. Im T-Test des Pre/Post-Musikhörens waren schließlich die deutlichsten Veränderungen

($p < .025$) in der anterioren rechten Temporalregion um T4 zu erkennen. So war demnach bei allen Versuchspersonen in der rechten Temporalregion eine Veränderung beim Musikhören nach dem Rauchen zu beobachten. Diese Region wäre eine mögliche ROI für kombinierte Verfahren von EEG und PET bei einer weiterführenden Untersuchung mit ähnlicher Fragestellung.

Die rechts parietal-okzipital signifikant veränderte Post-THC-Frequenzgeschwindigkeit beim ersten Musikstück, die Zunahme von α in den Parietalregionen beim Post-THC-Musikhören, die α - und θ Veränderungen ($p < .025$) in Okzipital- und Temporalregion lassen die Aussagen aus der Literatur über cannabisinduzierte Veränderungen der Musikwahrnehmung im Hirnstrombild topographisch nachvollziehbar werden.

1.2 Cannabis - die Substanz

Cannabis, der deutsche Name für die Pflanze ist Hanf, stammt vermutlich aus Zentralasien und gehört botanisch ebenso wie der zum Bierbrauen verwendete Hopfen (*Humulus lupulus*) zur Familie der *Cannabaceae* (Hanfartige). Alle Hanfarten bilden weibliche und männliche Pflanzen aus, wobei die weiblichen Pflanzen mehr Fasern, psychoaktive Wirkstoffe und nährstoffreichere Samen entwickeln.

Die bekanntesten Hanfarten sind folgende (Rätsch, 1995a):

1.) *Cannabis sativa* wurde erstmalig von Linne 1737 botanisch klassifiziert; hoher (bis zu 4 Meter), dicker, faserhaltiger Stengel, wenige Äste und lockeres Laubwerk; *schwacher Anteil an psychoaktiven Stoffen*.

2.) *Cannabis indica* wurde von Lamarck 1783 klassifiziert; kleinwüchsig (bis 1.2 m) und sehr buschig; faserarmer Stengel, stark verzweigt und dichtes Laubwerk; *hoher Anteil an psychoaktiven Wirkstoffen*.

3.) *Cannabis ruderalis*, von Janischewsky 1924 beschrieben; sehr kleinwüchsig (60 cm); dünner, leicht faserartiger Stengel und lockeres Laubwerk mit großen Blättern; *mittlerer Anteil an psychoaktiven Wirkstoffen*.

Cannabis ist also der botanische Begriff für die Hanfpflanzengattung. Aufgrund der vielen Züchtungsmöglichkeiten und -ergebnisse über den Faser- oder THC-Anteil, hat sich jedoch als Oberbegriff heute *Cannabis Sativa L.* eingebürgert. Im Laufe der kulturellen Nutzung entstanden je nach kulturellem Umfeld und Nutzungsart viele umgangssprachliche Namen (Behr, 1982; Rätsch, 1995a), wobei die heute gebräuchlichsten Namen *Marihuana* und *Haschisch* sind.

Haschisch ist das gepreßte Hanfharz der weiblichen Blüten und oberen Blätter, welches durch die Drüsenabsonderungen der weiblichen Pflanze entsteht. Es hat einen hohen Anteil von ca. 7-14% (Julien, 1997:351) an *Delta-9-*

Tetrahydrocannabinol (im folgenden zumeist als THC oder Δ^9 -THC abgekürzt), dem für die psychoaktiven Wirkungen verantwortlich gemachten Hauptwirkstoff, wird auf verschiedenste Art gewonnen (Hai & Rippchen, 1994) und kann je nach Herstellungsart und -ort im THC-Anteil bis zu 25% (Starks, 1981) variieren.

Marihuana ist ein Begriff für die getrockneten Blüten und Blätter der weiblichen Hanfpflanze. Die getrockneten Blütenspitzen haben einen Anteil von 4-7% Δ^9 -THC und die getrockneten Blätter ca. 2-5% (Julien, 1997:351). Auch hier variiert der Anteil je nach Kultivierungsort und -art der Hanfpflanzensorte (Hai & Rippchen, 1994).

Die Pflanze enthält mehr als 400 chemische Bestandteile und schätzungsweise 60 dieser Bestandteile sind Cannabinoide. Cannabinoide ist ein Sammelbegriff für verschiedene Bestandteile, welche: 1. entweder direkt aus der Pflanze gewonnen werden, 2. synthetisch hergestellt werden um die Effekte von natürlichen Substanzen zu imitieren, 3. Innerhalb des Körpers nach Einnahme produziert und verstoffwechselt werden, oder 4. Endogene Cannabinoide, welche innerhalb des Körpers vorkommen (Solowij, 1998: 4). Die Cannabinoide binden an einen spezifischen, erst kürzlich entdeckten Rezeptor (vgl. KAPITEL 7 unten) in Gehirn und Immunsystem und bewirken Veränderungen der Zellkommunikation.

Tetra-Hydro-Cannabinol ist ein Oberbegriff für den psychoaktiven Hauptwirkstoff des Cannabis, auch wenn noch andere Δ -THC Nummerierungen, wie z.B. das Δ^8 -THC, bekannt sind. Doch nach gegenwärtigem Wissen ist das Δ^9 -THC der potenteste psychoaktive Wirkstoff.

Im Szene-Jargon wird der Zustand des Berauschtseins oft als „bekifft sein“, „Stoned“ sein oder „High“-Sein bezeichnet. Cannabiskonsumanten werden umgangssprachlich auch „Kiffer“ genannt. Das Verb „kiffen“ lehnt sich an die arabische Beschreibung des Rauschzustandes an, nämlich einem Zustand des ‚Khif‘, welcher als eine entspannte, meditative Glückseligkeit im Bereich zwischen Wachen und Schlafen beschrieben wurde (Gelpke, 1982; Ludlow, 1857).

1.2.1 Liste der Abkürzungen

α = Alpha

β = Beta

δ = Delta

θ = Theta

Δ^9 -THC = Delta-9-Tetrahydrocannabinol

μ V = Mikrovolt

AEP = Akustisch evozierte Potentiale

Avg = Average (Individual –Mittelwert)

c/s = cycles per second

CBF = Cerebral Blood Flow

CBR = Cannabinoidrezeptor

CZ = centrocentral

db = Dezibel	NIMH = National Institute of Mental Health
DL = Difference Level	PhD = Dokortitel (Philosophical Doctor)
ECI = Electro Cap International	Post-THC = Meßphase mit Cannabiseinfluß
EDG = ElektroDermatoGramm	Pre/Post = vorher/nachher
EEG = Elektroencephalogramm	Pre-THC = Meßphase ohne Cannabiseinfluß
EKG = Elektrokardiogramm	REM = Rapid Eye Movement
Elec.-Pos.= Elektrodenposition	S/N Signal-Rauschabstand
EMG = Elektromyogramm	SD = Standard Deviance (Standardabweichung)
EOG = Elektrookulogramm	SDEQ = Subjective Drug Effects Questionair
Evt. = eventuell	SEP = Somato-sensorisch evozierte Potentiale
EXP = Experience	SL= Soundlevel
FFT = Fast Fourier Transformation	Sub-Avg = Sub-Mittelwert (zumeist über einen Zeitraum von 20 Sekunden)
FP1 = Frontopolar 1 (präfrontaler Cortex links)	TCC = Thalamo cortico cells (Thalamo-kortikale Zellen)
Gavg = Group Average (Gruppenmittelwert)	THC = Delta-9-Tetrahydrocannabinol
gr = Gramm	u.U. = unter Umständen
Hz = Hertz	VEP = Visuell evozierte Potentiale
IndAvg = Individual Average (Individualmittelwert)	Vpn = Versuchspersonen
k Ω = Kiloohm	VWB = veränderter Wachbewußtseinszustand
K.A = keine Angaben	ZNS = Zentral-Nerven-System
Kap. = Kapitel	
L+R = Links und Rechts	
m.E. = meines Erachtens	
mg/kg = Milligramm pro Kilo Körpergewicht	
mV = Millivolt	

- Abkürzungen

1.3 Cannabis in Kunst, Medizin und Kultur

Cannabis als Medizin ist nach Zeugnissen aus China seit ca. 5000 Jahren bekannt. Auch in vielen anderen Teilen der Welt wurden Spuren einer medizinischen und kulturellen Nutzung gefunden (Rätsch, 1995a). Cannabis ist in Deutschland schon wenigstens seit dem 5. Jh. v. Chr. bekannt, Hanf wurde als Grabbeigabe in einem Urnenfeld der Bronzezeit in Berlin-Wilmersdorf gefunden (Behr, 1985: 40f; LaBarre, 1977). BEHR demonstrierte sehr anschaulich, daß der Genußmittelbegriff des ‚Tobak‘ eine lange Tradition hat und den ‘Tabak der armen Leute’ beschrieb, die sich keinen richtigen Tabak leisten konnten, aber Hanf in ihrem Garten

anbauen (Behr, 1982: 128). ‚Tobak‘ nannte sich eine Rauchmischung mit Marihuanaanteil, welche bis Anfang dieses Jahrhunderts in den Tabakläden käuflich zu erwerben war.

Im Rahmen der forschersichen Bemühungen um Cannabis als Medizin steht die Heilkraft der Pflanze im Vordergrund. Hierbei können wir von den neuen Entdeckungen der Cannabinoid-Rezeptorforschung profitieren, können die Materie Hanf und seine Derivate durch moderne, bildgebende Verfahren, größere Computerleistungen und verfeinerte Untersuchungsdesigns immer gezielter berechnen und einsetzen, und kommen somit u.a. dem Problem der Dosierung des Medikamentes immer näher (Joy, Watson & Benson, 1999). In der Vergangenheit war es oft ein Problem, die sogenannten unerwünschten psychoaktiven Nebenwirkungen zu kontrollieren und Rezeptfähig zu machen (Grinspoon & Bakalar, 1994).

Doch sind es gerade diese psychoaktiven Nebenwirkungen, welche die Cannabispflanze und ihr Harz (Haschisch) für viele Menschen - nicht erst seit ihrer kulturell globalen Popularisierung in den 60er Jahren interessant machen. Cannabis ist eine der ältesten Kulturpflanzen der Menschheit und das nicht nur aufgrund ihrer vielseitigen wirtschaftlichen Verwendbarkeit (Herer, 1993), sondern auch gerade weil sie als Genußmittel, als religiöses Sakrament, als Inspirationsquelle für Künstler, als Aphrodisiakum der Liebenden, als Entspannungs- oder Schmerzmittel, als Euphorikum, Sedativum oder als Psychedelikum von vielen Menschen seit Jahrhunderten genutzt wurde (Julien, 1997; Kupfer, 1996b; Rätsch, 1992c; Solomon, 1966).

Das Phänomen der cannabisinduzierten Wahrnehmungsveränderungen in Kunst und Medizin ist keine neue wissenschaftliche Thematik. Schon im letzten Jahrhundert hatte sich der Pariser Arzt Moreau de Tours, durch die Beschreibungen der Cannabiswirkungen von angesehenen Literaten wie Baudelaire oder Gautier im ‚Club de Haschischin‘, eine Innenansicht der möglichen Erlebnisse und Bewußtseinsinhalte erhofft. Er suchte die Nähe von Künstlern, weil er sich von schreibenden Künstlern eine detaillierte und angemessene Schilderung der Wirkungen auf den schöpferischen Geist erwartete (Kupfer, 1996b: 103). Auch wenn ihm bewußt war, daß die Erfahrung eines durch Cannabis veränderten oder intensivierten Bewußtseinszustandes eine eigene Entität bleibt, begründete sich sein wissenschaftliches Interesse in einem Modell der Entfremdung von gewöhnlichen mentalen Prozessen, wie sie in den produktiven Phasen einer Schizophrenie eintreten (Moreau de Tours, 1845). Wahrnehmung hat etwas damit zu tun, ob

jemand etwas für-, wahr'-nimmt und sein Verhalten danach ausrichtet. Er legte damit Grundlagen der Modellpsychosenforschung, welche Strukturen veränderter Bewußtseinszustände und ausgewählte, korrespondierende Episoden von Geisteskrankheiten experimentell vergleicht. Mehr dazu läßt sich 2.4.2 unten nachlesen.

Baudelaire beschrieb in seiner "Dichtung vom Haschisch" als erster die typischen Wirkphasen einer anfänglichen Euphorie, einer darauffolgenden kontemplativen und meditativen Phase welche von inneren Bilderfluten und Visionen geprägt ist und die Ermüdungsphase, welche den Berauschten in einen sanften Schlaf fallen läßt



Abbildung 1: "Herr Moreau im türkischem Kostüm, ein Klavier traktierend. Federzeichnung von Theophile Gautier, laut handschriftlichem Zusatz unter Haschisch entstanden" (Behr, 1982: 133)

(Baudelaire, 1988). Das Setting der damaligen Haschischuntersuchungen beinhaltete auch Musik, wie in Abbildung 1 zu erkennen ist. Gerne gehört wurde dabei das freie Phantasieren der Musikanten, also Improvisationen. Die Erfahrungsberichte von Gautier (Gautier, 1877), Baudelaire (Baudelaire, 1988), (Ludlow, 1857) sind in die Literaturgeschichte eingegangen (vgl. Kimmens, 1977; Kupfer, 1996a; Kupfer, 1996b). Zeugnisse über

Cannabis und Musik aus dieser Zeit liegen nicht vor. Nur Hector Berlioz' 1830 uraufgeführte *Symphonie fantastique*, in welcher dem Programmheft nach auch Opiumerfahrungen vertont werden und Richard Wagners musikalische Beschreibungen der „bewußtseinsverändernden Qualitäten von *Isoldens Liebestrank*“ (Rätsch, 1986: 313) lassen erahnen, daß Musiker des 19. Jahrhunderts auch um die Wirkungen und Möglichkeiten der Inspiration von bewußtseinsweiternden Substanzen wie Cannabis Bescheid wußten.

Unter Künstlern verbreitete sich seit Mitte des letzten Jahrhunderts die Meinung, daß (nicht nur) Marihuana die Kreativität und ästhetische Sensibilität verbessern würde (Brenner, 1972; Kupfer, 1996a; Kupfer, 1996b). Veblen beobachtete 1899,

daß Drogenkonsum Bestandteil des Freizeitverhaltens von Oberschichtsangehörigen war und als Ausdruck von Wohlstand und Kultiviertheit galt (in Hathaway, 1997). Im Paris der zwanziger Jahre war es für viele Künstler ‚normal‘ Marihuana zu konsumieren, wie ein Ausschnitt eines Interviews mit Pablo Picasso bezeugt:

“Meinen sie mit Drogen etwa Hanf (cánamo)? (lacht herzlich) Khif oder Haschisch gehörte zu den Pariser Boheme Cafés wie Absinth, aber ich kannte Hanf ja schon seit meiner Jugend. In Paris machte man allerdings viel Geschwätz darum. Ja, es macht fröhlich und ich glaube, das bedeutet Haschisch ja auch im Arabischen. Ich finde allerdings, daß Hanf bekömmlicher ist und die Phantasie anregt...” (Pablo Picasso in einem Interview für BBC 16.6. 1967, in Behr, 1982: 210)

Seit der ‚Erfindung‘ des Jazz Anfang des 20. Jahrhunderts im Mississippi-Delta um New Orleans und dem kontinuierlichen Fortschreiten in der Entwicklung dieser vornehmlich improvisierten Musik, wird die Frage nach dem Einfluß von Marihuana auf die Kreativität des Musikers gestellt, wurden Antworten auf die Fragen gesucht, ob Marihuana die musikalischen Fähigkeiten oder Begabungen verbessert und welche psycho-physiologischen Zusammenhänge das Hörerlebnis verändern. Ausführlicher untersucht worden ist dies - trotz dieser sehr bekannten und zumeist sofort genannten Wirkungen von Marihuana auf die Hörwahrnehmung - noch nicht, obwohl schon um 1945 Versuchspersonen auf musikalische Fähigkeiten und auditorische Genauigkeit untersucht worden sind (vgl. KAPITEL 3.1 unten). Zusammenhänge von Jazz und Marihuana werden wir im KAPITEL 2 unten in dieser Arbeit genauer betrachten.

Der ‚Sputnik-Schock‘ der 50er Jahre verursachte in den westlichen Ländern und insbesondere in den USA eine Suche nach Mitteln der Kreativitäts- und Begabtenförderung (Barber-Kersovan, 1991). In diesem Zusammenhang wurden auch Forschungen mit bewußtseinserweiternden, psychedelischen Substanzen gefördert (Lee & Shalin, 1992). Durch die kulturellen Veränderungen in den 60er Jahren wurde Marihuana wieder sehr populär und insbesondere durch öffentlichkeitswirksame Kreationen von Künstlern, Musik- und Filmstars (Taqi, 1969; Taqi, 1972) fielen die Vorstellungen von Bewußtseinserweiterung, Wahrnehmungsveränderungen und Dekonditionierung von Verhaltensweisen in der allgemeinen Aufbruchsstimmung auf einen fruchtbaren, sozialen Nährboden (Kupfer, 1996b; Leary, 1997).

Die Entdeckung des psychoaktiven Hauptwirkstoffes, dem Δ^9 -THC durch Gaoni und Mechoulam im Jahre 1964, spornte die wissenschaftliche Untersuchung zu Marihuana und seinen Wirkungen an (Mechoulam & Gaoni, 1967). Marihuana

wurde als eine Substanz charakterisiert, welche neben den Rauschwirkungen viele medizinisch therapeutische Anwendungsgebiete und Traditionen hat (Cohen & Stillman, 1976; Grinspoon & Bakalar, 1994). Da Drogen durch ihre Popularisierung nun zu einem Problem der ‚inneren Sicherheit‘ avancierten (Shapiro, 1988), wurden Forschungsgelder schneller bewilligt (Braude & Szara, 1976), und bis Ende der 70er Jahre konnten viele wissenschaftliche Arbeiten über Cannabis publiziert werden (siehe Abel, 1979). Viele Arbeiten widmeten sich einer gezielten therapeutischen Verwendbarkeit des schon seit Jahrhunderten in der Medizin bekannten Medikamentes Cannabis (Cohen & Stillman, 1976; Grinspoon, 1971; Mechoulam & Burstein, 1973).

Nach dem Versprechen verschiedener pharmazeutischer Betriebe, aus den vorliegenden medizinischen Untersuchungsergebnissen ein Medikament ohne psychoaktive Nebenwirkungen zu entwickeln, - was letztlich zur Einstellung vieler öffentlicher Forschungsgelder führte (vgl. Grinspoon & Bakalar, 1994; Herer, 1993: 78) - ebte Ende der 70er Jahre die Welle der Veröffentlichungen über Marihuana deutlich ab.

1986 begann die schrittweise Entdeckung des Cannabinoidrezeptorsystems in verschiedenen Bereichen des Gehirns und Immunsystems (Howlett, Qualy & Khachatrian, 1986). Das bis dato ungelöste Problem des Wirkmechanismus‘ von Δ^9 -THC schien einer Klärung näher zu kommen. Die Identifizierung des körpereigenen Liganden anno 1992 - wiederum durch die Jerusalemer Forschungsgruppe um Mechoulam (Mechoulam, Hanus & Martin, 1994) - hat die Gehirnforschung um ein physiologisches Erklärungsmodell von Emotionen, Bewegungsstörungen und kognitiven Vorgängen reicher gemacht. Die Entdeckung dieses bis dahin unbekanntes physiologischen Systems (hierzu Kap. 7 unten) hat weitere Forschungen zur medizinischen Anwendung von Cannabis begünstigt, da nun für ein Wirkungsmodell ein biochemischer Verständnishorizont der psychoaktiven Wirkungen von Δ^9 -THC vorliegt.

1.4 Zielhorizonte, Grenzen und Fragen dieser Arbeit

Die (bisher noch) meisten Veröffentlichung über Cannabis stammen aus den 60er und 70er Jahren, einer Zeit, die durch die sogenannte ‚Drogenwelle‘ gekennzeichnet war. Daß sich die Musikwahrnehmung durch Cannabiskonsum verändert, wurde dabei nahezu als eine Selbstverständlichkeit beschrieben (Solomon, 1966). Einige für die vorliegende Arbeit relevante Fragestellungen sind derzeit bearbeitet, aber nicht weiter verfolgt worden, und bleiben auf die Untersuchungen, die in der vorliegenden

Arbeit in KAPITEL 2, 3 und 6 dargestellt werden, beschränkt. So soll es den Leser dieser Arbeit dann auch nicht verwundern, wenn ein Teil der in dieser Arbeit verwendeten Literatur, nun fast schon 30 Jahre alt ist. Viele der Arbeiten haben für Fragen nach der veränderten Musikwahrnehmung und einer darauf bezogenen Musikproduktion oft nur partiellen Charakter. Sehr wohl aber kann aus dem Vorhandenen eine Tendenz abgelesen werden, die darin besteht, die veränderte Wahrnehmung und ihre Parameter im Bezug zur Musik zu charakterisieren.

In der medizinischen Literatur fand sich zumeist nur Material, welches die auditorische Informationsverarbeitung untersuchte (vgl. KAPITEL 3.4 unten). In psychologischen Untersuchungen wurde über die veränderte Hörwahrnehmung berichtet (Tart, 1970; Winick, 1959), und aus literarischen Zeugnissen von Musikern (Mezzrow, 1946b), bildenden Künstlern und Literaten eine kreativitätsfokussierende Eigenschaft des Cannabisrausch bezeugt (Andrews & Vinkenoog, 1967; Boyd, 1992; Curry, 1968; Solomon, 1966). Mit diesen Zusammenhängen wollen wir uns in den KAPITELN 2 und 3 intensiver beschäftigen, bevor wir ab KAPITEL 5 zum experimentellen Teil dieser Arbeit übergehen.

Hess untersuchte 1973 im Rahmen seiner medizinischen Doktorarbeit die Wirkungen eines psychedelischen Settings mit selbst gewählter Musik auf die Veränderungen im EEG (Hess, 1973) (vgl. 6.2.4 unten). Eine weitergehende EEG-Untersuchung der cannabisbeeinflussten Musikwahrnehmung findet sich bislang nicht. Dieser Faden soll nun wieder aufgenommen werden. Dazu wird zunächst ein umfassender Literaturüberblick erstellt (KAPITEL 2-8), welcher uns Referenzen und eine wissenschaftliche Basis für die folgende Untersuchung liefern soll. In einer begleitenden EEG-Untersuchung wollen wir dann in KAPITEL 9 die Veränderung topographischer Hirnstrombilder in einem Pre/Post-THC-Vergleich untersuchen.

Das Thema dieser Arbeit lautet: „Veränderte Musikwahrnehmung durch THC im Hirnstrombild“. Es soll also geklärt werden, wie sich die Wahrnehmung der Musik durch THC verändert, und ob sich Spuren dieser Veränderung im Hirnstrombild zeigen. Nach einem Überblick über die bisher bekannten EEG-Veränderungen durch Cannabis (KAPITEL 6 unten) und durch das Musikhören (KAPITEL 8 unten) soll in dieser Arbeit eine begleitende Untersuchung (KAPITEL 9 unten) vorgelegt werden. Hierbei sollen auch die Ergebnisse der Cannabinoidrezeptor-Forschung (KAPITEL 7 unten) bei der Interpretation topographischer EEG-Veränderungen berücksichtigt werden.

1.4.1 Set und Setting

Bei der EEG-Untersuchung soll der Aspekt des Settings, verbunden mit einer Forderung nach Lebensweltnähe, die Methodik der Untersuchung bestimmen. Set und Setting werden deshalb in dieser Arbeit in verschiedenen Kontexten (I-IV) beleuchtet werden. Zunächst wollen wir die Popularisierung der wissenschaftlichen Ideen von Set und Setting in der Popkultur verfolgen (vgl. 2.4.3) und lesen, wie ein optimales Setting für eine EEG-Untersuchung aussehen sollte (vgl. 5.5) und welche Probleme bei Messungen mit Cannabis dazukommen (vgl. 6.1.1.1). Anhand der vorliegenden Untersuchungen zu Cannabis und EEG-Veränderungen wollen wir uns in KAPITEL 6 ansehen, in welchen Untersuchungssettings sich die Versuchspersonen befanden. Dann werden wir uns bei der Beschreibung des Experimentes mit Untersuchungen beschäftigen, welche das Thema Setting für Cannabisuntersuchungen experimentell überprüfen (vgl. 9.2.1).

Frederik J.J. Buytendijk, ein an der phänomenologischen Tradition der Philosophie orientierter Mediziner und Psychologe, fordert, daß eine jegliche Analyse psychophysiologischer Phänomene "das leibliche und persönliche Situiert-Sein" berücksichtigen sollte (Buytendijk, 1967: 13). So kann eine nach technischen Aspekten optimal ‚verkabelte‘ Person zwar technisch einwandfrei ‚gemessen‘ werden, die Laborsituation ist aber gerade in Untersuchungen mit psychedelisch wirksamen Substanzen Teil des Erlebens der Versuchsperson (Eisner, 1997; Leary, Metzner & Alpert, 1964; Rätsch, 1992a). Das Gemessene kann demnach ein Effekt der Laborsituation, Meßapparatur und der Person selbst sein und muß nicht zwingend die Wirkung des untersuchten Stimulus‘, wie z.B. Cannabis und Musikhören, sein. Das Credo der experimentellen Untersuchung ist deshalb: ‚Raus aus dem Labor, Nähe zum Phänomen im Feld‘.

1.4.2 Untersuchungsfrage

Folgende Fragestellung soll mich bei der Auswertung der begleitenden Untersuchung (KAPITEL 9 unten) leiten:

Wie hört ein Mensch in einem relativ gewohnten Setting, mit einer applizierten EEG-Haube, Musik, und wie unterscheidet sich das Hören unter Cannabiseinfluß von einem Hören von Musik ohne Cannabiseinfluß im EEG-Brainmapping, und wie verhalten sich die Veränderungen zum Ruhe-EEG?

Sieht man Veränderungen in den EEG-Meßergebnissen, was können sie bedeuten, und in welchem Zusammenhang stehen sie zu den Berichten der Wissenschaft und der Künstler?

Um diese Fragen zu beantworten sollen zunächst vorhandene Materialien auf Aussagen zur Musikwahrnehmung und Musikproduktion untersucht und zusammenfassend dargestellt werden (Kap.2-8). Aufbauend auf diesen Material wollen wir dann die EEG-Daten der begleitenden Untersuchung (Kap. 9) interpretieren. Die Formulierung eines Signifikanzbereiches möglicher EEG-Veränderungen findet sich in Abschnitt 9.2.5 unten.

1.4.3 Fragen zu Musikwahrnehmung und Musikproduktion

Es ist scheinbar allgemein bekannt, daß Marihuana die Musikwahrnehmung verändert, doch eine systematische Darstellung, Erklärung und Begründung, warum das so ist, liegt bisher nicht vor. In dieser Arbeit soll die veränderte Musikwahrnehmung untersucht werden, doch um Hinweise auf diese zu bekommen, werden wir auch Materialien betrachten, welche von Musikern und ihren Aussagen zu THC-Erfahrungen bei der Musikproduktion vorliegen.

Eine methodische Befragung von Nichtmusikern, welche zum Musikhören gerne Cannabis konsumieren, findet sich nur in Ansätzen bei Tart (vgl. 3.5 unten) und wäre eine wissenschaftliche Vertiefung wert. Ebenso liegen keine methodisch gezielten Befragungen von Musikern auf ihre Cannabiserfahrungen beim Musikmachen oder -hören vor. Auswertbares Material bieten aber Songtexte, Biographien oder Interviews von bekannten Musikern und sollen auszugsweise für die vorliegende Arbeit verwendet werden. Doch eine umfassende Recherche in Biographien oder Musikjournalen hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt und wäre ein weiteres Forschungsthema. Ob Musiker die Wirkungen von Marihuana auf die Musikwahrnehmung differenzierter beschreiben können als Nichtmusiker, soll und kann hier nicht geklärt werden. Es ist von Musikern bekannt, daß die Marihuanawirkungen Zustände erzeugen, welche eine besondere Hör- und Spielweise hervorbringen, und daß es Musik gibt, welche sich anscheinend auf die Erfahrungen mit der Droge bezieht (Shapiro, 1988).

Untersuchungen, welche kulturelle Aspekte des Drogengebrauches unter Künstlern thematisierten, und den Einfluß von Drogen auf das künstlerische Werk hinterfragten, wurden von mehreren Autoren vorgenommen (Kimmens, 1977; Krippner, 1977; Krippner, 1985; Kupfer, 1996a; Kupfer, 1996b; Masters & Houston, 1971). Kürzlich wurde in Gießen eine umfassende musikwissenschaftliche Magisterarbeit eingereicht, welche den Einfluß von LSD auf Kompositionen der Beatles untersuchte (Böhm, 1997; Böhm, 1999). Doch um Fragestellungen nach einer Cannabis-inspirierten Musikproduktion vertiefen zu können, muß m.E. vorerst das Besondere der durch Cannabis veränderten Hörwahrnehmung geklärt

und untersucht werden, um eine Referenzgröße dafür zu entwickeln, was der Hörer oder Musiker als Veränderung der Musikwahrnehmung erlebt. Erst auf einer solchen Basis könnte dann auf die psycho-physiologischen Aspekte einer cannabisinspirierten Musikproduktion intensiver eingegangen werden.

Von vielen Pop- und Jazzmusikern gibt es Hinweise, selten jedoch konkrete Aussagen zu Erfahrungen mit Cannabis und Wirkungen von Cannabis auf die Musikwahrnehmung und Musikproduktion (Hager, 1994; Kupfer, 1996b; Mezzrow, 1946b; Shapiro, 1988) (vgl. 2.2.1 unten). Die wenigen konkreten Aussagen erklären sich möglicherweise folgendermaßen:

Durch die Gesetzeslage ist und war es nicht ganz ungefährlich, sich freizügig über den eigenen Drogenkonsum zu äußern (vgl. Zitat von Louis Armstrong 2.3.3.2 unten) und so werden viele Musiker – sofern es nicht zu ihrem Marketingkonzept gehört – sich vorsichtig äußern, um unnötige Scherereien mit der Justiz zu vermeiden.

Die Befragung eines Musikers nach den Wirkungen von Cannabis auf seine Musikproduktion birgt zudem die Gefahr, daß die musikalische Qualität, die künstlerische Originalität und Identität eines Komponisten, Interpreten oder Instrumentalisten oberflächlich auf eine psycho-physiologische Wirkweise reduziert und nivelliert wird. Doch welcher Jazzmusiker würde seine Kreativität auf Cannabis reduzieren lassen, auch wenn viele Jazzmusiker die Wirkungen schätz(t)en? Denn, - daß die Wirkungen von Cannabis auf die Wahrnehmung zu einem veränderten Musikhören und Musikspiel führten, wurde – wie wir in 2.3 unten sehen werden - auch von Jazzern nicht dementiert. Ein Einfluß des Marihuanakonsums auf Entstehung und Entwicklung der Jazzmusik kann demnach angenommen, aber natürlich nicht genau bestimmt werden. Unabhängig vom Jazz fanden sich bis heute viele Musiker unterschiedlichster Stilarten, die ähnliches erlebten und Cannabis konsumierten.

Eine demographische Herangehensweise könnte bestenfalls eine Gewichtung nach Musikgattung und Stilen aufzeigen. Ob dies allerdings dann eine Erklärung für die Musik bieten würde, welche von den jeweiligen Musikern produziert wird, bleibt fraglich. Cannabis ist ein weit verbreitetes Genußmittel. Daß Cannabis ein subkulturelles Genußmittel sei, wurde spätestens mit der 1996 veröffentlichten Studie von Dieter Kleiber bestritten. Ihr zufolge ist der Konsum von Cannabis ein Phänomen, welches sich durch alle gesellschaftlichen Schichten zieht. Es zeigten sich aber Unterschiede in der Häufigkeit und in der Art und Weise in welcher

Cannabis konsumiert wurde (Kleiber, Soellner & Tossmann, 1998). Ähnlich differenzierte, wenn nicht gar widersprüchliche Ergebnisse wären wohl auch bei einer Befragung von Musikern zu erwarten.

So haben wir das Wissen um den Akteur, den Künstler, ja letztlich um den Menschen, der sein Können, seine individuelle Besonderheit in der Musik zum Ausdruck bringt, und daß nur sein ‚Per sonare‘, seine musikalische und biologische Identität künstlerische Werke hervorbringt und erklingen läßt. Und - vor allem - die Musik wird nie anders sein können als die Menschen, die sie spielen. So bildet auch dieses Wissen um die enge Verwobenheit von Identität und gespielter Musik den Handlungshorizont einer aktiven Musiktherapie (Aldridge, 1996).

Agiert Cannabis als ein ‚Vergrößerer‘ (Gelpke, 1982) dessen, was in der Person an kreativem Potential angelegt ist und entwickelt wird? Wirkt Cannabis als ein „aktives Placebo“ (Weil, 1998: 96) auf das individuelle Set und Setting der Person, wie Andrew Weil, einer der Pioniere der Cannabisforschung in seinem Buch ‚The Natural Mind‘ resümiert? Doch welcher Anteil der psychopharmakologischen Wirkungen ist substantiell den kreativen Prozessen hinzuzurechnen?

Gibt es Hinweise auf Elemente der Musik, welche durch Cannabis bevorzugt verändert wahrgenommen werden und deshalb eine bestimmte Art und Weise der Musikproduktion begünstigen?

Anhand der verfügbaren wissenschaftlichen Literatur soll eine differenzierte Erörterung der komplexen Problematik ‚Cannabis und Musikwahrnehmung‘ erstellt werden. Vielleicht lassen sich in der Untersuchung Spuren davon finden, über welche cerebralen Veränderungen Menschen Musik nach Cannabiskonsum für- ‚wahr- nehmen.

1.4.4 Grundlagenforschung

Eine solche Untersuchung ist Grundlagenforschung. Es ist notwendig, grundlegendes Wissen zu einem populären Verhalten zu erarbeiten, denn die öffentliche Diskussion darüber ist - mangels Untersuchungserkenntnissen - geprägt von Vorurteilen, weltanschaulichen Fragen und einer überzeichneten Darstellung seitens kommerziell orientierter Medien (Giulianotti, 1997; Shapiro, 1988) (vgl. [2.3.2 unten](#)). Hier besteht Bedarf für eine der Realität nahe Sicht. Zudem hat das BVG in seinem Beschluss von 9.3. 1994 zu wissenschaftlichen Studien aufgefordert (Rippchen, 1995a). Wenn dies ‚vor Ort‘ geschehen kann, niemandem vorhersehbar schadet, sondern eher heuristischen Gewinn abwirft, ist eine solche Untersuchung zu befürworten. Mit der konkreten Versuchssituation und ihren ethischen und methodischen Fragen, wollen wir uns in [KAPITEL 9.1 unten](#) intensiver befassen.

Das Wissen über die cannabisinduzierte Musikwahrnehmung schafft einen Verständnishorizont für popularmusikwissenschaftliche Fragestellungen. Dabei soll der Sammelbegriff ‚Populärmusik‘ hier all jene Musik integrieren, welche eine Breitenwirkung erzielt, also sowohl bekannt als auch finanziell erfolgreich ist. Es scheint Musik zu geben, welche umgangssprachlich als “typische Kiffermusik” klassifiziert wird. So warb 1997 die Plattenfirma der Band *Tribe after Tribe* in einer Anzeige der Zeitschrift ‚Musikwoche‘ mit dem Begriff “Kiffermusik” (Tribe, 1997). Ob dies ein werbewirksames Etikett für die Hörschaft ist oder zu einem Stigma für die Musiker wird, muß offen bleiben, wie schon die Situation in der US-amerikanischen Jazzszene der 40er Jahre gezeigt hat (vgl. 2.3 unten). Inspiration und Performance von bekannten Musikern fand und findet u.a. auch unter Cannabiseinfluß statt (Shapiro, 1998; Winick, 1959). Musikströmungen, welche mit Drogen assoziiert werden, stehen im Verdacht zum Drogenkonsum zu animieren (INCB, 1998) (vgl. 2.2 unten). Die vorliegende Untersuchung kann helfen, ein differenzierteres Verständnis der cannabisinduzierten Musikwahrnehmung zu erlangen und zu erklären, was diese Wahrnehmungsweise für Musiker und Hörer interessant macht.

Die Thematik der durch Drogen veränderten Musikwahrnehmung wurde Anfang der 70er Jahre in der Musiktherapieforschung aufgegriffen, dabei wurden aber zumeist Untersuchungen mit stärkeren Psychedelika wie LSD oder Psylocybin durchgeführt (Bonny & Pahnke, 1972; Eagle, 1972; Hess, 1992; Weber, 1974). Auf die Hintergründe zu Forschungen mit Psychedelika soll im zweiten Kapitel näher eingegangen werden. Mit Cannabis beschäftigte sich in diesem Umfeld nur die Arbeit von Hess (Hess, 1973) (vgl. 6.2.4 unten). Musik wie auch Cannabis beeinflussen die Stimmung und verschaffen einen zustandsspezifischen Abruf von Erinnerungen und Lernvorgängen (Globus & al, 1978; Thaut & de l'Etoile, 1993). Für Musiktherapeuten, welche mit Drogenerfahrenen oder Drogenabhängigen arbeiten, entsteht die Frage, inwiefern das Erleben von Musik durch vorherigen Cannabiskonsum verändert ist. Diese Arbeit kann zur Klärung solcher Fragen beitragen.

Da es bisher kaum Untersuchungen gibt, welche eine cannabisinduzierte Musikwahrnehmung mit einer physiologischen Untersuchungsmethodik koppeln, bieten sich hiermit Möglichkeiten, Daten zu generieren und Tendenzen aufzuweisen. Für die neurophysiologische Untersuchung kognitiver Gehirnfunktionen ist die Musikwahrnehmung eine komplexe und noch nicht genügend erforschte Aufgabe (Petsche, 1994; Sergeant, 1996). Musik aktiviert eine

Kapitel 1: Einleitung und Überblick

Vielzahl an Gehirnfunktionen und der Vergleich kann hier Gewißheiten schaffen. Im Zusammenhang mit dem erstellten Literaturüberblick wird in dieser Untersuchung eine Grundlage für eine musikmedizinische Erforschung des cannabisinduzierten Musikhörens geschaffen..

2 Sozialpharmakologische Perspektiven von Cannabis und Musik im kulturellen Kontext

...there is a house in New Orleans, they called the rising sun ...

Traditional USA

Die Sozialpharmakologie bringt zwei wissenschaftliche Betrachtungsweisen eines sozialen Phänomens zusammen: eine sozialwissenschaftlich beschreibende Sicht des individuellen und sozialen Gebrauchs pharmakologisch wirksamer Substanzen, und das pharmakologische Wissen um die Wirkungsweise der Substanzen. Es interessiert Sozialwissenschaftler und Pharmakologen, was die sozialen Gebrauchsmuster für die Untersuchung und Wirkung der Substanzen bedeuten.

Der Cannabiskonsum ist in einen sozialen Kontext eingebunden. Die Frage wann eine Substanz gebraucht oder mißbraucht wird, ist immer auch eine Frage der Innen-Außenperspektive von Menschen in divergierenden sozialen Kontexten und im Sinne H.S. Becker's auch eine Frage danach, wer zu welcher Zeit den Cannabiskonsum als Gebrauch oder Mißbrauch definiert. Mit diesen sozialpharmakologischen Perspektiven wollen wir uns im Folgenden beschäftigen.

Kapitelübersicht

In diesem KAPITEL 2 möchte ich, soweit möglich, eine historische Linie aufzeigen, die den Zusammenhang von Cannabisgebrauch und Musik thematisiert. Dabei geht es mir vorrangig um die Erarbeitung einer Innenperspektive des Cannabisgebrauchs und seiner musikkulturellen Implikationen. Wir werden nach Zeugnissen suchen, welche uns den Konsum von Cannabis durch Musiker und Musikhörer dokumentieren und uns der Frage widmen, warum Musiker und ein Teil ihrer Hörerschaft Cannabis konsumier(t)en.

Auch die Wirkungen auf die Musikproduktion sollen mit einbezogen werden, um so Aussagen über die veränderte Wahrnehmung der Musik zu extrahieren. Wir werden lesen, wie der Gebrauch von Cannabis in der Subkultur erlernt wird, was Musiker auf der Bühne und im Proberaum erlebten, und welchen Sinn der Konsum für ihre künstlerische Arbeit hatte. Im Abschnitt über Cannabis und Jazz (2.3 unten) werden wir uns den konkreten Wirkungen von Cannabis auf die Musiker und insbesondere auf ihre Musik widmen. Dies soll in Abschnitt 2.3.4 unten zusammengefasst werden

und uns phänomenologische Kategorien liefern, die wir dann in den folgenden Kapiteln auf ihre physiologischen Hintergründe untersuchen und diskutieren wollen.

Perspektive I: Hier soll ein Verständnis von Gebrauch und Mißbrauch von Substanzen erarbeitet werden, Begriffe wie ‚Bewußtseinerweiterung‘, ‚Psychedelisch‘ oder ‚Drogen‘ aufgeklärt und auf ihre konzeptuellen Kontexte hin betrachtet werden. Cannabiskonsum scheint nach Ergebnissen neuerer Untersuchungen kein subkulturelles Phänomen mehr zu sein, sondern findet sich in allen Gesellschaftsschichten (Kap. 2.1 unten).

Perspektive II: Zunächst werden wir die Diskussion über Songtexte und sowohl die Instrumentalisierung der vermeintlich drogenverherrlichenden Textinhalte für drogenpolitische Sanktionsmaßnahmen, andererseits die Bedeutung der Inhalte für die Gegenkultur streifen (Kap. 2.2 unten). Hier wird schon die enge Verknüpfung von subkulturellen Erfahrungsdimensionen und sprachlicher Codierung emotionaler Ausdrucksweisen klar werden, welche einerseits die Erfahrung selbst, als auch die gesellschaftliche Situation im ethnomethodologischen Sinne als indexikalische Begriffe (Koeck, 1976; Matthes, Meinefeld, Schütze, Springer & Weymann, 1980; Predelli, 1998) für das gemeinsam geteilte sozial-pharmakologische Erfahrungswissen chiffrieren. Der Aspekt eines eigenen subkulturellen Sprachcodes der Jazzmusiker, die damit verbundene Beschreibung des Lebensstiles und der Musik durch die ‚Slang‘-sprache wird uns in den folgenden Abschnitten des Kapitels des öfteren begegnen.

Perspektive III: Aus einer historisch-systematischen Perspektive betrachtet, ist der Jazz die erste Musikgattung in diesem Jahrhundert, an welcher die Diskussion um die Wirkungen von Cannabis auf die Musikwahrnehmung und Musikproduktion entbrannte, und als gesellschaftliche Reaktion eine Verfolgung von Musikern einsetzte, welche Cannabis konsumierten. Schon hier wird deutlich, daß Cannabis als Stimulanz und Inspiration für den künstlerischen Prozeß, wie auch als Ausdruck des Lebensstiles konsumiert wurde. In diesem Abschnitt 2.3 der Arbeit soll die soziale Verwobenheit des Musikers in einer Subkultur betrachtet werden, in welcher es seit Anfang dieses Jahrhunderts Bestandteil des Lebensstiles war, Cannabis zu konsumieren. Wir werden einen kleinen Einblick in die Lebenszusammenhänge werfen, den Musikern über die Straßen und in die Clubs folgen, und dabei aus der Musikpraxis ein Bild der Wirkungen und der Situation bekommen, in der sich Musiker befanden.

Anhand von gesellschaftspolitischen Aktionen der Sanktionsmächte, personifiziert durch den Leiter des Federal Bureau of Narcotics (FBN) Harry Anslinger, soll in den ersten beiden Abschnitten die gesellschaftliche Konstruktion einer negativen Projektionsfläche in den Medien skizziert werden, auf der ein Lebensstil, nämlich der des Jazzmusikers, als deviant stigmatisiert und für die Zwecke des Verbotes von Cannabis instrumentalisiert wurde. Es werden rassistische, ökonomische und pragmatische Hintergründe dieser divergierenden Situationsdefinitionen aufgezeigt werden, welche dazu führten, daß die Verbindung von Musik, Lebensstil und Drogenkonsum eine subkulturelle Identitätsschablone der Jugendkultur entstehen ließ, deren Bestandteile in der Gegenkultur der 60er Jahre weiterentwickelt und global popularisiert wurden. Gerade in der offensichtlichen Politisierung des Cannabisverbotes begründete sich die Authentizität und Vorbildfunktion der sanktionierten Künstler der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Folgende Aussagen von Paul McCartney können dies verdeutlichen:

„... Wir alle lasen Ginsberg und das Beats-Geschreibe. Jeder tat das“ „...versuchen sie sich zu erinnern, unser Drogenkonsum stand 1967 in einer langen Musikertradition. Wir wußten von Louis Armstrong, Duke Ellington und Count Basie, daß sie zeitlebens gekiff't hatten. Nun war unsere Musikerszene dran, ihre Erfahrungen zu machen.“ (Paul McCartney in Davis & Pieper, 1993: 5+7).

Der Begriff der Erfahrung wird der zentrale Gegenstand der Ausführungen in Perspektive IV werden (Kap. 2.4 unten) .

2.1 Perspektive I: Zum Gebrauch der psychoaktiven Wirkungen von Cannabis

Soweit unsere geschichtlichen Aufzeichnungen auch zurückreichen, hat bisher jede Gesellschaft Substanzen benutzt, die Stimmungen, Gedanken und Gefühle beeinflussen. Und es hat auch immer eine kleine Zahl von Menschen gegeben, die von den jeweils üblichen Sitten, zu welcher Zeit, in welcher Menge und zu welchem Anlaß eine Droge zu nehmen sei, abwichen. Mithin sind sowohl der nichtmedizinische Gebrauch als auch der Mißbrauch von Substanzen so alt wie die Zivilisation selbst.

(J.H. Jaffe in Julien, 1997: 413)

1995 konsumierten ca. 4 - 5 Millionen der Menschen in der BRD mit einer gewissen Regelmäßigkeit Cannabisprodukte mit dem psychoaktiven Wirkstoff Δ^9 -THC (Rätsch, 1995b). In einer Untersuchung des National Institute of Drug Abuse (NIDA) haben ca. 59% der Erwachsenen in der USA zwischen 26 und 34 schon einmal Cannabis probiert und 2-3% der Bevölkerung der USA konsumieren täglich (Adams & Martin, 1996).

Cannabiskonsum stellt eine Konsumvorliebe für ein Genußmittel in einer sich entwickelnden, kulturellen Tradition ehemals subkultureller Wurzeln dar. Bei einer Untersuchung der “Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung” stellte sich in einer Befragung von 1674 ‘Techno’-Liebhaber/Innen heraus, daß an der Spitze der Beliebtheitsskala Cannabis stehe. 69% der Befragten gaben an, schon einmal Cannabis geraucht zu haben; 49% noch im letzten Monat und 14% gaben an, täglich zu rauchen (Rapp, 1997). Cannabis ist als Freizeitdroge inzwischen gesellschaftlich weitestgehend akzeptiert und toleriert (Julien, 1997). Es scheint also ein Teil gesellschaftlicher Normalität zu sein, daß es Menschen gibt, die Cannabis konsumieren.

Magazine, die sich mit den vielfachen ökonomischen, ökologischen, kulturellen und medizinischen Verwendungszusammenhängen von Cannabis beschäftigen, finden sich in der Bahnhofsbuchhandlung und am Kiosk nebenan. In vorabendlichen Fernsehsendungen wird Cannabiskonsum dargestellt und dabei nicht unbedingt nur das Bild vom ‘kiffenden’ Außenseiter bemüht, sondern ein heterogener Querschnitt der Bevölkerung gezeigt. Dies zeigte sich auch in einer Befragung von 627 Cannabiskonsumern in der Schweiz. GIGER kam zu der Feststellung, daß es eine *“etablierte Hanfkultur”* gibt, und sich *“die Konsumenten - außer in der Wahl ihres Genußmittels - kaum von der übrigen Bevölkerung unterscheiden”* (Giger & Fuß, 1994) (Giger, 1995). Nach einer Studie im Auftrag des Bundesgesundheitsministeriums über Entwicklungstendenzen, Konsummuster und Einflußfaktoren, ist der Cannabiskonsum sogar *“überwiegend ein Phänomen der Mittel- und Oberschichtorientierten Familien geblieben”* (Kleiber et al., 1998).

2.1.1 Zu Drogengebrauch und –mißbrauch

Im Zusammenhang mit der Untersuchung von Drogenwirkungen, ist der ‘Drogengebrauch’ als Begriff abzugrenzen vom ‘Drogenmißbrauch’. Das Wort ‘Droge’ entstammt dem holländischen bzw. französischen Wort für ‘trocken’ (‘drogue’), und meinte hauptsächlich die aus Übersee importierten getrockneten Pflanzenteile, Heilkräuter und Gewürze. Der Begriff war in diesem Sinne bis in die zweite Hälfte unseres Jahrhunderts gebräuchlich, wurde dann aber durch einen Drogenbegriff und -konzept abgelöst, der sich hauptsächlich an den Wirkungen der Substanzen (Lewin, 1924) und dabei vornehmlich an denen der Rauschmittel orientierte.

2.1.1.1 Drogenmißbrauch

Der Begriff des Drogenmißbrauchs kann im Verhältnis zu einem Drogenkonsum gesehen werden, der *zu Abhängigkeit und somatischen und psychischen Schäden*“ (Blätter, 1990: 17) führt. Abgesehen davon, daß bei einem einzelnen Individuum unter Leidensdruck durch eine medizinisch-psychologische Untersuchung (MPU) das Ausmaß von somatischen oder psychischen Schädigungen im pathologischen Sinne definiert werden kann, ist jedoch im kulturellen Sinne nicht klar abzugrenzen, wo und wie eine Schädigung einsetzt. Die Definition der Schädigungen ist letztlich von kulturspezifischen Werten abhängig und protegiert - wie wir aus den Erkenntnissen der Sozialwissenschaften zu abweichendem Verhalten wissen - die ethischen und moralischen Prinzipien der Definitionsmacht (Becker, 1973; Lamnek, 1979). Diese Wertungen und Prinzipien sind interkulturell divergent, und lassen eine einheitliche Wertung nicht zu. Dies gilt auch für die Beurteilung der Funktionalitätsaspekte in der medizinisch-psychiatrischen Nomenklatur, welche gerade im Bereich der MPU in der gegenwärtigen Verfolgung von Cannabisdelikten im Straßenverkehr eher als Machtinstrument, denn als Diagnostik wirkt (Grotenhermen & Huppertz, 1997).

Ebensowenig ist es möglich, allein über die Tatsache, daß eine Droge illegal ist, eine Definition des Mißbrauches zu erwarten. Im lebensweltlichen Kontext der Industrienationen wird der Drogenkonsum vielfach mit Lasterhaftigkeit, Sucht, fahrlässiger Gesundheitsschädigung und Kriminalität assoziiert (Blätter, 1995: 279) und verweist i.d.R. auf einen Verwendungszusammenhang mit illegalen Substanzen, wobei die Verbindung zum Mißbrauch durch die Gesetzeslage vordefiniert ist.

In der öffentlichen Diskussion wird dementsprechend zumeist von Drogenmißbrauch gesprochen. So ist - wie Blätter in ihrem Buch *„Kulturelle Ausprägungen und die Funktion des Drogengebrauchs“* weiter ausführt - die Diskussion um Drogen deshalb auch eher auf Präventions- und Repressionsmaßnahmen konzentriert. Viele englischsprachige Fachjournale von *„Addiction“* bis zum *„Journal of psychoactive Drugs“* publizieren dementsprechend auch hauptsächlich Artikel, in denen Präventionsstrategien, oder Konsumarten und demographische Daten des Drogengebrauchs diskutiert werden, anstatt der Frage nachzugehen, warum Menschen Drogen nehmen. Diesen Umstand beschreibt der Lyriker und Arzt Gottfried Benn folgendermaßen:

„Eine Gemeinschaft ... deren Hygiene und Rassenpflege als modernes Ritual auf den biologisch-statistischen Erfahrungen beruht, kann immer nur den äußeren Massenstandpunkt vertreten, für den kann sie Kriege führen, unaufhörliche, denn Wirklichkeit ist für sie Rohstoffe, aber ihr metaphysischer Hintergrund bleibt ihr verschlossen“ (Benn, 1960).

Daß es auch eine Tradition bewußten Drogengebrauchs, eine Cannabiskultur gibt (Blätter, 1990; Rätsch, 1995d), wird scheinbar übersehen.

2.1.1.2 Drogengebrauch

Der *Drogengebrauch* charakterisiert sich durch einen bewußten, funktionalen Umgang eines Individuums mit Substanzen innerhalb einer kulturellen Tradition, welche ritualisierte Formen und Gebrauchsmuster entwickelt hat (Blätter, 1995; Schneider, 1995). Hierbei ist die Einstellung zu der Droge von Bedeutung und die Erwartungshaltung, die an die Droge gestellt wird (Höhle, Müller-Ebeling, Rätsch & Urchs, 1986: 33). Der Drogengebrauch ist gekennzeichnet durch die Funktionen, die er innerhalb der kulturellen Umgangsformen entwickelt hat.

Bei den Rastafaris in Jamaika beispielsweise wird der Cannabiskonsum bewußt zur Erzeugung religiösen Erlebens eingesetzt. Der Rausch wird dabei als spirituelle Erfahrung interpretiert, die im Vergleich zu starken Psychedelika geringe Intensität und kürzere Wirkungsdauer ermöglicht, eine häufige Anwendung als "Vehicle to God", ohne dabei die Erfordernisse des Alltags ernsthaft zu gefährden. Eine enge rituelle Einbindung ist hier nicht erforderlich und im Vordergrund stehen eher die lehrreichen, erbaulichen, vor allem jedoch die angenehmen, wohltuenden und entspannenden Rauscherfahrungen. Religiös motivierter Drogenkonsum bewirkt hier auf der sozialen Ebene Verstärkung des Zusammengehörigkeitsgefühls der Gruppe und Vertiefung der emotionalen Beziehungen, beinhaltet also harmonisierende und gruppenkohäsive Funktionen (Blätter, 1990).

Blätter kategorisiert medizinische, hedonistische, soziale, kompensatorische, ökonomische und politische Funktionen des Drogenkonsums und definiert Drogen allgemein als *"alle Substanzen, die primär dazu genutzt werden, bewußt, also absichtlich das eigene Bewußtsein zu verändern, um ein subjektiv verändertes Erleben von Wirklichkeit zu ermöglichen"* (Blätter, 1990:11).

Andreas Giger et al. befragten 627 Cannabiskonsumenten in Deutschland und in der Schweiz. Giger kam zu der Feststellung, daß es eine "etablierte Hanfkultur" gibt und sich *"die Konsumenten - außer in der Wahl ihres Genußmittels - kaum von der übrigen Bevölkerung unterscheiden"* (Giger & Fuß, 1994). Eine der Hauptmotivationen warum Cannabis konsumiert wird, war, daß Cannabis als ein

Mittel des Bewußtseinsdesigns eingesetzt wird, eben *”wegen seiner Wirkungen auf Psyche und Bewußtsein”* (Giger, 1995: 327ff). Die dabei am häufigsten genannte Selbstbeobachtung war: *”Ich habe mich selbst besser kennengelernt”*, Cannabis intensivierte demnach den Vorgang der Introspektion. Als Hauptmotive hierbei identifizierte Giger den HEKI-Cocktail:

”Hedonismus, Erotik, Kreativität, und Intensität. Hedonismus heißt Entspannen und Genießen, Erotik liebe- und lustvolles Zusammensein mit jemand anderem, Kreativität umfaßt schöpferisches Denken wie Handeln, und Intensität bedeutet Erlebnisverstärkung bei verschiedenen Gelegenheiten” (Giger, 1995:328).

2.1.1.3 *Genuß, Ekstase und Rauschmittel*

Nach Ansicht des Orientalisten, Märchenforschers und Religionswissenschaftlers Gelpke steht der Rausch im westlichen Verständnis in Verbindung zu einer mystischen Erfahrungsform, der *Ekstase*. Gelpke beschreibt die Probleme, welche die westliche Zivilisation im Umgang mit der Ekstase hat, als die Crux der Rauschthematik. Ekstase steht den westlichen Kontrollparadigmen und dem Ethos des menschlichen Verhaltens im Sinne von *”Zucht, Verzicht, Redlichkeit, Unerbittlichkeit und ungebändigtem Leistungswillen”* als wesensfremd gegenüber und wird zudem noch ‘künstlich’ erzeugt durch die ‘Krücke’ der Rauschgifte (Gelpke, 1982).

Der Genußmittelaspekt von Cannabis ist nach Gelpke im Okzident zumeist unter dem Vorwurf eines Rauschgiftes diskutiert worden; ein Begriff, welcher schon durch die Konnotation des Wortes *”Gift”* eine negative Wertung nahelegt. Der Begriff Gift bewirkt negative Assoziationen von ‘Vergiftungen’, welche jedoch auf eine systemimmanente, kulturelle Paradoxie der technologischen, funktionalistischen Zivilisation des Okzident treffen, da diese hoch toxische Gifte als Abfallprodukte oder Waffen hervorgebracht hat. Ähnlich verhält es sich mit dem Begriff *”Rausch”*,

”Denn - und dies scheint mir von entscheidender Bedeutung zu sein: Der Rausch besitzt im funktionalistischen Getriebe der modernen, westlichen Gesellschaft keinerlei Eigenwert; weder wird er in einem geistigen Sinne bejaht und gedeutet, noch hat man ‘offiziell’ Verwendung für jene Lebenswerte, mit denen der Rausch (genau wie übrigens auch die Erotik) in unmittelbarer Beziehung steht, nämlich: Schöpferische Phantasie, Muße, Meditation, Inspiration, Innenschau, Sensibilität, magische und mystische Fähigkeiten, Einsichten und Eingebungen künstlerischer, philosophischer und religiöser Art.” (Gelpke, 1982: 140).

Im Okzident wird der Rauschbegriff im Zusammenhang mit einer Fluchtmetapher konnotiert, nach der das ‘Berauscht-Sein’ mit der Flucht vor der Wirklichkeit

gleichgesetzt wird. Als 'erlaubte' Fluchtform hat im Okzident vornehmlich der extrovertierend wirkende Alkohol eine Tradition, alle anderen Drogen werden als kulturfremd stigmatisiert, was jedoch, - wie in Abschnitt 1.3 oben bereits angeführt -, bezogen auf Cannabis faktisch nicht stimmt (Behr, 1982; Behr, 1985; Blätter, 1990).

Doch könnten wir – nach Gelpke - von dem Verständnis über die Drogenwirkungen viel über das lernen, „was wir 'Ich-Auflösung' nennen, die Mystiker aber 'Selbst-Transzendenz', was wir 'Regression' und sie 'Unio Mystica' heißen, was wir mit 'Rückzug' (withdrawal) bezeichnen, sie hingegen als 'Abkehr von der Illusion der Realität' verstehen“ (Gelpke, 1982: 138). Gelpke vertieft sein Verständnis des Rauschmittelgebrauchs weiter im Bezug auf die Möglichkeiten eines sakralen Drogengebrauchs, welche dem westlichen Menschen, wie es auch Huxley (vgl. 2.4.2 unten) formuliert hat, „zu einem existentiellen Verständnis des Transzendenten zu verhelfen“ (Gelpke, 1982: 148) könnten. Er erläutert die in Zweigen der orientalischen Mystik betriebene Innenschau, als einen Weg, welcher durch die Erweiterung der 'Pforten der Wahrnehmung' zu einem tieferen Verständnis der Einheit von Mensch, Natur und dem Göttlichen führen kann. Gelpke geht es um den bewußten Umgang mit den Möglichkeiten des Drogengebrauchs als ein Sakrament, bei dem der Rausch und die Ekstase als probate Mittel der Person bei der psychonautischen Entdeckungsreise der eigenen Innenwelt gelten. Dabei bewirken die Drogen „nie entweder dies oder aber jenes, sondern eine Umschaltung des Bewußtseins, die als Möglichkeiten sowohl die Verrücktheit wie auch die Erleuchtung zuläßt“ (ebd.).

2.2 Perspektive II: Hinweise auf Drogenkonsum in Songtexten und Statements von Musikern

“Nennen sie mir nur eine Rockgruppe, die in ihrem Repertoire keine Hymnen auf LSD und Marihuana hat” Timothy Leary in (Shapiro, 1988)

“Abweichendes Verhalten wird von der Gesellschaft geschaffen” Howard. S. Becker (Becker, 1973: 161)

2.2.1 Musik und Text als Aufforderung zum Drogenkonsum?

Bis in die Gegenwart sind Songtexte, darin mehr oder weniger deutlich zum Ausdruck gebrachte Einstellungen, Haltungen oder Erfahrungen mit Drogen Gegenstand von wissenschaftlichen Untersuchungen als auch politischer Diskussion gewesen (Shapiro, 1988).

Richard Nixon machte den Kampf gegen Drogen zum Wahlkampfthema und übte als Präsident der USA erheblichen Druck auf die Medien aus, um, letztlich willkürlich ausgewählte ‚Drogentitel‘ aus den Radioprogrammen zu entfernen (Shapiro, 1988: 183ff). Daß die Unterhaltungsindustrie eine Rolle bei der Verherrlichung des Drogenkonsums spielen würde, war 1985 Gegenstand einer Untersuchungskommission des US Senats, und Plattenfirmen bekamen in den 80‘ Jahren durch Elterninitiativen die Aufforderung, bestimmte Produkte mit einem Hinweis auf jugendgefährdende, drogenverherrlichende Textinhalte zu versehen (Shapiro, 1988).

Noch im Februar 1998 verkündete das UN-Gremium des INCB (International Narcotic Control Board) in Wien, daß die großen Stars der Unterhaltungsbranche und insbesondere die Rockmusiker in Songtexten, Interviews und durch ihren Lebensstil den Marihuanakonsum verharmlosen und eine Legalisierung verherrlichen würden. Durch ihr Verhalten und durch die globale Popularisierung ihrer Kultur seitens der multinationalen Unterhaltungsindustrie trügen Rockmusiker und ihre Plattenfirmen Verantwortung am Drogenelend, weil die Stars der Branche als Projektionsfiguren für die Identitätsbildung junger Menschen im Sinne schlechter Vorbilder agieren würden. Sie würden zum Drogenkonsum ermuntern (vgl. INCB, 1998: Kap. 1, Abschnitt C) und trügen eine Mitschuld am persönlichen Ruin und einer zerstörten Zukunft junger Menschen.

Daß auch Musiker - unabhängig von ihrem Bekanntheitsgrad - Drogen konsumieren, kann nicht bestritten werden. Es gab und gibt bis heute Songtexte, welche aus dem jeweiligen Zeitgefühl heraus den Konsum von Marihuana beschrieben, wie z.B. Bob Howard’s berühmter ‚Reefer Song‘ von 1938, David Peel’s 1968 erschienener Song “Have a Marihuana”, Peter Tosh’s “Legalize it” von 1976, oder “I wanna get high” der 90‘ Rap-Formation Cypress Hill, etc.

In der neusten Studie von 1999, die vom „National Clearinghouse for Alcohol and Drug Information“ der USA im Internet veröffentlicht wurde (<http://www.health.org/mediastudy>), sind u.a. 1000 Songtexte auf ihre Beziehungen zum Drogenkonsum untersucht worden. 27 % der Songtexte bezogen sich dabei auf verbotene Substanzen oder Alkohol. Marihuana war Gegenstand von 63% der untersuchten 182 Songtexte mit Bezug zum Gebrauch verbotener Substanzen, wobei hier die Textinhalte, welche sich gegen die Illegalität des Konsums richten, in der Auswertung der Textinhalte nicht erwähnt werden. Alkohol und Tabak tauchten in 76% der untersuchten Filme auf. Als Folgerung der Untersuchung wurde eine

Empfehlung an die Unterhaltungsbranche formuliert, bei künftigen Veröffentlichungen auf die Inhalte zu achten und solche auf den Index zu setzen, welche den Konsum von Drogen verherrlichen würden (Roberts, Henriksen & Christenson, 1999).

Die Zeitspanne von den 20er Jahren bis jetzt zeigt eine lange Tradition des künstlerischen Ausdrucks von Drogenerfahrungen in einem musikkulturellen Kontext. Davies beschreibt Drogenerfahrungen der Beatles, Bob Dylan's oder der Rolling Stones, welche sich jeweils in ihren Texten auch auf Drogenerlebnisse beziehen (Davis & Pieper, 1993). Bob Dylan's Songtitel "Mr. Tambourine Man" beispielsweise ist eine Anspielung auf die Angewohnheit der Greenwich Village Dealer Anfang der 60er Jahre von New York, welche ihre Drogen unter ein Tamburin klebten, um so im Falle der Gefahr dieses unauffällig als Instrument spielen zu können... (Barber-Kersovan, 1991: 95). Paul McCartney selbst benennt in seiner Biographie Songs, die sich auf Marihuana bezogen (z.B. „Got to get you into my life“) und schildert seine Verhaftung und den folgenden Tourneeabbruch 1980 in Japan aufgrund eines Cannabisfundes in seinem persönlichen Gepäck (Miles, 1997). Im November 1999 geriet auch die amerikanische Sängerin Whitney Houston in die Schlagzeilen, da am Zoll in ihrem persönlichen Gepäck Marihuana gefunden wurde. John Lennon wurde 1971 vom FBI sechs Monate lang täglich überwacht, da er ein Konzert für die Freilassung des Studenten John Sinclair gegeben hatte, welcher wegen des Besitzes von zwei Joints zu fünf Jahren Gefängnis verurteilt worden war (Herer, 1993; Shapiro, 1988: 163ff). Die Beatles veröffentlichten zudem am 24.7. 1967 in der Zeitung "The Times" zusammen mit anderen Künstlern und Wissenschaftlern einen Aufruf zur Legalisierung von Cannabis.

Die Zeitschrift "High Times", das älteste Magazin für Marihuana-Kultur, brachte des öfteren in Interviews mit Musikern Statements über ihren Lebensstil, Genußvorlieben, Einstellungen, und Erfahrungen mit Marihuana. In der Regel geht es um ihre Wertschätzung von Marihuana im Vergleich zu anderen Drogen, um Erlebnisse auf der Tour etc. aber zumeist ohne konkreten Hinweis auf die Auswirkungen auf das Musikmachen selbst. Um die Ungerechtigkeit des Cannabisverbotes zu belegen, wird von den Musikern oft der Vergleich zum Alkoholkonsum bemüht, dessen Gefahren ihnen im Showbusiness deutlich vor Augen sind. (Hager, 1994).

Insofern ist aus der Sicht einer Institution, welche als Zielsetzung nach wie vor eine drogenfreie Gesellschaft anstrebt (INCB, 1998), die globale Popularisierung des

sinnenfreudigen Lebensstiles der Rock- und Popmusiker ein Dorn im Auge. Doch – „wer die Rockmusik als einen Urheber des Drogenkonsums Jugendlicher sieht, schlägt einen Sack, dessen Esel er selber ist. Abgesehen davon, daß da nur eine Masche weitergehäkelt wird, die schon beim Jazz lief“ (Behr, 1982: 326). Die Strategie der Stigmatisierung von Musikern, ihrer Songtexte, ihrer Szene-Sprache, ihres exponierten Lebensstiles und eine pauschale Diskreditierung ihrer Kunst, wie auch die Versuche durch Einflußnahme auf Entscheidungsträger in der Musikindustrie wird nun schon seit den 30er Jahren durchgeführt. Schon Anslinger der damalige Leiter des Federal Bureau of Narcotics (FBN) versuchte – erfolglos – die Unterhaltungsbranche für die Sache der Cannabisprohibition zu gewinnen (hierzu [2.3 unten](#)).

Die Subkultur und insbesondere ihre immer populärer werdenden Musiker wurden von der Drogenpolizei *“als Opinion-Leader unter Druck gesetzt”* (Barber-Kersovan, 1991: 99), aufgrund eines augenscheinlichen, aber nicht wissenschaftlich nachgewiesenen Zusammenhangs zwischen der immensen Popularität der Musiker, ihren Songs, ihrem Lebensstil und dem Ansteigen des Drogenkonsums gab (Shapiro, 1988: 183ff). Musiker wurden aufgrund ihrer Massenwirkung, im Gegensatz zu den oben erwähnten Literaten und bildenden Künstlern, welche ihren künstlerischen Akt zumeist im ‚stillen Kämmerlein‘ ausführen können, zu einer Zielscheibe der Drogenpolitik.

Daß Texte geschrieben wurden, welche dem Drogenkonsum positiv gegenüber standen, es aber keine empirischen Hinweise darauf gab, daß solche Textinhalte die Zuhörer affirmativ zum Drogenmißbrauch auffordern würden, war der Tenor der Untersuchungsergebnisse von Schwartz (Schwartz & Feinglass, 1973), (Douse, 1973) und (Robinson, Pilskaln & Hirsch, 1976). Mögliche Zusammenhänge wären *„eher symbiotisch als zufällig“* (Shapiro, 1988: 194), und die Rolle der sozialen Situation, in der die Musik gehört und Drogen konsumiert würden, wäre von größerer Bedeutung. So könnte es auch so sein, daß Drogenkonsum zum Hören von Rockmusik anregt, sich die symbiotische Beziehung von Musik und Drogen demnach auch andersherum aufbauen könnte. In einer Untersuchung über die Woodstock-Generation glaubten 43 Prozent der befragten Personen, daß die Musik der 60‘ Jahre nur von denen verstanden würde, welche Drogenerfahrungen gemacht hätten und die Mehrheit hatten zum ersten Mal Marihuana mit Freunden im Schlafsaal ihres College geraucht. Dabei lief im Hintergrund Musik von Bob Dylan oder Led Zeppelin (vgl. Shapiro, 1988: 194/5).

Das nicht alle Songtexte nur positive Erfahrungen beschrieben, zeigte die Untersuchung von (Schwartz & Feinglass, 1973). Viele Texte der Songs reflektierten persönliche Erfahrungen mit Drogen, doch eben nicht nur positive Erfahrungen, wie Shapiro am Beispiel von Texten von Country Joe Mc Donald, Neil Young oder Eric Clapton verdeutlichte (vgl. Shapiro, 1988: 195ff). Schwartz ordnete die Songtexte folgenden Kategorien zu, wobei der Begriff ‚mutmaßlich‘ hier bedeutet, daß wie z.B. bei dem Beatles Song “Lucy in the Sky with Diamonds” in der öffentlichen Diskussion gemutmaßt wurde, daß es sich dabei um eine Beschreibung eines LSD-Erlebnisses handeln würde:

Tabelle 1: ‚Drogentext‘-analyse von Schwartz 1973 (in Shapiro, 1988: 195)

Droge	Pro	Anti	Beschreibend	Mutmaßlich
Marihuana	43	7	29	21
Heroin	0	67	23	10
Kokain	11	50	35	4
LSD	16	16	34	33
Amphetamine	1	4	3	1

Legende: Zahlen repräsentieren die Anzahl der jeweils zugeordneten Texte

Mark benutzte Rocksongtexte in psychotherapeutischen Gesprächen mit drogenabhängigen, jugendlichen Straftätern (Mark, 1986; Mark, 1988). Sie konnte zeigen, daß die Metaphern der Songtexte in der therapeutischen Praxis als Einstieghilfe und Ausdrucksmittel für persönliche Erfahrungen und Zustände in Gesprächen verwendbar sind, weil sie durch ein von den Klienten geliebtes Medium zu einer persönlichen Auseinandersetzung mit den Auswirkung der Sucht führten. Sie wählte u.a. Texte, in denen Popstars die negativen Seiten ihrer Sucht beschrieben. Dabei wurde deutlich, daß viele Jugendliche sich mit den Textinhalten identifizierten und in Text und Musik einen adäquaten Ausdruck ihrer Lebenssituation sahen, und oft erst nach dem Hören der Songs ehrlich über sich selbst reden konnten. Der Beatles-Song “With a little help from my friends” beispielsweise, war für ihre Klienten ein Ausdruck des Wunsches nach Überwindung der Einsamkeit.

“After listening to this song, many boys were able to begin talking about feeling alone and what it is like and means to need others” (Mark, 1986: 246).

Interessanterweise war diesem Song oft die Anstiftung zum Drogenkonsum unterstellt worden (... I get *high* with a little help from my friends...) (Shapiro, 1988). Offensichtlich traf der Song aber eher das Gefühl der Einsamkeit des Menschen in der Masse und brachte den Wunsch nach Freundschaft zum Ausdruck. Das ein ‚Joint‘, welcher mit anderen zusammen geraucht wird, also eher ein rituelles

Symbol für das Zusammen-mit-anderen-sein darstellt, läßt die Frage der Anstiftung zum Drogenkonsum in einen anderen Licht erscheinen.

2.2.2 Rocksongtexte als Ausdrucksmittel einer Gegenkultur

„For the artist or the songwriter or writer, the object is to get away from society so you can reflect on society. I think there is a certain tendency to think drink and /or drugs help you do that.“ Huey Lewis in (Boyd, 1992: 207)

Robinson et al. untersuchten Ende der 60er Jahre Drogenkonsumhäufigkeiten, Musikvorlieben und die soziale Einstellung von Konsumenten und Musikern. Nach ihren Untersuchungen zeigte sich der Gebrauch von Drogen und das Hören von ‚Protest‘-Rock als *“helping to create, sustain and celebrate an atmosphere of social change”* (Robinson et al., 1976: 132). Die Texte und die Musik des ‚Protest‘-Rock waren Ausdruck einer Atmosphäre, in der subkulturelle Einstellungen sich generell in Opposition zum sogenannten ‚spießbürgerlichen‘ Lebensstil verstanden, und sich durch politische Ungerechtigkeiten seitens des Regierungslagers, u.a. auch durch die Beteiligung der USA am Vietnamkrieg zu einer Gegenkultur legitimiert sahen (Robinson et al., 1976).

Taqi identifizierte ‚verschlüsselte‘ Aufforderungen zum Drogenkonsum in den Textbotschaften der Folk-Musik der frühen 60er Jahre (Taqi, 1969). So hätte der Song *“Walk right in”* von den Rooftop Singers deutliche Hinweise auf Marihuanakonsum enthalten, was natürlich den Eingeweihten derzeit klar gewesen wäre... Auch Taqi sieht in der Dominanz der oft gesellschaftskritischen Textaussagen der Folkmusiker einen Ausdruck der aufkeimenden gesellschaftskritischen Haltung der 60er Jahre. Bob Dylan katalysierte die Aufbruchsstimmung der Nachkriegsjugendlichen hin zu einer *“Gegengesellschaft”* (vgl. Hollstein, 1981: 44ff) in seinem 1963 geschriebenen Song *„The times, they are a-changing“*: *“... don’t criticize what you can’t understand”*.

Das Verbot von Cannabis wäre für Jugendliche dieser Generation nur ein ‚Beweis‘ dafür gewesen, daß die Vertreter der ‚älteren Generation‘ bezüglich Cannabis nicht ‚auf dem neusten Stand‘ wären, und die *“konforme Selbstzufriedenheit der Amerikaner”* (Barber-Kersovan, 1991: 89) unkritisch alles hinnehmen würde, was staatliche Autoritäten ihnen vorsetzten. Schon der Jazzler Mezzrow beschrieb 1946 die Zweifel an der Legitimität des Cannabisverbotes durch den Harrison–Narcotic Act von 1915:

“Everyone of us that smoked the stuff came to the conclusion that it wasn’t habit-forming and couldn’t be called a narcotic. We found out that at one time the government had discussed it as a drug and tried to include it in the Harrison Anti-Narcotic Act but never could dig up any scientific reason for it. There being no law against muga then, we used to roll our cigarettes right out in the open and light up like you would on a Camel or a Chesterfield. To us a muggle wasn’t any habit-forming than those other great American vices, the five-cent Coke and the ice-cream cone, only it gave you more kicks for your money” (Mezzrow, 1946a: 93).

Da viele Jugendliche der 60er Jahre, ähnlich wie Mezzrow (vgl. 2.3.3.3 unten), eher positive Erfahrungen mit Cannabis gemacht hätten, stellte sich in der ‚Gegengesellschaft‘ der 60er ein allgemeines Mißtrauen gegenüber den offiziell verbreiteten Informationen ein, welche von seiten des Establishments kamen (vgl. Lyttle & Montagne, 1992; Musto, 1997; Shapiro, 1988). Der Lebensstil und die Aussagen der Stars hätten mehr Bedeutung als die ‚verklemmten‘ Aufklärungsstrategien der Bildungsinstitutionen.

“The end result of it all perhaps, is that when, sooner or later, an urban child – who lives in the ordinary world, not in the pop world, where drug conviction can be shrugged off – is offered a marijuana cigarette or a dose of LSD, he will remember them not as something his health and hygiene teacher spoke warningly about, but as something Mick Jagger, or John Lennon, or Paul McCartney has used and enjoyed” (Taqi, 1969: 35).

Wir sehen, daß der ‚Protest‘-Rock den Ausdruck des Mißtrauens einer Generation gegenüber der Wahrhaftigkeit der offiziellen Informationspolitik widerspiegelte, und daß der Glaube an die Authentizität der Aussagen von Popstars stärker war als an die Realitätskonstrukte der älteren Generation. Zu einer ähnlichen Schlußfolgerung kommt Lyttle in seiner sozialpharmakologischen Interpretation der ‚Acid-House-Bewegung‘ Ende der 80er Jahre. Er kritisiert zudem die Rolle der Medien, welche durch undifferenzierte und reißerische Berichterstattung letztlich als ein Verstärker der subkulturellen Einstellungen agieren würden:

“The degree of acceptance by various subcultural Groups may depend greatly on the amount of media and social exposure given to it, particularly if authoritarian attempts to suppress it enhance its political or ideological aspects” (Lyttle & Montagne, 1992).

Giulianotti analysierte die Kontextverbundenheit der öffentlichen Diskussion über Drogen in den Medien. Durch eine binäre Polarisierung von *“Private – Public”* und *“societal – subcultural”* identifiziert Giulianotti vier öffentliche Darstellungsweisen von Drogen. Je nach Publikationsquelle steht hinter diesen Ausführungen eine mehr oder weniger deutliche Intention, die ‚Fakten‘ für die eigene Perspektive und das Leserprofil politisch zu nutzen. In diesem Zusammenhang werden entweder

Lebensstile subkultureller Gruppierungen diskreditiert, oder die künstlerischen Produkte von Stars einer Subkultur in den Himmel künstlerischer Transzendenz erhoben (Giulianotti, 1997).

2.2.2.1 *Spiritualität oder Starkult?*

John Lennon brachte 1967 mit seinem Statement "Die Beatles sind populärer als Jesus" das Faß der moralischen Entrüstung konservativ orientierter Bürger zum Überlaufen. Die Platten der Beatles wurden zeremoniell verbrannt, und ihre Musik öffentlich geächtet. Doch - ‚Any Promotion is good Promotion‘, ist eine in der Musikbranche seit langem bekannte Marketingstrategie, und ihre Platten verkauften sich nach kurzer Zeit um so besser. Daß Popmusik, wie Frank Zappa 1968 sagte, zu einer Art Religionsersatz für Jugendliche wurde, und Jugendliche sich auf der Suche nach Idolen an die Verhaltensweisen, den Lebensstil und auch an die vielseitig gearteten Konsumvorlieben der Stars banden, ließ viele neue merkantile Formen entstehen, in denen Devotionalien und natürlich die kreativen Produkte der Popstars einen funktionierenden Markt generierten. (vgl. Taqi, 1969; Taqi, 1972).

Doch daß es sich nicht nur um einen großen Kassensturz handelte, sondern in Musik und Texten von Popkünstlern sich eine spirituelle Suche oder Sehnsucht widerspiegelte, zeigte Taeger (Taeger, 1988). Taeger untersuchte interpersonelle Zusammenhänge von Psychedelika und religiös-mystischen Aspekten in der Gegenkultur der 70er Jahre. Er fand viele Hinweise auf spirituelle Erfahrungsmuster und Haltungen von Musikern und Künstlern auf den Albencovern und in Texten von Popkünstlern der 60er und 70er Jahre. Psychedelika boten einen Zugang zum kollektiven Unterbewußten des Menschen. Viele Bilder und Symbole von Textinhalten zeugten von einer durch Psychedelika hervorgerufenen mystischen Erfahrung, wie sie schon von C.G. Jung in seiner Archetypenlehre beschrieben worden waren (Taeger, 1988: 131ff).

Masters wie auch Krippner beschrieben Wirkungen von psychedelischen Drogen auf die Kreativität von bildenden Künstlern. Durch Psychedelika stellte sich eine innere Bilderflut ein, welche die Künstler in ihren Werken wiedergeben wollten. Dabei wurde auch von Musikern berichtet, welche ihre Erfahrungen durch eine Verbindung von Text und Musik zum Ausdruck brachten (Krippner, 1977; Krippner, 1985; Masters & Houston, 1971).

2.2.3 Zusammenfassung und Resümee

Nur wenige Texte beschreiben konkrete Wirkungen auf die Musikwahrnehmung. Das Einbeziehen von Songtexten kann in dieser Arbeit nur insofern von Interesse sein, wie sie uns den cannabisinduzierten Wirkungen auf die Musikwahrnehmung näherbringen. Doch zumeist werden die Wirkungen chiffriert und verbildlicht beschrieben, finden sich allegorisch formuliert und sind eher als Metaphern für persönliche Erlebnisse, Erfahrungen, Meinungen und Ansichten zu verstehen. Wir haben gesehen, wie Songtexte und somit die Sprache als ein Ausdrucksmittel für subkulturelle Einstellungen, Haltungen und Ansichten zu gesellschaftspolitischen Themen oder als Ausdrucksmittel für spirituelle oder persönliche Erfahrungen genutzt wurde. Zudem wurden Songtexte und Statements von Musikern verdächtigt, andere Menschen zum Marihuanakonsum anzustiften, und bekamen den Status eines (zweifelhaften) Legitimationsbelegs für drogenpolitische Maßnahmen.

Ich muß hier zu dem Schluß kommen, daß die Untersuchung von Songtexten für die Fragestellung dieser Arbeit nicht sehr ergiebig ist. So müßte ‚zwischen den Zeilen gelesen werden‘, um Metaphern und Codierungen des Szene-Jargons der Songtexte, die sich auf Marihuana beziehen, für die Fragestellung zu operationalisieren. Ein Vorschlag für weitere Forschungen wäre durch qualitative Methoden, die sich an hermeneutischen literaturwissenschaftlichen Vorgehensweisen der Text- oder Inhaltsanalyse orientieren, die hier aufgeworfenen Fragestellungen zu untersuchen, doch dies ist nicht Thema der vorliegenden Arbeit.

Die Versprachlichung und Kontextualisierung von Erfahrungen soll im Abschnitt **3.5 unten** in dieser Arbeit im Zusammenhang mit synästhetischen Wirkungen von Marihuana für die Fragestellung der Arbeit nochmals von Interesse werden .

2.3 Perspektive III: Cannabis und Musik am Beispiel des Jazz

“Classic music is the expression of a fully formed culture. Jazz, however, is the creation of people under constant pressure to conform to conditions imposed on them.” (Benzon 1993 in Aldridge, 1998)

„Wir sind bei Jazzmusikern auf eine Menge Umgang mit Marihuana gestoßen, und ich spreche nicht von guten Musikern, sondern von diesen Jazztypen.“ (Harry J. Anslinger 1949 in Shapiro, 1988: 67)

Im folgenden, zentralen Abschnitt dieses Kapitels wollen wir uns vornehmlich den Jazzmusikern widmen. Am Jazz ist die Diskussion um die Wirkungen von Marihuana auf die Musikwahrnehmung und die musikalische Produktion in diesem Jahrhundert entbrannt, und so möchte ich mich damit eingehender beschäftigen.

Die musikalischen Entwicklungen der 60er Jahre und die Verwendung von Marihuana werden wir vorerst nur streifen können. Einen musikwissenschaftlichen Einblick in die Wirkungen von Psychedelika auf den kompositorischen Prozeß am Beispiel der Beatles- Schallplatte: "Sgt. Peppers Lonely Hearts Club Band" liefert Böhm (Böhm, 1997; Böhm, 1999). (Baumeister, 1984) reflektiert den Acid-Rock der 60' und 70' Jahre. Die Reggae-Musik und Kultur der Rastafaris in Jamaika (vgl. hierzu Blätter, 1990; Rubin & Comitas, 1975; Shapiro, 1988: 199ff), oder die durch Cannabis inspirierte Rembetiko-Musik im Griechenland der 30er Jahre (Behr, 1982: 208) und die aktuellen Entwicklungen in der Punk-, Grunge-, Hip-Hop-, Techno-, Goa-Musik etc. (vgl. hierzu Lyttle & Montagne, 1992; Rätsch, 1995d; Rätsch, 1995e) können nicht so vertieft werden, wie es vielleicht angemessen wäre. Eine umfassende Darstellung über die verschiedensten Stile und Epochen, auch der Zeugnisse von Literaten (z. B. von Gottfried Benn, Ernst Jünger) und ihrem cannabisinduzierten Musikempfinden würde diese Arbeit sprengen. Dies wäre wiederum ein eigenes Forschungsthema. Einen kompakten Überblick über den Gebrauch von verschiedenen Drogen in der Musikszene des 19. und 20. Jahrhunderts bringt (Shapiro, 1988; Shapiro, 1998) und auch Kupfer integrierte dies auszugsweise in seine Arbeiten (Kupfer, 1996a; Kupfer, 1996b).

Leider finden sich nur wenige Musiker, welche nach dem Harrison Narcotic Act von 1915 und den Marihuana-SteuerGesetzen des Jahres 1937 in der Öffentlichkeit die Wirkungen der Drogen beschrieben und detailliert über die Wirkungen sprachen. Bei der Gesetzeslage nur zu verständlich, denn welcher der Künstler - unabhängig von seiner öffentlichen Anerkennung und Musikgattung - könnte, ohne soziale Benachteiligungen fürchten zu müssen, ehrlich in der Öffentlichkeit über Fragen der Inspiration, oder vielleicht gar über bessere Musikproduktion reden? Die ‚Slang-Sprache‘ bot da einen gewissen Schutz. Welcher z.B. der Jazzmusiker würde seine Kreativität auf Cannabis reduzieren lassen, auch wenn sehr viele der erfolgreichen und einflußreichen Jazzmusiker die Wirkungen schätz(t)en? Die Gefahr deshalb ins Gefängnis zu gehen war und ist immer noch existent (vgl. die Aussage von Louis Armstrong in Kapitel 2.3.3.2 unten).

2.3.1 Tanzlokale, Reefer Madness und Star Busting

Erfahrungen und Berichte von Cannabis rauchenden Musikern wurden erst um die Jahrhundertwende bekannt (Shapiro, 1988). Jedoch waren die Jazzer und ihre ‚Reefer‘ (Slang für eine Marihuana-Zigarette) im Gegensatz zu der Boheme-Kultur des Paris der 20' Jahre oder den Literaten des 19. Jahrhunderts (s.o.) eher als ein öffentliches Ärgernis angesehen und ihre Musik als ‚drogeninspirierter‘ Lärm

erachtet, nicht aber als ein kreativer Akt. Der ‚Ahnherr‘ des amerikanischen ‚War on Drugs‘, Harry Anslinger, produzierte z.B. einen Film mit dem Titel „Reefer Madness“, in welchem Jazzmusiker prototypisch als die Hauptvertreiber und Propagandisten von Cannabis angeprangert wurden.

“... Schnitt zu einem käferäugigen Schwachkopf, mesmerisiert durch die Töne, die einer seiner marihuanarauchenden Freunde einem gammeligen Klavier entlockt, dem eigenartigen, beschleunigten Boogie-Woogie, der von seinen dringenden Schreien ‚schneller, spiel schneller‘ angetrieben wird... “ (Sloman in Behr, 1982: 205).

Durch cineastische Mittel übertrieben dargestellt, wurde suggeriert, daß die ‚wilde‘ Rhythmik und ‚chaotische‘ Struktur der Jazzmusik einem ausschweifenden und unmoralischen Lebensstil entspringen und die geistige Wurzel dieser hedonistisch, musikalischen Verirrungen im Cannabisrausch zu suchen sei (hierzu (Shapiro, 1988:52ff) und - daß *”diese ‚satanische‘ Musik und der Genuß von Marihuana weiße Frauen dazu brächten ‚sexuelle Beziehungen mit Negern zu wollen‘ ”* (Herer, 1993: 150).

In eine ähnliche Kerbe schlug schon im Jahre 1922 das Broadwaybühnenstück „The National Anthem“ von Hartley Mann: *”Es handelte von den Ausschweifungen und der Dekadenz der Jugend, die sämtliche Ratschläge der Eltern zunichte machte. Der Jazz war als die ‚Saturnalien des modernen Menschen‘, als Rhythmus ohne Seele, unter anderem daran Schuld ”* (Shapiro, 1988: 53).

Der Leiter des State Hospital in Napa, Kalifornien gab in den 20‘ Jahren folgendes Statement ab:

”Meinen Erfahrungen nach sind etwa fünf Prozent unserer Jungen und Mädchen im Alter von 16 bis 25 Jahren, die heutzutage in der Irrenanstalt landen, jazzverrückte Drogensüchtige und Kunden öffentlicher Tanzlokale. Das gehört beim Jazz zusammen – Drogensüchtige und Tanzlokale sind ein und dieselbe Sache ... wo man das eine findet, findet man auch das andere”(in Leonard, 1962: 37).

Tanzlokale waren auch schon dem Ölmagnaten John David Rockefeller ein Dorn im Auge, trafen sich dort doch nach seinen Erkenntnissen Arbeiter, welche Gewerkschaften gründen wollten. Als „moralischer Unternehmer“ finanzierte er schon während der amerikanischen Alkoholprohibition die ‚Anti-Saloon League‘, die für die Schließung aller Kneipen eintrat (Behr, 1982: 193). Da Jazz derzeit hauptsächlich als Tanzmusik gespielt wurde, kamen die Jazzbands - welche zudem jetzt auch die Universitäten des Landes infizieren würden - als vorgebliche

Propagandisten und Hauptvertreiber von Marihuana ins Visier der Medien. In der Zeitung von St. Louis fand sich am 8. April 1934 folgender Bericht:

„Alles deutet darauf hin, daß die Droge [Marihuana] von reisenden Jazzbands, die auf Universitäts- oder Studentenverbindungs-Tanzveranstaltungen spielen, in die Universität eingeführt wurde. [Der Rauschgiftfahnder] Jones behauptet, erfahren zu haben, daß viele Mitglieder von Jazzbands, nicht nur in dieser Gegend, sondern im ganzen Land, oft zu Marihuana oder irgendeiner anderen Droge greifen, um so die Monotonie ihres Lebens und das pausenlose Dröhnen der Jazzmusik, die sie Nacht für Nacht spielen müssen, vergessen zu können. ‚Sie machen ein paar Züge an einer Marihuana-Zigarette, wenn sie müde sind‘, sagt Johns. ‚Das weckt sie wieder auf, und sie können weiterspielen, auch wenn sie von der Hüfte bis zu den Füßen buchstäblich gelähmt sind, was eine der Wirkungen ist, die Marihuana haben kann“ (in Shapiro, 1988: 61/62)

Anslinger schien überzeugt zu sein, das die Jazzmusikanten allesamt drogensüchtig waren und ins Gefängnis gehörten. In einem Gespräch mit dem Sozialhistoriker David Musto sagte Anslinger, daß er in den 30er Jahren so viele Jazzbands ins Gefängnis gebracht hätte, daß er sie kaum mehr zählen konnte... (Musto, 1997). Er ließ von nahezu jedem bekannteren Jazzler in einer speziellen Musikerskartei ein Dossier anlegen, welches Hinweise auf Drogenkonsum dokumentierte. (Herer, 1993: 150ff; Shapiro, 1988:61ff) Zwei Beispiele:

„1933: Drei Neger kamen vor drei Tagen aus New York [in Montreal] an, um dort einen Acht-Wochen-Tanzvertrag, den sie mit dem Frolics Cabaret eingegangen waren, zu erfüllen. Wenigstens einer von ihnen nahm sofort den Drogenhandel auf. ... Banks und Burnham gestanden den Konsum von Marihuana-Zigaretten und behaupteten, ihren Bedarf in einem Tabakladen in New York zu decken. Weitere Einzelheiten gaben sie nicht preis. Sie kamen aus New York City auf direktem Weg mit dem Autobus nach Montreal, und hatten meines Wissens nach in den letzten Monaten diverse Tanzverträge in den Vereinigten Staaten“ (Shapiro, 1988: 61)

„Folgende Akte eines ‚unbedeutenden‘ Jazzmusikers ist typisch: „Der Beschuldigte ist ein farbiger Mann, geboren in Camden, Texas, (...) ist 170 cm groß, 165 Pfund, schwarze Hautfarbe, schwarze Haare, schwarze Augen. Er hat Narben an der linken Stirn und eine Tätowierung mit einem Kreuz und dem Wort (...) auf seinem rechten Unterarm. Er ist Trompeter und spielt in kleineren ‚Hot-Bands‘. Er hat einen sehr großen Mund und dicke Lippen, die ihm den Namen (...) eintrugen. Er raucht Marihuana.“ In [Herer, 1993 #7: 151

Die in Anslingers Kartei aufgeführten Namen der Zielscheiben seiner „Star Bust“ Politik lesen sich wie ein ‚Who is Who‘ der Jazzmusik:

”Theolonius Monk, Louis Armstrong, Le Brown, Count Basie, Jimmy Dorsey, Duke Ellington, Dizzy Gillespie, Lionel Hampton, Andre Kostelanetz, Cab Calloway, das NBC Orchester, die Milton Berle Show, die Coca-Cola-Sendung, die Jackie Gleason Show und die Kate-Smith-Sendung” (Herer, 1993: 150).

Hinzuzufügen zu dieser Liste wären noch Gene Krupa, Art Pepper, Miles Davis, Ray Charles, Billie Holliday (vgl. Barber-Kersovan, 1991).

Der Plan, namhafte Jazzmusiker des Drogenkonsums zu überführen, und alle in einer Nacht zu verhaften, wurde jedoch von der Regierung gestoppt, da nach dem Kriegseintritt der USA 1941 gerade die amerikanischen Soldaten an der Swing- und Jazzmusik ihre helle Freude zeigten (Behr, 1982: 205).

2.3.2 Die Konstruktion einer gesellschaftspolitischen Projektionsfläche

Wie kam es dazu, ein solches ”Musiker-Pogrom” (Shapiro, 1988: 61) anzustiften? Wie kann es angehen, daß die nahezu wichtigste musikalische Innovation und der Beitrag Amerikas zur Kulturgeschichte dieses Jahrhunderts, nämlich der Jazz, Ziel einer solch vehementen Attacke werden konnte?

Diese komplexe Frage zu beantworten, ist nicht vorrangiges Ziel dieser Arbeit, doch sollen hier kurz einige Erklärungsansätze vorgestellt werden:

Der Soziologe Howard S. Becker beschreibt die Kriminalisierung von Marihuana in den USA als ein Produkt “moralischen Unternehmertums”, welches auf ein unerlaubtes, illegales Vergnügen zielt, das von den offiziellen Regeln abweicht, aber letztlich als ein ‚Verbrechen ohne Opfer‘ begangen wird. Menschen, die eine Initiative ergreifen, um das Verhalten bestimmter sozialer Gruppierungen zu diskreditieren, nennt er ‚soziale Unternehmer‘ (Becker, 1973: vgl. 121-48).

Jack Herer beschreibt die Geschichte des Hanfverbotes als eine Geschichte einer industriepolitischen Verschwörung (Herer, 1993). Ziel dieser Verschwörung war seiner Ansicht nach den Hanf als Produktionsfaktor zu verdrängen. Als Mittel zum Zweck diente die politische Instrumentalisierung der seinerzeit (und immer noch) gegenwärtigen, rassistischen Vorurteile gegenüber dem Lebensstil von Menschen anderer Hautfarbe. Herer beschreibt ausführlich die merkantilen Produkte, welche aus Hanf herstellbar sind: Papier, Seile, Zellstoffe, Textilien, formbare, der Konsistenz von Hartplastik vergleichbare Materialien (Henry Ford stellte 1941 das erste aus Hanfkunststoff gefertigte und mit Hanfdiesel betriebene Auto vor), etc. Interessenvertreter aus der Holz-, Kunststoff- und Pharmaindustrie, der Printmedienbranche und insbesondere von der Industrie gestützte Vertreter des Regierungsapparates hätten eine Negativ-Image-Kampagne gestartet, um den

schnell nachwachsenden und vielseitig verwendbaren Rohstoff und Konkurrenten Hanf zugunsten ihrer neuen Produkte vom Markt zu drängen.

Die Entstehungsgeschichte des Jazz wird dem Mississippi-Delta und New Orleans zugeschrieben (Behrendt, 1974). Den Ausführungen Herers folgend (Herer, 1993: 146ff), war - bezogen auf die USA - das Cannabisrauchen Ende letzten Jahrhunderts und Anfang diesen Jahrhunderts, hauptsächlich in gesellschaftlich unterprivilegierten Gruppen Usus, also bei den *"Niggern, Mexikanern und Unterhaltungskünstlern"* (Anslinger 1937 bei einer Anhörung vor dem Kongreß; in (Herer, 1993: 150/ 411ff), welche ihr Domizil zumeist in den ärmeren Vierteln der Städte hatten. Bis zur Weltwirtschaftskrise gab es eine große Nachfrage nach billigen und rechtlosen Arbeitskräften. Nachdem es nach der Weltwirtschaftskrise 1929 kaum mehr bezahlte Arbeit gab, wurden insbesondere die mexikanischen Immigranten zu Konkurrenten und sollten nach Mexiko zurückgedrängt werden.

Ein effektives Mittel dieser Negativ-Image Kampagne war, einen bekannten Begriff durch einen unbekanntem, scheinbar kulturfremden Begriff zu ersetzen. Das spanische Wort für Cannabis oder Hanf ist ‚Cánamo‘, doch der Zeitungsverleger Hearst, Begründer des amerikanischen ‚Yellow Press‘-Journalismus, führte das mexikanische Slangwort *"Marijuana"* in die englische Sprache ein. Nach Beschimpfungen über die ‚Marihuana rauchende Armee von Pancho Villa‘ – welche im spanisch-amerikanischen Krieg von 1898 ca. 2000 Hektar Forstland aus Hearst‘ Besitz beschlagnahmte – folgten zwischen 1916 und 1937 reißerische Berichte über Autounfälle und Morde nach Marihuanakonsum, oder Schlagzeilen,

"in denen Schwarze und Mexikaner als wahnsinnige Bestien dargestellt wurden, die unter dem Einfluß von Marihuana ihre gegen die Weißen gerichtete ‚satanische Voodoo-musik‘ (Jazz) spielten und für den überwiegend weißen Leserkreis dieser Blätter durch ihre Respektlosigkeit und ‚Brutalität‘ bedrohlich seien" (Herer, 1993: 62/3).

Marihuana stand hier als ein Symbol für die gefürchteten gesellschaftlichen Gruppen, die es durch gezielte Propaganda zu diskreditieren galt (Musto, 1997).

Diese nahezu orwelleske ‚Neusprech‘-Regelung führte u.a. dazu, daß der amerikanische Ärzteverband (AMA) erst *"zwei Tage"* vor Beginn der öffentlichen Anhörungen und dem Inkrafttreten der Marihuanasteuergesetze von 1937 feststellte, daß es sich bei Marihuana um das schon länger bekannte Medikament Cannabis handelte und dieses damit verboten würde. Sie hätten nicht früher reagiert, weil *"es in der Presse zwanzig Jahre lang als das "tödliche Kraut aus Mexiko" verschrien worden sei"* (Herer, 1993: 64) Auch nachdem der Rechtsanwalt des

AMA, Woodward, bei den Verhandlungen darauf hinwies, daß es *keine kompetenten Beweise aus erster Hand*“ (in Grinspoon & Bakalar, 1994: 11) gäbe, das Verbrechen, Autounfälle und Verwahrlosung der Jugend nach Genuß von Marihuana folgten, sondern nur Zeitungsberichte als Beweismittel vorlägen, gab es kein Einlenken seitens der Cannabisprohibitionisten; im Gegenteil, Woodwards Kooperationsbereitschaft wurde in Frage gestellt und seine Einwände als persönliche Vorbehalte abgetan. Eine Abschrift dieser Kongreßanhörung zum ‚Marihuana Tax Act‘ findet sich in (Herer, 1993: 411ff).

Ähnliche Hetzkampagnen der Printmedien galten zur Jahrhundertwende den Chinesen und ihren ‚Opiumhöhlen‘. Wie die Mexikaner und Schwarzen waren die Chinesen nur als billige Arbeitskräfte und Menschen zweiter Ordnung angesehen. Ihre kulturellen Traditionen sollten sie jedoch zu Hause lassen oder dahin zurück gehen, wo sie hergekommen waren... Shapiro verdeutlicht, wie dieser Teil chinesischer Lebensart – Opium in einem Setting von bequemen Liegen, gedämpftem Licht und leiser Musik zu genießen – zu einer weiteren Ausgrenzungsschablone seitens der Cannabisprohibitionisten wurde.

„Die bessere Gesellschaft hielt sich natürlich von den Chinesen fern, aber die weiße Unter- und die künstlerische Halbwelt hatten keine Skrupel, Beziehungen zu dieser Gesellschaftsschicht zu pflegen. Im Gegensatz zur einsamen Beschäftigung, die das Morphiumspritzen darstellte, handelte es sich beim Opiumrauchen um eine sehr soziale Angewohnheit, und die Attraktion der leicht zugänglichen Opiumhöhle waren für Chinesen und Weiße gleich faszinierend. Zubehör und Ritual des Opiumrauchens, das Bewußtsein, dazuzugehören und Teil einer exklusiven Schicht zu sein, das die Raucher hatten, die Verwendung eines geradezu esoterischen Jargons – „hop Joint“ (Drogenlokal). „long draw“ (ein tiefer Zug an der Pfeife), „yen“ (Gier, Abhängigkeit) usw. -, das alles sollte zu einem Muster werden, dem auch die Drogensubkulturen des darauffolgenden Jahrhunderts folgen würden. Dieselbe Faszination, die Leute dazu brachte, Patentmedizinen mit einer ‚orientalischen‘ Geschichte zu kaufen, brachte sie dazu Hearsts Zeitung zu erstehen, und in ihr Artikel über die „Zehn Sklaven des Mohnblütenzaubers“, „Sonntägliches Laster in Chinatown“ und „Verbrannter Leichnam eines Opiumsüchtigen aufgefunden“ zu finden (Shapiro, 1988: 26).

Eine solche medienpolitische Perspektive des „War on Drugs“, - oft genug genährt durch ökonomische Interessen vgl. (Behr, 1985; Herer, 1993) - fand unter den durch tendenziöse Berichterstattung gelenkten Bürgern ihre moralisch entrüsteten Rezipienten, welche eine Verwahrlosung der Jugend und den Untergang von Amerika heraufziehen sahen.

Die Assoziationsreihe von Opiumhöhle, Jazzkeller und Rotlichtmilieu gab seit Storyville - dem legendären 1917 geschlossenen Hafen- und Vergnügungsviertel von New Orleans - eine vorzügliche Projektionsfläche für Moralisten und Politiker auf der Suche nach einem Feindbild ab. So wurde gerade der Jazzler, da zumeist auch noch Mensch anderer Hautfarbe und Rasse zur Medienzielscheibe der Bewahrer öffentlicher Ordnung, Sitte und Anstand. Vor dem ‚Untergang des Abendlandes‘ wurde gewarnt, denn die „Reefer Madness“ würde durch das „Mörderkraut“ die Jugend des Landes im kollektiven Rauschzustand dahinraffen, wie Pater Josef Devine 1943 in seinem Buch „Marihuana – Assassin of youth“ abermals warnte (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: „Assassin of youth – Marihuana“ in (Herer, 1993: 67)

Diesen latenten ‚inneren Feind‘ des Landes galt es zu identifizieren, seine Machenschaften zu benennen und auszumerzen (vgl. hierzu Shapiro, 1988: 24ff). Behr bringt in seinem Buch „Von Hanf ist die Rede“ eine Fülle von Beispielen, die dokumentieren, wie die „Mörderkraut-Geschichten“ in den Medien öffentlich inszeniert wurden (Behr, 1982: 189ff).

Giulianotti zeigt in seiner Analyse der Darstellung von Drogen in den Medien, wie bis heute bereits stigmatisierte, soziale Randgruppen und Personen genutzt werden, um ihnen subkulturell moralische

Tendenzen und Aktivitäten zu unterstellen, welche dämonenhaft latent unter der Oberfläche auf ihren Durchbruch und auf öffentliche Aktivität warten (Giulianotti, 1997: 425ff). Cannabiskonsum und Jazzmusik wurde dabei zu einer solchen asozialen Machenschaft konstruiert, welche alsbald die Gesellschaft ruinieren würde.

So entstand in den Medien eine Projektionsfläche, in welcher der Drogenkonsument zur Projektionsfigur politischer Agitation wurde (Schmidbauer & vom Scheidt, 1998). In jüngster Zeit ereignet sich ähnliches Medienspektakel mit Crack (Hartman & Golub, 1999).

Die Medienhetze gegen Jazzmusiker und Drogenkonsum führte so weit, daß die von dem Psychiater Winick und seinem Team, erfolgreichen Jazzmusikern wie Dizzy Gillespie, Tony Scott, Bill Taylor und anderen Branchenvertretern gegründete "Musicians' Clinic" im New York der 50' Jahre keine Publicity wollte. Hier wurde zumeist heroinabhängigen Musikern psychiatrische und psychotherapeutische Hilfestellung gegeben (Winick & Nyswander, 1961: 624).

Der Autor des viel beachteten Buches "*The American Disease – A History of Narcotics Control*" David F. Musto sieht hingegen in der Stigmatisierung von Marihuana und Jazzmusikern nur den ‚verzweifelten‘ Versuch eines mittellosen Beamten, der vom Kongreß den administrativen Auftrag bekam, Marihuana auszurotten. Nur durch gezielte Beeinflussung der Medien hätte er zu einem Verbotes kommen können. Dies hätte damals zwar funktioniert und Marihuana wurde schließlich 1937 durch einen Steuertrick aus dem Handel gezogen, hätte aber langfristig die Drogenpolitik der USA unglaubwürdig und zudem die Hippies der 60er auf verbotene Substanzen neugierig gemacht (vgl. 2.2.2 oben). Einen verschwörerischen Hintergrund - wie ihn Herer vertritt - lehnt er nach seinen Studien ab, bestätigt aber die rassistischen Tendenzen der Kampagne gegen Marihuana, insbesondere gegen die mexikanischen Immigranten. Der Kongreß hätte auf der Suche nach einem Mittel, Marihuana zu verbieten, das Modell des im Frühjahr 1937 verabschiedeten Waffengesetzes angewandt. Nach diesem Gesetz konnte nur der Waffen kaufen, der einen Stempel von staatlicher Stelle hatte. Bescheinigungen mit Stempel wurden jedoch nicht ausgegeben und somit war der Besitz von Waffen verboten (Musto, 1997). Doch durch das Gewohnheitsrecht wird den Amerikanern seit ca. 200 Jahren Waffenbesitz zugestanden. Vor dem Hintergrund der Opfer durch Schußwaffen und durch die lockere Handhabung des Gesetzes erscheint dieses Waffengesetz wie eine Farce.

Wie auch immer - das Cannabisverbot ist verantwortlich dafür, das seit 1937 ca. 12 Millionen Jahre Gefängnis für Cannabiskonsum verhängt wurden, für Menschen, deren Leben danach bestimmt nicht einfacher war oder gar ruiniert wurde... (Herer, 1993). Hier stellt sich die Frage nach der Verhältnismäßigkeit der Mittel. Allein in Clintons Amtszeit wurden ca. 2.8 Millionen Amerikaner wegen Marihuanakonsum oder -besitz verhaftet und hochgerechnet geht derzeit alle 45 Sekunden ein

überführter Cannabiskonsument ins Gefängnis (NORML, 1999). In den USA hat sich eine para-staatlich organisierte, private Gefängnisindustrie für "Cannabisverbrecher" etabliert. Die Betreiber dieser Gefängniskomplexe haben auch das Recht die Inhaftierten zu pfänden... (Zimmer & Morgan, 1997). Scheinbar lohnt sich das Geschäft, so sind in Kalifornien allein 21 neue Gefängnisse gebaut worden, aber nur ein (!) Neubau einer Universität durchgeführt worden.

"Sicherlich ist Marihuana eher harmlos ... aber die Sache war ein Beispiel dafür, daß ein Verbot die Autorität des Staates stärkt," sagte Anslinger in einem Interview in den 70er Jahren (zitiert nach (Behr, 1982: 215)

"Abweichendes Verhalten wird von der Gesellschaft geschaffen. ... Ich meine ..., daß gesellschaftliche Gruppen abweichendes Verhalten dadurch schaffen, daß sie Regeln aufstellen, deren Verletzung abweichendes Verhalten konstituiert und daß sie die Regeln auf bestimmte Menschen anwenden, die sie zu Außenseitern stempeln" (Becker, 1973: 161)

2.3.3 Die veränderte musikalische Sprache des Musikers und ihre Parameter

„...you only think you've blown your tong, oh baby and you start laughing and you can't talk, until you going to give them up 'cause you're sad man, not bad man“ aus ‚Killing Jive‘ von *The cats and the fiddle* (1939)

Welche Gründe finden sich dafür, daß die Jazzer Cannabis mochten? Hier möchte ich kurz zwei Erklärungsstränge anreißen:

- 1.) Der Jazzer als Teil einer Subkultur, in welcher Haltungen, Einstellungen und Konzepte des Marihuanakonsums die Motivation bilden und
- 2.) cannabisinduzierte Wahrnehmungsphänomene, welche sich auf die Veränderung der Musikwahrnehmung selbst beziehen.

In beiden Bereichen sollten sich Hinweise finden, welche Qualitäten der Cannabiswirkungen im Zusammenhang mit Musik beschreiben. Die Zeitstrecke, auf die sich die Aussagen beziehen, spannt sich von 1920 bis in die 60' Jahre. Dabei werde ich nicht umhin kommen auch Aussagen zur Musikproduktion unter Cannabiseinfluß einfließen zu lassen. Auch wenn die primäre Fragestellung dieser Arbeit sich auf eine veränderte Musikwahrnehmung bezieht, also die Hörwahrnehmung im Vordergrund steht, ist es wichtig, zu wissen, wie durch das veränderte Hören ein anderer Umgang mit Musik entsteht, um so Rückschlüsse auf die Art und Weise der veränderten Hörwahrnehmung zu bekommen.

2.3.3.1 Das Erkennen der Marihuanawirkungen als ein Lernprozeß innerhalb einer Subkultur

“Die Subkulturforschung geht von der Prämisse aus, daß jede Subkultur aus einer Anzahl von Elementen konstruiert wird, die als Gesamtergebnis den ‚Stil‘ ausmachen. Dazu gehören äußere Elemente des Erscheinungsbildes, die geistige Haltung einer spezifischen Gruppe, ihre Vorlieben und Abneigungen, die durchgeführten Verhaltensrituale, das Sprachvokabular etc.” (Barber-Kersovan, 1991: 89).

Der Soziologe und Musiker Howard S. Becker befragte in qualitativen Interviews 50 Personen über ihre Motivation, Marihuana zu nehmen. Etwa die Hälfte der Personen waren Musiker, die er teilweise noch aus seiner eigenen Zeit als professioneller Musiker kannte oder die von diesen vermittelt wurden. Bekannt wurde Becker durch sein 1963 erschienenes Buch *„Außenseiter: zur Soziologie abweichenden Verhaltens“* (auf Deutsch 1973) und seine darin beschriebene Position des ‚Labeling Approach‘. Dieser Ansatz beschreibt abweichendes Verhalten als einen von divergierenden Interessensgruppen geprägten Prozess von Definitionen, Zuschreibungen und Konstruktionen der Verhaltensmerkmale seitens der Definitionsmächte. Entscheidend ist für Becker, das abweichendes Verhalten keine Qualität ist, *“die im Verhalten selbst liegt, sondern in der Interaktion zwischen einem Menschen, der eine Handlung begeht, und Menschen, die darauf reagieren”* (Becker, 1973: 13)

“ ... marihuana use... illustrates the way deviant motives actually develop in the course of experience with the deviant activity ... , instead of the deviant motives leading to deviant behavior, it is the other way round; the deviant behavior in time produces the deviant motivation” (Becker, 1966: 65/66)

In dem Buchkapitel *„Becoming a Marihuana User”* zeigte er, daß Marihuanaeffekte gelernt werden, und daß entgegen damaligen psychologischen Erklärungsansätzen die Motivation des Marihuanagebrauchs nicht von einer persönlichkeitsinhärenten Prädisposition genährt würde, oder gar eine Persönlichkeitsstörung wäre, welche im Marihuanakonsum Fluchttendenzen vor der Wirklichkeit oder eigenen psychologischen Problemen auslebt. Solche individuumszentrierten Ansätze übersähen das gruppenspezifische der Verhaltensweisen und könnten die Veränderungen in den Einstellungen zu den Marihuanawirkungen nicht genügend klären. Seiner Erkenntnis nach führt eine Veränderungen der Einstellung, der Konzepte über und der eigenen Erfahrungen mit Marihuana zu einem Gebrauch von Marihuana, und dieser würde aus Gründen des Genusses vollzogen. Becker prägte damit den Begriff des *„recreational use”* und konstatierte, daß der Gebrauch von Marihuana ein Lernprozeß ist, welcher

- (1) das Erlernen der richtigen Rauchttechnik zum Erlangen der Effekte beinhaltet,
- (2) die Effekte zu erkennen und wahrzunehmen, als auch sie mit der Droge in Verbindung zu bringen (sozusagen zu lernen ‚High‘ zu werden) bedeutet und
- (3) das Erlernen des Genießens der Marihuanawirkungen beinhaltet.

„An Individual will be able to use marihuana for pleasure only when he goes through a process of learning to conceive of it as an object which can be used in this way” (Becker, 1966: 79).

Da das Erlernen des Marihuanarauchens zumeist in Gruppen stattfand - und Jazzbands waren soziale Gruppen in einer entstehenden Subkultur - konnten die ‚Novizen‘ von erfahrenen Rauchern die Wirkungen erlernen, oder - in Timothy Leary’s Worten – im adäquaten Set und Setting ‚angetört‘ werden. Den Aspekt des Set und Setting werde ich später in dieser Arbeit nochmals zurückkommen (vgl. [2.4.2 unten](#)).

Becker führt diese Thematik im Zusammenhang mit seiner Konzeption von sozialer Kontrolle weiter aus. Er diskutiert, wie die Marihuanakonsumenten durch die Gesetzeslage einen Verhaltenskodex entwickelten, welcher ihnen über die Sprachregelungen der Slangsprache eine gewisse Sicherheit gab, ihren Konsum durch Beachten des Verhaltenskodexes zu schützen und sich Regeln etablieren konnten, welche im Gegensatz zu den offiziellen Regeln die subkulturellen Transaktionen stabilisierten (Becker, 1966).

(Shapiro, 1988) vertritt in seinem Buch „Drugs and Rock’n Roll“ die These, daß jeder populäre Musikstil dieses Jahrhunderts zugleich Ausdruck eines Lebensstiles war, welcher auch im Zusammenhang mit den Konsumvorlieben, der die Musikstile prägenden Künstler und Künstlerszenen gesehen werden sollte. So war, sozialpharmakologisch gesehen, die Vorliebe einer subkulturellen Szene für eine bestimmte Droge immer auch eine Art Mode, sich ‚anzutörnen‘, d.h. sich in bestimmte physiologische Zustände zu versetzen, um Alltägliches und Besonderes, Ereignisse und Stimmungen intensiver und aus einer anderen Perspektive zu erfahren.

„... die Ansicht, das man unter dem Einfluß von Marihuana bessere Jazzmusik schaffen konnte, da man damit Hemmungen los wurde und bessere Ideen sowie Selbstvertrauen bekam, war in der Jazzszene weit verbreitet”. (Shapiro, 1988: 38).

2.3.3.2 “Hot” - Sprache und Musik im Einklang

In Anslingers Akten findet sich folgender Report eines verhafteten Musikers in den frühen 30‘ Jahren:

„Dieser Mann hat bestätigt, daß der Gebrauch von Marihuana unter Musikern, vor allem solchen, die bei sogenannten „Jazzbands“ spielen, sehr verbreitet ist, weil sie unter dem Einfluß der Droge eine bestimmte Gabe zu erlangen scheinen, die sie sonst nicht besitzen. Mit den Worten des erwähnten Individuums: Sie werden heiß“ (in Shapiro, 1988: 63)

Der Begriff ‚Hot‘ steht hier für eine Einstellung und musikalische Stimmung, welche eine euphorische emotionale Qualität hat, und *„eine aufs äußerste gesteigerte Hitze des Ausdrucks“* (Behrendt, 1974: 20) kennzeichnet. Hot zu sein, bedeutete dabei gut zu sein, ausdrucksvoll und wendig im Spiel zu werden und insgesamt eine progressive Haltung und Einstellung zu verkörpern. Mit den Worten Behrendts: *„Man ‚spielt‘ sein Instrument weniger, als das man auf ihm ‚spricht‘...“* (Behrendt, 1974: 20). Wurde also die emotionale Qualität des individuellen musikalischen Ausdrucks durch Marihuana verstärkt?

Analog zu dem weiter oben aufgeführten Zitat, welches negativ konnotierte, daß die Musiker sich durch Marihuana wachhielten, findet sich hier implizit ein Hinweis auf die durch Euphorie und Gelächter gekennzeichnete erste Rauschphase von Marihuana, wie sie schon Baudelaire beschrieben hatte (Baudelaire, 1988). Chemisch synthetisiertes Marihuana, welches von Adams, einem Mitarbeiter in Anslingers Laboratorien entwickelt worden war, hatte als ein stimmungsaufhellendes, euphorisierendes Medikament mit dem Namen *„Pyrahexyl“* Einführung in die Depressionsbehandlung gefunden (vgl. Behr, 1982: 204; Stockings, 1966). Dieser euphorisierende, antreibende Anteil der Marihuanawirkungen schien in der damaligen Zeit eine favorisierte Wirkung zu sein, welche von den Musikern bei der tendenziell eher schnell gespielten Musik geschätzt wurde. Interessanterweise leitet sich der Begriff ‚Jazz‘ - nach Behrendt - von dem Dialekt- und Jargon-Ausdruck ‚jass‘, ‚jasm‘, ‚gism‘ für ‚Geschwindigkeit‘ und ‚Energie‘ in Sport und Spiel ab und wurde gelegentlich auch für sexuelle Vorgänge verwendet (Behrendt, 1974: 21), steht also als eine Beschreibung für das Erleben von Zeitvorgängen und Intensität.

Als 1937 das Marihuana-Steuergesetz verabschiedet wurden, produzierten viele der bekannten Jazzmusiker Songs über Marihuana, welche als Hits von den Radiostationen des Landes gespielt wurden (Behr, 1982: 202; Shapiro, 1988: 45ff). Jedoch wurden viele Begriffe der Slangsprache genutzt, um sich einerseits vor der Justiz zu schützen, aber auch um sich somit als Teil der Subkultur des ‚fahrenden Volkes‘ zu identifizieren und in ihrer Sprache zu sprechen (vgl. Becker, 1973; Shapiro, 1988: 39ff). Auf einem Albumcover der *„13th Floor Elevators“*, einer

amerikanischen Band der 60er Westcoast-Psychedelic-Szene, findet sich zu der Verbindung von Sprache, Erfahrung und Drogenkonsum folgendes Statement:

"Recently, it has become possible for man to chemically alter his mental state and thus alter his point of view (i.e., his own basic relationship with the outside world which determines how he stores his information). He then can restructure his thinking and language (Hervorhebung J.F.) so that his thoughts bear more relationship to his life and his problems, and therefore approach them more sanely..." (in Curry, 1968).

Hier wird durch den Hinweis auf die Veränderung der Sprachcodierungen die Immanenz von Ausdruck und Erfahrung deutlich, welche sich hier zwar mehr auf stärkere Psychedelika bezieht (vgl. hierzu Taeger, 1988: 142ff), jedoch das Grundmuster, eine durch Drogenerfahrungen veränderte Ausdrucksweise, treffend begründet.

Die eigene "Hipster"-Sprache der Jazzszene war, wie Winick berichtet, eine sehr komplexe Angelegenheit, wobei die Begriffe oft das Gegenteil der üblichen Konnotation meinten. (Diese Umcodierung von Begriffen hat sich interessanterweise bis zur gegenwärtigen Hip-Hop Musik und ihren ‚Rap‘-Texten tradiert). Winick berichtete, daß es in einem Musiker-Klinik-Projekt mit zumeist heroinabhängigen Jazzgrößen der 50er Jahre von New York aufgrund dieser ‚Geheimsprache‘ anfangs schwierig war, einen gemeinsamen Verständnishorizont in den psychotherapeutischen Verfahrensweisen zu etablieren. Hauptsächlich bestand das Problem bei den Therapieabbrechern, welche eine starke Verbindung von Kreativ-sein, Hip-sein und Drogenkonsum internalisiert hatten. Dabei dienten die Begriffe oft als ein Ausschlußkriterium, um insbesondere den Alkoholgenuß als ‚out‘ oder ‚square‘ abzulehnen, die Narkotika jedoch als ‚in‘ und ‚hip‘, also als einem Jazzler angemessen, zu bezeichnen (Winick & Nyswander, 1961: 627ff).

Drogen halfen allen Konsumenten - nach Winicks Erkenntnissen – *"for ego-control purposes, ... to achieve some degree of mastery over the rage and violence of which they evidently felt themselves capable"*.

Bei ihrem Spiel nutzen sie Drogen aus folgenden Gründen:

- *"to play better"*;
- *"zur Entspannung und Befähigung überhaupt spielen zu können"*;
- *"...their use of drugs kept their personality in tow"*;
- *"weniger angespannt zu sein"*;
- *"... primarily in terms of their greater ability to concentrate while their anxiety was diminished by the drug"*;

- *"Drugs interfere with my playing"*;
- *"it was easier for them to relate to the other musicians with whom they played when they were ,on' "*;
- *"Drugs help me to play cool music"*;
- und manche *"in some magical way, assumed that they would play as well as the ,hero', who took drugs, if they also took drugs"* (Winick & Nyswander, 1961: 632/3).

Genau gegen diese letztgenannte Einstellung wandte sich Charlie Parker in der Öffentlichkeit, nach dem ihm deutlich wurde, wie viele junge Jazzmusiker es seinem Heroinkonsum gleichtaten, nur weil sie dachten, dadurch so spielen zu können wie er (vgl. Shapiro, 1988: 69ff). Generell waren alle Musiker, im Vergleich zur Kontrollgruppe verbal gut in der Lage, ihre Emotionen zum Ausdruck zu bringen, wobei einige jedoch überzeugt waren, über ihre Gefühle am besten auf ihren Musikinstrumenten zu ‚sprechen‘ (Winick & Nyswander, 1961: 631/2).

Nun, ich bin hier kurz auf Drogenkonzeptionen von primär Heroin und sekundär Cannabis konsumierenden Musikern eingegangen, um zu zeigen, wie sehr sich ein drogenorientierter Lebensstil auch durch Lernkonzepte - im Sinne Beckers - in der Jazzsubkultur tradierte; sowohl durch die gemeinsame Sprache, welche vielleicht als eine Fachsprache ein Äquivalent emotionaler Qualitäten der Musik und des ‚Hot‘-seins zum Ausdruck brachte, als auch durch die prinzipielle Vorstellung durch Drogenkonsum kreativer zu sein und ‚Hot‘ zu werden. Generell muß man sich bei Heroin darüber bewußt sein, daß es ein stärkeres Euphorikum und Sedativum als Cannabis ist, jedoch weniger typisch psychedelische Erlebnisse als Cannabis erzeugt (Julien, 1997).

Die komplexe Ideologie, welche hinter dieser eigene Sprache und den sozialen Ritualen stand *"can also be interpreted as a ,way of life' characterized by specific identity postures and social performances of the artist's world, bohemians, the ,night people' etc."* beschreibt Curry in seinen Beobachtungen der Jazzszene (Curry, 1968: 238). Marihuana zu rauchen, Jazz zu spielen und eine gemeinsame subkulturelle Sprache zu sprechen, gab aber auch ein Gefühl der Verbundenheit und ‚Nestwärme‘, ja vielleicht eine Art ‚inneres Zu-Hause-Sein‘ für die über die Straßen des Landes jagenden Musiker (vgl. hierzu Shapiro, 1988: 225ff), wie aus dem folgenden Zitat von Louis Armstrong hervorgeht:

„Ein Grund, warum wir Pot mochten, ..., war wegen der Wärme, die es die andere Person ausstrahlen ließ - besonders diejenigen, die einen guten Joint von diesem Shuzzit oder Gage kreisen ließen. Wir sagten immer, Gage sei mehr eine Medizin als ein Dope. Doch mit diesem ganzen Theater, das da losging, konnte keiner etwas dagegen unternehmen. Man muss bedenken, daß die großen Hechte meiner Zeit heute alles alte Herren sind – zu alt um diese drastischen Strafen zu ertragen. Darum mußten wir damit aufhören. Doch wenn wir alle so alt werden wie Methusalem, wird in unserer Erinnerung an Gage immer viel Schönheit und Wärme sein. Nun, das war mein Leben und ich schäme mich kein bißchen. Mary Warner, Liebling, du warst sehr gut, und ich hatte meine wahre Freude an dir. Doch du wurdest mir (von Gesetzes wegen) zu teuer. Zuerst warst du ein bloßes Vergehen. Doch wie die Jahre an uns vorüberzogen, verlorst du das ‚ver‘ und lerntest zu ‚gehen‘ und führtest uns als Knaster direkt in den Knast. Also Bye, Bye, Liebste, ich werde dich aufgeben müssen.“ (Louis Armstrong in Behr, 1982: 195).

Louis Armstrong wurde in New Orleans geboren. Dieses Zitat läßt vielleicht auch ein wenig von der Motivation verstehen, sich auch durch die Wahl der Genußmittel von der politisch mächtigeren, weißen Lobby abzugrenzen, welche sich in Alkoholexzessen durch die Vergnügungsviertel von New Orleans wälzte, und die das Recht hatte, Gesetze zu erlassen (Jim Crow Gesetze), welche es einem Schwarzen verbot, auf den Schatten eines Weißen zu treten... (Herer, 1993)

Diese Ausführungen zeigten den Jazzmusiker als Menschen in sozialen Zusammenhängen, unter Bedingungen, mit welchen er sich arrangieren mußte.

Da für diese Arbeit Beschreibungen von Interesse sind, welche sich explizit auf Wirkungen beziehen, die eine Veränderung der Musikwahrnehmung in Korrelation zu physiologischen Veränderungen stellen können, somit also Phänomene einer cannabisinduzierten Musikwahrnehmung sind, wollen wir nun – soweit es möglich ist -, die sozialen Implikationen auszublenden und uns vorrangig den Qualitäten zuwenden, die primär auf Cannabis und Musik bezogen sind.

2.3.3.3 Jazzler und ihre Cannabiserfahrungen

Leonard zitiert den Pianisten Hoagy Carmichael, wie er nach Marihuanakonsum spontan in eine Jamsession mit dem ebenfalls bekifften Louis Armstrong einstieg:

„Das Gras begann zu wirken und mein Körper fühlte sich ganz leicht an. Jede Note, die Louis spielte, war die reine Perfektion. Ich rannte zum Klavier und setzte mich an den Platz von Louis Frau. Sie swingten in den ‚Royal Garden Blues‘. Ich hatte die Nummer nie zuvor gehört, aber irgendwie konnte ich überhaupt nichts falsch machen. Ich trieb in einem seltsamen tiefblauen Strudel aus Jazz“ (Leonard, 1962: 60-61).

Ähnlich beschreibt der Klarinettenspieler und Saxophonspieler Mezz Mezzrow in seiner 1946 erschienen Autobiographie "Really the Blues" seine ersten Cannabiserfahrungen. Auch er hatte nach dem Konsum von Marihuana das Gefühl, daß er in einer nahezu schlafwandlerischen Sicherheit die richtigen Noten trafe und ein verfeinertes Gefühl für den Rhythmus entwickeln würde:

"Nachdem ich das Kraut auf hatte, ging ich wieder zur Band zurück. Alles kam mir normal vor, und ich begann wie üblich zu spielen. Ein Stäbchen ließ ich bei den anderen rumgehen, und wir fingen einen neuen Set an.

Das erste, was ich merkte, war, daß ich mein Saxophon so hörte, als ob es in meinem Kopf wäre, aber von der Band hinter mir hörte ich kaum was, obwohl ich wußte, daß sie da war. Die anderen Instrumente klangen, als wären sie weit weg; ich hatte ein Gefühl, wie wenn man sich die Ohren mit Watte zustopft und dann laut spricht. Dann spürte ich, daß das Blättchen viel stärker vibrierte als sonst, und mein Schädel brummte wie ein Lautsprecher. Ich fand, daß meine Glissandi viel besser kamen und das meine Passagen den richtigen Ausdruck hatten. Ich kam einfach groß raus. Die Töne perlten aus meinem Instrument, als wären sie schon vorfabriziert, eingefettet und in den Becher gestopft, so daß ich nichts weiter tun brauchte, als ein bißchen blasen und sie loszuschicken, einer nach dem anderen, nie falsch, nie aus dem Takt, und das alles ohne die geringste Anstrengung. Die Phrasen schienen vielmehr Kontinuität zu haben und ich hielt mich genau an mein Thema, ohne nur ein bisschen davon abzuweichen. Ich spürte, daß ich noch jahrelang so weiter spielen könnte, ohne das mir die Ideen und die Energien ausgehen würden. Es gab überhaupt keine Schwierigkeiten; alles war in perfekter Ordnung und mit einem Mal gab es keine häßliche Note und keinen Mißklang mehr auf der ganzen Welt, die mich hätten stören können. Ich fühlte mich sehr glücklich und selbstsicher."(Mezzrow, 1946a: 72). (Übersetzungen aus Behr 1982, 196ff.)

Shapiro streitet ab, das Mezzrow hier wirklich seine erste Erfahrung mit Marihuana und Musik beschreibt. Er sieht es eher als eine literarische Zusammenfassung seiner gesammelten Erfahrungen, als Prosa auf die Wirkungen (Shapiro, 1988: 38). Doch von Musikern finden sich leider wenige nachlesbare Schilderungen, welche sich explizit auf die Auswirkungen von Marihuana auf Musiker und das Produzieren von Musik beziehen.

"Mit dem Pot ist das komisch – wenn du es zum erstenmal rauchst, nimmst du alle Dinge auf eine neue, wunderbar mild stimmende und gemächliche Art wahr. Die Welt steht ganz plötzlich ohne ihre schmutzigen, grauen Gewänder da und wird zu einem einzigen großen Bauch voller Gelächter, das sich in gleißenden und sprühenden Farben wälzt, die dich umhauen wie eine Hitzewelle" (ebd. 73)

“Marihuana versetzt einen Musiker in eine wahrhafte Meisterstimmung, deshalb nehmen es so viele Jazzer. Du schaust auf die anderen Bandmitglieder hinunter wie eine Glucke auf ihre Küken; wenn einer falsch bläst oder unscharf spielt, lächelst du bloß gnädig und denkst dir, ach, er wird es schon lernen, nächstes Mal kommt es besser, gib dem Jungen eine Chance. Und bald merkst du, wie du ihm selber hilfst, damit er wieder auf die richtige Spur kommt.. Das Tollste dabei ist, daß die gesamte Begleitung die ganze Zeit, wo du selber spielst und richtig loslegst, dir in Gedanken aufblitzt, als wärst du selbst deine Band. Du hörst die Grundtöne des Themas und führst deine Improvisationsidee aus, ohne dich auch nur ein einziges Mal zu verheddern, es kommt als eine gleichmäßige Sequenz raus, nichts kann dich verwirren” (ebd. 74) (Übersetzungen aus Behr 1982, 196ff;)

Solche positiven Erfahrungen machten anscheinend viele Jazzmusiker in den 20er und 30er Jahren. Sie diskutierten zusammen über ihre Erfahrungen und begannen Songs über Marihuana zu schreiben. Eine Zusammenstellung solcher ‚Reefersongs‘ findet sich bei (Pieper, 1996). In Anslingers Nachlaß findet sich ein Artikel über Marihuana und Musiker, in welchem er sich kurz über Mezzrow’s Buch ausläßt: Es verfälsche nicht nur *“die gefährliche Wirkung der Droge und glorifiziert das Marihuana-Rauchen und andere Arten des Drogenmißbrauchs, sondern es stinkt auch nach Dreck”* in (Shapiro, 1988: 66). Nicht nur an dieser Aussage wird wieder deutlich, wie sehr sich hier unterschiedliche Lebensstile und Einstellungen und Werte gegenüberstanden. Doch der Jazz machte seinen Weg trotz aller Repressalien und Bedingungen, an die er sich anpassen mußte.

Nach einer Stichprobe von 409 Jazzmusikern und einer Hochrechnung von Winick hatten 82% der ca. 30 000 New Yorker Jazzmusiker schon einmal Marihuana probiert, 54 % waren gelegentliche Konsumenten und 23 % rauchten regelmäßig (Winick, 1959) - was natürlich zu Konflikten führen mußte. Welcher der Jazzmusiker/Innen will denn öffentlich seine Kreativität und seine Musik auf Cannabiswirkungen reduzieren lassen ? Diese Gefahr wurde auch von den Musikergewerkschaften gesehen und auch Zeitschriften, wie der ”Downbeat” oder der englische ”Melody Maker” wiesen in den 30er Jahren darauf hin, daß die Verbindung von Drogen, Jazz und Kreativität zu einem brisanten Zündstoff für die allgemeine Akzeptanz dieser modernen Musik werden könnte. Nach anfänglichem Zögern riefen sie sogar dazu auf, daß solche Musiker aus der amerikanischen Musikergewerkschaft (AFM) herausgeworfen werden sollten (vgl. Shapiro, 1988: 62 ff).

Piel berichtete 1943 im ‚Life‘ Magazin, daß unter Cannabiseinfluß der Swingmusiker neue Höhepunkte seiner Virtuosität erreicht (in Aldrich, 1944: 431).

Der Mediziner Walton lehnte mögliche Performancesteigerungen ab, nach seinem Wissen wäre eher eine Verschlechterung möglich, er bestätigte aber *”an increased sensitivity to sound and a keener appreciation of rhythm and timing”* (in Aldrich, 1944: 431). Solche Wirkungen wären nach seiner Ansicht lediglich in den frühen Phasen der Marihuanawirkungen zu erwarten. Der Abbau von Hemmungen könnte dabei latente Talente an die Oberfläche bringen, oder eine intensivere emotionale Performance evozieren. Seinerzeit galt als gesichertes Erkenntnis, daß die subjektive Bewertung der eigenen Leistungen durch Marihuana gesteigert wäre und die Personen durch Cannabis mehr von sich überzeugt wären (Aldrich, 1944). Zu diesen Schlußfolgerungen gelangte auch Aldrich in seinem Test der musikalischen Fähigkeiten. Auf diese Untersuchung, soll weiter unten (Kap 3.1) gesondert eingegangen werden.

2.3.3.3.1 Ein verändertes Zeitempfinden

Daß Hemmungen fallen, kann natürlich dazu führen, daß Dinge ausprobiert werden, die man sich vorher nicht zugetraut hätte, John Hammond, z. B. störte jedoch, daß Marihuana *”höllisch mit dem Zeitgefühl herumspielte”* (in Shapiro, 1988: 39). Becker zitiert einen Musiker über seine ersten Cannabiserfahrungen:

”We played the first tune for almost two hours – one tune! We got on the stand and played this one tune, we started at nine o’clock. When we got finished I looked at my watch, it’s a quarter to eleven. Almost two hours on one tune. And it didn’t seem like anything. I mean, you know, it does that to you. It’s like you have much more time or something.” (Becker, 1966: 74)

Daß Marihuana das Zeitgefühl veränderte, störte anscheinend nicht nur den ein oder anderen Musiker, z.B. beim Spielen eines festgelegten Arrangements. Auch Anslinger schien dies zu stören, wie sich in einem Interview Slomans mit Dr. James Munch, einem langjährigen Mitarbeiter Anslingers herausstellte:

”Dr. Munch: ,Hauptsächlich beunruhigte sie, daß Marihuana das Zeitgefühl ausdehnte. Die Musiker konnten auf diese Weise besser variieren und mehr Rhythmus in ihre Musik packen, als es ihnen möglich war, wenn sie einfach den Noten auf dem Papier folgten...‘

Sloman: ,Was ist daran so schlimm?‘

Dr. Munch: Also wenn sie Musiker wären, spielten Sie die Musik so, wie sie auf dem Blatt steht. Wenn Sie aber Marihuana nehmen, bringen Sie zwischen der ersten und der zweiten Note zweimal soviel Musik unter. Genau das taten die Jazzmusiker. Verstehen sie, sie hatten die Vorstellung, daß sie die Dinge ausjazzen, ausweiten könnten.‘ ” (Sloman, 1979: 146/7) zitiert nach (Herer, 1993: 151).

Die Beschreibung der Wirkungen auf das Zeitgefühl ist m.E. ein wichtiger Aspekt der Musikwahrnehmung unter Cannabiseinfluß. Auf die spezifischen, experimentell

nachgewiesenen Wirkungen auf die Zeitwahrnehmung werden wir später nochmals zurückkommen (Kap. 3.2 unten)

BEHRENDT definiert den Jazz als eine

”... in den USA aus der Begegnung des Schwarzen mit der europäischen Musik entstandene künstlerische Musizierweise. Das Instrumentarium, die Melodik und die Harmonik des Jazz entstammen zum größten Teil der abendländischen Musiktradition. Rhythmik, Phrasierungsweise und Tonbildung, sowie Elemente der Blues-Harmonik entstammen der afrikanischen Musik und dem Musikgefühl des amerikanischen Negers” (Behrendt, 1974: 170).

Diese Ausführungen zeigen den Jazzmusiker als Menschen in sozialen Zusammenhängen, unter Bedingungen, mit welchen er sich arrangieren mußte. Benzon schreibt:

“Classic music is the Expression of a fully formed culture. Jazz, however, is the creation of people under constant pressure to conform to conditions imposed on them” (Benzon, 1993)

Wenn wir die sozial-pharmakologisch, subkulturelle Dimension des ‚recreational use‘ von Marihuana zu der Entstehungsgeschichte des Jazz hinzu addieren, und ihren Einfluß im Rahmen dieser Arbeit pointiert betrachten wollen, wird deutlich, wie unterschiedlich die Lebensstile waren, die dort in Form einer musikalischen Evolution aufeinandertrafen.

Auf der einen Seite findet sich der Kreis um Anslinger, der nicht akzeptieren wollte, daß sich die Dinge weiterentwickeln, und das Musik nicht nur als Notation und dem Werk getreue Wiedergabe eines klassischen Musikstückes stattfindet (vgl. Behrendt, 1974: 123ff) und zu verstehen sei. Und das gute Musik nicht nur dann gute Musik ist, wenn die Noten so gespielt werden, wie sie vom Komponisten vorgeschrieben werden. Eine Analogie zum Wertesystem der Prohibitionisten drängt sich hier geradezu auf, welches eine Orientierung an der Macht des Staates, Ordnung und Gesetz vorzuschreiben und befolgt zu sehen, impliziert.

Auf der anderen Seite steht der Jazzer, welcher mit den Mitteln der Improvisation auf seinem Instrument ‚spricht‘ und aus dem Augenblick heraus vorgegebene Strukturen in der Improvisation ‚ausjazzt‘, ausweitet und sich so scheinbar allen Reglements entziehen will – und dabei noch behauptet, dies durch eine verbotene Substanz besser tun zu können.

Natürlich weiß der mit der klassischen Musik vertraute Musikwissenschaftler, daß die Improvisation, das freie Phantasieren auf dem Instrument oft der fertigen Komposition und Notation vorausging (vgl. Behrendt, 1974: 123ff). Es gab im 18.

und 19. Jahrhundert eben keine Aufnahmetechnik, die den Moment der Musik einfangen konnte, also hatte der Komponist kaum eine andere Wahl, seine Arbeit zu dokumentieren, als eben durch die Notation und Aufführung der schriftlich niedergelegten Komposition. So war die Aufführungspraxis für den ‚bürgerlichen‘ Musikkonsumenten bei oberflächlicher Betrachtung eine Angelegenheit, welche über das Abspielen der Noten auf dem Blatt nicht hinauszugehen schien.

Behrendt schreibt weiter – und hier möchte ich den Faden des oben angeführten Zitates von Dr. Munch wieder aufgreifen:

„Der Jazz unterscheidet sich von der europäischen Musik durch drei Grundelemente:

1.) durch ein besonderes Verhältnis zur Zeit, das mit dem Wort ‚Swing‘ gekennzeichnet wird,

2.) durch eine Spontaneität und Vitalität der musikalischen Produktion, in der die Improvisation eine Rolle spielt,

3.) durch eine Tonbildung bzw. Phrasierungsweise, in der sich die Individualität des spielenden Jazzmusikers spiegelt.

Diese drei Grundelemente schaffen ein neuartiges Spannungsverhältnis, in dem es nicht mehr – wie in der klassischen Musik – auf große Spannungsbögen, sondern auf eine Fülle kleiner, Intensität schaffender Spannungselemente ankommt, die aufgebaut und wieder abgebaut werden.“ (Behrendt, 1974: 170).

Im Sinne dieser Arbeit möchte ich hier kommentieren:

Zu 1.) Cannabis veränderte, wie wir von Musikern bisher mehrfach lesen konnten die Zeitwahrnehmung des Musikers, er konnte ‚zwischen der ersten und zweiten Note doppelt so viel Musik unterbringen und rhythmisch besser variieren‘ (vgl. Zitat Munch [oben](#))

Zu 2.) Spontaneität und Vitalität wurde durch die euphorisierenden und Selbstvertrauen stärkenden Eigenschaften der Cannabiswirkungen unterstützt. Die Improvisation vitalisiert sich durch einen vorausschauenden Ideenfluß, welcher, durch ein inneres ‚Voraussehen‘ der musikalischen Entwicklungsmöglichkeiten und durch koinzidente, kairologische Entscheidung für einen individuellen Ideenstrang, im Zustand eines veränderten Zeitempfindens ‚überschaubarer‘ wird.

Zu 3.) Individualität und Intensität einer Performance wird auch durch die emotionale Gestimmtheit des Musikers erzeugt, welcher sich von Hemmungen pharmakologisch ‚gestützt‘ befreit und durch die Interaktion der Cannabiswirkungen im Limbischen System – wie wir später noch sehen werden - eine spezifisch individuelle Sensitivität für emotionale Intensitätsmomente erlangt (vgl. Abschnitte [3.1](#); [7 unten](#))

Trotzdem - und ich muß es nochmals unterstreichen (vgl. 1.4 oben) - konnte der Musiker nur das spielen, was durch sein ‚per sonare‘, durch seine Persönlichkeit zum Ausdruck gebracht wurde. Cannabis hat hier m.E. nur eine Verstärkerfunktion.

2.3.3.3.2 “Making it” - Intensität und Hyperfokussierung der Wahrnehmung

Im folgenden werden wir anhand einer teilnehmenden Beobachtung des Anthropologen Curry, welcher 1968 seine Beobachtungen und Gespräche mit Jazz- und Rockmusikern auf und hinter der Bühne zusammengefasst hat (Curry, 1968), einen Blick in den Alltag solcher ‚drogeninspirierten‘ Musiker tun und uns insbesondere mit den Wirkungen auf den Improvisationsprozeß befassen. Die Beobachtungen von Curry sind für unsere Fragestellung von immenser Bedeutung und sollen deshalb hier in größerem Umfang zur Darstellung kommen.

“None of the musicians with whom I have talked over the past seven years conceives of taking drugs as an end in itself. Drugs are thought to be a means, a ‚helper‘, into what the musician’s primary concern seems to be: music, the composing, arranging, performing and experiencing the music” (Curry, 1968: 236).

Curry’s Interesse gilt weniger dem ‚Warum?‘, sondern dem ‚Wie?‘ eines Prozesses, in welchem durch die Stimulanz *“the mind has been to some degree ‚distorted“* (ebd.), Ideen generiert und in Kunstformen externalisiert werden. Dies geschieht mit Intention und Absicht an einem ausgewählten Ort, und ist sowohl in der Identität der Person als Musiker und Künstler begründet als auch im Prozeß der Musik. Dies geschieht aufgrund 1.) der komplexen fließenden Rhythmik, 2.) den improvisierten, ‚frei assoziativen‘ Variationen über ein gegebenes Thema und 3.) der Notwendigkeit einer ästhetischen, emotionalen Ausdrucksweise., welche 4.) die Interaktion zwischen dem Publikum und den Akteuren durch gemeinsamen Rapport oder *“simpatico”* wechselseitig beeinflusst (vgl. ebd. 237).

“Jazz and rock musicians are judged by both their peers and their audience for their ability to produce sustained, not too obviously or derived or contrived, improvisations, as well as for the ability to play the music as intensively – almost ‚violently‘ – as possible” (ebd.)

Jazzmusiker wünschten sich ein hohes Intensitätslevel und überraschende Improvisationen, und sähen es als das höchste Ziel in einer zeitlich, sequentiellen Verdichtung von *“inventiveness, technical competence, and to lose himself in the playing”*, *“pure”*, *“highly distilled”*, originelle Musik zu kreieren und einen nahezu mystischen Zustand eines *“groovin“*, eines *“breaking through”* und *“making it”* zu

erreichen: *"The almost overwhelming and sensuous audio/tactile experience frequently culminating in exhaustion"* (ebd.).

Ähnliches hatte auch schon Cambor in seiner klinischen Studie über kreative Jazzmusiker beschrieben:

"In the playing and communicating of jazz music, the musicians ultimate purpose is ,making it', which is more or less equivalent to ,the moment of truth' or the ,transcendal experience'. It is a highly successful fusion of musical form and the musicians feelings, and it can be experienced individually or in a group" (Cambor, 1962: 9).

Solche Erfahrungen können auf der Bühne, im Proberaum, in lockeren Jamsessions mit anderen Musikern entstehen. Dazu werden die Songs oder vorgegebenen Themen ausgeweitet, und je nach Verlauf des Konzertabends gibt es dann den besonderen Moment von Intensität, in dem ‚es passiert‘, in welchem dieses ‚making it‘ geschieht – oder es wird klar, daß es nicht mehr geschehen wird (vgl. Curry, 1968: 240). Curry beschreibt Beobachtungen von Musikern in Clubs oder Übungsräumen, welche, nach dem sie sich ‚angetörnt‘ hatten, *"apparently ,lost' in what they were doing"* (Curry, 1968: 237) waren. Doch wenn er sie darauf ansprach, und diese Zustände als solche ‚transzendenten Momente‘ bezeichnen wollte, hätten sie nur gelacht und darauf hingewiesen, daß ‚es‘ nur das ‚Grass‘ oder ‚Speed‘ gewesen wäre... (ebd.)

Wieder passen bei der Verbalisierung solcher Vorgänge seitens der Musiker anscheinend nur die Slangbegriffe, welche eine adäquate emotional-verbale Umsetzung dieser sozial-pharmakologischen Erfahrung bezeichnen:

"The performer 'turns on', 'takes off', 'soars'; he 'blows his mind', 'gets into something', 'grooves' and 'turns them (i.e. the audience) on', 'blows their mind' and the entire enterprise is 'out of sight', 'a trip', 'a whole new thing' " (Curry, 1968: 239).

Alle Musiker behaupteten nach dem Marihuana rauchen keine Probleme mit der Kontrolle ihres Instrumentes zu haben, sie könnten ohne Beeinträchtigung spielen (vgl. S. 240). Zudem hätten sie die Stücke ja oft geübt und so könnten sie diese auch auf Konzerten unter Marihuanaeinfluß relativ problemfrei reproduzieren. Marihuana und Amphetamine *"are used to intensify the experience and heighten susceptibility while at the same time allowing the performer to retain control over the instrument"* (S. 241). Seine Frage, warum sie so lange brauchen würden, die Instrumente zu stimmen wurden mit einem Verweis auf die hohe Luftfeuchtigkeit in den Clubs, Temperaturschwankungen etc. beantwortet (S. 240). Daß die Stimmprobleme vielleicht auch mit den Wirkungen der Droge zu tun haben, wird in

einem späteren Kapitel über veränderte Frequenzwahrnehmung klar werden (Kap.3.4 unten).

"... Rather than the Experience, the musician spends more time concentrating on the structure and logic of the number, which culminates in a type of hyperfocusing of attention" - durch Alterierung der Figur-Grund-Verhältnisse (S. 240). "Some Musicians refer to it as ‚being stoned‘ or ‚locked in‘ on the music, or the beat, or the lyrics, and will swear that they are helped to stay together"

2.3.3.3 Die Erweiterung der Musik in den audiovisuellen Raum

In der 'Psychedelic Music' der amerikanischen Westküste wurde das Element der ausgedehnten Improvisationen, aber auch Stockhausens Sound, - und Geräuschcollagen durch neue elektronische Klangerzeuger, wie Synthesizer und Effektgeräte in die Rockmusik integriert (Böhm, 1997: 70; Böhm, 1999). Während im Jazz der Aspekt des ‚making it‘ noch allein aus der Musik und dem Prozeß heraus entstehen sollte, wurde die Hyperfokussierung der Aufmerksamkeit hier zusätzlich noch durch multimediale Ereignisse im optischen, olfaktorischen und taktilen Wahrnehmungsfeld von Publikum und Performer evoziert. Der die psychedelische Musik und Kultur vornehmlich prägende Gebrauch von LSD und anderen Entheogenen bildet nach Curry jedoch mehr eine Art theologischen und philosophischen Bezugsrahmen für die Intentionen der Musiker (vgl. hierzu auch Taeger, 1988: insb.131ff). Durch eine intensive Auseinandersetzung mit Musik kann ein Musiker zu der Überzeugung kommen "... that sound is god, or that sound can stimulate some kind of variant mode of awareness when supported by proper rituals ... " (Curry, 1968: 241). So waren Psychedelic-Konzerte etwa der Greatful Dead Bestandteil der psychedelischen Ideologie und auch dieser Weltanschauung, "because the accompanying mental set of reference is very much a part of the psychedelic revolution" (ebd.)

Auf der Bühne kämen mit den Halluzinogen-Wirkungen aber nur solche Musiker klar, welche ein theoretisches und praktisches Wissen über pharmakologische Zusammenhänge und Funktionen hätten. Da Cannabis als ein eher mildes Psychedelikum eingestuft werden kann (Julien, 1997), sind jedoch hier die Ausführungen Curry's von Bedeutung, um den sozial-pharmakologischen Verwendungsrahmen hier zu verstehen.

"If the eagerly sought-after 'expansion of consciousness' means anything, it means hearing, feeling, tasting, and 'seeing' things in a more pronounced way than it is ordinarily possible. And the almost fanatic preoccupation with involving all the senses at once constitutes an assault on ego consciousness or everyday awareness, that, to my knowledge, is unequaled in our history..." (S. 241).

Auf die Hintergründe der ‚Psychedelischen Revolution‘, auf den Begriff der Bewußtseinsweiterung werde ich in Kapitel 2.4.2 unten nochmals zurückkommen.

So sieht Curry insbesondere in den ‚psychedelic shows‘ der 60er Jahre, z. B. während der langen Konzerte der Band *Grateful Dead*, den Versuch, solche ‚inneren‘ Erfahrungsdimensionen in der Musik durch Veränderung des Ambiente, entsprechende Lightshow, Räucherstäbchen, etc. in den Raum auszuweiten, um die Erfahrung eines „acoustic space“ umzusetzen und bei der Hörerschaft eine ‚Reise in den Klang‘ anzuregen.

„When an individual becomes aware of acoustic space, or when there is a hyperfocusing on sound (both of which can result from the psychedelics, pot and hashish, and the amphetamines), a profound reaction occurs in that individual. In terms of cognitive style, he is no longer orientating himself optically. Thus, when the musician or listener closes his eyes (as any Mozart fan can confirm) an attempt is being made to ‚get into the sound‘, to experience the simple reorientation that comes from shutting out flat visual space and responding to the ‚perception‘ of spherical acoustic. Space. This is a crucial aspect of many of the social rituals which have evolved from the psychedelic revolution (witness the elaborate corporate structure that has arisen to provide the essential artifacts – records, strobe lights, incense, glass beads, etc.)” (Curry, 1968: 241).

Curry sieht im spezifischen Mix der Instrumente auf einer Schallplattenaufnahme in welchem die Klangquellen räumlich separiert werden, den Versuch, die Illusion eines akustischen Raumes zu kreieren, - was insbesondere beim Hören der Musik über einen Kopfhörer offenkundig würde:

„The drums and bass guitar come into the left ear, the lead and the rhythm guitar into the right, and the vocals from the center of the forehead. All this creates a ‚spread‘ of sound – the illusion of space” (S. 241).

Auf die Auswirkungen von Cannabis auf die Hörwahrnehmung und mögliche Implikationen dieser Wirkungen auf Studioproduktionen soll später nochmals eingegangen werden (vgl. 3.5 unten).

Schließlich empfiehlt Curry anhand von EEG-Untersuchungen einen Einblick in die Auswirkungen dieser Aktivierungen auf die Gehirnfunktionen zu gewinnen (S. 242). Nun, fast dreißig Jahre nach Erscheinen dieses Artikels, wird mit der vorliegenden Arbeit ein explorativer Versuch gewagt, eine solche Untersuchung durchzuführen.

2.3.4 Zusammenfassung Perspektive I-III

Im Abschnitt 2.3 stand der sozial-pharmakologische Kontext des Marihuanagebrauchs bei Musikern im Vordergrund. Historisch betrachtet ist am Jazz

in der westlichen Hemisphäre die öffentliche Diskussion um den ‚recreational use‘ von Cannabis entstanden. Es wurde eine negative Verbindung von Drogenwirkungen und Musik konstruiert, für Interessen instrumentalisiert und Musiker für ihren Cannabiskonsum verfolgt. Der Lebensstil einer Subkultur geriet zu einer negativen gesellschaftlichen Projektionsfläche für gesellschaftspolitisch, stigmatisierende moralische Unternehmungen von Definitionsmächten. Cannabiskonsum wurde zu einem abweichenden Verhalten konstruiert. Musiker, welche Angehörige stigmatisierter Subkultur(en) waren, und insbesondere populäre Musiker wurden als Opinion-Leader dieser gesellschaftlichen Strömungen stigmatisiert und aufgrund eines augenscheinlichen, aber nicht nachgewiesenen Zusammenhangs der Anstiftung zum Drogenkonsum bezichtigt. Hierbei sind und waren die Songtexte von Musikern, welche ihre persönlichen Erfahrungen, Ansichten und ihren Lebensstil versprachlichen, Gegenstand der attribuierenden Beweisführung.

Die Wirkungen von Marihuana auf die Musikwahrnehmung sollte im Zusammenhang mit der Lebenswelt und der Entwicklung eines Lebensstiles verstanden werden, in welchem Musiker die Erfahrung machten, daß sich durch Marihuana ihr Musikempfinden veränderte. Marihuanawirkungen wurden in einem subkulturellen Zusammenhang erlernt und durch eine gemeinsame (Slang-)Sprache kodifiziert. Die Qualität der musikalischen Äußerungen wurde durch die Wirkungen der Substanz intensiviert, aber das Verständnis für diese Prozesse ist als ein Lernprozeß zu verstehen, welcher zwar individuelle Unterschiede zeigt, aber durch soziale, subkulturelle Kognitionen kartographiert und durch indexikalische Äußerungen vermittelt wird. Die Slangsprache der Jazzmusiker war einerseits Reaktion auf die Prohibition von Cannabis, vermittelte aber auch emotionale Qualitäten der Musik und des Lebensstils. In der Verbindung von Sprache und Musik verdeutlichte sich, was es für einen Jazzer bedeutete, auf seinem Instrument zu sprechen, d.h. seine musikalische Identität im improvisierten Spiel zum Ausdruck zu bringen.

Der emotionale Ausdruck wurde durch Cannabis intensiviert und ein anderes Verhältnis zur Zeitwahrnehmung entwickelt. Gerade das veränderte Verhältnis zur Zeitwahrnehmung verweist auf einen Beitrag der Cannabiswirkungen zu einer Veränderung der Bedeutung des Rhythmus‘ in der musikalischen Evolution. Dieser Zusammenhang kann hier nur hypothetisch formuliert werden und müßte noch eingehender untersucht werden. Im Jazz bekam der Rhythmus eine dominierende Funktion. Die Songs und ihre Harmonik, welche aus der europäischen Musiktradition stammte, wurden ausgeweitet und harmonisch differenziert. Der

persönliche Ausdruck, der ‚Sound‘ eines Musikers war entscheidend und Cannabis schien dabei behilflich zu sein. Die euphorisierenden Wirkungen von Cannabis ließen vorübergehend Selbstvertrauen und Selbsteinschätzung stärker werden und erweiterten hörbar die emotionale Skala der Ausdrucksnuancen.

Es konnten Wirkungen von Cannabis auf die Identität, die Stimmung, auf die Sprache, die interpersonellen Kontakte und auf die intra-musikalischen Kommunikationsvorgänge der Musiker isoliert werden (vgl. **Tabelle 2**). Die Wirkungen wurden von Musikern berichtet. Aldridge schlägt zum Verständnis der physiologischen Veränderungen durch Musik eine Isomorphie von biologischer und persönlicher Identität in der gehörten und gespielten Musik vor (Aldridge, 1989; Aldridge, 1996). Jede Person konstruiert ihre Realität als ein Experte ihrer Welt, durch ihre Art Mensch in der Welt zu sein und ist in eine improvisatorische Interaktion mit anderen eingebunden, in welcher Themen immer wieder neu variiert und erfunden werden (Aldridge, 1996; Aldridge, 1998). Nach diesem Verständnis lassen sich die Auswirkungen des Marihuanakonsums auf Identität und Kommunikation wie folgt in einer Liste kategorisieren

Tabelle 2: Identitätsbezogene Aussagen

Identität	Stimmung	Sprache	Interpersonelle Kontakte	Intra-musikalische Kontakte
gesteigertes Selbstvertrauen + Selbstsicherheit	Hemmungen werden abgebaut SH	Slang	Nestwärme BEC	besserer Kontakt zu den Mitmusikern WIN
Kreativ-Sein, Hip-sein WIN	Euphorie	Umkehrung von Bedeutungen SH/WIN	Gemeinsamer Lebensstil und gleiche Sprachsymbolik	Toleranz und Unterstützung der anderen MM
Ego-Kontrollfunktionen WIN	Energie geladen	adäquate Begriffe für die Erfahrung der Qualitäten	Spaß und Gelächter ARM	Simpatico – Empfindung erscheint verstärkt CUR
Persönlichkeitsstabilisierung WIN	Entspannung WIN	Gemeinsame Symbolik	Wärme ausstrahlen ARM	gemeinsamer ‚Break Through‘
Identifikation mit einem Vorbild WIN	Ängste abbauen SH/WIN	Schutzfunktion vor Polizei BEC		Helped to stay together CUR
Ein inneres ‚Zuhause sein‘	Empfindung der Leichtigkeit des Körpers SH	Abgrenzung BEC / SH		
Größeres Vertrauen in die	Keine Schwierigkeiten	Emotionale Prägung der		

eigene Leistung SH	mehr MM Meisterstimmung MM Glücksgefühl und Selbstsicherheit MM ,Making it‘ CUR Hot – eine gesteigerte Hitze des Ausdrucks BE	Begriffe Neue Begriffe für neue Erfahrungen		
Identität	Stimmung	Sprache	Interpersonelle Kontakte	Intra- musikalische Kontakte

Legende: ALD (Aldrich 1944); ARM (Louis Armstrong); BEC (Becker 1966/1973); BEH (H.J. Behrendt 1974); CUR (Curry 1968); HER (Herer 1993) MM (Mezzrow 1946); WIN (Winick 1961) SH (Shapiro 1988) In der Tabelle sind die Kernpunkte der Aussagen von Musikern zusammengefaßt. Die Zeilen bilden hier keinen Zusammenhang untereinander, und die Spalten sollen im Sinne einer Liste gelesen werden.

Viele positive Äußerungen von Jazzmusikern über Cannabis bezogen sich auf die Improvisation, auf die euphorische Stimmung und auf die intensivierete emotionale Qualität des musikalischen Ausdruckes.

Die Cannabiswirkungen auf die Musikwahrnehmung lassen sich als eine Hyperfokussierung der Aufmerksamkeit auf musikalische Prozesse verstehen, welche dem Musiker insbesondere die Zeitstruktur der Musik zugänglicher werden ließ. Cannabis hat Auswirkungen auf die subjektive Wahrnehmung des musikalischen Zeitraumes, welcher unter Einfluß der Wirkungen als gedehnt erfahren wird. Musik als Zeitgestalt wurde als spontan plastizierbar erfahren, und die Cannabiswirkungen ließen einen temporär intensivierten Zugang zu dem Zwischenräumen und Verhältnismäßigkeiten der Töne und Rhythmen zu. Dies wirkte sich in den Konzerten und Clubsets (Konzerte mit Pausen) positiv auf die Improvisationsprozesse aus, unterstützte sie bei ihrem Bestreben, eine Steigerung der Intensität ihrer Performance und temporäre Höhepunkte von Ausdruck und Virtuosität zu erreichen, um so das Publikum mitreißen zu können (,making it‘), und führte zu Momenten, in denen die Musiker auf ihrem Instrument ,zu sprechen begannen‘.

Tabelle 3: Musikbezogene Aussagen

Musik	Zeit	Rhythmus	Improvisation	Instrument	Hören
Bessere Jazzmusik spielen SH; play Cool Music WIN	Geschärfte Wahrnehmung ALD	Taktsicherheit MM	bessere Ideen SH; Ideenreservoir erscheint unerschöpflich MM	Konzentrationsver- stärker WIN	Verstärkte Wahrnehmung des Klangraumes CUR
richtigen Ausdruck von Musikpassagen MM	Zeit wird als gedehnt empfunden BEC	Exakteres Timing ALD	man kann nichts falsch machen HC	schlafwandlerische Sicherheit HC;	Reise in den Klang
Phrasen hatten mehr Kontinuität MM	Zeit vergeht schneller BEC	Bessere Variationsmöglichkeiten HER	Bessere Glissandi MM	trifft die richtigen Töne von selbst MM	Hyper focusing on Sound CUR
Intensivere emotionale Performance ALD	Jazz = gism Geschwindigkeit und Energie <i>BEH</i>	Mehr Rhythmus in einem Takt HER	Keine häßliche Note und keinen Mißklang mehr MM	Neue Höhepunkte der Virtuosität ALD	
Verstärkte Konzentration auf die Struktur der Stücke CUR		Mehr Noten in einem Takt möglich HER	grenzenlose Energie MM	Steigerung technischer Kompetenz ALD	
Hyperfokussierung der Aufmerksamkeit CUR		Grooving CUR	Begleitung und Grundtöne des Themas erscheinen vor dem inneren Auge MM	keine Probleme mit der Handhabung des Instrumentes CUR	
Erfahrung eines erweiterten 'acoustic space' CUR			Improvisationsidee kommt ohne Verheddern als gleichmäßige Sequenz heraus MM Ideenfluß überschaubarer Höherer Assoziationsreichtum CUR Sich im Spiel verlieren können	längere Stimmvorgänge CUR Der Musiker 'spricht' auf seinem Instrument <i>BEH</i>	

			CUR Sehr intensive, gewaltige Stimmung CUR Transzendente Momente; Break through; Making it CUR Spontanität und Vitalität BEH		
Musik	Zeit	Rhythmus	Improvisation	Instrument	Hören

Legende: ALD (Aldrich 1944); ARM (Louis Armstrong); BEC (Becker 1966/1973); BEH (H.J. Behrendt 1974); CUR (Curry 1968); HER (Herer 1993) MM (Mezzrow 1946); WIN (Winick 1961) SH (Shapiro 1988) In der Tabelle sind die Kernpunkte der Aussagen von Musikern zusammengefaßt. Die Zeilen bilden hier keinen Zusammenhang untereinander und die Spalten sollen im Sinne einer Liste gelesen werden.

Der Jazzmusiker schätzte - nach all den bisherigen Materialien zu urteilen - vornehmlich die euphorische Qualität des Cannabisrausches, also nach Baudelaire die erste Phase der Cannabiswirkungen. Die (psychedelische) Musikkultur der 60er Jahre hingegen fokussierte die Kreation von Klängen (Sounds) und bevorzugte eher die zweite Phase, die kontemplativen, bewußtseinserweiternden Anteile der Cannabiswirkungen. Letzteres soll im folgenden Abschnitt dieses Kapitels bearbeitet werden.

2.4 Perspektive IV: Drogen und Musik in den 60ern

„Certain drugs called psychedelics, especially LSD and psilocybin ... often produce peak experiences in the right people under the right circumstances.“ Abraham Maslow in (Boyd, 1992: 203)

2.4.1 Erfahrung und persönliches Wachstum

Der Psychiater Ronald D. Laing, - als ein Vertreter des ‚personal Growth Movement‘ -, veröffentlichte in den 60er Jahren ein Buch mit dem Titel: *„Die Phänomenologie der Erfahrung“*. In diesem Buch stellte er den Wert der Erfahrung für die persönliche Entwicklung und Lebensperspektive dar. Evidenz- und Grenzerfahrungen waren für ihn solche tiefgehenden persönlichen Erfahrungen, welche den Menschen auf seinem Weg eine Richtung gaben und als Referenz für die eigenen emotionalen und intellektuellen Bewertungen dienen (Laing, 1969). Menschen wünschen sich sowohl körperliche und soziale Bedürfnisversorgung als auch existentielle Sicherheit, wollen aber ihr Handeln und Dasein nicht allein von der Notwendigkeit bestimmen lassen. Sie möchten sich in Situationen befinden, welche für sie eine Bedeutung haben, ihr Dasein und Handeln mit Sinn ausstatten, sie möchten sich selbst aktualisieren und persönlich wachsen (Maslow, 1943).

In einem solchen Prozeß entwickeln sich Referenzsysteme, die als Bewertungsgrundlage für die Qualität der eigenen und die Handlungen der anderen dienen, es entwickeln sich Erfahrungsprofile mit der, auf diesem Wege selbst konstruierten Realität (Kelly, 1955). Es sind individuelle Erfahrungen und Entwicklungen, welche in der Innenwelt der Person stattfinden und einen Einfluß auf die Werthaltungen der Person ausüben, eine Perspektivveränderung bewirken und zu einer Überzeugung werden.

Die Frage *"Are you experienced?"* stellte auch den Titel für die Debüt-LP der *Jimi Hendrix Experience* und verwies auf ein solches mentales Milieu, welches die Aufbruchsstimmung der 60er Jahre kennzeichnete, in welcher Cannabis sich in der Popkultur etablierte. Der Joint und die Hanfpflanze wurden dabei zu einer Art Symbol der ‚Counterculture‘ für die Selbsterfahrung (Hollstein, 1981). Der noch von den Existentialisten geprägte handlungsbezogene, situationsethische Relativismus, ließ die ‚Blumenkinder‘ der 60er Jahre im Sinne Rousseaus‘ allein die persönliche Erfahrung im Umgang mit den Dingen, der Natur und den Menschen (Rousseau, 1762) anerkennen. Ein Verstehen und Nachvollzug wäre nur dem möglich, der in einer ähnlichen Situation war und ähnliche Erfahrungen und Erkenntnisse machte (Wilson, 1988). Daß schon der Begriff des ‚Joint‘ den Aspekt des gemeinsamen Erlebens meint, umschrieben bereits die Jazzer der 30er Jahre und insbesondere dann die Folk- und Protestsänger der frühen 60er Jahre (vgl. 2.2; 2.3.3 oben). Eine Erfahrung a posteriori zu haben, bedeutete mehr, als einen erlernten Inhalt a priori zu kognizieren, reproduzieren oder zu repetieren, denn bei der Erfahrung geht das ‚Probieren über das Studieren‘, es geht um die eigene Erfahrung (Baker, 1999). Die Sinnlichkeit der Kultur vermittelt sich über die Sinne als eine individuelle Erfahrung und der erfahrende, „pathische Leib“ (Buytendijk, 1967) läßt gesellschaftliche und persönliche Realität sinnlich erfahren und erleben.

So können Situationen entstehen, die dem Berauschten ‚etwas zu sagen‘ haben, einen veränderten Bewußtseinszustand kennzeichnen, die dem ‚Angetörnten‘ eine persönlich evidente Grenzerfahrung vermitteln (vgl. Boyd, 1992) und einen nachhaltigen Einfluß auf die Persönlichkeitsentwicklung haben (Doblin, 1998; Grof, 1983; Leary et al., 1964; Leuner, 1981; Rätsch, 1992b). Wobei dies geschieht, hängt u.a. von dem Lifestyle und den Vorlieben der Person ab. Die psychoaktive Wirkung des Hanf ist aber nicht die Erfahrung selbst. Der Hanf ist nicht der alleinige Auslöser dieser psychonautischen Prozesse, sondern agiert scheinbar als ein *"aktives Placebo"*, wie Andrew Weil in seinen Buch über das erweiterte Bewußtsein resümierte (Weil, 1998: 96). Cannabis agiert hier als ein Vergrößerer

dessen, was schon in der Person angelegt ist und wovon sie Gebrauch machen will und scheint eher eine Verstärkung der Erfahrung besonderer Augenblicke zu bewirken.

Die ‚psychedelische Revolution‘ brachte diese Welt der Erfahrungen auf einen gemeinsamen pharmakologischen Nenner: „*Turn on, Tune in, Drop out!*“, Leary’s Slogan, zusammen mit Marshall McLuhan entwickelt, verhiess die Möglichkeit einer bewußten gezielten Umkonditionierung der eigenen Persönlichkeit (Leary, 1997). Da durch psychedelische Substanzen ‚andere‘ Wirklichkeiten erlebt werden konnten und die persönliche Erfahrung entstand, daß sich das Alltagsbewußtsein an einen ‚Realitätstunnel‘ haftet, welcher auf ein Funktionieren innerhalb eines erlernten, sozial tradierten Verhaltenskodex ‚konditioniert‘ ist und demnach das individuelle Verhalten ein nahezu ‚programmiertes‘ In- und Output-Verhalten von sozialen Spielregeln sei, dann bedeutete Zeit und die Gegenwart des ‚Hier und Jetzt‘ zu genießen, gemeinsam mit anderen ‚Sex and Drugs and Rock’n Roll‘ zu erleben, aus einem solchen konventionellen sozialen ‚Prägungsprogramm‘ auszusteigen (Leary & Wilson, 1981; Lee & Shalin, 1992; Shapiro, 1988).

2.4.2 Psychedelic Research – Modellpsychose und Psychotherapie

Das Ziel des ‚Growth Movements‘ war Individualität, Selbsterfahrung und Persönlichkeitsentwicklung, war ein Blick und eine Reise nach innen. Eine ‚Beschleunigungshilfe‘ psychonautischer Entdeckungsreisen und Entwicklungsprozesse konnten die psychedelischen Substanzen anbieten. Dies hatte sich ja schon in den Psychedelika-Forschungen der 50er und frühen 60er Jahre zeigen können, in denen zumeist stärkere Psychedelika, wie LSD, Psilocybin, Peyote, Meskalin, etc. im Rahmen der Psychotherapie und in der Modellpsychosenforschung eingesetzt und erforscht wurden. Die relativ hohen Erfolge bei Verringerung der Rückfälligkeit von Straftätern (Doblin, 1998) und Alkoholikern boten eine Hinweis auf die Effektivität der psychedelischen Therapieverfahren (vgl. Grof, 1983; Leuner, 1962; Melechi, 1997; Weil, Metzner & Leary, 1965).

2.4.2.1 Modellpsychosenforschung

Wie in der Einleitung bereits kurz angerissen, hatte der Pariser Arzt Moreau de Tours schon im letzten Jahrhundert durch die Beschreibungen der Cannabiswirkungen von Literaten wie Baudelaire oder Gautier im ‚Club de Haschischin‘ eine Innenansicht der möglichen Erlebnisse und Bewußtseinsinhalte bei der Entfremdung von gewöhnlichen mentalen Prozessen, wie z.B. bei der

Schizophrenie erhofft (Moreau de Tours, 1845). Durch die Entdeckung von LSD wurde dieser Faden in den 50er Jahren wieder aufgenommen, und durch gezielte Psychedelikagaben eine sogenannte Modellpsychose ausgelöst, mit der analoge Modelle der produktiven Phasen einer Schizophrenie qualitativ erforscht und beschreibbar werden sollten.

Auch Cannabis wurde auf seine Funktionalität für die Modellpsychosenforschung überprüft. 1958 gab Ames zehn cannabisunerfahrenen Mitarbeitern eines medizinischen Institutes oral verschiedene Cannabisdosierungen, sammelte dabei physiologische Daten und interviewte die Versuchspersonen vorher, während und nach dem Experiment über ihre Erfahrungen. Er beschrieb vorübergehende Veränderungen von visuellen, zeit- und raumbezogenen Wahrnehmungsvorgängen, Veränderungen des Körperschema, Depersonalisationsvorgänge, gesteigerte Euphoriegefühle und beobachtete klinische Veränderungen wie Trockenheit des Mundes, Paresthesien in den Fingern und Zehen, Augenrötungen, Bewegungsunsicherheiten, etc. Alles in allem ließ sich aber kein einheitliches Wirkungsprofil erkennen, die Wirkungen auf Psyche und Bewußtsein waren abhängig von der Persönlichkeit und dem Temperament der untersuchten Individuen (Ames, 1958: 993) Keine der Versuchspersonen war jedoch im Sinne der Modellpsychose *„ernsthaft konfus“* (Ames & Castle, 1996), alle waren sich über Zeit, Ort und ihre Person noch im klaren und so resümierte Ames, daß Cannabis eher als ein schwächeres Psychedelikum für die Psychotherapie sinnvoll eingesetzt werden könnte. Die veränderte Wahrnehmung, welche durch den Konsum psychoaktiven Hanfs eintritt, ist je nach THC-Anteil auch ein Ergebnis der psychedelischen, also der ‘bewußtseinserhellenden’ Wirkung (Metzner, 1992).

2.4.2.2 Psychotherapie und Bewußtseinserweiterung

Psychedelika wurden u.a. von der Psychotherapieforschungsgruppe um Leary von 1960-1962 am ‘Harvard Psychedelic Research Institute’ verwandt, um die Persönlichkeit vorübergehend von den neurophysiologischen Kontrollprogrammen und den genetischen und kulturellen Filtern zu befreien,

„die auf völlig unmerkliche Weise unsere gewöhnlichen Wahrnehmungen von der Welt beherrschen, ..., in dem es das Milieu für die Verarbeitung von Informationen im Bereich des Gehirns und der Sinneswahrnehmungen verändert“ (Metzner, 1992).

Huxley verstand und beschrieb die Wirkung psychedelischer Drogen in Anlehnung an Broadbents Filtertheorie der Aufmerksamkeit (Broadbent, 1958) als eine Öffnung der ‘Wahrnehmungspforten’ (Huxley, 1980), als eine Erweiterung des

Bewußtseins durch vermehrt und ungefiltert ins Bewußtsein einfließende Information. Emrich erklärt die Wirkungen psychedelischer Substanzen durch eine Schwächung des Zensurfaktors bei der Auswahl der Wahrnehmungsinhalte (vgl. 3.3.2 unten). In seiner Drei-Komponenten-Hypothese wird die auch schon von Keidel vorgeschlagene Optimierungsfunktion der Sinnesorgane, im Sinne kybernetischer Feedbacksysteme (Keidel, 1975) bei der efferenten und afferenten Informationsübermittlung in drei Komponenten gegliedert: 1.) Sinnesdaten 2.) Konzeptualisierung 3.) Zensur irrelevanter Informationen (vgl. Emrich, 1990). So wird im sogenannten ‚Normalzustand‘ ein großer Anteil der Sinnesinformationen durch die optimalisierenden ZNS-Filterfunktionen zensiert, d.h. sie gelangen nicht ins Bewußtsein. Durch die psychedelischen Drogen wird die filternde Tätigkeit der hemmenden Neurone geschwächt, d.h.,

„daß mehr Material aus dem Unbewußten, aber auch mehr Material aus der Umgebung ungefiltert ins Bewußtsein vordringen kann und dadurch im Bewußtseinshorizont auftaucht“ (Emrich, 1990 :59).

In der Psychotherapie wurden Psychedelika demnach als ein Aktivierungsmittel eingesetzt, durch welches die neurologischen Filtersysteme der Wahrnehmung temporär erweitert oder entkräftet werden (Huxley, 1980). Die Psychedelika rufen eine reiche Assoziationsflut an tiefer liegenden Erinnerungen, imaginierten Bildern und Emotionen hervor, welche im therapeutischen Setting zu intensiven Auseinandersetzungen mit der eigenen Vergangenheit und dem gegenwärtigen Zustand führten und aufgearbeitet wurden (Leary, 1997). Im Sinne von C.G. Jung davon ausgehend, daß das Wissen der Menschheitsgeschichte als psychogenetische Erbinformation im kollektiven Unbewußten zugänglich ist, aber der Alltagswahrnehmung in Momenten der Transzendenz offen steht, sollten Erfahrungen gemacht werden, welche eine Bewußtseinsoffenbarung, eine Bewußtseinszerhellung ermöglichen und *„einen Einblick in die spirituellen Grundgegebenheiten des Universums im allgemeinen und die ganz individuelle Bestimmung im besonderen“* (Metzner, 1992: 71) bieten.

Zur therapeutischen Begleitung sind Kartographie und Topographie der veränderten Bewußtseinszustände erarbeitet worden (Fischer, 1971; Grof, 1992; Grof, 1993), wie auch ein psychologisches Befragungsmanual, mit welchem *„ätiologie-unabhängige Strukturen veränderter Wachbewußtseinszustände“* (Dittrich, 1985) in drei Dimensionen erfaßt werden können. So lassen sich die verschiedenen Topoi der Erfahrungen für die Psychotherapie inhaltlich eingrenzen, und geben dem Therapeuten eine Art ‚Leitfaden‘, mit dem er sich durch die möglichen

Dekompensierungsformen und Erfahrungsschilderungen seiner Patienten navigieren kann.

Durch die zunehmende Popularisierung wurde aber die Verwendung von Psychedelika Ende der 60er Jahre verboten. Nur über sehr aufwendige Genehmigungsverfahren waren die Substanzen für Therapie und Forschung weiterhin zugänglich.

2.4.3 Set und Setting I

Die Erfahrungen mit Psychedelika wurden von Religionswissenschaftlern als "Instant Mysticism" kritisiert (Bourguignon, 1973), jedoch sollten diese Prozesse im Sinne der Psychotherapie immer im Kontext eines angemessenen therapeutischen Set und Settings ausgelöst werden (Eisner, 1997). So konnten die psychedelischen Erfahrungen dann durch nachfolgende Gespräche sinnvoll in die Persönlichkeitsentwicklung integriert werden. Zudem war bei zu starken Dosierungen oder Reaktionen immer die Möglichkeit gegeben, den ‚Trip‘ durch entsprechende Mittel wieder abubrechen (Bonny & Pahnke, 1972).

Metzner führt aus, dass die psychoaktiven Substanzen in den traditionellen Systemen der Bewußtseins transformation wie Schamanismus, Alchimie oder fernöstliche meditative Praktiken wie Yoga immer als ein Sakrament angesehen wurden, als ein Mittel die Erfahrungen innerhalb der jeweiligen Systematik zu intensivieren. Die weißen Kolonialisten, welche die religiösen Praktiken nicht verstanden, sie als 'heidnisch' abtaten, übernahmen nur die Substanz im Sinne eines Genußmittels, nicht aber die Zeremonien, in denen sie eingesetzt wurden. In den Zeremonien ging es darum, die Einheit von Religion und Natur, von Heilkunst und Psychotherapie an Körper, Seele und Geist in der Gemeinschaft zu erfahren und zu behandeln. *Nach* den Zeremonien wurden die Substanzen auch bei den abschließenden Festen ausgegeben und waren somit aber weiterhin Teil der gesamten Zeremonie (Metzner, 1992).

2.4.3.1.1 Set und Setting als Element der Popkultur

„Everybody’s smoking but no one’s gettin’ high..“ John Lennon 1980

Die von Metzner beschriebenen ‚Party‘-Aspekte wurden in der profanen Anwendung als Genußmittel seitens der westlichen Zivilisation säkularisiert, denn die zu Beginn mehr therapeutisch intendierte Erweiterung des Bewußtseins mit Hilfe von Psychedelika popularisierte sich im Laufe der ‚psychedelischen Revolution‘ der sechziger Jahre (Kupfer, 1996b; Melechi, 1997). Einen Anteil an dieser

Entwicklung hatte sicherlich die durch die Massenmedien populär gemachte Hippiekultur der 60er Jahre. War in der Blütezeit der Hippiekultur (1962-1965) der kollektive Drop-out durch gemeinsamen Psychedelika-Konsum noch ein soziales Experiment in einem relativ geschützten und überschaubaren, rituellen Kontext, war ab 1966 der Zustrom von Pharmako-Abenteurern und neugierigen Schaulustigen nicht mehr integrierbar. So hatten die Hippies selbst schon im Oktober 1967 den populären ‚Medien-Hippie‘ in einer Performance auf der Haight-Asbury Street öffentlich verbrannt und die Hippiekultur symbolisch zu Grabe getragen (Kupfer, 1996b).

Psychedelisch orientierte Therapieansätze betonten die Notwendigkeit eines empathischen Settings (Eisner, 1997; Leary et al., 1964), weil alle Umgebungsfaktoren auf das psychedelisch verstärkte Erleben einwirken und Bedeutung für die Person haben (Rätsch, 1992a). Die Beachtung von geographischen Gegebenheiten, Berücksichtigung der Qualitäten des Ortes und der persönlich ‚richtigen‘ Zeit für den Klienten, sind für eine psychotherapeutisch orientierte, psychedelische Sitzung von Bedeutung. Viele Traditionen strebten die Verbindung von bewußtseinsverändernden Substanzen, rituellen Handlungsräumen und somit eine Kontextualisierung von äußerer und innerer Erfahrung unter Anleitung und Führung durch einen Lehrer im rituellen Kontext an (Rätsch, 1992b). Musik funktioniert hierbei u.a. als mentales ‚Fortbewegungsmittel‘, welches die ‚Reisenden‘ durch den rituellen Kontext führt (Dobkin deRios & Katz, 1975; Katz & Dobkin deRios, 1971).

In der Gegenkultur der Hippies in den frühen 60er Jahren veränderte sich die Einstellung vom geführten Setting zu einer risikobereiten Settingerfahrung im ‚hier und jetzt‘ Vorgefundenen (Wolfe, 1989). Elemente des Settings der psychedelisch orientierten psychotherapeutischen Verfahren wurden für öffentliche Inszenierungen verwendet und künstlerisch weiterentwickelt (Leary, 1997). Dieses Element der gezielten Kontextualisierung der Erfahrung findet sich, wie in [2.3.3.3.3 oben](#) schon beschrieben, auch in den multimedialen Umgebungen psychedelischer Musikperformance der 60er Jahre (Böhm, 1999; Curry, 1968) oder moderner Rap-, Techno- oder Jazzmusik der 90er Jahre (Rätsch, 1995d; Rätsch, 1995e), ist somit ein popkultureller Bestandteil der musikalischen Aufführungspraxis geworden. In Eichel's Untersuchung zeigten sich Unterschiede in den Konsummustern und -Quantitäten von Klassik -, Jazz-, und Rockkonzertbesuchern. Insbesondere ein Rockkonzertbesuch schien ein adäquates Setting für den Konsum zu sein (Eichel & Troiden, 1978), zumindest noch 1978. Hier ist aber der kulturelle Kontext eines

Konzertes, der Musikszene oder Peergroup entscheidend (Taeger, 1988) und nicht die therapeutische Führung durch einen Lehrer und die Musik. Waren die psychedelischen Konzertereignisse der 60er und 70er Jahre auch von den Musikern als ein Ort für psychedelische Erfahrungen geplant (vgl. 3.5.3 unten), bezweifelt Hess, ob ein heutiges "perfekt inszeniertes Massenspektakel" ohne Raum für improvisatorische Elemente für eine "fruchtbare psychedelische Erfahrung" der richtige Ort ist (Hess, 1992: 136).

Tom Wolfe beschrieb in seinem Buch *"The Electric Cool Aid Acid Test"* die Geschichte Ken Kesey's und seiner fahrenden Hippiekommune - den *Merry Pranksters* - in bunt angemalten Bussen quer durch Amerika (Wolfe, 1989). Die Verbindung von Lebensstil und Drogenerfahrung wurde hier Anfang der 60' in politische Dimensionen erweitert. Unter Set und Setting verstanden sie immer die Situation, in der sie sich gerade befanden.

"Leary und Alpert predigen die ,inneren und äußeren Umstände'. Alles am LSD-Nehmen, das heißt daran, ein erfolgreiches, Freakout-freies LSD-Erlebnis zu haben, hinge von den inneren und äußeren Umständen ab. ..."

Nach einer Beschreibung einer kostspieligen Inneneinrichtung, angefangen von turkmenischen Wandbehängen, griechischen Ziegenlederteppichen, bis zur feierlichen Mozartmusik wird Kesey ironisch:

"...kurz gesagt: nimm es im abgeschiedenen Penthaus-Landsitz eines 60 000 Dollar Bohemians ... Scheiß drauf ! Das zementierte doch bloß die Verdauungsschwierigkeiten der Vergangenheit, die ewigen Verzögerungen bei etwas, was jetzt passieren sollte. Laß die Umgebung so unheiter und grell sein wie Pranksterkünste sie nur schaffen konnten und laß die inneren Umstände bloß das sein, was du gerade im Kopf hast,"(Wolfe, 1989: 260/1) zitiert in (Kupfer, 1996b: 351).

Das Modell der Bewußtseinsweiterung auf die politische und kulturelle Gegenwart zu übertragen und die Aufforderung es ,hier und jetzt' zu erleben, ,es zu tun' (Jerry Rubin), war einerseits zwar eine ,zeitgemäße' Erweiterung der Ideen von Set und Setting, brachte aber die Gefahr mit sich, das extreme Rauscherfahrungen von unerfahrenen oder insbesondere von prämorbidem, vulnerablen Menschen nicht aufgearbeitet werden konnten. Für manche endete die zu naiv oder exzessiv betriebene ,Magical Mystery Tour' in der Großstadt leider in einem längeren Klinikaufenthalt, wie z.B. bei Syd Barrett, dem ehemaligen Sänger und Mitgründer der Band *Pink Floyd*. Er galt als die treibende, kreative Kraft der Band und hatte in zwei Jahren Popgeschichte geschrieben, um schließlich auf der Bühne die Lichter

anzustarren, und nur noch einen einzigen Akkord durchzuspielen (Whiteley, 1997: 125).

Daß solche Grenzerfahrungen in den Alltag integriert werden müssen, war aber ein zentrales, therapeutisches Agens psychedelischer Therapieansätze (Eisner, 1997). Im Zusammenhang mit der lang andauernden und leider auch politisch geführten Diskussion um cannabisinduzierte Psychosen weist der Psychiater Peter Hess, mit Bezugnahme auf die Untersuchungen von Grof (Grof, 1993) darauf hin, daß die Auslöser von psychotischen Episoden bei prämorbidem Persönlichkeiten, oft genug Erfahrungen eines veränderten Wachbewusstseinszustandes und Realitätserlebens waren, welche von der betroffenen Person nicht sinnvoll in ihr Leben integriert werden konnten (Hess, 1995: 171).

2.4.4 Zusammenfassung Perspektive IV

Im Abschnitt 2.4 wurde der Versuch unternommen die kulturelle Nutzung der psychoaktiven Wirkungen von Cannabis in den kulturellen und geistigen Strömungen der 50er und 60er Jahre zu verorten. Cannabis (und hier aus Kontextgründen auch LSD) wird dabei mehr von seinen psychedelischen Wirkungen her betrachtet.

Die 'Wachstumsbewegung' legte besonderen Wert auf die persönliche Bedeutung der Erfahrung im Gegensatz zu einem erfahrungslosen, a priori vermittelten Wissen. Die Erforschung von Psychedelika entwickelte Umgangsmodelle mit tief gehenden Erfahrungen, welche die eigene Wahrnehmung und die persönliche und soziale Realität in Frage stellte. Das Verfahren von Set und Setting ermöglichte einen gezielten Umgang mit diesen Erfahrungsebenen. Die popkulturellen Entwicklungen in Kunst, Literatur und Musik postulierten Ideen einer mehr körperbezogenen Erfahrungswelt und psychoaktive Substanzen dienten als Begleiter und als Intensivierung der individuellen und sozialen Prozesse. Popularisierung und Vermarktung der Jugendkultur verwässerten die Ideen zu Klischees, welche den Zusammenhang von Situation und Bedeutung des Drogengebrauchs im Sinne einer Bewußtseinsweiterung außer acht ließen.

Für die vorliegende Untersuchung bedeutet dies, um eine möglichst Lebenswelt – und Phänomen gerechte Abbildung der Wirkungen zu erreichen, es sollte ein empathisches Setting realisiert werden, welches die situative Qualität der psychedelischen Wirkungen von Cannabis berücksichtigt.

3 Experimentelle Untersuchungen mit Cannabis in Bezug zur Musikwahrnehmung

Im vorherigen Abschnitt haben wir vornehmlich von Musikern, ihren Cannabiserfahrungen, ihrer Musik und dem kulturellen Kontext gelesen, in welchem die Erfahrungen gemacht wurden. In diesem Kapitel wollen wir uns nun mit Cannabisuntersuchungen beschäftigen, welche die Musikwahrnehmung tangieren. Finden sich Hinweise, welche uns einem cannabisspezifischen Profil der Musikwahrnehmung näher bringen? Erst werden wir durch Veränderungen im Seashore-Test auf den Rhythmus hingewiesen (Kap. 3.1.1), finden Ergebnisse zu einer veränderten Zeitwahrnehmung (Kap. 3.2) und eine für die psychedelischen Wirkungen typischen Schwächungen der Zensurfunktion bei der Auswahl von Sinnesinformationen und lebhafter Zunahme der Vorstellungskraft (Kap. 3.3). Danach wird aus den Untersuchungen eine veränderte Metrik in der Zuordnung von Intensitätsempfinden deutlich werden, es werden verstärkt höhere Frequenzbereiche bevorzugt und die Zwischenräume zwischen den Tönen scheinen sich zu dehnen (Kap. 3.4). Es finden sich Hinweise auf eine verstärkte Zusammenarbeit auditorischer und visueller Funktionen, auch von Synästhesieerlebnissen wird zu berichten sein. Cannabis scheint die Wahrnehmung der Relationen des musikalischen Zeitraumes vorübergehend deutlich zu verändern (Kap. 3.5 unten). Aus diesen Untersuchungen läßt sich eine Vorstellung gewinnen, was der Cannabisrausch für Musiker und Hörer an Veränderungen bringt.

3.1 Untersuchungen der musikalischen Wahrnehmungsfähigkeiten

Morrow untersuchte 1944 anhand der acht Kwalwasser-Dykema-Musiktests 54 Personen, davon 36 erfahrene Konsumenten, auf ihre musikalische ‚Begabung‘. Geprüft wurde die tonale Erinnerung und tonale Bewegung, die Qualitäts-, Intensitäts-, Rhythmus-, Tonhöhen- und Zeitunterscheidungsfähigkeit wie auch melodische Vorlieben. Eine Addition der jeweiligen Testergebnisse repräsentierte keine Verbesserung der musikalischen Fähigkeiten, weder bei Musikern noch bei den Nichtmusikern (Morrow, 1966: 338).

3.1.1 Untersuchungen mit dem Seashore-Test

Der Seashore-Test ist sicher nicht unbedingt das geeignete Instrument, um eine Verbesserung musikalischer Fähigkeiten durch Marihuanakonsum zu untersuchen. Der Seashore-Test berücksichtigt lediglich sensorisch-musikalische Kapazitäten und läßt somit die Einflüsse der Aufführungs-, Spiel und Übungspraxis, welche die ganze Person in ihrer situativen Gestimmtheit beeinflusst, außer acht. Doch wurde dieser Test sowohl in der Untersuchung von Knight Aldrich, als auch in der Untersuchung von Homer Reed eingesetzt (vgl. 3.1.1.2). Wie dem auch sei, es zeigte sich eine Tendenz.

Der erste Testteil beinhaltet Aspekte der Tonwahrnehmung. Die Personen sollen anhand von jeweils 50 Tonpaaren bestimmen, ob die zweite Note höher oder tiefer als die erste war (Pitch), oder lauter/leiser (Loudness), oder ob sich die Klangfarbe (Timbre) oder die Dauer (Time) geändert hatte. Dann folgt ein Testen des Rhythmus‘ und der tonalen Erinnerung. Im ersten Testlauf werden zwei Rhythmuspaare verglichen und gefragt, ob das zweite sich geändert hatte und bei der tonalen Erinnerung soll aus zwei normalerweise gleichen Tonmustern herausgefunden werden, ob sich in einem Muster etwas tonal verändert hatte.

3.1.1.1 Seashore Untersuchung 1 - Aldrich

Im Jahre 1944 wurden von Aldrich zwölf Freiwillige getestet (Aldrich, 1944). Sie alle waren Gefangene, die Strafen wegen Marihuanadelikten verbüßten und eine durchschnittliche Drogenerfahrung von neun Jahren aufwiesen. Nur zwei dieser zwölf Kandidaten waren Musiker. Zwei andere Kandidaten gaben an, ‚musikalische Ambitionen‘ zu haben. Als Stimulans wurden 60 mg des oben bereits erwähnten Pyrahexyl verwendet (vgl. 2.3.3.2). Der Testlauf wurde dreimal, im Abstand einer Woche durchgeführt, zweimal ohne Substanz. Beim dritten Durchlauf wurde der Test 4.5 Std. nach Verabreichung der Substanz auf dem als der Marihuanawirkung äquivalent betrachteten Wirkplateau ausgeführt.

Nach dem sich im zweiten Test die Ergebnisse verbesserten, kehrte die Testleistung unter Pyrahexyl zu den Eingangsergebnissen zurück, lediglich die Rhythmuserkennung (Rhythm) hatte sich bei 30 erreichbaren Punkten um minimal (0,1 Punkte) verbessert, hier jedoch ohne großen Aussagewert (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Durchschnittliche Response Seashore-Test (Aldrich, 1944: 432)

Versuche (Intervall eine Woche)	Pitch (50)	Loudness (50)	Rhythm (30)	Time (50)	Timbre (50)	Tonal Memory (30)
First Trial	35,9	39,2	23,4	34,7	41,8	21,2
Second Trial	37,3	40,5	24,1	36,7	43,1	23,3
After Pyrahexyl	35,3	39,8	24,2	33,9	41,9	21,8

Legende: N=12; Zahlen in Klammern = erreichbare Punktzahl

Acht der zwölf Personen waren überzeugt unter Marihuana besser abgeschnitten zu haben, drei glaubten nicht besser zu sein und eine Person ‚wußte nicht genau‘. Der Test zeigte aber bei neun Personen eine Verschlechterung im Vergleich zum zweiten Testlauf.

Einer der Musiker, ein professioneller Saxophonspieler, sagte nach dem Marihuana-Testlauf folgendes: *“I am convinced I was better ... I’m sure it does on my horn as I hear the notes more distinctly”* Die ‚Medicine‘ hätte ihn zwar nicht so ‚high‘ gemacht wie sonst – *“about three-fourth I’d say”* (Aldrich, 1944: 432/3). Hier sind seine Ergebnisse:

Tabelle 5: Seashore-Testergebnisse eines professionellen Saxophonspielers

Versuche (Intervall eine Woche)	Pitch (50)	Loudness (50)	Rhythm (30)	Time (50)	Timbre (50)	Tonal Memory (30)
First Trial	33	43	26	39	44	27
Second Trial	40	47	24	39	47	29
After Pyrahexyl	33	46	26	35	44	27

Legende: Saxophonspieler; Zahlen in Klammern = erreichbare Punktzahl

Aldrich schließt aus den Testergebnissen und Bemerkungen der Testpersonen das Pyrahexyl

“appears to improve an individual’s subjective impression of his own musical ability rather than the ability per se as measured by the Seashore-Test” (Aldrich, 1944: 433).

Zu bemerken wäre hier m.E. die minimale Sensitivitätssteigerung der Rhythmuserkennung, welche leider nur bei genauer Betrachtung der Rohdaten einen Rückschluß auf die von Jazzmusikern (vgl. 2.3.3.3.1) angesprochenen Zeitwahrnehmungsveränderungen und insbesondere auf die Rhythmuserkennung zulassen würde. In dieser Testreihe zeigte sich, daß sich durch den Einfluß von Pyrahexyl 4.5 Std. nach der Einnahme der Droge keine generelle Verbesserung einstellte. Eine Verbesserung könnte hier aber auch durch einen Übungseffekt zu erwarten sein. Daß die Konsumenten in Aldrich’s Studie sich nicht verbesserten, kann möglicherweise auch in der Versuchsdurchführung begründet sein, nach

welcher die Versuchspersonen erst 4.5 Std. auf den Einsatz der Wirkungen warten sollten, bis der Test durchgeführt wurde.

3.1.1.2 Seashore Untersuchung 2 - Reed

In einer Untersuchung von Reed, in welcher kognitive Funktionen von zehn Gewohnheitskonsumenten (heavy users) mit zehn Gelegenheitskonsumenten (casual users) in drei Testläufen über 26 Tage verteilt verglichen wurden, kam im Rahmen einer Testbatterie auch der Seashore-Rhythm-Test zur Verwendung (Reed, 1974). Details der gesamten Studie über den Marihuanagebrauch finden sich bei (Mendelson, Rossi & Meyer, 1974). Über musikalische Betätigung oder Vorlieben der Versuchspersonen läßt nichts herausfinden. Im ersten Testlauf des Seashoretestes (1. Tag der gesamten Studie) waren die Personen ohne Marihuanaeinfluß. Im zweiten Durchlauf (22./23. Tag) hatten sie noch Restmarihuana vom Vortag ‚im Blut‘ und im dritten Durchlauf (26. Tag) bekamen sie eine nicht näher spezifizierte Marihuanazigarette. 30 Minuten nach dem Rauchen begann die Testbatterie.

Tabelle 6: Seashore-Rhythm-Test; Vergleich Heavy / Casual Users (Reed, 1974: 111/2)

	Seashore-Rhythm-Test- Ergebnisse "Heavy Users" (N=10)	Seashore-Rhythm-Test- Ergebnisse "Casual Users" (N=10)
1. Test (1.Tag der gesamten Studie)	27,8	27,1
2. Test (22./23. Tag)	28,1	27,4
3. Test (26.Tag) nach Marihuanakonsum	28,0	28,7

Legende: N=20; Rhythm-Test hat 30 erreichbare Punkte

Die sukzessive Verbesserung der Rhythmuserkennung war bei den ‚Casual Users‘ nach drei Testläufen besser als bei den ‚Heavy Users‘, vgl. Tabelle 6. Die Steigerung der Testpunktergebnisse der ‚Casual Users‘ und hier insbesondere der markante Sprung der Testergebnisse vom zweiten Durchlauf zum dritten Test unter Marihuanaeinfluß kann m.E. hier als eine Verbesserung der Rhythmuswahrnehmung interpretiert werden. Die ‚Heavy User‘ hingegen veränderten sich kaum. Aufgrund der minimalen Veränderungen bei den Heavy Users ist das Argument eines Übungseffektes hier m.E. nicht schlüssig, zumal die ‚Heavy Users‘ beim dritten Testlauf unter Marihuanaeinfluß geringfügig (0,1 Punkte) schlechter wurden und kein markanter Sprung, wie bei den ‚Casual Users‘ in der Rhythmuserkennung zu verzeichnen ist, vgl. Tabelle 6, Testreihe 3. Da sich die ‚Heavy Users‘ nicht verbesserten, sind diese Ergebnisse kein signifikanter Hinweis auf eine generelle Verbesserung der Rhythmuserkennung bei einem Seashore-Rhythm-Test nach

Marihuanaeinfluß, sondern es scheinen hier Abschwächungen durch das Erlernen der Cannabiseffekte (vgl. 2.3.3.1 oben) eine Rolle zu spielen.

3.1.1.3 Verbesserte Rhythmuswahrnehmung und Erfahrungslernen

Lediglich die leichte Verbesserung in Aldrich's Untersuchung um 0,1 Punkte (vgl. Tabelle 4, Tabelle 5) und der markante Sprung der zehn ‚Casual Users‘ um 1,3 Punkte (vgl. Tabelle 6) formen einen zwar nicht signifikanten aber tendenziellen Hinweis auf eine mögliche Verbesserung von Rhythmuserkennung bei Gelegenheitskonsumenten. Dies konstatierte auch schon Walton (siehe oben), welcher in den ersten Phasen des Marihuanarausches *”an increased sensitivity to sound and a keener appreciation of rhythm and timing”* (in Aldrich, 1944: 431) für möglich hält. Da in Aldrich's Untersuchung Konsumenten mit einer durchschnittlichen Konsumdauer von 9 Jahren getestet wurden, findet sich eine Bestätigung dafür, daß Gewohnheitskonsumenten nach Marihuanakonsum beim Seashore-Rhythm-Test nicht besser werden, möglicherweise weil sie erfahren genug (vgl. 2.3.3.3 oben) und in der Lage sind, die erlernten Marihuanaeffekte bei Bedarf abschalten zu können (Weil, Zinberg & Nelsen, 1968). Das Marihuana die Zeiteinschätzung verändert (vgl. 3.2 unten), ist für Gewohnheitskonsumenten eine bekannte Erfahrung, welche sie durch eine bewußt intendierte Veränderung der Wahrnehmungsperspektive korrigieren können.

Tabelle 7: Vergleich Seashore Rhythm Scale in Aldrich/Reed

Testperiode	Aldrich 1944	Reed 1974 ”Heavy Users” (N=10)	Reed 1974 ”Casual Users” (N=10)
1.	23,4	27,8	27,1
2.	24,1	28,1	27,4
3.	24,2	28,0	28,7
Verbesserung	0.1		1.3

Legende: 30 erreichbare Punkte im Rhythm-Test

Das sich die subjektive Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten steigert, und sich dadurch in Aldrich's Untersuchung eine positive Bewertung der eigenen musikbezogenen Leistungen einstellte, ist m.E. auch ein wichtiges Ergebnis, weis man doch aus Erkenntnissen zur Tagtraumforschung, das sich durch *”mentale Simulation”* (Taylor, Pham, Rivkin & Armor, 1998) positive emotionale Kapazitäten für den Alltag generieren. Oder wie es Mezz Mezzrow oben beschrieb: *”Marihuana versetzt einen Musiker in eine wahre Meisterstimmung”* (Mezzrow, 1946a).

Doch blieb auch dieser Versuch von Aldrich – nach Shapiro fand er unter Anslingers Schirmherrschaft statt - nicht ohne politisches Nachspiel. Für Anslinger stellte dieser Test den Beweis dar, das es sich bei der Behauptung, Marihuana würde die Kreativität des Jazzmusikers verbessern, um eine Illusion handele (Shapiro, 1988: 63). Doch - als der 1944 veröffentlichte La Guardia-Report auch mit Pyrahexyl durchgeführt wurde, und aus den Untersuchungen keine Bedenken seitens der Schädlichkeit von Marihuana konstatiert wurde, bestritt Anslinger die Gültigkeit der Testergebnisse, weil sie ja nicht mit echtem Marihuana durchgeführt wurden, welches er 1937 unzugänglich für wissenschaftliche Forschung gemacht hatte... (vgl. Behr, 1982: 204; Grinspoon & Bakalar, 1994)

3.2 Veränderungen der Zeitwahrnehmung

„If you smoke a joint, you're much clearer, you realize what your thought are, but you got to write it down really quickly before it all goes through your head.“ Sinéad O'Connor in (Boyd, 1992: 204)

Rhythmuswahrnehmung wie auch generell die Musikwahrnehmung geschieht in der Zeit. Es entsteht die Frage nach der Veränderung der Zeitwahrnehmung.

3.2.1 Kairologische und chronologische Zeitperspektive

Wir sind, wie Aldridge es sagt, *“Frequenzmuster in einer Zeitmatrix”* (Aldridge, 1989), welche ihre Identität aus ihrem persönlichen Set heraus improvisieren, und dies in dem Setting der Situationen in denen wir sind. In der Erfahrung der Zeit findet sich eine kairologische Struktur, welche die eigene individuelle Zeit meint und eine chronologische Struktur, welche sich an dem geophysikalischen Zeitrahmen im Sinne einer konventionellen Uhrzeit orientiert. Kairologische Zeit entsteht aus persönlichen Zeitwahrnehmungen und Zeiträumen und handelt von der richtigen Zeit etwas zu tun, sich zu entscheiden oder direkt im ‚hier und jetzt‘ zu handeln (Aldridge, 1996).. Im Erleben vergehen angenehme Situation ‚wie im Flug‘, unangenehme hingegen scheinen ‚Stundenlang‘ zu sein. Wir erleben spezifische Momente oder Situationen, welche mit dem persönlichen Set an Emotionen, Gewohnheiten und Einstellungen interferieren. Je nach Situation, persönlichem Set und Setting nehmen wir Zeit als verlangsamt oder beschleunigt wahr.

Cannabis hat scheinbar einen Einfluß auf das persönliche Set und interagiert mit der Wahrnehmung des Settings, oder wie Dinnerstein sagt, induziert einen feldbezogenen Wahrnehmungsstil (Dinnerstein, 1968). Cannabis scheint das Zeiterleben mehr im Sinne eines kairologischen Zeitbewußtseins zu verändern und inneres Erleben von chronologischen Zeitvorgängen abzukoppeln.

3.2.2 Zeitdehnung

Das Zeiterleben und die Wahrnehmung des Raumes verändert sich unter Cannabis, und zwar zumeist im Sinne eines Dehnungseffektes. Die Zeit scheint langsamer zu fließen und wird überschätzt. 95 % der 151 befragten Personen in der Studie von Charles Tart bejahten folgendes Statement:

“Time passes very slowly; things go on for the longest time, (like one side of a record seems to play for hours)”(Tart, 1971).

Jones ließ Versuchspersonen eine Zeiteinheit von 15 Sekunden einschätzen. Waren die Einschätzungen vorher relativ genau bei 15 Sekunden, lagen die Einschätzungen nach dem Cannabiskonsum bei durchschnittlich 16.7 Sekunden, mit einer Streuung der Zeitwerte bis zu 19 Sekunden (Jones & Stone, 1970).

De Souza (vgl. 3.4.2 unten) ließ Versuchspersonen den Ablauf einer Minute einschätzen. In der Placebokondition spannten sich die durchschnittlichen Fehleinschätzungen von 25 Versuchspersonen über einen Zeitraum von 7,1 Sekunden. Neben einem dosisabhängigen Anstieg der Pulsrate beobachtete sie ab 20 mg oralem Δ^8 -THC eine signifikante Veränderung ($p < .05$) mit einer Spannweite von 14,5 Sekunden, - zugleich mit einem Zunehmen subjektiv erlebter Effekte (de Souza, Karniol & Ventura, 1974).

Das innere Zählen von Zeiteinheiten verlangt eine relativ stabile, innerlich repräsentierte Abfolge von chronologischen Zeiteinheiten. Wird Zeit jedoch als ‚gedehnt‘ empfunden, verändert sich auch die Zählzeit des Metrums und die Beziehung zur innerlich repräsentierten, chronologischen Zeiteinheit. In Hicks‘ Untersuchung zeigte sich beim inneren Zählen subjektiv repräsentierter Sekunden und beim Nicht-Zählen eine Beschleunigung der subjektiven Zeirate, *“i.e. the rate at which subjective time passes relative to clock time”*(Hicks, Gualtieri, Mayo & Perez-Reyes, 1984). Er folgert aus seinen Ergebnissen, daß sich die Erfahrung der Zeit und ihres Verlaufes insgesamt verändert, und nicht ausschließlich die Erinnerung an eine Zeitdauer nach einer Zeitperiode.

MELGES et al. überprüften die Veränderung des Zeiterlebens unter Cannabis experimentell und beobachteten, daß es unter kleinen bis mittleren Marihuana-Dosierungen zu einem rascheren inneren Zeitfluß kommt (Melges, Tinklenberg, Hollister & Gillespie, 1970; Melges, Tinklenberg, Hollister & Gillespie, 1971). Das heißt, daß die von der Uhr angegebene Zeit langsamer vorbeizugehen scheint. Bei höheren Dosierungen kann sich ein Gefühl der Zeitlosigkeit einstellen. Verglichen zu Ethanol und Placebo induzierte Marijuana in Tinklenbergs Untersuchungen

“a significant under-production of time intervals, suggesting an acceleration of the internal rate of time perception” (Tinklenberg, Roth & Kopell, 1976).

Der Einsatz dieser Beschleunigung der inneren Uhr, welche chronologische Zeitvorgänge langsamer erscheinen läßt, korrespondierte mit dem charakteristischen Anstieg der Herzfrequenz und den subjektiven Drogeneffekten. Matthew fand in PET- und MRI-Untersuchungen bei Personen, welche Veränderungen in ihrem Zeiterleben zeigten, Abschwächungen des Blutflusses im Cerebellum, einer Region, die für Bewegungskoordination und Zeitkoordination verantwortlich gemacht wird. In dieser Region finden sich auch viele Cannabinoidrezeptoren (Joy et al., 1999; Mathew, Wilson, Turkington & Coleman, 1998).

3.2.3 Zeitliche Desintegration oder - die Fokussierung auf den Augenblick

Neben dieser Veränderung des Zeiterlebens bezüglich der Dauer kommt es auch zu Verwechslungen von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft und daneben zu einer Veränderung der zeitlichen Perspektive.

“A subject becomes less able to integrate past, present and future, his awareness becomes more concentrated on present events; these instances, in turn, are experienced as prolonged or timeless when they appear isolated from the continual progression of time” (Melges et al., 1971: 566).

Das bedeutet, daß sich die Spannweite und der Brennpunkt der bewußten Ausrichtung auf Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ändert, und zwar im Sinne einer stärkeren Fokussierung auf die Gegenwart. In Casswell's Untersuchungen sollten die Versuchspersonen Zahlenverhältnisse zielgerichtet addieren und subtrahieren und auf eine Zeitreihe von Stimuli reagieren. Nach Cannabiskonsum war die zeitliche Folgerichtigkeit ihrer Handlungen eingeschränkt und die Konzentration nur noch auf eine kurze Zeitspanne beschränkt (Casswell & Marks, 1973).

So scheint Cannabis das Zeiterleben mehr im Sinne eines kairologischen Zeitempfindens zu verändern und äußere Zeitkonzepte vom inneren Erleben abzukoppeln. Durch ein verstärktes Erleben der ‚Eigenzeit‘ (Nowotny, 1993) wird die Gegenwart und das momentan Besondere der persönlich erlebten Situation in den Fokus gerückt und in einem veränderten Bezugsrahmen erlebt und bewertet.

Insgesamt gesehen zeigt sich ein reziprokes Verhältnis: Die Verarbeitungsstrukturen der Informationen im Hier und Jetzt scheinen schneller abzulaufen. Dieses Phänomen wird im Erleben zumeist als eine Zeitdehnung empfunden. Durch die

umgekehrt proportionale Intensivierung der Zeitwahrnehmung im Sinne einer Verlangsamung der Zeit erscheint die bewusstseinsbezogene Präsenz der Sinnesreizung intensiviert und die Gegenwart erweitert. Durch die innere Erlebnisfülle werden Minuten dabei sprichwörtlich zu Stunden. Eine mögliche Erklärung für die Zeitüberschätzung wäre die rasche Folge von Gedanken und Eindrücken bei verminderter Gedächtnisfunktion, da ja die Zeit aufgrund sukzessiver geistiger Eindrücke geschätzt wird. Das Gedächtnis bietet einen Zugriff auf bereits angeeignete und noch zu erlernende Strukturen. Die hippocampalen Gedächtnisfunktionen werden durch die dort gefundenen größeren Ansammlungen von Cannabinoidrezeptoren stark angeregt (Emrich, 1996), mit dem bekannten Effekt, daß durch die gesteigerte Zugriffsmöglichkeit auf Gedächtnis- und Assoziationsinhalte (Schwächung der Zensurfunktionen?) die bewußt verarbeiteten Inhalte schneller wieder aus dem 'erweiterten' Bewußtsein für Inhalte herausfallen. Darauf soll in Abschnitt 3.3.2 unten noch intensiver eingegangen werden.

3.2.4 Bedeutung für die Musikproduktion

Dies würde bedeuten, daß bei der Musikproduktion innerhalb der Improvisation ein größerer subjektiver Freiraum entsteht, um auf die im Zeitverlauf eintretenden Entscheidungsprozesse eingehen zu können, und mögliche beobachtete Nebenstränge der spontanen Musikentwicklung wieder zu vergessen, sie also weder ‚festhalten‘ zu wollen noch zu können. Improvisation erfordert immer ein flexibles Reagieren im Hier und Jetzt auf entstehende musikalische Inhalte und Muster, erfordert ein vorausgreifendes Erahnen oder Voraussehen der Musikentwicklung und verlangt vom Musiker eine koinzidente Handlungsentscheidung über die zu erwartenden und auszuführenden Musikbewegungen. Dank der zeitlichen Dehnung der Wahrnehmung durch Cannabis können sich hier Vorteile für die musikalische Improvisation ergeben.

Ob das der Grund ist, wieso sich gerade Musiker aus der Jazztradition gerne für ihr improvisiertes Spiel durch Cannabis stimulier(t)en (vgl. 2.3.3.3 oben)? Vielleicht hat ja die Auswirkung von Cannabis auf die Musikwahrnehmung und -produktion dazu geführt, eine Musik zu bevorzugen und zu produzieren, die das rhythmische Element der Musik in den Vordergrund stellt, weil sich gerade darin die zeitliche Organisation und Bewegungsgestalt der improvisierten Musik innerlich vorausgreifend am besten 'überschauen' läßt.

Wenn sich zeitliche Wahrnehmungsstrukturen unter Cannabis ausweiten, d.h. die chronologisch verlaufende Zeit im persönlichen, kairologischen Sinne als

verlangsamt erlebt wird, ermöglicht dies einen temporären Einblick in die Zwischenräume der normalerweise durch die neurophysiologische Optimierung (Keidel, 1975) als direkt aufeinanderfolgend erlebten Wahrnehmungsinhalte. Es erscheint fast so, als ließe sich der Fluß der Zeit und der Ereignisse dadurch sozusagen ‚mit der Lupe‘ betrachten und Einblicke in den ‚Zwischenraum der Töne‘ (Whiteley, 1997) eröffnen.

In diesem Zusammenhang sei nochmals an die Aussage von Munch erinnert (vgl. 2.3.3.3.1 oben):

„... Die Musiker konnten auf diese Weise besser variieren und mehr Rhythmus in die Musik packen, als es ihnen möglich war, wenn sie einfach den Noten auf dem Papier folgten... Also wenn Sie Musiker wären, spielten sie die Musik so, wie sie auf dem Blatt steht. Wenn Sie aber Marihuana nehmen, bringen Sie zwischen der ersten und der zweiten Note zweimal soviel Musik unter. Genau das taten die Jazzmusiker. Verstehen Sie, sie hatten die Vorstellung, daß sie die Dinge ausjazzen, ausweiten könnten.“(Herer, 1993: 151)

3.3 Visuelle Alterationen

„...It will make you very tall, it seems as if you're going to fall...“ aus ‚Killing Jive‘ von *The cats and the fiddle* (1939)

Wie schon in der Einleitung 1.3 oben kurz angerissen, zeigten sich Literaten, aber auch bildende Künstler im Paris der 20er Jahre von den Wirkungen des Cannabisrausches beeindruckt. Es ist anzunehmen, das Cannabis dort konsumiert wurde, weil sich durch die Veränderung der Raum- und Tiefenwahrnehmung, wie auch anderer visueller Alterationen der Blick des Künstlers auf die Wirklichkeit veränderte. Untersuchungen und Beschreibungen solcher visuellen, cannabisinduzierten Alterationen finden sich bei (Behr, 1982; Höhle et al., 1986; Krippner, 1977; Krippner, 1985; Kupfer, 1996a; Kupfer, 1996b; Masters & Houston, 1971; Montagne, 1987; Tart, 1971).

Hinweise auf einen kreativeren Umgang mit visuellen Materialien fanden sich auch in medizinisch-psychologischen Untersuchungen von Testpersonen in den 40er Jahren. Williams berichtete von größerer Originalität und Bandbreite der Reaktionsart in einem Rohrschach-Testverfahren unter Marihuanaeinfluß. Interessanterweise kamen aber weniger oder langsamere Assoziationsreaktionen als üblicherweise (Williams, Himmelsbach, Wikler & Ruble, 1946).

3.3.1 Halluzinationen?

Charles Tart (vgl. auch 3.5 unten) hatte nach intensiven non-direktiven Interviews mit Psychedelika- und Cannabiskonsumenten Ende der 60er Jahre einen Fragebogen

mit 206 standardisierten Fragen entwickelt, welchen er u.a. in Szeneläden, Konzerthallen und Universitätsfoyers ausgelegt hatte. 151 Fragebögen kamen zurück und wurden sorgfältig analysiert. Das Profil seiner Befragten differenzierte er u.a. nach Alter, Geschlecht, Drogenerfahrung und Konsumdauer; er differenzierte Hintergrundvariablen wie Bildungsgrad, spirituelle Interessen und Selbsterfahrungstechniken. Auch wenn seine Ergebnisse vor dem Hintergrund der kulturellen Veränderungen der 60er Jahre gelesen werden sollten, hat vieles seiner Ergebnisse m.E. noch heute Bedeutung.

Von den in den Massenmedien so gern verbreiteten Wahnvorstellungen (vgl. Behr, 1982), ist sehr wenig in Tart's Buch zu lesen. Konturen am Rande des Gesichtsfeldes oder im Dunkel können durch die gesteigerte visuelle Vorstellungsfähigkeit überinterpretiert werden, doch ist die physiologische Funktion der optischen Fokussierung nicht außer Kraft gesetzt. Das Hineininterpretieren von Formen, Mustern und die verstärkte Gestaltwahrnehmung in ausgiebig betrachtetem Material wurde dabei als einer der gewünschten Effekte beschrieben (Tart, 1971: 65, 229). Bei geschlossenen Augen, in Kontemplation und Meditation, beim Musikhören oder in der Natur sind die imaginierten Bilder auf der Kinoleinwand der eigenen Augenlider lebhafter, wirken realer oder sind den Träumen der Nacht ähnlich (Tart, 1971: 237ff).

Tart resümiert die Wirkungen auf die visuelle Wahrnehmung als einen "visual pattern-making process" als einen Vorgang, der die aktiven Leistungen des Sehens und der individuellen visuellen Wahrnehmung verstärkt, aber die physikalische Realität in ihrer Abbildung auf der Netzhaut nicht beeinträchtigt (Tart, 1971: 67). Generell funktioniert auch in dieser Wahrnehmungskategorie –und das hatte schon Andrew Weil 1968 konstatiert- die „*reverse Tolerance*““, d.h. der ‚geübte Kiffer‘ ist in der Lage, wenn es notwendig ist, schnell wieder auf ‚Normalzustand‘ oder ‚Entwarnung‘ umzustellen (Weil et al., 1968).

3.3.2 Schwächung der Zensurfunktionen bei der visuellen Tiefenwahrnehmung

Informationstheoretisch betrachtet wird bei der Sinneswahrnehmung die komplexe Fülle der zuströmenden Informationen gedrosselt (Keidel, 1975), und nur ein bestimmter individuell und situativ relevanter Ausschnitt der Informationen dem Bewusstsein zugeführt (Eckel, 1982). Die Sinnesdaten werden konzeptualisiert, auf ihre Relevanz und Bedeutung für die jeweilige Situation geprüft, und 'Unbrauchbares' wird zensiert (Emrich, 1990). So kann ein situationsbezogen

sinnvolles Verhalten im jeweiligen Kontext aufrechterhalten und durchgeführt und eine emotional unangenehme Verwirrung vermieden werden.

In der Erforschung der Neurobiologie der Wahrnehmungs-Emotions-Kopplung hat Emrich die Veränderung der hippocampalen Comparatorsysteme unter Cannabiseinfluß untersucht und eine Hemmung der Zensurleistungen des visuellen Systems festgestellt, welche durch die Aktivität der Cannabinoidrezeptoren ausgelöst wurde (Emrich, 1996). Er konnte anhand von experimentell erzeugten Wahrnehmungssillusionen zeigen, daß die Interpretations- und Assoziationsvielfalt des Gesehenen unter Cannabiseinfluß höher war als im sogenannten Normalzustand. Dabei waren die verwendeten Objekte durchaus bekannte Gegenstände wie z.B. Gartenstühle, Häuser, Gesichter, etc. Durch eine stereoskope Projektion von 3D-Dias, unter Verwendung von linear polarisiertem Licht und entsprechenden Brillengläsern veränderte sich durch das Vertauschen der Brillengläser und 'auf den Kopf gestellte' Dias die Tiefenwahrnehmung der gesehenen Objekte. Es entsteht eine Art 'Umkehrwelt': das, was vorne erscheinen müßte, erscheint hinten, das was hinten erscheinen müßte, erschien vorn; konvexes erscheint konkav, etc. So wird z.B. die Nase eines Gesichtes als nach innen gestülpt gesehen usw. Im Normalzustand werden solche wahrgenommenen Bilder sofort vom visuellen System korrigiert und die Korrekturleistung wird aus dem Bekanntheitsgrad des Objektes bezogen. Unter Cannabiseinfluß versagten jedoch die Korrekturleistungen des visuellen Systems, und die Versuchspersonen sahen die Dinge so, wie sie durch die Versuchsanordnung künstlich hergestellt wurden (Emrich, 1990; Emrich et al., 1991).

"Psychedelic states, may be described as states of an internal neuronal dialogue, characterized by an impairment of the capacity to correct implausible hypotheses in the 'betting process' between different types of 'perceptual hypotheses' in their interaction with sensory data sets" (Emrich et al., 1991)

Wenn die im Zusammenhang mit psychedelischen Drogenwirkungen diskutierte 'Bewußtseinsweiterung' (vgl. 2.4.2 oben) im Sinne einer Wahrnehmungsveränderung als Zensurschwächung der auf die Sinnessysteme einströmenden Informationseinheiten verstanden wird, dann dürfte sich - ähnlich der oben beschriebenen Hemmung der Zensurleistungen im visuellen System - im akustischen System eine Intensivierung der Hörwahrnehmung durch eine Zensurschwächung der akustischen Informationsauswahl ereignen.

3.4 Untersuchung der auditorischen Funktionen unter Cannabiseinfluß

„I think that pot¹ definitely did something for the old ears, like suddenly I could hear more subtle things in the sound“ George Harrison in (Boyd, 1992: 206)

In diesem Abschnitt wollen wir der Frage nachgehen ob Cannabis vielleicht die Wahrnehmungsfunktionen des peripheren sensorisch-auditorischen Systems beeinflusst.

3.4.1 Untersuchungen basaler auditorischer Funktionen

Schon Morrow untersuchte 1944 anläßlich des La Guardia Reports 54 Versuchspersonen, darunter 36 erfahrene Konsumenten auf ihre Schwellwertsunterschiede bei auf- und absteigenden Frequenzen. Er fand keine Verbesserungen der auditorischen Wahrnehmungsschärfe (Morrow, 1966: 338).

Caldwell (vgl. [Tabelle 24](#)) untersuchte bei 20 Versuchspersonen und einer Kontrollgruppe die auditive Wahrnehmung auf ihren absoluten Schwellwert, auf Intensitäts- und Frequenzschwellwerte. Es wurde keine standardisierte Gesamtmenge vorgegeben, ein Joint hatte einen Δ^9 -THC-Anteil von 7 mg und den Versuchspersonen wurde eingeräumt, erst dann mit den Tests zu starten, wenn sie ihr subjektives “High” durch ihre individuelle Dosis (Joints) erreicht hatten. Das Setting wurde als eine “sterile neutrale Laboratmosphäre” beschrieben (Caldwell, Myers, Domino & Merriam, 1969a: 755).

758

D. F. CALDWELL, ET AL.

TABLE I
MEAN PERFORMANCE SCORES FOR CONTROL AND EXPERIMENTAL MARIHUANA GROUPS FOR VISUAL AND AUDITORY DISCRIMINATION MEASUREMENTS

Measure	First Test Session		Second Test Session	
	Cont.	Exp.	Cont.	Exp.
I. Visual Brightness Test (ft-c)				
2.40 ft-c standard	2.25	2.51	2.21	2.46
4.80 ft-c standard	4.09	4.93	4.60	4.91
II. Auditory Intensity Threshold Test (db)				
Difference threshold	1.46	1.71	0.94*	1.51*
Point of subjective equality	14.56	14.40	14.59	14.41
Constant error	-1.44	-0.66	-0.40	-0.63
III. Auditory Frequency Threshold Test (Hz)				
Difference threshold	3.64	4.06	2.53	3.79
Point of subjective equality	1001.67	1001.24	1000.88	1000.02
Constant error	+1.67	+1.24	+0.88	+0.02
IV. Auditory Threshold Test (db)	75.11	73.83	75.87	76.74

*t = 2.25; .025 > p > .01.

Veränderungen der Intensitätswahrnehmung

Abbildung 3: aus Caldwell 1969

¹ Pot = Cannabis

Die allesamt erfahrenen Marihuana-Versuchspersonen berichteten zwar von subjektiv empfundener Verbesserung der Hörleistungen, doch nur bei den Intensitätsschwellwertbestimmungen (Vergleich von einem db-konstanten 1000-Hz Ton zu einem 30msec nachfolgenden lauterem/leiseren 1000 Hz Ton) wurden “minimale” (Caldwell et al., 1969a: 757) signifikante Veränderungen ($p < .01$) i.S.e. Verbesserung festgestellt (Difference Level vorher 1.71db; DL nachher 1.51db). Jedoch war die Verbesserung im zweiten Testdurchlauf im Vergleich zur Kontrollgruppe (DL vorher 1.46db; nachher 0.94db) nicht so deutlich wie bei den Kontrollpersonen (vgl. [Abbildung 3](#)), oder “*marihuana subjects failed to improve as much as control subjects*” (Caldwell et al., 1969a: 758) wie Caldwell konstatiert. Globus interpretierte dieses Ergebnis sogar als “*significant deterioration in the capacity to discriminate differences in sound intensity*” (Globus & al, 1978: 71) (vgl. [3.4.2.4 unten](#)).

Martz kritisierte die fehlende Doppelblindstruktur und die ungenaue Dosis von Placebo- und Marihuanazigaretten in Caldwell's Untersuchungen und verlangte zusätzlich nach einem breiteren Angebot von Testfrequenzen (Martz, 1972: 146). Denn schon Williams fand bei 3 von 12 Versuchspersonen Verbesserungen der Hörleistungen bei Frequenzen von 1000 und 2000 Hz (Williams et al., 1946).

In Martz' Untersuchung rauchten acht Versuchspersonen doppelblind entweder eine 50 µg/kg Δ^9 -THC enthaltende Marihuana- oder eine Placebozigarette und sie wurden in insgesamt drei Sessions (Baseline; Placebo; Marihuana) ohrweise auf Oktavintervalle von 125 Hz bis 8000 Hz und auf mittlere Oktaven von 75 - 6000Hz getestet. Dabei wurde durch Bekesy-Schwellwerte bestimmt, bei wieviel db eine Person den Ton hört.

Auch hier berichteten die Versuchspersonen von einer subjektiv empfundenen Verbesserung der Hörgenauigkeit durch Marihuanawirkungen. Ein Vergleich der Schwellwerte der Testphasen zeigte dann aber keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sessions.

“Einige Versuchspersonen zeigten jedoch während der Marihuanaphase eine verbesserte Hörgenauigkeit auf zwei Frequenzen: bei 1000Hz hatten 6 der 8 Versuchspersonen bessere Schwellwerte auf dem linken Ohr und 5 der 8 Versuchspersonen auf dem rechten Ohr...; bei 6000Hz hatten 6 der 8 Versuchspersonen bessere Schwellwerte auf dem rechten Ohr aber nur 2 der 8 Versuchspersonen hatten hier verbesserte Schwellwerte auf dem linken Ohr” (Martz, 1972: 147).

Martz sah keinen evidenten Zusammenhang mit einer cannabisinduzierten Verbesserung der Hörgenauigkeit.

Auch Liedgren (vgl. [Tabelle 26](#)) fand keine meßbaren Hinweise auf eine Verbesserung oder Verschlechterung der Hörgenauigkeit. Er untersuchte 1.) Frequenzschwellwertsunterschiede (Oktavintervalle von 250 - 8000 Hz), 2.) bestimmte Sprachwahrnehmungsschwellwerte und maß 3.) die akustische Impedanz der Ohren. Außer der Bemerkung einiger Versuchspersonen, daß ihnen die Töne nach dem Rauchen lauter vorkamen (Liedgren, Odkvist, Davis & Fredrickson, 1976: 235) fand er nur normale Variationen (+/-5db) der Frequenzschwellwerte und normale Funktionen der Ohren bei den Impedanzbestimmungen. Bei den Sprachschwellwertbestimmungen reagierten die Versuchspersonen langsamer und der Test dauerte länger als sonst üblich, dies zeigte jedoch keinen Einfluß auf die Schwellwerte. Auch hier also kein Nachweis einer Veränderung der basalen auditorischen Funktionen durch Cannabis.

Ob sich die Hörleistungen durch Cannabis generell verändern oder Schaden nehmen wollte Spector herausfinden (vgl. [Tabelle 24](#)). Er untersuchte auditorische und vestibuläre Funktionen im Vergleich von chronischen Cannabiskonsumenten und normalen Controls. In einem schallisolierten Raum sollten die Hörschwellen von Frequenzen ab 250 - 8000 Hz getestet werden. Er fand keine auditorisch-sensorischen Unterschiede zwischen beiden Gruppen, fand jedoch vestibuläre Veränderungen bei den chronischen Cannabiskonsumenten (Spector, 1974).

3.4.2 Untersuchungen komplexerer auditorischer Funktionen

Bis zum Jahre 1974 hatte sich in oben beschriebenen Untersuchungen herausgestellt, daß die basalen sensorischen Funktionen von Cannabis nicht beeinflusst wurden. Das Sinnesorgan ‚Ohr‘ funktionierte auch unter Cannabiseinfluß weiterhin ohne Beeinträchtigung. Die Aufmerksamkeit verlegte sich nun auf komplexere Zusammenhänge und Funktionen des auditorischen Systems. In den Fokus der Aufmerksamkeit waren bei der folgenden Untersuchung die Frequenzen und ihre Auswirkung auf die Wahrnehmungsfunktionen gerückt.

So untersuchte De Souza (vgl. [Tabelle 25](#)) ähnlich wie Martz die Frequenzdiskriminierung unter Marihuanaeinfluß. Da Caldwell nur minimale Veränderungen in den basalen auditorischen Wahrnehmungsvorgängen, namentlich einen veränderten Frequenzdiskriminierungsschwellwert gefunden hatte (vgl. [3.4.1 oben](#)), seien die cannabisinduzierten Veränderungen eher bei komplexeren Aufgaben zu erwarten. Während Martz jedoch mögliche Schwellwertverschiebungen von Frequenzbereichen fokussierte, sich also auf basale auditorische Vorgänge konzentrierte, nahm sich De Souza eine komplexere auditorische Funktion vor und

zwar cannabisinduzierte subjektive Tonpräferenzen, wobei die Tonauswahl als eine Funktion der Frequenz interpretiert wurde.

Sie präsentierte dazu ein Tonpaar zweier unterschiedlicher Frequenzen (auf-/absteigend) und ließ die Versuchspersonen durch zwei Taster den bevorzugten Ton signalisieren. In fünf Dosiskonditionen (placebo, 5, 10, 20, 40 mg orales Δ^8 -THC) sollte von 25 männlichen Studenten aus 56 Tonpaaren von acht definierten Frequenzen von 60 - 5000 Hz (vgl. **Abbildung 4**) der jeweils bevorzugte Ton ausgewählt werden. Zudem maß sie Pulsratenveränderungen und Zeiteinschätzung (vgl. **3.2.2 oben**). De Souza konnte in ihrer Arbeit zeigen, das Marihuana einen Einfluß auf die Tonpräferenzen ausübt. So wurde ab 10mg Δ^8 -THC (vgl. **Abbildung**

Drug	Dosage (mg)	Median frequency for preference for							
		60	110	210	400	750	1410	2660	5000 Hz
Placebo	1 ml	4	6	10	12	10	7	6	0
Δ^8 -THC	5	2	5	9	12	11	8	5	0
Δ^8 -THC	10	3	4	8	9	9	6	7	5*
Δ^8 -THC	20	3	6	10	11	11	7	4	3*
Δ^8 -THC	40	4	6	9	11	10	7	7*	2*

* $p < 0.05$; comparison made with placebo group (Mann-Whitney U Test)

Abbildung 4: Tonale Präferenzen nach Cannabiskonsum (de Souza et al., 1974)

Verteilung der Tonpräferenzen mit den Centerfrequenzen: 210, 400, 750, wie sie

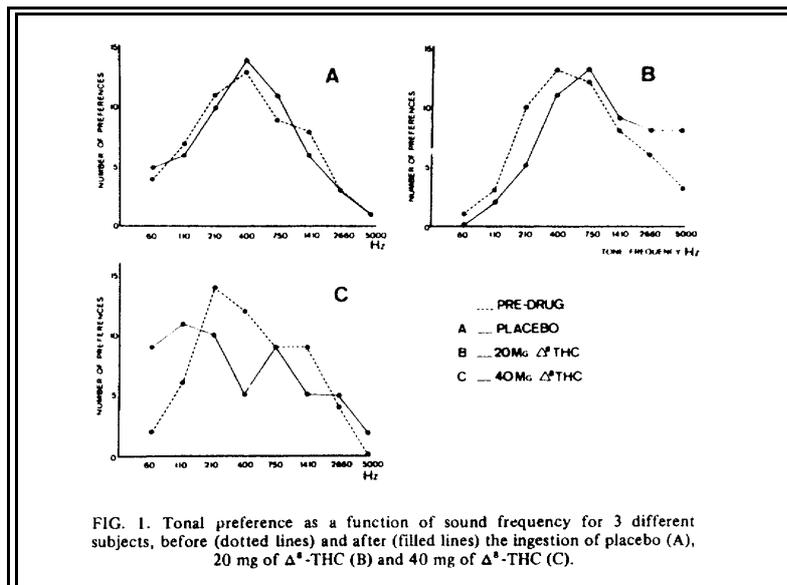


Abbildung 5: "Types of results" - Veränderte Frequenzpräferenzmuster, Dominantes Post-THC-Muster B (De Souza 1974)

4) eine deutliche Bevorzugung der höheren Frequenzen insbesondere von 5000 Hz ($p < .05$ zu placebo) erkennbar.

Die vorher normale U-Verteilung der Tonpräferenzen mit den Centerfrequenzen: 210, 400, 750, wie sie sich in anderen Hörtests ohne Cannabis zeigte z.B. bei (Vitz, 1972), wurde unter Δ^8 -THC zugunsten der höheren Frequenzen verschoben (vgl. **Abbildung 5, Fig. B**). Höhere Frequenzen wurden

bevorzugt. Dies zeigte sich auch in einigen spontanen, subjektiven Positivbekundungen seitens der Versuchspersonen (vgl. de Souza et al., 1974: 609).

In der Diskussion ihrer Ergebnisse betont De Souza im Vergleich zu der Arbeit von Caldwell zwei Hauptaspekte:

1) Marihuana wirkt offensichtlich eher auf komplexere auditorische Funktionen als auf basale sensorische Prozesse. Caldwell fand nur intensivierete Frequenzschwellwerte bei 1000Hz (vgl. **Abbildung 3**), sie fand jedoch einen Hinweis auf die Funktion der Frequenzen selbst und dies bei Untersuchung einer cannabisinduzierten Tonpräferenz.

2.) Das Ergebnis ist möglicherweise begünstigt durch den hedonistischen Aspekt einer subjektiven Präferenzwahl. Aus ihren Ergebnissen folgerte De Souza, daß die Marihuanawirkungen nicht so sehr durch die größere Komplexität der Aufgabe bestimmt sei, sondern eher durch Wirkungen auf die Stimmung, auf "*Motivation, Verstärkung und Aufmerksamkeit*" (de Souza et al., 1974: 611), eine Einschätzung, die durch die neueren Erkenntnisse der Cannabinoidrezeptorforschung bestätigt wurde (Adams & Martin, 1996). Sie diskutiert in diesem Zusammenhang Befunde von EEG-Untersuchungen, in denen bevorzugte Töne ("pleasant Tones") mit einer EEG-Synchronisation, also mit Relaxation und einem größeren α -, θ - δ - %-Anteil korrelierten (Berlyne & al, 1967: in de Souza, 611).

3.4.2.1 *Synapse cannabisinduzierter Frequenzwahrnehmungsveränderungen*

Wie sich aus den Untersuchungen von Williams, Caldwell und Martz herausgestellt hatte, schien sich die auditorische Verarbeitung auf bestimmten Frequenzfenstern zu verändern, ob sich das nun als Bevorzugung dieser Bereiche oder als Herabsenken der Hörschwelle äußerte (Frequenzbereiche werden früher gehört als andere), variierte je nach Probanden und Versuchsanordnung. Williams fand Veränderungen bei drei Personen bei 1000 + 2000 Hz; Caldwell bemerkte signifikante Veränderungen der Intensitätseinschätzungen bei 1000 Hz und Martz berichtet von Verbesserungen der Hörleistungen bei 1000 und 6000 Hz. De Souza zeigte die deutliche cannabisinduzierte Verschiebung der Frequenzpräferenzen zu höheren Frequenzen (5000 Hz). Zudem läßt sich ein Zusammenhang von einer Bevorzugung höherer Frequenzen und einem cannabisinduzierten Relaxationszustand ableiten.

Tabelle 8: Zusammenfassung der frequenzbezogenen Ergebnisse

	1000Hz	2000Hz	5000Hz	6000Hz
Williams 1946	Verbesserung der Hörleistungen bei 3 von 12 Vpn	Verbesserungen der Hörleistungen		
Caldwell 1969	verschlechterte Intensitätsunterscheidung von lautem zu leiserem Ton			
Martz 1972	bessere Schwellwerte: Linkes Ohr→6 von 8 Vpn; Rechtes Ohr→5 von 8 Vpn			bessere Schwellwerte: Linkes Ohr→6 von 8 Vpn; Rechtes Ohr→2 von 8 Vpn
De Souza 1974			signifikanter Anstieg der Tonauswahlpräferenz ab 10 mg Δ^8 -THC	Anstieg der Auswahlpräferenz
Moskowitz 1974	Frequenzerkennungsbeeinträchtigung ab 20 mg Δ^9 -THC - Zunahme des Fehlalarms und echter Fehler			

Legende: Vpn (Versuchspersonen)

3.4.2.2 Signalerkennung und Aufmerksamkeitsveränderungen

Moskowitz (vgl. [Tabelle 26](#)) maskierte Frequenzen und Zahlenangaben (“Digits”) mit einem weißen Rauschen. Von den Versuchspersonen verlangte er geteilte und konzentrierte Aufmerksamkeit und ein Protokoll der gehörten Ereignisse.

Er untersuchte 23 Collegestudenten (21-32 J). Über die Interaktionsanweisungen von Versuchsleitung und Versuchspersonen i.S.v. standardisierter oder offener verbaler Interaktion wird nichts berichtet und es bleibt unklar, ob die Versuchspersonen sich die Ereignisse merken sollten, oder ob sie via Intercom über das Ergebnis direkt berichten sollten. Anzunehmen ist wohl letzteres. Leider ist dies hier nicht unbedingt unwichtig zu wissen, denn bei konzentrierter Aufmerksamkeit sollte aus einem 3 Sekunden langen “Noise Burst” auf dem linken Ohr ein zufällig gestreuter, präsenter oder absenter, 1 Sekunden langer und 15 db leiserer 1000 Hz Ton herausgehört werden. Parallel dazu wurden auf dem rechten Ohr sechs zufällig variierende Zahlen präsentiert, welche bei dieser Aufgabe jedoch ignoriert werden sollten.

Bei geteilter Aufmerksamkeit sollte sowohl der Ton als auch die sechs Zahlen erkannt werden. Die “Noise Bursts” erschienen in 7-Sekunden-Intervallen und

wurden insgesamt 100 Mal pro Durchlauf wiederholt. Die Präsenz des 1000 Hz Tones verteilte sich so zufällig über 50 "Noise Bursts".

Die Beeinträchtigungen waren stärker bei der Versuchsbedingung sowohl den 1000 Hz Ton als auch die Zahlen zu erkennen. Hingegen war bei der geteilten Aufmerksamkeits-Kondition "die Zahlenerkennung nur minimal beeinträchtigt" (Moskowitz, 1974: 143) die Autoren berichten von einem ähnlichen Ergebnis einer vorherigen, unveröffentlichten Studie.

Die Versuchspersonen in Moskowitz Untersuchung hatten mit zunehmendem THC-Level höhere 'Fehlalarm -Scores', hörten also eher einen Ton, der nicht da war, als vorher. Auch die Anzahl der echten Fehler stieg an.

Im Vergleich der schwachen (< 2× pro Woche) zu den starken Cannabiskonsumenten (2× pro Woche bis zu täglichem Konsum) zeigte sich aber, daß die leichten User im Versuch stärkere Beeinträchtigungen aufwiesen als die starken User (vgl. **Abbildung 6**). Dies verweist wiederum auf den von Weil beschriebenen Effect der "Reverse Tolerance", welcher die Fähigkeit, die subjektiven Auswirkungen der Marihuanadosis einschätzen zu können, beschreibt.

144 H. Moskowitz and W. McGlothlin

Table 5. Comparison of mean performance, pulse rate and subjective effects as a Function of frequency of marihuana use

Measure	No treatment		Marihuana dose: µg THC/kg b. w.							
	High use	Low use	0		50		100		200	
			High use	Low use	High use	Low use	High use	Low use	High use	Low use
Signal detection CA	86	86	88	87	86	84	83	81	79	77
Signal detection DA	85	88	87	84	83	82	79	73	73	71
Digit recall DA	92	92	92	95	92	91	91	88	87	88
Joint task DA	79	82	81	81	77	76	73	67	65	64
Change in pulse rate after smoking	0	-1	16	15	29	25	43	30	46	38
Subjective rating global (0-100)	-	-	28	14	55	46	71	63	84	78
SDEQ Score	2	2	12	14	19	19	24	29	32	41

• High use: 2 or more times a week. Low use: < 2 times a week.

Abbildung 6: Vergleich schwacher/starker Cannabiskonsum (Moskowitz, 1974)

Inwiefern wirkt Cannabis auf die Tonimagination, was auch eine Erklärung für die angestiegenen 'Fehlalarm'-Meldungen sein könnte? Denn die Änderung der Signalerkennungskriterien deuten jedenfalls daraufhin. Da aus dem weißen

Rauschen, nicht nur von Cannabiskonsumenten, Muster 'herausgehört' werden können, kann Cannabis durchaus auch auf die Gestaltwahrnehmung i.S. einer Alteration der Figur-Grund-Wahrnehmung wirken. Aus den gemischten Frequenzen

des weißen Rauschens (als Grund) kann sich selektiv eine Tonfigur heraushören/imaginieren lassen.

Stillman fand bei visuellen Tests schnellere Reaktionszeiten der rechten Hemisphäre nach Cannabiskonsum (Stillman et al., 1977: 1796), welche mit einer Erhöhung der Mustererkennung (Gesichter) einhergingen. Melges fand in Untersuchungen zur Zeitwahrnehmung nach Cannabiskonsum eine Beschleunigung des inneren Zeitflusses der Person (vgl. 3.2.3 oben). Die chronologische Zeit schien langsamer zu verlaufen (Melges et al., 1970; Melges et al., 1971), ähnliches berichtete Tart (Tart, 1971). Ob sich durch eine Veränderung der Verarbeitungsgeschwindigkeiten ein divergenter Denkstil über veränderte Aktivierungsniveaus der Nervenschaltkreise einstellt, und die Mustererkennung produktiver wird, kann hier nur andiskutiert werden. Intensivierte Mustererkennung findet sich in Befragungen (Tart, 1971) und Untersuchungen zu Kreativität und psychedelischen Drogen (Krippner, 1985; Plucker & Dana, 1998). Insgesamt waren jedoch in Stillmans Untersuchung die Verarbeitungsgeschwindigkeiten im Vergleich zum Normalzustand langsamer geworden. Bei der Kondition verbale Stimuli (Trigramme) zu erkennen, war die linke Hemisphäre im Verhältnis zur rechten schneller. Es stellt sich die Frage nach dem Zusammenwirken visueller und auditorischer Funktionen, und inwieweit evtl. synästhetische Effekte die von der Versuchsbedingung geforderte korrekte Reaktion auf die akustischen Muster überlagern. Moskowitz schließt hier aus den Ergebnissen, Marihuana erzeugt einen

“effect upon perceptual discrimination sensitivity, independent of a change in subject criterion.

...the locus of effect is very likely on attention or the central processing of the input data. There is no evidence to suggest that auditory sensory processes are effected by marihuana (Moskowitz, 1974: 143)

So finden sich zwei Hinweise auf den Ort der auditorischen Wahrnehmungsveränderungen:

1.) die von de Souza beschriebenen tonalen Präferenzen, welche auf eine cannabisinduzierte Verarbeitungsstrategie hinweisen, die den Aufmerksamkeitsfokus auf höhere Frequenzen zu lenken scheint

2.) die cannabisinduzierten Wahrnehmungsveränderungen liegen eher im Bereich der Aufmerksamkeit und der zentralen Verarbeitung. Die von Moskowitz beschriebenen Veränderungen der Signalerkennungsstrategie, welche zum deutlichen Anstieg der “Fehlalarm“-Meldungen führten, weist m.E. auf verstärkte Eigenaktivität i.S. e. Ton- und Klangimagination hin. Es wurde weiter oben

berichtet (vgl. 2.3.3.3.2 oben), daß Musiker nach dem Rauchen Probleme beim Stimmen ihrer Instrumente hatten. Es könnte demnach durchaus sein, daß die erhöhte Präferenz für höhere Töne die Obertonwahrnehmung, welche für das Stimmen der Instrumente wichtig ist, beeinträchtigt. Diese Vermutung findet ihre Bestätigung auch durch die von Tart gefundenen lebendigeren auditorischen Imaginationen der befragten Personen. Sie konnten nach moderatem Cannabiskonsum eine Melodie oder einen Klang besser imaginieren als im Normalzustand (Tart, 1971: 75).

3.4.2.3 Verbesserte Sprachwahrnehmung

Thaler und Fitzpatrick untersuchten fünf Cannabiserfahrene Personen (2 M; 3 W.; Alter 21-35 Jahre) (Thaler, Fass & Fitzpatrick, 1973). Eine Versuchsperson hatte einen unilateralen Hörschaden mit einer Beeinträchtigung von 40 db bei 4000Hz.

Bei der ersten Untersuchung wurden u.a. W-22 Wortlisten I-IV, Form A + B in verschiedenen Lautstärken vorgelesen, im Follow-up wurde mit ‚Matched Controls‘ (4 M, 2 W) dieselbe Prozedur durchgeführt. Hier wurden jedoch die Wörter der W-22 Liste nicht gesprochen, sondern kamen vom Audioband. Thaler legte Wert auf die Beachtung von Set und Setting, und ließ die Personen ihr eigenes Marihuana in ihren Privatwohnungen rauchen, bis sie sich selbst als “high” bezeichneten. Für die Tests wurden sie nach dem Rauchen abgeholt und zum nah gelegenen Labor gefahren.

Da sich in der HNO-routinemäßigen 40 dB-Wortererkennungskondition kaum Unterschiede erkennen ließen (Fitzpatrick & Eviatar, 1980: 213), wählte Thaler ein Soundlevel von 10 dB und es waren Veränderungen zu beobachten.

In den Worterkennungstests zeigten sich im Pre/Post-Vergleich bei der 10 dB-Kondition und bei der Überlagerung eines Sprachsignals durch 40 dB weißes Rauschen mit 20 dB Signal-Rauschabstand signifikante ($p < .005$) Unterschiede, welche sich auch in der Follow-up Untersuchung bestätigten. Es ergab sich ein bis zu 26% verbessertes Sprachverständnis in der 10 dB Kondition und eine Verbesserung von 59% bei der 40 dB Noise Überlagerung. In der Follow-up Untersuchung war in der 10 db Kondition wieder eine Verbesserung von 28.6% und bei 41.6% der mit 40 db weißem Rauschen überlagerten Worte zu erkennen. Hier war der Signal-Rauschabstand auf 12 dB herabgesetzt, d.h. die Stimme war noch leiser.

3.4.2.3.1 Verbesserte Worterkennung bei Hörgeschädigten

Zusätzlich untersuchte Thaler im Follow-up eine Person mit einem bilateralen sensi-neuralen Hörverlust von 15 dB rechtsseitig und 20 dB linksseitig. Die Tonerkennungsschwellwerte lagen bei 2 kHz um -15 dB, bei 4 kHz um -50 dB und bei 8kHz um -55 dB. Es ergaben sich erstaunliche Verbesserungen.

	Vorher	Nachher	Unterschied
Rechtes Ohr	38%	72%	+ 34%
Linkes Ohr	22%	80%	+ 58%

Tabelle 9 Worterkennung bei 10 dB SL (Hörgeschädigte Versuchsperson)

	Vorher	Nachher	Unterschied
Rechtes Ohr	18%	72%	+ 54%
Linkes Ohr	12%	50%	+ 38%

Tabelle 10 Worterkennung bei 40dB SL Noise mit Signalrauschabstand von -12 dB (Hörgeschädigte Versuchsperson)

Wie aus den Untersuchungen zur Worterkennung mit dem W-22 Test hervorgeht, verbesserte Marihuana die Worterkennung bei 11 Versuchspersonen, darunter zwei hörgeschädigte Personen. Thaler diskutiert in seiner Studie Möglichkeiten einer medikamentösen Anwendung bei Schwerhörigen und verlangt nach weiteren Untersuchungen.

3.4.2.3.2 Zum Setting der Untersuchung

Die Beachtung von Set und Setting (Personen konsumierten im privaten Raum) und die Möglichkeit, dabei eine selbstgewählte Dosis für den High-Zustand konsumieren zu dürfen, hat dieses Ergebnis möglicherweise begünstigt. Ein solches Untersuchungssetting fand sich nicht in anderen Studien. Zudem wurden im ersten Untersuchungsdurchlauf die Wörter der W-22 Liste live gesprochen, was eine situative Kontingenz der Sprachwahrnehmung begünstigt, wie auch die Lautstärke nicht einheitlich sein läßt. Vermutlich um diese Einflußfaktoren auszuschließen, wurden in der Follow-up-Studie die Worte vom Band eingespielt. Aber auch hier verbesserte sich die Worterkennung. Von einem nivellierenden methodischen Standpunkt beurteilt, fehlte dieser Studie eine Doppelblindstruktur, es wurden keine Placebo-Tests durchgeführt und zudem war die Dosis nicht standardisiert, wie auch (Liedgren et al., 1976) kritisierte. So ist diese Untersuchung methodisch nur bedingt mit anderen Studien zu vergleichen.

Deanne Fitzpatrick verglich 1980 Alkohol und Marihuana in ihren Wirkungen auf die auditive Wahrnehmung, und verwendete die Untersuchungsergebnisse der Studie

von 1973 als Vergleichsgröße (Fitzpatrick & Eviatar, 1980). Insgesamt war die Worterkennung nach Alkoholkonsum geringer.

3.4.2.3.3 Zur Wahrnehmung prosodischer Sprachanteile

Einige Überlegungen zu den Ergebnissen verbesserter Sprachwahrnehmung drängen sich auf und könnten Gegenstand weiterer Forschung sein: Die Slangsprache des Jazzers war, wie in Abschnitt 2.3.3 oben ausgeführt wurde, einerseits eine notwendige subkulturelle Kodifizierung, welche eine als abweichend definierte Handlung verdeckte, sie war aber auch eine Fachsprache von Musikern, welche die Verbindung von Musik und Ausdruck eines Lebensstiles - im Sinne der Ethnomethodologie - in indexikalischen Besonderheiten zum Ausdruck brachte.

Wenn sich die Sprachwahrnehmung verbessert, läßt sich die prosodische Struktur von Wörtern und Wortfolgen in ihren musikalische Anteilen und Phrasierungen besser heraushören, somit die Stimm- oder Sprachmelodie des Sprechers besser identifizieren und die Rhythmik eines gesprochenen Wortes und von Satzfolgen intensiver wahrnehmen. Wie Tart in seiner Untersuchung darstellte, verstanden die Hörer unter Cannabiseinfluß die Texte der Songs besser, d.h. die subjektiv verbesserte Hörgenauigkeit ermöglichte eine auditorische Fokussierung beim Heraushören der Texte (Tart, 1971: 71). Rodin bemerkte bei seinen Befragungen von Versuchspersonen, daß die Prosodik ihrer Sprache eine Tendenz zu einem "sing-song type pattern" (Rodin, Domino & Porzak, 1970) bekam. Die Wahrnehmung des musikalischen Anteils der Sprache geht der individuellen Sprachentwicklung voraus und bevor Worte gesprochen werden, entstehen Lautbildungen, welche aus bisher noch nicht geklärter Weise zu Wörtern führen (vgl. Aldridge, 1996). So kann diese Untersuchung von Fitzpatrick (Thaler) einen Hinweis auf die psycho-physiologischen Hintergründe dieser subkulturellen Kognitionsvorgänge liefern. Musiker hörten die musikalische Qualität der Sprache, wählten Begriffe mit adäquater prosodischer Struktur, welche der von ihnen gespielten Musik und ihren Ausdrucksparametern analog war, weil sie in bestimmten Rauschphasen die Sprache anders oder eben besser hörten. Cannabis scheint nach Tart's Untersuchung zudem eine Sensibilität für das Spiel mit den Subtilitäten und Bedeutungsebenen von Begriffen zu eröffnen (Tart, 1971: 171). Auch in der Slangsprache wurde mit den Bedeutungsebenen der Begriffe gespielt (vgl. 2.3.3 oben). Welche situativen Anteile zu den Begriffen der Slang-Sprache führten, wäre evtl. eine Aufgabe für weitere Forschungen.

Die Ergebnisse von Fitzpatrick jedenfalls können m.E. gerade aufgrund der Beachtung von Set und Setting, der individuellen Dosierung und den im ersten Versuchsdurchlauf ‚life‘ gesprochenen Worten als Referenz für weitere Forschungen zur verbesserten Sprachwahrnehmung dienen.

3.4.2.4 Veränderungen in der auditorischen Metrik ?

Gordon G. Globus konnte feststellen, daß sich die Bewertung von Lautstärkeintensitäten nach Cannabiseinfluss veränderte. Hinter den berichteten Zeitdehnungseffekten (vgl. 3.2 oben) und Ergebnissen visueller Tests, in denen von einem Anwachsen der Wahrnehmung scheinbarer Bewegungen statischer Lichtquellen berichtet wurde (Sharma & Moskowitz, 1972), sieht er einen Zusammenhang mit einem veränderten metrischen Bezugsrahmen. Marihuanaeffekte sind demnach Effekte eines „als ob“, ein Ergebnis eines Perspektivenwechsels in der Wahrnehmungsskalierung (Globus & al, 1978: 71). Nachdem Caldwell in audiologischen Tests nach Cannabiskonsum eine Veränderung in der Unterscheidung von Lautstärkeintensitäten festgestellt hatte (vgl. **Abbildung 3**), sollten nun in einem Anschlussexperiment 42 männliche, marihuanaerfahrene Versuchspersonen aus der Erinnerung die Lautstärke eines oszillatorgenerierten Referenztones (610 Hz; 87 dB=800 mV) einstellen. Es wurden drei Gruppen (ML, PA, AP) gebildet und alle drei Gruppen wurden *mit* dem Referenzton auf die Aufgabe trainiert. Eine Gruppe erlernte den Referenzton unter Cannabiseinfluß (ML), die anderen Gruppen (AP und PA) ohne Cannabis. Die Eingangslautstärke war immer leiser als der Referenzton. In zwei Sets mit jeweils zehn verschiedenen Eingangslautstärken sollten die Versuchspersonen die Referenzlautstärke über den Lautstärkedrehknopf des Frequenzgenerators reproduzieren. Wegen der Variation der fest definierten Eingangslautstärken pro Versuch halfen hierbei Erinnerungen an Drehbewegungen nicht weiter. Nach 20 Minuten wurde der erste Test ohne Referenzton durchgeführt. Nach 30 Minuten bekam die AP-Gruppe ihren ersten Joint, die PA-Gruppe einen Placebojoint und es folgten drei weitere Einschätzungstest. Nach 120 Minuten bekam die PA-Gruppe dann den Joint und die AP-Gruppe ein Placebo.

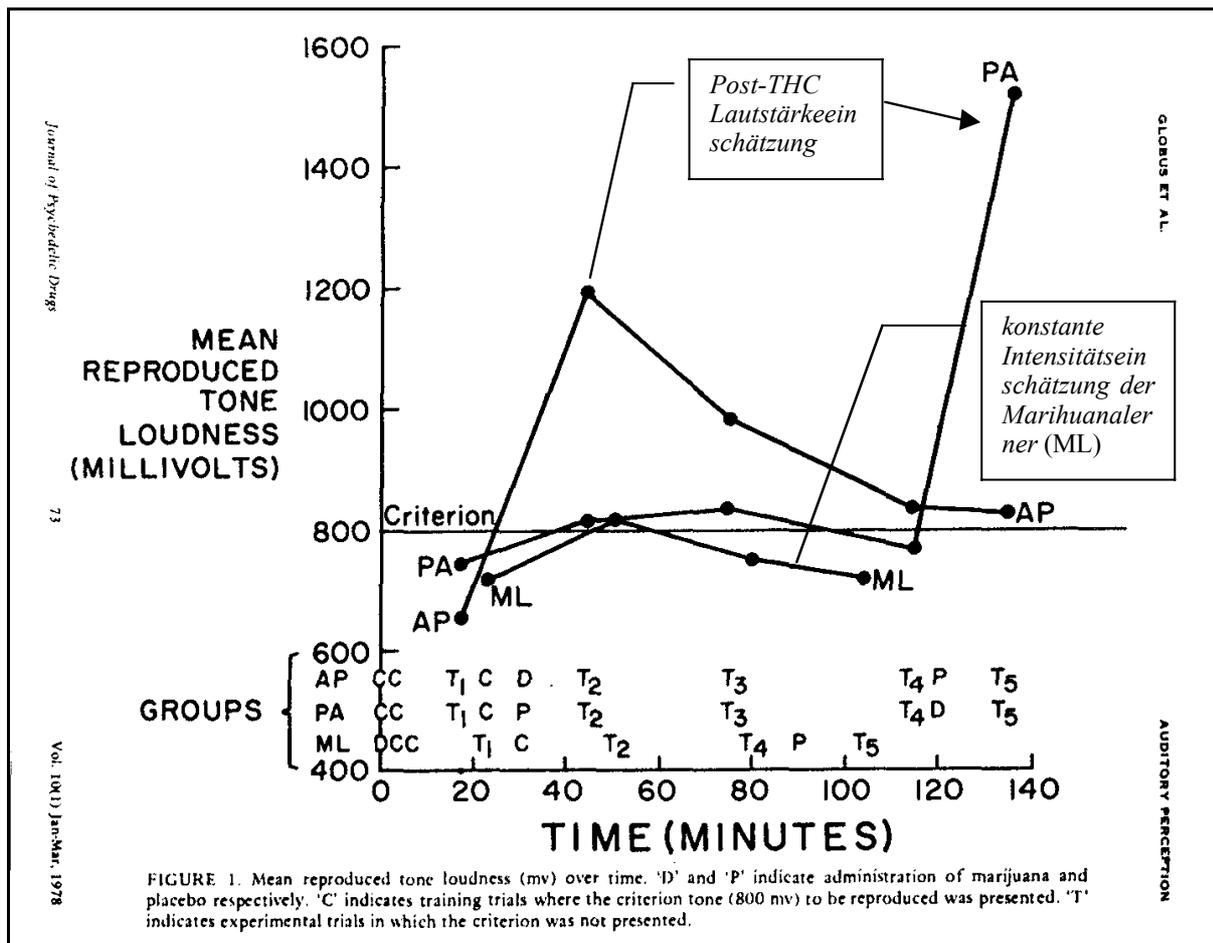


Abbildung 7: Veränderte Intensitätsmetrik (Globus & al, 1978)

Nur die ‚Marihuana Learners‘ (ML), welche den Referenzton berauscht erlernt hatten, stellten den Ton weiterhin weitestgehend richtig (Streuung ca. 80 mV) ein. Globus schließt daraus, daß hier ein „Zustandsspezifisches Lernen“ einen Einfluss auf die Testergebnisse hatte und bei der ML-Gruppe somit eine Konstanz des Bewußteinszustandes und dementsprechend auch in der Lautstärkeinstellung gewahrt blieb. Deutlich (bis zu 700mV) änderten sich aber die Testergebnisse der AP- und der PA-Gruppe, nachdem sie sich durch Cannabisrauchen in einem Zustand veränderten Bewußteins befanden. Da durch die Variation der Eingangslautstärken keine Möglichkeit bestand, eine objektive innere Repräsentanz von Lautstärke zu erzeugen, ging dies nur über die Zuhilfenahme eines subjektiven Konzeptes wie, ‚der Ton, den ich zu reproduzieren habe, ist eine moderate Lautstärke‘. Analog einem Gummilinal, welches im gedehnten Zustand andere Maße angibt, jedoch die Messfunktion beibehält, zeigten die Ergebnisse, daß eine ‚moderate Lautstärke‘ im veränderten Bewußteinszustand auch objektiv andere Maße hat als im normalen Bewußteinszustand.

“Thus we may speculate that training in the ordinary state of consciousness and testing in the altered state of consciousness is associated with an expansion in the units of the subjective dimension, which affects the test results; in effect, the mechanism underlying the manifest state-dependant learning is a metrical change” (Globus & al, 1978: 75)

Diese ‘Erweiterung der metrischen Einheiten’ ist ein guter Verständnisrahmen für die Veränderungen der Zeit- und Rhythmuswahrnehmung und fügt sich m.E. auch gut in die oben von Moskowitz berichteten Veränderungen ein. In seiner Untersuchung veränderten sich die Signalerkennungskriterien der Noisebursts und der Tonlautstärken bei den Gelegenheitskonsumenten stärker als bei den Gewohnheitskonsumenten. Die Gewohnheitskonsumenten konnten die veränderten metrischen Einheit besser relativieren. Sie kannten die Auswirkungen von Cannabis und waren in der Lage, die Wahrnehmungsperspektive in konventionelle Verhältnisse, umzuschalten‘.

3.4.2.5 Zusammenfassung

In diesem Abschnitt wurden Untersuchungen vorgestellt, aus denen sich folgende Tendenzen hervorheben:

- 1.) Es zeigte sich, daß Marihuana keinen objektiv meßbaren Einfluß auf basale auditorische Funktionen hat, also die Funktionalität und Hörgenauigkeit des basalen Hörapparates (Außen-, Mittel, Innenohr) nicht beeinträchtigt oder verbessert (vgl. 3.4.1).
- 2.) Die Einflüsse scheinen mehr im Bereich der Hörbahn und der cerebralen Signalverarbeitung zu liegen. Dies läßt sich aus den Ergebnissen zur veränderten Aufmerksamkeit und aus den subjektiven Aussagen der Probanden schließen (vgl. 3.4.2.2).
- 3.) Marihuana scheint subjektive Frequenzfenster bezüglich der Intensitätswahrnehmung und bezüglich des Frequenzbereiches zu beeinflussen. So wurden in einem Testdesign nach Marihuanakonsum die höheren Frequenzen ab 5000 Hz bevorzugt. Höhere Frequenzen wurden dabei mit Entspannungsleistungen assoziiert und diskutiert. In einem anderen Testdesign wurden Verbesserungen der Schwellwerte bei 6000 Hz gefunden (vgl. Tabelle 8).

Marihuana hat offensichtlich einen Einfluß auf die Wahrnehmung bestimmter Frequenzbereiche; ob sich das nun als Bevorzugung dieser Bereiche oder als Herabsenken der Hörschwelle äußert, variierte je nach Probanden und Versuchsanordnung. Kleine Abweichungen in den Hörschwellen um +/- 10 dB liegen

zudem “im natürlichen Streubereich audiometrischer Untersuchungen” (Oeken, Plath & Federspil, 1993: 80). So muß auch hier ein Einfluß der Meßsituationen, welche nicht immer im schalltoten Raum stattfanden, berücksichtigt werden.

4.) Marihuana beeinflusst anscheinend die subjektiven Zuordnungskriterien in der cerebralen Verarbeitungsstrategie auditorischer Signalverarbeitung. Dies geschieht möglicherweise über eine Ausdehnung der metrischen Einheiten. So wurden Lautstärkeintensitäten im veränderten Bewußtseinszustand anders gedeutet als im Normalzustand und aus weißem Rauschen wurden eher Töne herausgehört.

Für die Untersuchung einer veränderten Musikwahrnehmung durch Δ^9 -THC scheint die Untersuchung cerebraler Funktionen nach Marihuanakonsum der probate Weg und eine EEG-Brainmappingmethode, aufgrund der zeitlichen und topographischen Struktur der Daten ein aufschlußreiches Verfahren zu sein.

3.5 Cannabis-induzierte Veränderung der Wahrnehmung des musikalischen Zeit-Raumes

„I don't know if I can attribute any effects from it [pot] towards the music, unless you want to say it does create a larger vision, and if that's the case, then it would apply to your instrument because the more you see, the more you can do.“ Robin Horn in (Boyd, 1992: 205)

3.5.1 Cannabiserfahrungen im musikalischen Zeitraum

Charles Tart verteilte einen Fragebogen (vgl. 3.3 oben) mit 206 cannabisbezogenen Statements und die 151 befragten Cannabiskonsumeten bewerteten die Statements auf einer Ratingskala durch jeweils fünf Rating Items 1.) bezüglich der Häufigkeit und Intensität und 2.) der Dosis-Wirkungsbeziehung. Die Statements hatte er aus qualitativ orientierten Befragungen von Konsumenten herausgearbeitet.

Die folgende Abbildung zeigt Beziehungen zwischen Dosis und Wirkung auf die auditorische Wahrnehmung.

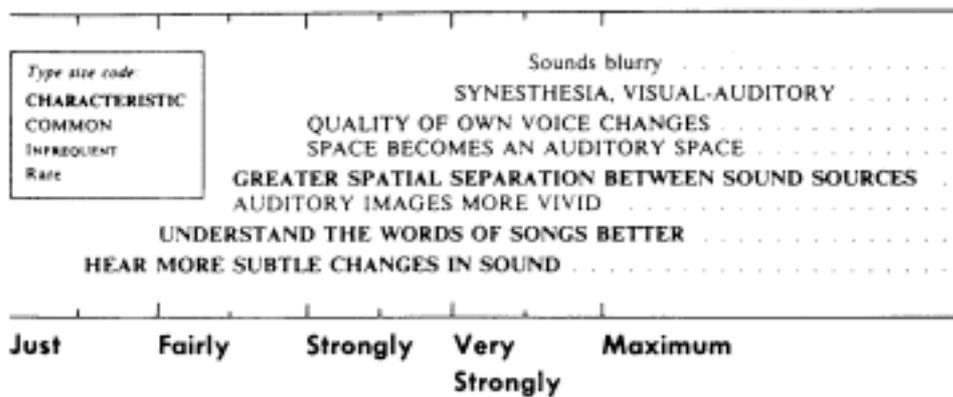


FIGURE 7-3. INTOXICATION LEVELS, AUDITORY PHENOMENA

Abbildung 8: Auditorische Phänomene (Tart, 1971: 75)

Cannabis bewirkt, wie Tart in dieser qualitativ-quantitativen Untersuchung von 151 Cannabiskonsumenten zeigte, eine Empfindung einer qualitativ verbesserten Hörleistung für Klangnuancen, eine subjektive verbesserte Klangtransparenz i.S.e. Dehnung und eines Einblickes in den Raum zwischen den Klangquellen und ein lebhafteres musikalisches Vorstellungsvermögen:

“I can hear more subtle changes in sounds; e.g. the notes of music are purer and more distinct, the rhythm stands out more”(Tart, 1971: 71).

“When listening to stereo or live music, the spatial separation between the various instruments sounds greater, as if they were physically further apart””(Tart, 1971: 72)

Deutlich wird diese Erfahrung eines dreidimensionalen Klangraumes durch eine anekdotische Aussage eines Konsumenten beim Hören von Musik über Kopfhörer:

“Ordinarily I tend to hear high sounds as located further up in my head than low ones, and, with stereo, the sounds move back and forth along an axis between my ears, giving a two-dimensional display. When I’m stoned, the sounds also move back and forward in my head, depending on their quality, so I experience a beautiful three-dimensional sound space. Overtones and complex notes ,twist‘ the space in an indescribable way.” (Tart, 1971: 73)

Insbesondere beim Hören von Klängen in der Umgebung mit geschlossenen Augen wird die akustische Raumwahrnehmung und Orientierung im Raum durch Cannabis intensiviert:

“With my eyes closed and just listening to sounds, the space around me becomes an auditory space, a place where things are arranged according to their sound characteristics instead of visual, geometric characteristics.”(Tart, 1971: 72)

Diese Erfahrung ist auch blinden Menschen nicht fremd, wird aber durch Cannabis intensiviert.

3.5.2 Cannabisinduzierte Synästhesien und der musikalische Zeitraum

Curry (vgl. 2.3.3.3.2 oben) hatte in den 60ern die Verbindungen von Drogen, Jazz-, Rockmusikern und ihr Publikum beobachtet und kam zu der Überzeugung, das ein entscheidender Faktor der Wahrnehmungsveränderungen eine Hyperfokussierung der Wahrnehmung auf den akustischen Raum sei.

"When an individual becomes aware of acoustic space, or when there is a hyperfocusing on sound (both of which can result from the psychedelics, pot or hashish, and the amphetamines), a profound reaction occurs in that individual. In terms of cognitive style, he is not longer orienting himself optically. Thus, when the musician or listener closes his eyes (as any Mozart fan can confirm) an attempt is being made to "get into the sound", to experience the simple reorientation that comes from shutting out the flat visual space and responding to the "perception" of spherical acoustic space. This is a crucial aspect of many of the social rituals which have evolved from the psychedelic revolution (witness the elaborate corporate structure that has arisen to provide the essential artifacts-records, strobe lights, incense, glass beads, etc)." (Curry, 1968: 214)

Curry verbindet hier die Hyperfokussierung der Wahrnehmung auf den akustischen Raum mit den die Konzerte z.B. der *Grateful Dead* begleitenden, psychedelischen Lightshows mit Fließfarbenprojektoren, Stroboskopen, Räucherstäbchen, etc.,. Hier griff die psychedelische Bewegung die schon Ende letzten Jahrhunderts begonnene Tradition der Farbmusik auf und zielte auf eine multimediale Performance. Eine mögliche Erklärung dieser Verbindung findet sich evt. in den Forschungen zur Synästhesie. Marks resümiert in seinem Artikel über klanginduzierte Synästhesien

"The brightness size of photisms varies with the brightness (density) of the inducing sounds and (b) the size of photisms varies with the size (volume) of the inducing sounds" (Marks, 1975).

So scheinen Klangdichte und Lautstärke wichtige Faktoren für die unter Cannabiseinfluß entstehenden Synästhesieerlebnisse zu sein. Die bewußte Stimulation der verschiedenen Sinnesmodalitäten in den multimedial veranstalteten Konzerten verfolgte demnach auch den Zweck, die Reise in den Klang hier auf allen Sinneskanälen zu intensivieren und Synästhesieerlebnisse durch Inszenierungen zu erzeugen.

Synästhesie wird als ein Zusammenfließen, Überkreuzen von Sinnesmodalitäten beschrieben. Dabei finden sich zumeist Kreuzmodalitäten der auditiven, visuellen und olfaktorischen Sinnessysteme. Durch höhere Cannabisdosierungen können

Synästhesieerlebnisse ausgelöst werden, wie Tart feststellen konnte: *“Sounds seem to have visual images or colors associated with them, synchronized with them”* (Tart, 1971: 75ff) (vgl. **Abbildung 8**). Die Beschreibung von synästhetischen Erfahrungen unter Cannabiseinfluß findet sich schon bei Baudelaire in seinen ‚künstlichen Paradiesen‘:

“Das Ohr nimmt mitten im vielseitigsten Getümmel, beinahe unhörbare Töne wahr. Hier beginnen die Halluzinationen. Die äußeren Gegenstände nehmen nach und nach ein eigentümliches Aussehen an. Dann folgen die Zweideutigkeiten, die Mißverständnisse und die Umstellung der Ideen. Die Tönen bekleiden sich mit Farben und die Farben enthalten Musik. Man wird mir entgegen, das sei etwas ganz natürliches und jedes poetische Gehirn ersinne auch im gesunden und normalen Zustand solche Übereinstimmungen leicht. Aber ich habe den Leser schon darauf aufmerksam gemacht das im Haschischrausch nichts tatsächlich Übernatürliches vorkommt. Allein - die Übereinstimmungen sind ungewöhnlich lebhaft”(Baudelaire, 1988: 43)

Diese Lebhaftigkeit des Vorstellungsvermögens bestätigte auch Tart in seiner Befragung. Die Aussage *“If I try to have an auditory image, hear something in my mind, remember a sound, it is more vivid than when straight”*(Tart, 1971: 74) wurde von den 151 befragten Personen als eine gewöhnliche Erfahrung gewertet, und daß sich die visuelle Imagination intensiviert, ja daß sich Mustererkennung aus mehrdeutigem, visuellen Material erhöhte, gehörte zu den charakteristischen Erfahrungen des Stoned-Seins. (Tart, 1971: 64ff). Solche Wahrnehmungsvorgänge scheinen durch Cannabis intensiver und lebhafter zu werden.

3.5.3 Der artifizielle Klangraum – Cannabis als psychoakustischer ‚Enhancer‘ im Aufnahmestudio?

„It [pot] breaks down preconceptions you have about something: it allows you to hear it fresh. If you’ve been working on something for a few hours and you smoke a joint, it’s like hearing it again for the first time“ Lindsay Buckingham in (Boyd, 1992: 201)

Ob sich die durch Cannabis veränderte Musikwahrnehmung auch in veränderten Klangideen äußerte, wie Paul McCartney andeutete, als er 1997 bekannt gab, daß die Beatles während der Aufnahmen zu Sgt. Pepper viel Marihuana geraucht hätten? (McCartney, 1998) Nach Böhm sind Sound, Improvisation und Ekstase stilbildende Elemente des *Psychedelic Rock* (Böhm, 1999). In Verbindung zu den oben herausgearbeiteten Wirkungen auf die Zeitwahrnehmung, Intensitätsmetrik und Zensurschwächung in der Informationsauswahl kann die von de Souza beschriebene Bevorzugung höherer Frequenzen einen Verständnisrahmen für die verstärkte, funktionale Nutzung von Klangmodulatoren, Hall- und Echoeffekten im

Psychedelic Rock bieten. Der musikalische Zeit-Raum der Klänge läßt sich damit gezielt verändern, Effektgeräte unterstützen dabei die Absicht, eine *“Musik zu produzieren, wie sie eine Person unter dem Einfluß von psychedelischen Drogen hören möchte”* (Böhm, 1999: 22).

3.5.3.1 Die Beatles und Sgt Pepper

Die *Beatles* mit der LP „Sgt. Pepper“ (Beatles, 1967) eine Musik aufgenommen, in welcher, durch Innovationen der Aufnahmetechnik, mehrfach geschichtete Klangräume innerhalb von Songstrukturen verwirklicht werden konnten. Diese Schallplatte war ein Meilenstein in der Aufnahmetechnik, in der viele neue Klangideen entwickelt und realisiert wurden, welche heute schon zum Standard der Aufnahmetechnik gehören. Böhm konnte in seiner Untersuchung veranschaulichen, daß der Grad der Verfremdung von Klangquellen im Zusammenhang zu Textpassagen und Kompositionsabschnitten der Stücke stand (Böhm, 1999: 14). Mit der neuen Vier-Spur-Technik bestand bei ‚Sgt. Pepper‘ die Möglichkeit, die Klangräume der live eingespielten Musik nicht nur durch Veränderungen der Mikrofonpositionierung und Stellwände zu beeinflussen, sondern künstliche Räume, Klangcollagen, Geräuschkulissen oder Klangeffekte wie Phasing, Flanging, Chorus, Echo, rückwärts abgespielte Klänge, Equalizer, etc. einzusetzen und entsprechenden Musikpassagen der Stücke hinzuzufügen (Martin & Pearson, 1995). Die technischen Belange dieser Klangeffekte hier zu klären, würde den Rahmen sprengen, wichtig zu wissen ist nur, daß all diese Klangmodulatoren das Klangbild, den Sound verdeutlichen oder verzerren können. Mit diesen technischen Möglichkeiten musikalischen Handelns entstanden ‚Movies for the ears‘ und ‚Soundscapes‘ innerhalb der Songs, welche die kadenziellen Songstrukturen, - ähnlich wie die freien Passagen in der Improvisation über einen Standardsong der Jazzmusik - ausweiteten. Beispiele dafür wären die Beatles Songs „A Day in the life“, „Good Morning“ oder Lucy in the Sky with Diamonds“ (Beatles, 1967). So zeichnet sich hier ab, wie das kompositorische Bedürfnis - auch bei dem Hörer der Musik - eine psychedelische Erfahrung über eine komplex arrangierte Klangarchitektur auszulösen, einerseits ein Wissen um die Wirkungen von Cannabis auf die Musikwahrnehmung erforderte, andererseits die Erfahrung selbst zur Komposition solcher Klangstrukturen führte.

3.5.3.2 Cannabiserfahrungen und Sounddesign

Cannabiserfahrungen haben möglicherweise auch die Entwicklung der Musik- und Tonträgerproduktion, wie auch die Arbeit im Aufnahmestudio beeinflusst, vielleicht

gar zu Entwicklungen von Klangbearbeitungstechnologien geführt. Technische Weiterentwicklungen von Instrumenten und die musikalische Entwicklung gingen schon oft einher. Man denke dabei nur an die Veränderung der Komposition "Etudes en forme de 12 exercices" von Liszt, welche durch die Verbesserung der Klavierhammerteknik begünstigt wurde (vgl. Blaukopf, 1984: 88ff). Dieser Faden der Veränderung der technischen Bedingungen musikalischen Handelns zieht sich fort bis zur Entwicklung der Techno-Musik in unserer Zeit.

Durch die Studioteknik ist noch eine weitere Qualität hinzugekommen: Die artifizielle Gestaltung eines variablen Klangraumes, welcher als der Begriff eines spezifischen "Sounds" die Qualitäten des (Aufnahme-) Ortes mit in den musikalischen Gestaltungsprozeß eingebunden hat. Die Instrumente werden in einem gebundenen Raum, dem Studio, eingespielt und hinterher werden die Klangräume der Instrumente und Stimmen im Mix zugeordnet (vgl. Blaukopf, 1984: 251ff). Der Mixer definiert dabei durch seine Vorlieben die Positionierung im Klangraum, die Intensität und das Klangspektrum der jeweiligen Sound-Komponenten. Zur Veranschaulichung dieser Vorgänge kann man sich die Positionierung der Klangquellen wie auf einer Bühne vorstellen: rechts oder links bestimmt im Stereopanorama den vornehmlichen Ort der Klangquelle, vorn oder hinten im Klangeindruck wird durch Lautstärke und Hall-, bzw. Echoanteil bestimmt. Die Frequenzanteile der Klangquelle geben weitere Informationen zur Lokalisation und Dichte der Klangquelle im Raum. Klangquellen mit einem stärkeren Obertonanteil (höhere Frequenzen) lassen sich räumlich besser lokalisieren als mit einem starken Baßanteil.

Die Entwicklung der HiFi-Klänge stand in Verbindung mit dem Bedürfnis einer klanglichen Brillanz und Transparenz, wie auch einer Linearität der Klangwiedergabe, also dem Wunsch nach einer technisch unveränderten Wiedergabe des natürlichen Klanges seitens der Klangquelle. Das Stereo-Sounddesign strebt nach räumlicher Trennung und Positionierung der Schallquellen, verlangt nach einer klangarchitektonischen Harmonie des "Sounds". Die Klangtransparenz kann durch verschiedene psychoakustische Verfahren wie Exiter, Enhancer, etc. auch noch weiter gesteigert werden.

Klangräume lassen sich besser gestalten, wenn der Höhenanteil der Frequenzen variiert werden kann. So wird die Raumwahrnehmung des Klanges im Sinne eines Nachhallanteiles der Klangquellen durch eine Verstärkung der Formantenschallintensität erzeugt, d.h. die charakteristischen Obertöne der Instrumente werden in ihrer Intensität durch die entsprechenden

Echoüberlagerungen des Hallraumes verstärkt. So wird hier innerhalb des chronologischen Zeitflusses der Zeitgestalt Musik durch Veränderung der Klangräume auf den jeweiligen Tonspuren der Audioaufzeichnung zusätzlich ein variabler Zeitfaktor bezüglich der Nachhallzeit der Instrumente hinzugefügt. Durch die Positionierung der Instrumente und ihrer Klangräume im Mix entsteht der akustische Eindruck einer Klanglandschaft in einem dreidimensionalen musikalischen Zeit-Raum.

Marihuana scheint die Wahrnehmung solcher Klanglandschaften zu intensivieren und in Verbindung mit der veränderten Zeitwahrnehmung den Umgang damit zu inspirieren. Dazu scheint gerade die verbesserte Frequenzwahrnehmung der höheren Frequenzregister, insb. der Obertöne und Formantenhüllkurve eine bevorzugte Informationsquelle zu sein. So läßt sich über die cannabisinduzierten, auditiven Wahrnehmungsintensivierungen für die Höhenanteile der Sounds, die veränderten Parameter der auditiven Metrik und die gedehnten Zeit- und Raumvorstellungen ein qualitativ gesteigerter Einblick in die Strukturen des musikalischen Zeit-Raumes aufzeigen.

Die Überlegungen können hier nur kurz angerissen werden bedürfen letztlich einer weiteren Erforschung und Befragung von Musikern, Hörern und vor allem von Studioteknikern.

3.6 Divergente und konvergente Wahrnehmungsprozesse

„Part of the trap [drugs] is that they open the doors to unreleased channels or rooms you hadn't explored before or allowed to be open. A lot of my creative things came out first of all through marijuana. I started smoking when I was eighteen or nineteen, and that would let out a whole string of humorous things as well as music.“ Eric Clapton in (Boyd, 1992: 199)

Psychedelika wurden therapeutisch mit Musik und Phantasie Reisen verwendet, um Assoziation zu fördern, Zensursysteme zu schwächen und dadurch einen freien Zugriff zu den Erinnerungen zu bahnen (Bonny & Pahnke, 1972; Weber, 1974) (vgl. 2.4 oben und 3.3 oben). Während im therapeutischen Rahmen die Schwächung der Zensurfunktionen positiv genutzt werden kann, wird diese Veränderung kognitiver Funktionen als eine Beeinträchtigung bei Gewohnheitskonsumenten diskutiert.

Solowij arbeitete mit standardisierten neuropsychologischen Tests und untersuchte AEP-Antworten auf komplexe auditorische Selektionsaufgaben. Ähnlich wie in

Moskowitz' Untersuchung (vgl. 3.4.2.2 oben) wurden die Probanden um eine selektive Auswahl von Tonlängen, variierend auf dem rechten und linken Ohr gebeten. Solowij nutzte zur Untersuchung kognitiver Funktionen Tonsequenzen und interpretierte entstehende Erwartungshaltungen als Intrusionsfehler der Aufmerksamkeitsleistungen. In ihren Untersuchungen mit Tonsequenzen äußerte sich die geschwächte Fokussierung der Aufmerksamkeit in der Unfähigkeit unwichtige, nicht der Aufgabe zugehörige Toninformationen auszublenden. Solowij kam in ihren Untersuchungen zu dem Schluß, Cannabiskonsumenten hätten einen Hang zur Beeinträchtigung der Aufmerksamkeitsfokussierung und Cannabis würde subtile Veränderungen des kognitiven Stiles bei Problemlösungsvorgängen und in der Organisation und Planung des Verhaltens hervorrufen (Solowij, 1998: 228ff). Doch könnten sich die oben beschriebenen Hörerfahrungen hier auch auf die Präsentation der Töne ausgewirkt haben. Wie in Kapitel 3.4.2 oben deutlich wurde, veränderte sich die Wahrnehmung insbesondere von hohen Frequenzen unter Cannabiseinfluß. Inwiefern diese Veränderung im Normalzustand nachwirkt oder darauf übertragen wird, läßt sich nicht sagen, da keine Untersuchungen hierzu vorliegen. Doch das cannabisinduzierte Musikhören erzeugt ein akustisches Wahrnehmungsmuster, was als Klangerlebnis erinnert werden kann. Es knüpft sich an besondere Erfahrungsmomente, welche wiederum dazu führen können, eine Musik komponieren zu wollen, wie sie Konsumenten vielleicht während solcher Momente gerne hören möchten (vgl. 3.5 oben).

Abgesehen davon, das die Verläßlichkeit, Sensitivität und Forschungsökologie neuropsychologischer Testmethoden selbst von Neuropsychologen bezweifelt wird (Dodrill, 1997) sind viele neuropsychologische Testmethoden vornehmlich daran orientiert, einen konvergenten Denkstil meßbar zu machen. Vorrangiger Wertbezug ist eine an mechanischen Grundlagen orientierte Folgerichtigkeit eines linearen, logischen Denkens. Dabei gilt es, richtige von falschen Lösungen bei einer Aufgabenstellung zu unterscheiden. Ein divergentes Denken, wie es in künstlerischen Prozessen von Interesse ist, läßt sich damit nur begrenzt beurteilen, da hier die Variation von Perspektiven und die Erstellung neuer Kontexte von Interesse sind (Cropley, 1982). Es stellt sich hier also die Frage, ob nicht die Verbindung von Cannabiswirkungen und künstlerisch kreativem Verhalten eine andere Bewertungsgrundlage fordert, als eine an Konvergenzidealen orientierte Methodik. Dies kann hier nur kurz andiskutiert werden und verlangt nach einer Vertiefung in weiteren Untersuchungen.

Die in der vorliegenden Arbeit erstellten spezifischen Aktivierungen beim Musikhören im EEG, können als Korrelationen eines solchen Verhaltens eine weitere Vergleichsmöglichkeit sein, um den Begriff Denkstil um physiologische Verständnisebenen zu erweitern. So konnte Molle beispielsweise bei divergenten Aufgabenstellungen Anzeichen einer größeren Komplexität der EEGmuster feststellen (Molle, Marshall, Wolf, Fehm & Born, 1999).

4 Zwischenbilanz

Im Kontext der Entwicklungen der Popkultur hatten Drogen mit euphorisierender, sedierender und psychedelischer Wirkung einen Einfluß auf den Lebensstil und auf die Art und Weise des künstlerischen Ausdrucks. Schon seit der Entwicklung des Jazz wird über Drogenkonsum, Kreativität und Musik nicht nur in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert (Aldrich, 1944; Barber-Kersovan, 1991; Krippner, 1985; Lyttle & Montagne, 1992; Melechi, 1997; Shapiro, 1988). Bei den psychedelischen Wirkungen von Cannabis sind Set und Setting, die Situation, die Person und ihre Erwartungen von Bedeutung. Cannabiskonsum war Teil subkultureller Handlungen und Einstellungen, welche eine eigene Sprache und Indexikalität entwickelten, welche verstanden und erlernt werden mußte. Auch die Wirkungen der Droge stellen sich erst nach einer Fokussierung der Wahrnehmung auf mögliche Effekte ein. Cannabis auf seinem emotional euphorisierenden Wirkplateau („Hot“) verstärkte Selbstvertrauen und –einschätzung in die eigene Leistung („Meisterstimmung“), cannabisinduzierte, mentale Simulationen führen durch hippocampale Zensurschwächung zu einer placeboartigen Fokussierung und Intensivierung feldbezogener Wahrnehmungsinhalte, welche jedoch in ihren cannabisinduzierten, sensorischen Übersteigerungen von erfahrenen Konsumenten bei Bedarf relativiert werden können.

Es wurden leichte Verbesserungen beim Seashore-Rhythm-Test nachgewiesen, welche hier als Hinweise auf eine veränderte Zeitwahrnehmung interpretiert wurden. Melges et al. erklärten die Auswirkung auf die Zeitwahrnehmung als eine reziproke Beziehung von subjektiv verlangsamter Zeit, i.S.e. Zeitdehnung und einer cannabisinduzierten Beschleunigung der ‚inneren‘ Uhr. Das veränderte Zeitempfinden ermöglicht temporär einen gesteigerten Einblick in den ‚Zwischenraum der Töne‘.

In audiologischen Tests veränderte Cannabis die auditorische (Intensitäts-) Metrik von Versuchspersonen, und induzierte Frequenzpräferenzen zugunsten höherer Frequenzen. Da räumliche Beziehungen innerhalb der Musik durch die Formanten zugeordnet werden, lassen diese Ergebnisse den Schluß auf eine Veränderung der Wahrnehmung des musikalischen Zeitraumes zu. Die Skalierung metrischer Zusammenhänge und die Informationsauswahl geschehen aus einer veränderten Perspektive.

Beschreibungen synästhetischer Effekte bei Baudelaire und Tart (Baudelaire, 1988; Tart, 1971), geschwächte Zensur visueller Tiefenwahrnehmung in Emrichs Untersuchungen (Emrich et al., 1991), kreativere Musterinterpretationen, eine Zunahme von Fehlalarm und angestiegenen Tonimaginationen in Aufmerksamkeitstests, Verbesserungen bei Spracherkennungstests und ein Übergang zu einem divergenten Denkstil (Curry, 1968) deuten auf eine Intensivierung der individuellen cerebralen Hörstrategie i.S. einer Hyper-Fokussierung der Wahrnehmung auf den akustischen Raum respektive des Sounds und der (Zeit-) Struktur der Musik.

Aus diesen Untersuchungen läßt sich vorerst schließen, daß Cannabis weniger Wirkungen auf die Musikwahrnehmung als solche hat, sondern durch die Veränderung von Zeit-, Frequenz- und Raumwahrnehmung ähnlich einem Enhancer, Exciter oder Kompressor aus der Studioteknik auf die Wahrnehmung der raumzeitlichen Klanggestalten wirkt und sich Musik, im Sinne einer psychoakustischen Qualitätssteigerung erleben läßt. So ist die Wirkung letztlich von der erklingenden Musik unabhängig und nur bei einem funktionalen Komponieren von Sounds entsteht eine Musik, welche als Soundtrack für die Rauscherlebnisse dienen kann.

Es entsteht die Frage, ob sich die veränderte Hörstrategie unter Cannabiseinwirkung auch experimentell nachweisen läßt. In dieser Arbeit soll dies mit einem Spontan-EEG versucht werden, welches eine topographische Abbildung der Veränderungen zu läßt.

Teil II: Untersuchungen mit EEG, Cannabis & Musik

5 Das EEG

5.1 Kapitelüberblick

In diesem Kapitel soll ein grundlegendes Verständnis für das Spontan-EEG erarbeitet werden. Für den tagtäglich mit dem EEG arbeitenden Forscher wird dies nicht allzu sehr von Interesse sein, vieles sollte ihm oder ihr bekannt vorkommen. Für denjenigen, der das EEG nicht kennt, kann es eine fundierte Erklärung und Referenz sein, um die folgenden Kapitel besser verstehen zu können.

Nach einem kurzen Portrait der Einsatzfelder (Kap. 5.2) des EEGs werden wir uns mit der Phänomenologie und der Nomenklatur des EEGs beschäftigen. Da die Beschreibung des EEGs in der Literatur nicht immer einheitlich gehalten wird, werden Beschreibungsmerkmale der Frequenzen und Frequenzbereiche genannt, Auswertungsverfahren dargestellt und die technischen Aspekte der EEG-Ableitung besprochen (Kap. 5.3).

Dann wenden wir uns den psycho-physiologischen Funktionen des EEGs und ihren Erklärungsansätzen zu (Kap. 5.4). Der relativ etablierte aktivierungstheoretische Erklärungsansatz des EEGs führt uns in die Diskussion um die Korrelation der Wellen mit den Bewußtseinszuständen innerhalb der Polarität von Wachen und Schlafen. Das EEG wird hier als ein Muster verstanden, welches aus tiefergelegenen Hirnstrukturen angeregt wird. Die jeweiligen Frequenzbänder repräsentieren nach diesem Verständnis Vigilanzniveaus der jeweiligen Aktivierungsphasen.

Zu den jeweiligen Frequenzbändern oder EEG-Gestalten werden in einem kleinen Überblick einige Forschungsbefunde referiert. Die EEG-Ergebnisse äußern sich als EEG-Wellen mit dominanten Frequenzbereichen, Hauptfrequenzen und Amplitudenverhältnissen, welche sich in typischer Weise zugleich mit dem Erleben einer Person in einem Untersuchungssetting verändern.

Am Schluß des Kapitels (vgl. 5.5) sollen die ‚Unschärferelationen‘ des EEGs in seiner Abbildung psycho-physiologischen Erlebens und die wichtigsten Einflußfaktoren des EEGs, nämlich die Versuchssituation und die tonischen Charakteristika der Person, diskutiert werden. Aus diesen Anforderungen an eine adäquate psycho-physiologische EEG-Messung entsteht ein Teil des Kriterienkataloges für den im nachfolgenden Kapitel durchgeführten Überblick über die Untersuchungen zu Cannabiskonsum und EEG-Veränderungen.

5.2 Einsatzfelder des EEGs

5.2.1 Musikforschung

In der Musikphysiologie ist das EEG aufgrund seiner zeitsynchronen Aufzeichnung beim Musikerleben ein bekanntes physiologisches Meßinstrument und des öfteren als Parameter genutzt worden. Da Musik und ihre Wahrnehmung nur im Zeitverlauf möglich sind, bietet sich dieses zeitsynchrone Verfahren zur Untersuchung an. Auf die Untersuchungen zu EEG und Musik werde ich später noch intensiver eingehen (Kapitel 8 unten).

5.2.2 Psychophysiologie

Seit Ende der 60er Jahre wurde die Persönlichkeitssensitivität des Ruhe-EEG untersucht (Becker-Carus, 1971; Becker-Carus, Heyden & Ziegler, 1979). Die Frequenzverteilung des Spontan-EEG hat sich als eine intraindividuell stabile Größe erwiesen. In Versuchen konnten Tendenzen des Ruhe-EEG fast wie Persönlichkeitsmerkmale eingeschätzt werden.

Das EEG hat sich als eines der wichtigsten psychophysiologischen Meßverfahren der Zusammenhänge von Gehirn und Verhalten etabliert (Birbaumer & Schmidt, 1999: 490). Es wird als ein körperlicher Indikator psychischen Geschehens angesehen und gibt Aufschluß über cerebrale Aktivierungsvorgänge. So können Aufmerksamkeitsprozesse oder verschiedene Bewußtseinszustände untersucht werden (Schandry, 1998). Das EEG eröffnet die praktische Möglichkeit, die involvierten Gehirnfunktionen und ihre variierenden elektrischen 'Arbeitsfrequenzmuster', parallel zu den individuellen Zuständen der Wachheit, Konzentration, Entspannung, etc. zu beobachten. Aus der Beschaffenheit der gemessenen EEG-Frequenzen lassen sich begrenzte Rückschlüsse auf die ablaufenden, neurophysiologischen Funktionen generieren. Daraus läßt sich eine Aussage über den Grad der Aktivierung, De- oder Synchronisierung (vgl. 5.3.3 unten) der Neuronenensembles des Cortex und in beschränktem Rahmen auch der subalternen Strukturen gewinnen. Aus den verschiedenen Aktivitätsniveaus kann dann wiederum ein Rückschluß auf das ZNS-bedingte Verhalten des Menschen gezogen werden.

5.2.3 Pharmakoenzephalographie

In der pharmakologischen Forschung sind EEG-Veränderungen bekannt, welche durch psychoaktive Substanzen hervorgerufen werden (Itil, 1968; Struve & Straumanis, 1990: 371). So zeichnen sich beispielsweise akute Barbituratwirkungen

durch nieder-amplitudige Beta-Wellen² aus, oder Benzodiazepine verursachen mittelamplitudige Beta-Wellenaktivität über dem bilateralen frontal-centralen Cortex. Da psychoaktive Substanzen jedoch oftmals eher subtile EEG-Veränderungen verursachen, lassen sich diese EEG-Veränderungen besser durch quantitative, zumeist computergestützte Auswertungsverfahren erkennen. Es hat sich ein spezialisiertes Feld der Pharmakoelektroenzephalographie entwickelt, in dem die Wirkungen psychoaktiver Substanzen auf das ZNS - zumeist durch eine Spektralanalyse (vgl. 5.3.2 unten) - beschrieben und erforscht werden. Die typischen EEG-Veränderungen sollen der Klassifikation und Vorhersage möglicher ZNS-bedingter Verhaltensänderungen durch Korrelation zugänglich gemacht werden, und die Bioverfügbarkeit der ZNS-wirksamen Substanzen einschätzbar werden (Struve & Straumanis, 1990: 371). In der Pharmakoenzephalographie ist die Beziehung zwischen psychotropen Medikamenten und ihren Auswirkungen auf die Arousalreaktionen durch typische EEG-Veränderungen von Interesse (vgl. 5.4.1.2 unten).

5.2.4 Klinisch-neurologische Diagnostik

In der klinischen Diagnostik ist das EEG mittlerweile eine neurologische Standardmethodik (Jelkmann & Sinowatz, 1996: 472), mit deren Hilfe z.B. Epilepsie diagnostiziert, Enzephalopathien oder der Ausfall bestimmter Gehirnstrukturen festgestellt werden können. Im sogenannten ‚Standard-EEG‘ wird hierzu visuell (vgl. 5.3.5 unten) eine begrenzte Elektrodenauswahl der EEG-Kurven ausgewertet.

Mit dem Standard-EEG können gezielt und zeitökonomisch Faktoren eingegrenzt werden, welche eine Veränderung, oder gar Beschädigung neuronaler Funktionen, beispielsweise der synaptischen Transmission, bewirken und deren pathologische Modifizierungen sich im EEG durch Veränderungen in den resultierenden, elektrischen Feldern erkennen lassen. Dabei hinterlassen beispielsweise degenerative, entzündliche, infektiöse oder nichtinfektiöse Prozesse, wie auch Dementia im EEG erkennbare Veränderungen. (vgl. Struve, 1984; Struve & Straumanis, 1990: 370).

Hughes faßt in einer Überblicksarbeit die Nützlichkeit des EEGs für die psychiatrisch-klinische Praxis zusammen und zeigt eine Vielfalt von EEG-Signaturen spezifischer, pathologie-typischer EEG-Korrelationen (Hughes, 1995;

² Erklärung ab Kap. 5.4

Hughes, 1996). "...64 - 68% of psychiatric referrals for a standard EEG would be expected to provide useful information" (Hughes, 1996: 35).

5.3 Das EEG-Signal: Beschreibungsmerkmale, Frequenzbereiche und Technik

Das EEG ist ein Funktionsmaß für hirnelektrische Vorgänge, welches Auskunft über Erregungsvorgänge größerer Zellverbände der Hirnrinde gibt. Der Vorteil des EEGs ist die Zeitverlaufssynchronizität zu Handlung und Erleben, denn es ist eine Darstellung eines elektrischen Spannungsverlaufes in der Zeit (vgl. Schandry, 1998: 216/7). Da die informationsverarbeitenden Prozesse im Gehirn z.T. sehr rasch ablaufen (in ms-Intervallen), erfordert ihre Messung eine Zeitauflösung, die bildgebende Verfahren z.Zt. noch nicht aufweisen. Hingegen ist eine anatomische Lokalisation der spezifischen informationsverarbeitenden Prozesse im EEG nur begrenzt und nur theoretisch möglich.

Es wird unterschieden zwischen der spontanen Aktivität und der evozierten Aktivität des EEGs. Das Spontan EEG wird zumeist bei tonischen Prozessen untersucht, d.h. inwiefern sich z.B. veränderte Bewußtseinszustände und entsprechend veränderte Tonuslage auf die Aktivierung und Reaktionsbereitschaft auswirken [Schandry, 1998 #446: 17; 51]. Evozierte EEG-Aktivität wie z.B. ein AEP stellt eine modalitätsspezifische Reizantwort eines Sinnessystems auf entsprechende Reize dar (vgl. 5.3.4 unten).

5.3.1 Spontan-EEG: Frequenz, Amplitude und Wellenformen

Das Spontan-EEG besteht hauptsächlich aus komplexen aperiodischen, kontinuierlichen Wellenlinien, welche ein Frequenzspektrum bis zu 100 Hertz (Hz) abdecken und durch Verstärkungstechnik Amplitudenformen im Mikrovoltbereich aufzeigen. Die Wellenformen unterscheiden sich:

- einerseits in ihrer *Frequenz (gemessen in Hz)*, d.h. in Geschwindigkeit der Wellenbewegung pro Sekunde (so findet sich in manchen älteren EEG-Texten auch das Kürzel: c/s = Cycles per second)
- und durch ihre *Amplitude (gemessen in μ V)*, genauer durch die Auslenkung ihrer Amplitudenbewegungen. Die Weite oder Stärke der Amplitudenauslenkung wird auf Grund der geringen Stromstärke in Mikrovolt (μ V) gemessen. So haben z.B. die Delta- und Theta-Wellen eine geringere Geschwindigkeit, dafür aber eine größere Amplitude (vgl. Abbildung 9). In der klinischen Praxis wird zumeist nur ein Wellenspektrum bis zu 40 Hz betrachtet und dieses auf seine *Wellenform*, d.h. auf seine Frequenzbänder untersucht (Neundörfer, 1995).

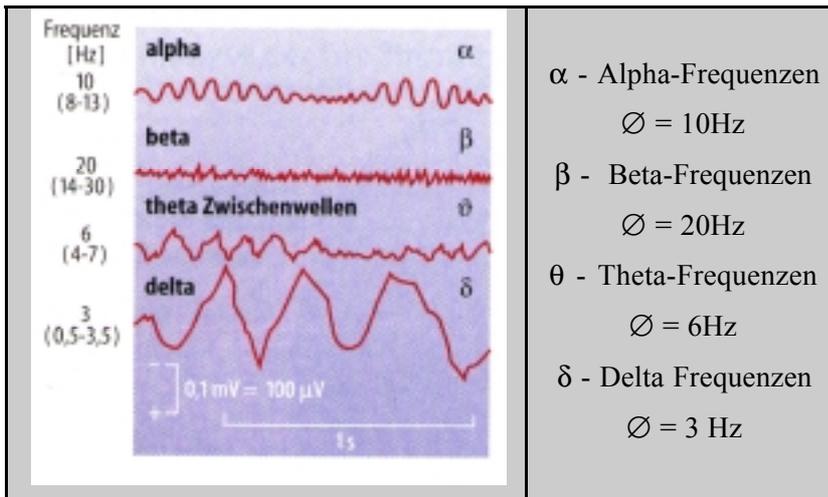


Abbildung 9: EEG Wellenbereiche mit Angabe der Durchschnittsfrequenz (Bildquelle: Schmidt / Thews, "Physiologie des Menschen" 26. Aufl. 1995 S. 134 Abb. 6-6)

Aus Abbildung 9 werden die vier Hauptfrequenzbänder (Alpha [α], Beta [β], Theta [θ] und Delta [δ]) und deren typische Unterschiede in der Amplitudenauslenkung erkennbar:

- schnellere Frequenzbänder (α , β) haben niedrigere Amplitudenwerte
- langsame Frequenzbänder (δ , θ) haben höhere Amplitudenwerte.

EEG-Wellen können topographisch und zustandsspezifisch unterschiedliche Amplitudenwerte haben. Zudem ist die dominante Frequenz der jeweiligen EEG-Quelle in ihren prozentualen Anteilen topographisch unterschiedlich, wie aus folgender Tabelle herauszulesen ist.

Tabelle 11: Die vier wichtigsten Frequenzbänder des EEGs (Schandry, 1998)

Frequenzband, bzw. Wellentyp	Frequenzbereich in Hz	Amplitudenbereich in μ V	Region des stärksten Auftretens
Delta	0,5-4	20-200	Variabel
Theta	5-7	5-100	Frontal, temporal
Alpha	8-13	5-100	Okzipital, parietal
Beta	14-30	2-20	Präzentral, frontal

EEG-Wellen werden also unterschieden

1. nach der Frequenzgeschwindigkeit,
2. der Amplitudenauslenkung und
3. der relativen Häufigkeit des jeweiligen Bandbereiches innerhalb eines analysierten Zeitsegmentes.

Hier die vier der zumeist verwendeten Beschreibungsarten der EEG-Wellen am Beispiel der α -Wellen (8-12Hz):

Veränderungen der *Hauptfrequenzgeschwindigkeit*: Beschleunigung oder Verlangsamungen (z.B. von 10 Hz auf 9.7 Hz o. c.p.s. (Cycles per Sccond o. c/s). In Abbildung 9 sehen wir die Angabe der Durchschnittsfrequenz des jeweiligen EEG-Bandes.

Aussagen über die charakteristische *Signalstärke* durch Amplituden-, Mikrovoltwerte

„*Relativer α -Anteil/-Menge*“ = Häufigkeit / Ausprägung eines Frequenzbereiches in der Gesamtmenge der vorhandenen EEG-Wellen von den genutzten Positionen der EEG-Elektroden innerhalb der jeweiligen EEG Zeitspur(en). So ist ein ‘Alpha-EEG’ ein *“EEG mit dominierender Alphawellentätigkeit”* (Neundörfer, 1995: 228)

„ *α -Index*“/ „ *α -Prozent*“= „Anzahl der Zentimeter, die in einem Bereich von 1 m Kurve α -Wellen von mindestens 20 μV Amplitude enthalten sind (kann auch in Prozent angegeben werden)“ (Neundörfer, 1995: 228) Aussage über die Dominanz und den zeitlichen Anteil einer Frequenz in einen bestimmten Zeitabschnitt des EEGs

5.3.2 Spektralanalyse

Eine Spektralanalyse vereint die drei aufgeführten Beschreibungen, indem sie die Häufigkeit, die Amplitudenstärke und die Frequenz oder den jeweiligen Frequenzabschnitt benennt.

Bevor eine Spektralanalyse durchgeführt werden kann, muß eine Analog/Digital-Wandlung der Frequenzkurven vorgenommen werden. Dies geschieht durch computerisiertes abtasten und sampeln des EEG-Signales mit einer bestimmten Abtasthäufigkeit pro Zeiteinheit. Die Genauigkeit der digitalen Repräsentation des jeweiligen Samples wird durch die Leistungsfähigkeit des Computers, hier die Bit-Rate der Sampler-Einheit bestimmt. D.h. bei 12 Bit ist die Häufigkeit der Abtastung pro Sekunde höher als bei 8 Bit. In Abbildung 10 läßt sich der Sample-Vorgang bildlich nachvollziehen.

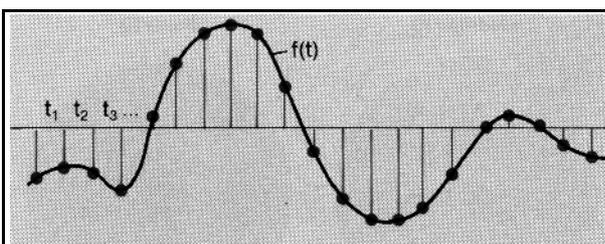


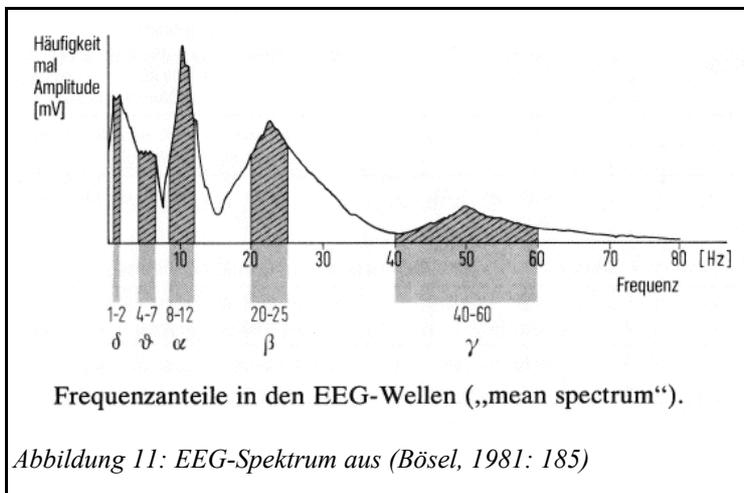
Abbildung 10: „Analog-Digitalwandlung. Das Signal($f(t)$) wird in regelmäßigen Abständen zur Zeit t_1, t_2, t_3, \dots abgetastet und in digitaler Form (d.h. als Zahl) gespeichert.“ aus (Birbaumer & Schmidt, 1999: 495)

Mit der Spektralanalyse läßt sich das EEG-Signal in seinen Leistungsspektren darstellen (vgl. [Abbildung 11](#)). Eine Elektrode erfährt die gemeinsame Aktivität der unter ihr gelegenen Nervenzellen der oberen und subalternen Gehirnschichten. Die dadurch erfaßte Summenaktivität schwillt als Kurvenform

rhythmisch an und ab und wechselt zwischen etwa 1-60 mal pro Sekunde. Dabei

können sich periodische Rhythmen überlagern. Diese können durch frequenzanalytische Verfahren, wie der Fourieranalyse in ihren Vorzugsfrequenzen unterschieden werden. Die Vorzugsfrequenzen repräsentieren wechselnde Erregungszustände der Hirnrinde (Bösel, 1981: 185/6).

Bei der Spektralanalyse geht man davon aus, daß jede Kurvenform in eine Anzahl von Sinuskurven mit unterschiedlicher Frequenz zerlegt werden kann und das wiederum die Summe der Einzelschwingungen das Original wiedergibt. Die Fourieranalyse bestimmt das Ausmaß der Frequenzanteile, die in einer bestimmten Zeiteinheit vorkommen (vgl. Birbaumer & Schmidt, 1999: 495). In **Abbildung 11** sehen wir auf der Abszissenachse die Angabe der Frequenzgeschwindigkeit (Hz) und auf der Ordinatenachse die Angabe der Häufigkeit der entsprechenden Frequenz zuzüglich ihrer jeweiligen Amplitudenstärke (μV).



Dabei werden in der Darstellung des Spektrums zumeist die Spitzenfrequenzen ausgewählt. So stellt beispielsweise der in der vorliegenden Untersuchung genutzte Neuroscience

BrainImager (vgl.

Kap. 9.2.4 unten) in seinem Spektralbild die Spitzenfrequenzen dar, welche oberhalb von 87% der gesamten Amplitudenstärke des jeweiligen Frequenzbereiches (z.B. α von 8-12 Hz) im Verhältnis zum gesamten Frequenzbereich (0.3 – 30 Hz) liegen.

Eine andere Darstellungsform ist die Berechnung von ‚Centroiden‘ (vgl. 6.2.4 unten), d.h. den jeweiligen Mittelwerten (z.B. 10.87 Hz) der vorgefundenen Frequenzgeschwindigkeiten und Amplituden innerhalb eines gewählten Frequenzbereiches (8-12 Hz).

5.3.3 De-/Synchronisiertes EEG

In der visuellen Betrachtung (5.3.5 unten) des EEGs wird unterschieden zwischen einem synchronisierten und einem desynchronisierten EEG. Im Wachzustand führt eine Synchronisierung der Aktivität von vielen Neuronenensembles zu einer Verlangsamung der EEG-Wellen und zu einem Ansteigen der Amplitudenstärke.

Dies läßt sich beim Schließen der Augen feststellen. Es finden sich im okzipitalen Bereich vermehrt α -wellen. Durch das Öffnen der Augen (α -Blockade) desynchronisiert sich das EEG und es finden sich vermehrt schnellere Wellen des β -Bandes. Im Schlaf-EEG finden sich vermehrt großamplitudige, synchronisierte, langsame Wellen. Anhand der EEG-Veränderungen läßt sich die Schlafarchitektur, d. h. die Abfolge bekannter Schlafstadien nachvollziehen.

5.3.4 Evozierte EEG-Aktivität

Anders als bei den Evozierten Potentialen (EP) findet man spontane EEG-Wellen auch ohne definierten, sensorischen Input über den Cortex verteilt. Evozierte Potentiale nennt man lokale Spannungsänderungen, i. S. v. Nervenzellaktionspotentialen, deren Auftreten mit einem spezifischen akustischen, optischen oder taktilen sensorischen Input in Verbindung stehen. Sie stellen Reaktions- oder Aktionspotentiale der betreffenden sensorischen Projektionsfelder und ihren Zellverbänden dar (Birbaumer & Schmidt, 1999). Diese spezifischen sensorischen Potentiale lassen sich gezielt durch einen adäquaten Reiz evozieren. So wird beispielsweise ein visueller Reiz eine Reaktion im primären visuellen Rindenzentrum hervorbringen. Je nach zeitlich korrelierter Reaktion in anderen Rindenzentren kann dann über interhemisphärische Konnektivität des globalen Reizmusters diskutiert werden.

Der Unterschied in der Messung von EP und dem Spontan-EEG liegt in der Evozierung selbst. Das EP wird gezielt hervorgerufen, statistisch gemittelt, aus dem Spontan-EEG an bestimmten Elektroden herausgefiltert und auf seine Beschaffenheit untersucht. Mit diesem Verfahren kann die Veränderung von Nervenleitgeschwindigkeiten gemessen werden. In der Untersuchung kognitiver Leistungen kann je nach Aufgabenstellung somit die Verarbeitungsgeschwindigkeit von speziell dafür entwickelten Aufgaben untersucht werden. Anhand der Wellenmuster lassen sich Rückschlüsse über eine mögliche Störung der neuronalen Bahnen bilden.

In dieser vorliegenden Arbeit interessieren uns vorrangig die Auswirkungen von Cannabis und Musikerleben auf das quantitativ ermittelte Spontan EEG.

5.3.5 Auswertungsverfahren

Visuell: In der Klinik wird das laufende oder ausgedruckte EEG zumeist visuell, d.h. nach Augenmaß und Schiebellehre ausgewertet. Zur Sicherheit der Patienten sollte ein EEG-Arzt 186 Stunden klinisches EEG ‚gelesen‘ haben, um seine diagnostischen Entscheidungen durch visuelle Inspektion evtl. beobachteter

EEG-Anomalien sichern zu können (EEG-Gesellschaft, 1985; Neundörfer, 1995).

Quantitativ: Genauer, aber zeitaufwendiger sind quantitative Verfahren, welche statistisch gestützte Aussagen über die relative Frequenzmenge, den prozentualen Anteil, die Signalstärke und die Hauptfrequenz eines Frequenzbandes erlauben. So lassen sich subtilere EEG-Veränderungen und Tendenzen belegen. Psychologische Versuchsanordnungen führen zumeist zu Frequenzverschiebungen, welche erst durch elektronische Filter und eine computergestützte Analyse deutlicher erkennbar werden. Seit neuerem werden zur Berechnung des EEGs und seinen Wellenmustern auch mathematische Verfahren aus der Chaosforschung angewandt, um die scheinbar stochastische Qualität auf ihre nonlineare Dynamik zu untersuchen (Pritchard, Kriebel & Duke, 1996; Rockstroh et al., 1997).

Topographisch: In einer topographischen Darstellung beim EEG-Brainmapping lassen sich zu den quantitativen Auswertungsparametern und dem Zeitverlauf auch noch deren räumlich-lokale Verteilung und Korrelation zu Gehirnregionen erstellen. Es können ‚Shifts‘, d.h. Lateralisierungen in der topographischen Verteilung der Aktivität beobachtet werden (Schwendtner-Berlin et al., 1995). Hierbei werden mathematische Interpolierungsverfahren verwandt, um die räumliche Auflösung zwischen den Positionen der EEG-Elektroden zu errechnen. Die erzielten numerischen Werte (vgl. 5.3.2 oben) werden Farbwerten einer definierten Skala zugeordnet und Farbcodierungen repräsentieren die Maxima oder Minima der errechneten quantitativen EEG Werte (Duffy, 1986). *“Es ist davon auszugehen, daß auch im psychophysischen Labor die Darstellungsweise des räumlichen EEG im Brain-Mapping-Verfahren weite Verbreitung finden wird”* (Schandry, 1998). Auf die Darstellung dieses Auswertungsverfahrens wird im Experiment (vgl. 9.2.4 unten) nochmals zurückzukommen sein.

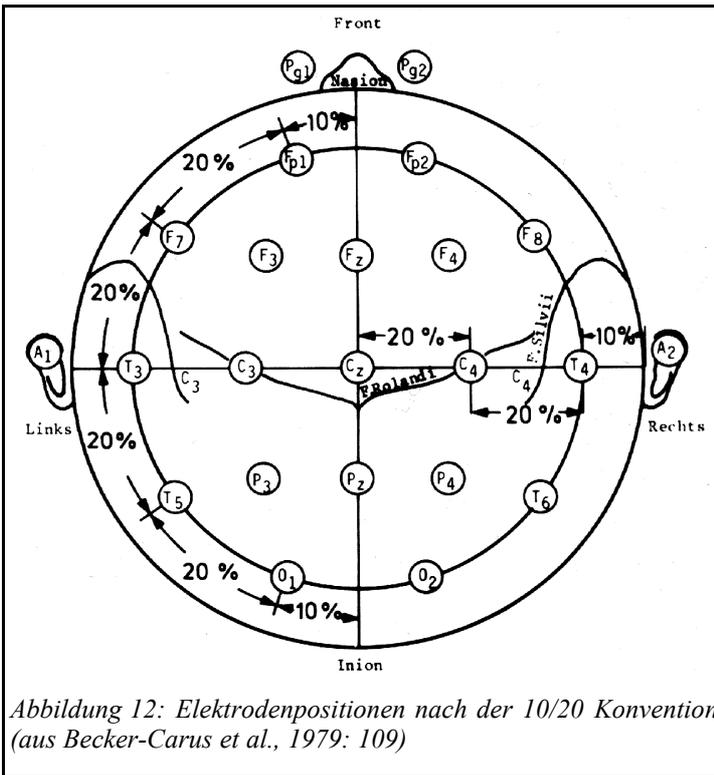
Kohärenzanalyse: Während bei der topographischen Auswertung des Brainmapping primär die Amplitude des jeweiligen Frequenzbandes und ihre Verteilung und Ausprägung über dem Cortex analysiert und korreliert wird, untersucht eine Kohärenzanalyse die Ähnlichkeit der EEG Wellen von Elektroden und sieht dies als ein Maß der Konnektivität der unter den jeweiligen Elektroden liegenden Gehirnareale. So werden in der Kohärenzanalyse Beziehungsmuster zwischen Elektrodenpaaren im Vergleich zum Ruhe-EEG ausgewertet und die EEG-Veränderungen mit der entsprechenden Tätigkeit korreliert. Ähnliche, synchronisierte Wellenmuster an verschiedenen Orten des Cortex gelten als kohärente Muster, und diese sollten nach Petsche eher mentale Prozesse analysierbar machen als Amplitudenverteilungen. Die Kohärenzen werden als ein Ausdruck der Synchronisation oder De-Synchronisation von ereignisbezogenen Neuronennetzwerkaktivitäten verstanden. (Petsche, Kaplan, vonStein & Filz, 1997).

5.3.6 Technische Aspekte der EEG-Ableitung

5.3.6.1 Positionen der EEG-Elektroden über dem Cortex

Nach der 10/20 Konvention der internationalen Föderation sollten alle EEG-Elektroden aus Gründen besserer Vergleichbarkeit an definierten Orten angebracht sein (Jasper, 1958). Das 10/20 System repräsentiert 10 und 20 prozentige Verteilungen der Elektroden im Verhältnis zu vier Endpunkten (vgl. Abbildung 12).

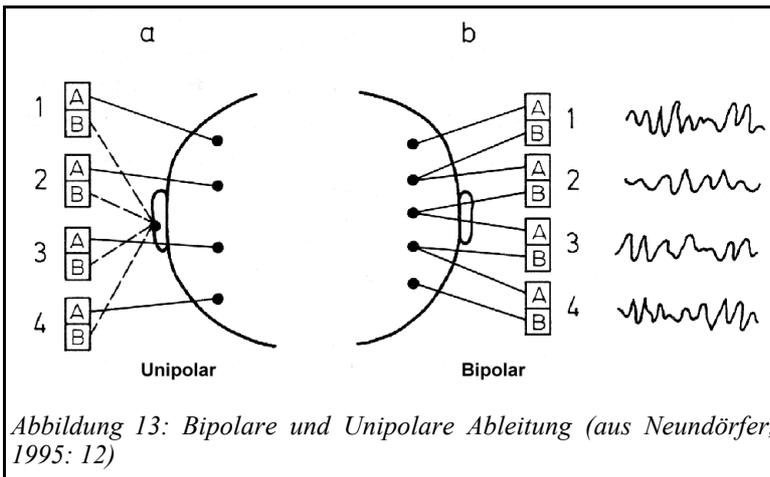
Dies ist eine wichtige Grundlage für die Berechnung topographischer EEG-Bilder. Hierbei orientieren sich die Bezeichnungen der Elektroden an den topographisch abgegrenzten Arealen der Gehirnlappen. So ist die Elektrodenposition P3 eine definierte Stelle über dem linken Parietallappen, die Elektrode T4 am vorderen rechtshemisphärischen Teil des Temporallappens angebracht usw. In der folgenden Abbildung ist die Lokalisation der Elektrodenpositionen in Relation zur zentralen (Rolandischen Fissur) und temporalen Gehirnfissur (Sylvische Fissur) zu erkennen.



Die EEG-Elektroden sollten eine optimale Übertragung der schwachen elektrischen Spannungsschwankungen im μV -Bereich des Gehirns gewährleisten. Die EEG-Ableitung auf der Kopfhaut ist durch physikalische Einflüsse (Umgebungsfaktoren, Bewegung, Feuchtigkeit) veränderlich. Stärkere Amplitudenwerte lassen sich z.B. durch Nadelelektroden

erzielen, doch allerdings sind solche invasiven Verfahren nicht unbedingt angenehme Prozeduren für die Versuchsperson.

In der Regel werden Elektroden aus Silberlegierung mit gut leitender Paste oder Gel auf der Kopfhaut angebracht. Die aktive Elektrode, welche die Gehirnaktivität aufzeichnen soll, wird gegen eine inaktive Referenzelektrode (z.B. am Ohrläppchen, A siehe Abbildung 13) verglichen und die Spannungsdifferenzen zwischen beiden Elektroden wird auf dem Bildschirm als eine EEG-Kurve dargestellt. Zur Ableitung der EEG-Wellen kann die Ableitungselektrode (z.B. P3) entweder unipolar gegen eine indifferente Ohrelektrode abgeleitet werden, oder bipolar gegen eine benachbarte Elektrode abgeleitet werden



Beide Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile. Je nach klinischer Fragestellung wird die Ableitungsschematik ausgewählt. So können z.B. bei der unipolaren

Ableitung die Potentialdifferenzen gegen eine passive Referenzelektrode abgeleitet werden, bei der bipolaren Ableitung sind beide Elektroden aktiv, und die Amplitudenwerte sind dementsprechend nur beschränkt verwertbar. Die unipolare Methode hingegen ist empfänglicher für 50 Hz Brummen etc. (vgl. Neundörfer, 1995: 13).

5.3.6.2 Verstärkertechnik und Artefakte

Im EEG-Signal werden technische von biologischen Artefakten unterschieden. Um EEG-Wellen auf einem Bildschirm darstellen zu können, werden die Spannungsveränderungen des Cortex durch Differenzverstärker um einen Faktor von ca. 1000 selektiv verstärkt. Differenzverstärker können bestimmte Frequenzen auswählen und andere unterdrücken, also die relevanten Signale herausfiltern (vgl. Schandry, 1998: 99ff). Signale, die an beiden Elektroden (Referenzelektrode und Ableitungselektrode) gleichzeitig ankommen, sind in der Regel Störungen aus den umgebenden Räumen. Störeinflüsse wie z.B. die Einstreuung elektromagnetischer Felder in der Nähe der Elektroden sollten deshalb ausgeschaltet werden. Eine EEG-Messung in einem faradayischen Käfig, welcher elektromagnetische Feldeinflüsse minimiert, ist für eine optimale Verstärkungstechnik vorteilhaft (Neundörfer, 1995), beeinflusst u.U. jedoch die Versuchssituation oder läßt sich nicht realisieren.

Biologische Artefakte sind Muskelpotentiale, Lid- und Augenbewegungen, Pulsationsschwankungen und Hautpotentiale. Einstreuende, hochamplitudige Lidschlagartefakte können z.B. beim EEG-Brainmapping (vgl. 9.2.4.5 unten) der Frontalregion scheinbar verstärkte δ -Aktivität sehen lassen. Zur Kontrolle der Augenbewegungen ist eine parallele Registrierung des Elektrookulogramms empfohlen. Muskelaktivität erkennt man an der hohen Amplitude und schnellen

Frequenz und läßt sich u.U. als β -Aktivität interpretieren. Hier helfen kurze Entspannungsvorgaben oder andere Lagerung des Kopfes der Versuchsperson.

Pulsationsschwankungen zeigen sich als kurze, steile und relativ regelmäßige Wellen. Sie entstehen durch ein pulsierendes Gefäß in der Nähe einer Elektrode und lehnen sich in ihrer EEG-Gestalt an ein EKG-ähnliches Muster an. Zur Überprüfung empfiehlt sich deshalb ein parallel aufgezeichnetes EKG.

Hautwiderstandsartefakte zeigen sich als sehr niederfrequente Wellen (0.2-1Hz), sind jedoch durch die Veränderung der Zeitkonstante zu eliminieren, oder durch parallele Aufzeichnung elektrodermalen Impulse an der Hand in ihrer Reichweite zu bestimmen (Schandry, 1998).

Alles in allem zeigt sich, daß bei EEG-Ableitungen mit offenen Augen besonders das δ -Band artefaktanfällig ist, und daß eine Auswertung durch die Abnahme paralleler Parameter wie EOG, EMG, EDG, etc. optimiert wird. Der Nachteil davon ist jedoch, daß wiederum die applizierten Meßapparaturen einen Einfluß auf das Erleben, die Beweglichkeit und körperliche Empfindungen der Versuchspersonen haben (vgl. 5.5, 6.1.1.1 unten).

5.4 Psycho-physiologische EEG-Funktionen

Wie und wo das EEG entsteht, ist bis heute immer noch nicht ganz geklärt (Neundörfer, 1995). Die mit der EEG-Apparatur erfaßten Makrorhythmen haben im Cortex ihren Entstehungsort. Der elektromagnetische Wellenprozeß kann als Summation hemmender und erregender postsynaptischer Dendritenpotentiale der Cortexneuronenensembles aufgefaßt werden, welche „*synchron in bestimmter zeitlicher Reihenfolge und räumlicher Aufteilung ablaufen*“ (Neundörfer, 1995: 2). Aufgrund der Dipolstruktur des Cortex (Birbaumer & Schmidt, 1999:491) entstehen die EEG-Wellen unter der Ableitungselektrode durch den Polaritätsshift der Summation hemmender und erregender postsynaptischer Potentiale. Die entstehenden Wellen sind das Summationsresultat der unter der Ableitungselektrode topographisch naheliegenden kortikalen Neuronenensembles, ihrer Dendritenaktivitäten und - nach dem Aktivationsmodell des EEGs - Impulse tiefergelegener Hirnstrukturen.

5.4.1 Aktivierungstheoretische Erklärungen des EEGs

Eine zeitliche Synchronisierung afferenter Impulssalven ist Voraussetzung für die EEG-Rhythmen. Wie die Rhythmik entsteht und welche Impulsgebersysteme dafür

verantwortlich sind, ist unklar. Doch hat sich das Modell einer aufsteigenden Aktivierung etabliert. Bezogen auf das EEG wurden Ergebnisse der Aktivationsforschung aus Tierversuchen auf den Menschen übertragen. Die Übertragbarkeit dieser biologischen Ergebnisse wird kontrovers diskutiert (Empson, 1986; Machleidt, Gutjahr & Mügge, 1989). Eine Generierung des EEGs aus tiefergelegenen Hirnstrukturen wird von manchen Forschern mit der Begründung abgelehnt, daß kaum eine subkortikale Struktur in der Lage wäre 30-50 μV an Potentialdifferenzen auf der Kopfhaut zu generieren. Ihr Fokus der EEG-Entstehung ist auf die Pyramidenzellen und deren spezifische Dendritengeometrie beschränkt (Ray, 1990: 390). Hierbei sind die Feldpotentiale und Magnetfelder der Cortexdendriten Gegenstand der Messungen (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Als möglicher Generator der EEG-Rhythmen wird der ontogenetisch ältere Teil des Gehirnes, der Hirnstamm und insbesondere die *Formatio reticularis* diskutiert (Bösel, 1981: 187). In diesem Kerngebiet gehen aus allen Sinnesorgankanälen Informationen ein, und der Aufmerksamkeitsfokus wird je nach Bedeutung des Reizes ausgerichtet, d.h. die Aufmerksamkeitszuwendung eines Systems wird durch die Senkung der Erregungsschwelle aktiviert (David, Berlin & Klement, 1983: 44).

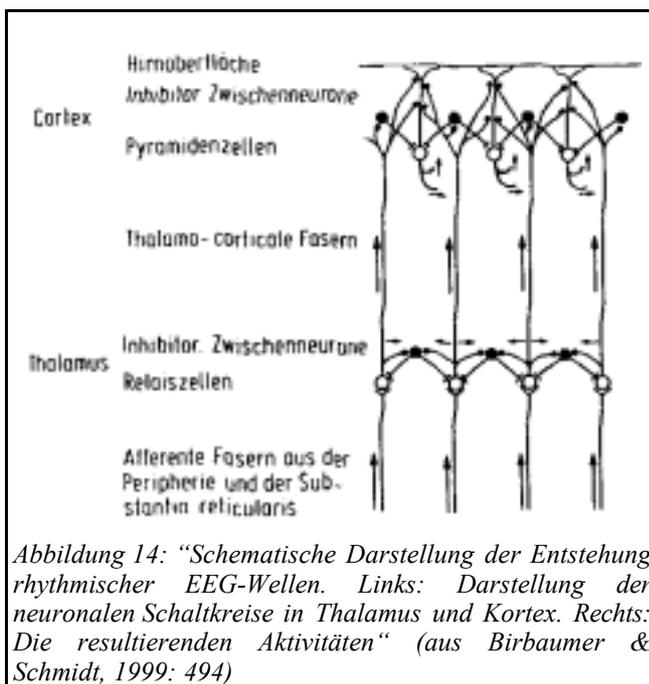


Abbildung 14: "Schematische Darstellung der Entstehung rhythmischer EEG-Wellen. Links: Darstellung der neuronalen Schaltkreise in Thalamus und Kortex. Rechts: Die resultierenden Aktivitäten" (aus Birbaumer & Schmidt, 1999: 494)

Dabei funktioniert der Thalamus als ein variables, durchlässiges Tor für die sensorische Information, welche zu den anvisierten kortikalen Arealen projiziert wird. Als spezifischer 'Türöffner' bei Aufmerksamkeitsprozessen wird der präfrontale Cortex diskutiert (Birbaumer & Schmidt, 1999: 461)

Abbildung 14 zeigt die Entstehung der EEG-Wellen

an der Cortexoberfläche und ihre Beziehung zu den aufsteigenden Thalamo-kortikalen Impulssalven.

5.4.1.1 *Vigilanz, afferenter Transfer und Aktivierung*

Da sich die Wellenformen im Verlaufe des Tages und in der Nacht ändern, läßt sich das EEG in seiner Beziehung zu Vigilanz und Aktivierung des Organismus‘ differenzieren und deuten. Vigilanz wird verstanden als die „*meßbare Fähigkeit zur Daueraufmerksamkeit*“ (Bösel, 1981: 188) und die „*Fähigkeit eines Organismus‘ ..., auf Veränderungen in der Umwelt mit adäquatem Verhalten zu reagieren*“ (David, 1983: 91).

Welche Beziehung zwischen den körperbedingten Zuständen der Wachheit (Vigilanz), zellularen Mechanismen der Informationsübertragung und dem Bewußtsein besteht, untersuchte Coenen. Die neuroanatomischen Substrate, welche Schlafen und Wachen kontrollieren, befinden sich im Gehirnstamm. Coenen untersuchte intrazellulär die Feuerungsraten Thalamo-kortikaler Neuronen (TCC) im Hirnstamm von Katzen und bildete vigilanzbedingte Korrelationen von Transferraten der afferenten sensorischen Signale zu den Arealen der Hirnrinde und den Zuständen zwischen Wachen und Schlafen. Auf die Vigilanz bezogen zeigten sich mit zunehmender Müdigkeit niedrigere Übertragungsraten sensorisch-afferenten Inputs zu den entsprechenden Kortexarealen (Coenen, 1998).

5.4.1.1.1 REM

Im Zustand der Ermüdung und abnehmender Wachheit („Drowsiness“), gekennzeichnet durch α -Wellen und EEG-Spindeln im θ -Bereich, wird afferente Information gehemmt, die Transferrate sinkt, im REM-Schlaf – auch paradoxer Schlaf genannt - fluktuiert die Signal-Ratio jedoch, variiert sehr stark und läßt sich nicht exakt bestimmen.

“Evidence exists that this type of sleep, associated with dreaming, with some kind of perception and consciousness, is involved in processing of internal information” (Coenen, 1998: 42).

Durch nonlineare Methoden läßt sich eine Korrelation des EEGs zu den Schlaf-Wach-Zuständen errechnen. Die Korrelationswerte zwischen afferenten Signalen und Hirnrinde sanken mit abnehmender Wachheit, doch im REM-Schlaf variierten sie stark, und erzielten hohe Korrelationswerte (6-10), welche zudem eine variable Bandbreite zwischen Schlafen und Wachen und somit einen dritten existentiellen Zustand zwischen Schlafen und Wachen repräsentieren, *“which can currently best regarded as a physiological form of altered consciousness”* (Coenen, 1998: 50).

In narkoleptischen Zuständen erscheint der REM-Schlaf im Wachzustand, hohe Aktivität findet sich sowohl bei sensorischer Information als auch der internen

ponto-geniculaten Aktivität. Die Personen berichten von teils erschreckenden Erlebnissen zwischen Realität und Phantasie. Imaginationsvorgänge könnten nach Coenen dementsprechend in einem ähnlichen Aktivierungsmuster ablaufen.

”Ample Evidence is available that rapid eye movement (REM) sleep is controlled by the pontine reticular formation. This is a third system in the brain stem located roughly between the mesencephalic and the medullar reticular formation” (Coenen, 1998: 44/5).

Der Hirnstammanteil des Mesencephalon kontrolliert den Wachheitszustand, der Anteil der Medulla den Schlaf. Die in jenem Teil des Pons entstehenden Ponto-Geniculo-Occipitalen Wellen (PGO) kontrollieren nicht nur den sensorischen Input, sondern auch motorische Funktion, ohne sie zu stimulieren. Im REM-Schlaf hat das eine Muskelrelaxation zur Folge, und verhindert eventuelle, Traumbezogene Bewegungen. Dieser Effekt einer schlafbezogenen Muskelrelaxation wird in der Entspannungsmedizin genutzt.

Die Mechanismen, welche sowohl den orthodoxen Schlaf als auch den REM-Schlaf kontrollieren, bewirken eine reziproke Hemmung des jeweils antagonistischen Systems. So hemmt das Erwachen den Schlaf und das Ermüden die Wachheit (Ashton, 1992: 32).

Der REM-Schlaf ist für die vorliegende Untersuchung von Interesse, weil cannabisinduzierte Veränderungen des REM-Schlafes berichtet wurden. Dabei fand sich eine Verkürzung der REM-Schlafphasen (Spadone, 1991), verlängerter Phase IV Schlaf und abnehmende (Karacan et al., 1976) oder zunehmende (Feinberg, Jones, Walker, Cavness & Floyd, 1976) REM-Phasen. Es entsteht die Frage, ob sich möglicherweise bei abnehmenden REM-Phasen Anteile der Aktivität im Cannabisrausch transformieren und visuelle Phantasien in den Wachzustand übertragen. Solche Fragen könnten durch chaos-analytische Methoden der Frequenzmuster untersucht und Muster des REM-Schlafes und des Post-THC-EEG auf charakteristische Ähnlichkeiten verglichen werden. So wurde schon von Ähnlichkeiten der Spikes beim Einschlafen und während der REM-Phasen berichtet (Colasanti, 1990).

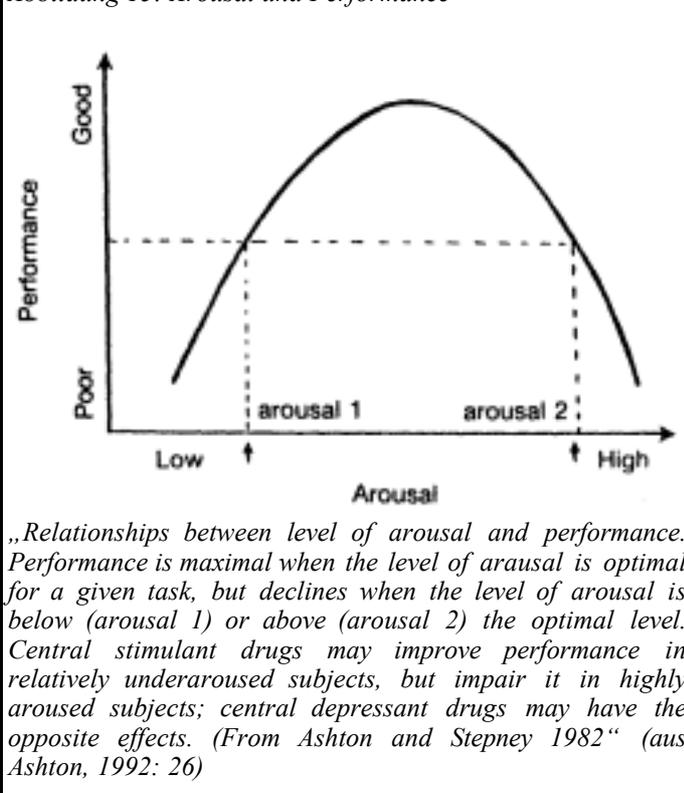
5.4.1.2 Arousal und Performance

Arousalreaktionen (Weckreaktionen) entstehen durch Impulse aus dem Aufsteigenden Retikulären Aktivierungssystem (ARAS), der Formatio reticularis, welche sich als kurze (<10sec) EEG-Desynchronisierung (Bösel, 1981: 187),

Veränderungen des Hautwiderstandes, Herzschlag und subjektiver Aufmerksamkeit (Ashton, 1992: 26) zeigen.

In der pharmakologischen Forschung interessiert die Veränderung der Weckreaktionen und dadurch bedingte, mögliche Beeinträchtigung der Performance einer Person. So soll die Einschränkung der Reaktionsfähigkeit von Patienten mit sedierender oder stimulierender Medikation einschätzbar bleiben können. Im folgenden Schaubild zeigt sich die Beziehung von Arousel und Performance nach dem Yerkes-Dodson-Gesetz: *"which holds that the quality of performance is related in an inverted u-shaped function to arousal level"*(Ashton, 1992: 27)

Abbildung 15: Arousal und Performance



So werden δ -Wellen mit sedierenden Substanzen und niedrigem Arousal assoziiert und β -Wellen mit hohem Arousal und stimulierenden Substanzen in Verbindung gebracht. Verlangsamungen der Frequenz, Ab-/Zunahme der Amplituden oder Shifts der EEG-Aktivitätsmuster über die Hemisphären können weitere Informationen über die Wirkungsweise von Substanzen bieten.

5.4.1.3 *Aktivierungsniveaus*

Lindsley brachte in den frühen 50er Jahren physiologische Aktivierungsniveaus vom Schlaf bis zum Wachzustand und entsprechenden EEG-Veränderungen in Zusammenhang; diese Zuordnungen werden heute noch verwendet (vgl. Birbaumer & Schmidt, 1999: 496).

Psychische Zustände	EEG	Bewußtseinslagen	Verhalten und Leistung
Starke Gefühle, Erregung und Spannung	Desynchronisiert, kleine bis mittlere Amplituden, schneller gemischte Frequenzen	engeengtes Bewußtsein, Aufmerksamkeits-spaltung, Konfusion	Desorganisiert, Mangel an Kontrolle, Schreck- oder Panikreaktionen
Wache Aufmerksamkeit	Teilweise synchronisiert, vorwiegend kleine, schnelle Spannungsschwankungen	Selektive Aufmerksamkeit, Erwartung und Antizipation, Konzentration	Gut organisiert, optimale Leistungsfähigkeit und Reaktionsbereitschaft
Entspannte Wachheit	Synchronisiert, optimaler α -Rhythmus	Wandernde Aufmerksamkeit, "freie Assoziationen"	Gute Routinereaktionen, schöpferische Leistungen
Schläfrigkeit	Desintegration des α -Rhythmus', flache Kurven, vereinzelt langsamere Wellen	Teilweise Aufmerksamkeits- oder Bewußtseinsverluste Bilddenken, Pseudohalluzinationen	Unkoordiniert, verzögerte Reaktionen, gestörte Zeitsequenzen bei Geschicklichkeitsleistungen
Leitschlaf	Verschwinden des α -Rhythmus', größere langsamere Wellen, Schlafspindeln	Stark herabgesetztes Bewußtsein, erhöhte Reizschwelle,	Reaktion nur auf sehr starke oder bestimmten Einstellungen entsprechende Reize
Tiefschlaf	Sehr langsame und große Wellen	Bewußtseinsverlust	
Aktivierter Schlaf	Wachähnlich, schnellere Wellen, mittlere Amplituden	Traumaktivität, stark erhöhte Reizschwelle	

Tabelle 12: *Elektrophysiologische Indikatoren der Aktiviertheit Psychische Zustände und ihre Korrelate im EEG, Erleben und Verhalten (aus Becker-Carus et al., 1979: 116)*

5.4.1.4 *Die Bindung der Zell-Information*

Ein viel diskutiertes Problem in den Neurowissenschaften ist die Frage, wie die beobachtbaren, gleichzeitigen Einzelaktivitäten von einzelnen Zellen oder Zellverbänden in unterschiedlichen Gebieten des Gehirns gebunden werden, um den Gesamtvorgang als eine bewußte Empfindung, ein Gedanke oder eine Erinnerung erlebbar werden zu lassen. So entstand die scherzhafte Frage, ob die Erinnerung an die Großmutter eine bestimmte Form der Oszillation von Neuronen sei (vgl. BasarEroglu, Struber, Schurmann, Stadler & Basar, 1996b). Auch das EEG wird als ein physiologischer Nachweis eines Bindungsvorganges diskutiert. Jovanov will das Bindungsproblem der Informationsintegration verschiedener Neuronenverbände

durch eine gegenläufige Hierarchisierung der Aktivierung lösen. Während beispielsweise Basar et al. die Funktion des Gamma- und/oder des α -Bandes als einen Indikator der Bindung von Informationseinheiten interpretieren (Basar & Schürmann, 1996; BasarEroglu et al., 1996b) (vgl. 5.4.2.4 unten) sieht Jovanov höhere Bewußtseinsstufen in den tieffrequenten EEG-Wellen repräsentiert (vgl. Tabelle 13), "...lower frequency represents higher level of integration, i.e. information binding". Er lehnt sich dabei an Jungs Vorstellungen vom Bewußtsein an (Jovanov, 1999) und korreliert die Bewußtseinszustände mit den Frequenzbändern. Er sieht in dem hohen Grad der Synchronisierung der tiefen einen Ausdruck von höherer Bewußtseinstätigkeit

Tabelle 13: EEG & ASW nach Jovanov

Frequency –Band	Activity
Gamma	Individual neurons
Beta	Specialized regions
Alpha	Physical consciousness
Theta	Mental consciousness
Delta	Higher level of consciousness
Sub-Delta	Collective consciousness

5.4.2 Korrelationen der EEG-Frequenzbänder

Die Frequenzbänder sind in ihrer Bandbreite nicht zwingend definiert, so schwanken die Angaben der Frequenzbereiche je nach untersuchter

Zeitstrecke, Gestalt und Muster der EEG-Oszillationen. So wird der β -bereich in einer Darstellung bis zu 40 Hz verstanden, in einer anderen Untersuchung wurden 40 HZ schon dem Gamma-Band zugerechnet oder der Bereich von 12-15 Hz wurde in einer Schlafuntersuchung als Sigma-Band bezeichnet (Merica & Fortune, 1997).

5.4.2.1 Delta (δ) und Theta (θ)

Das δ -Band (0.3-3,5 Hz) und das θ -Band (4-7 Hz) repräsentieren körperbezogene Zustände der Vigilanz. Dominante Zustände sind (Tief-) Schlaf, tiefe Entspannung, Regenerationsvorgänge etc.

In Untersuchungen von Harmony wurden verstärkte δ -Anteile auf einem Frequenzbereich von 1.56 bis 3.9 Hz als ein Indikator von Aufmerksamkeit auf interne Informationsverarbeitung während der Bearbeitung einer bestimmten mentalen Aufgabe interpretiert (Harmony et al., 1996).

Schrittmacherzellen des θ -Rhythmus werden im basalen Vorderhirn, bzw. im Zwischenhirn vermutet. Im Septum befinden sich Nervenzellen, die eine spontane Erregung mit einer Periode von etwa 0,2 Sekunden produzieren, also im θ -

Rhythmus schwingen. Diese Zellen triggern dabei auch die Synchronisierung von Nervenzellen in der Hippocampus-Formation (Bösel, 1981: 183).

Das θ -Band markierte Zustände der Meditation, in Hypnose, bei Autogenem Training (Schacter, 1977), wurde im Zusammenhang mit Psi-Erlebnissen diskutiert (Healey, 1986) und bei stärkeren Psychedelika beobachtet (Grof, 1995; Krupitsky & Grinenko, 1997).

5.4.2.2 Alpha (α)

5.4.2.2.1 Entstehung, Charakteristik

Der α -Rhythmus wird nach gegenwärtigem Wissen durch den Hypothalamus reguliert. Diese in tiefergelegenen Hirnstrukturen befindliche Region projiziert über die thalamo-kortikalen Bahnen den α -Fokus auf verschiedene Felder des Cortex (Neundörfer, 1995). Die Thalamuszellen werden ihrerseits durch die Formatio reticularis aktiviert oder gehemmt. Der Erklärungsansatz von Lippold, welcher den α -Rhythmus mit dem 10 Hz-Tremor der entspannten Augenmuskulatur und dem corneoretinalen Potential in Verbindung bringen wollte, wurde durch α -Befunde bei augenlosen Personen verworfen. Es scheint jedoch ein Zusammenhang zwischen retinalen Afferenzen, oculomotorischen Funktionen und dem α -Rhythmus zu geben. Doch 5% der bisher mit dem EEG untersuchten Personen konnten keinen α -Rhythmus aufweisen! (Empson, 1986: 18/9)

Basar untersuchte die EEG-Gestalt des α -Rhythmus', und plädiert für ein dynamisches Verständnis der α -Oszillationen. Basar differenzierte

- 1.) einen spontanen α -Rhythmus aber mit chaos-regulierten quasi-deterministischen Eigenschaften,
- 2.) einen an die Reizmodalität gebundenen, fast zeitgleichen evozierten α -Rhythmus,
- 3.) einen durch ein vorhergehendes Ereignis induzierten α -Rhythmus,
- 4.) α -bezogene interne 10 Hz-Oszillationen in den Ganglien und Glia Zellen.
- 5.) Als Moderator eines möglichen α -Generatorensystems wird der Hippocampus diskutiert (Ergebnisse aus Katzenexperimenten) (Basar & Schürmann, 1996; Basar, Schurmann, BasarEroglu & Karakas, 1997).

Spontane und induzierte α -Rhythmen wurden in Verbindung mit primären sensorischen Vorgängen und Vorbereitungsprozessen mit quasi-deterministischen

Eigenschaften korreliert. So entstand nach der Gewöhnung an eine Sinustonreihe mit definierten zeitlichen Abständen von 2,6 Sekunden ein antizipatorischer α -Rhythmus ca. eine Sekunde vor dem ausbleibenden oder erklingenden Sinuston. Quasi-deterministische EEG-Muster sind wahrscheinlich mit Kurzzeitgedächtnisprozessen verbunden (Basar & Schürmann, 1996; Basar et al., 1997).

5.4.2.2.2 Alpha und Verhaltenskorrelate

Das α -Band (8-12Hz) repräsentiert einen Übergangsbereich zwischen Schlafen und Wachen (Coenen, 1998). Es zeigt sich im entspannten Wachzustand und insbesondere bei geschlossenen Augen mit größeren Amplituden über der Parietalregion. Durch das Öffnen der Augen wird der α -Rhythmus blockiert, läßt sich aber auch bei geöffneten Augen nachweisen. Dominierende α -Aktivität im Spontan-EEG wird als ein elektrophysiologisches Korrelat einer Wahrnehmungshemmung afferenter Reize diskutiert (Becker-Carus et al., 1979).

5.4.2.2.1 - Entspannung

David versteht den α -Rhythmus als einen Intermediären Vigilanzzustand, welcher in Beziehung zu einer trophotropen Umschaltung des Organismus‘ während der Entspannung und entspannten Aufmerksamkeit steht (David et al., 1983; Fachner, David & Pfothner, 1995). In der Entspannung (Relaxation Response) wird eine Stimulation des α -zustandes eingeleitet, also eine Verlangsamung der EEG-Wellen angestrebt. Dies führte in Jacobs Untersuchung zu einer Entspannung der Muskulatur (Jacobs, Benson & Friedman, 1996).

Durch Biofeedback trainierte Personen beschrieben den α -Zustand als „*Not thinking*“, *letting the mind wander*‘ or *feeling the heart beat*“ und konnten die α -Erkennung von 50 auf 85% steigern (Empson, 1986: 31). In einer kritischen Untersuchung des Biofeedbacks wurde die Entspannungseinleitung durch den Instrukteur als α -Stimulator diskutiert.

Es gibt Hinweise, daß ein Anstieg der α -Power umgekehrt proportional zum mentalen Arbeitsaufwand steht (Jausovec, 1997a; Pfurtscheller, Stancak & Neuper, 1996). Das heißt, die α -Amplituden steigen an, wenn das Gehirn weniger zu ‚arbeiten‘ hat, die Aufgabe der Person keine Schwierigkeiten bereitet. Die Beobachtung angestiegener α -Amplituden beim Lösen arithmetischer Aufgaben hatte Glass 1964 erstmalig notiert und in der Folge wurden die α -Amplitudenveränderungen in Zusammenhang mit der intellektuellen

Leistungsfähigkeit von Individuen diskutiert (Jausovec, 1997b; Jausovec, 1998). Bei Begabten und ‚normalen‘ Versuchspersonen liessen sich Unterschiede in der Ausprägung der α -Amplituden feststellen. Intelligente Menschen hatten höhere α -Amplituden, da sie für die Aufgabe weniger mentale Energie benötigten, fokussiertere kognitive Strategien entwickelt hatten und das Gehirn demnach nicht so viel zu arbeiten hatte (Gerlic & Jausovec, 1999).

5.4.2.2.2 - α -Frequenzbereiche und funktionale Zuordnung

Der α -Rhythmus wird als ein Indikator für cerebrale Erregbarkeit und als Wahrnehmungsschwellenmodulator, ja als maßgebliche Regelinstanz („governing“) der EEG-Aktivität diskutiert. Surwillo fand deutliche Hinweise darauf, daß Reaktionszeiten in Verbindung mit α -Frequenzen stehen. Langsamere Frequenzen entsprachen langsamerer Informationsverarbeitung. Reaktionszeiten auf Stimuli scheinen jedoch in Abhängigkeit zur Phase der α -Oszillation zu stehen. Dies könnte die unterschiedliche Bewertung von Reizen in einer Versuchsreihe erklären. Die Wahrnehmungsschwellen für auditive Reize waren bei ansteigenden α -Phasen niedriger als bei abschwellenden (Empson, 1986: 32ff).

Das α -Band und insbesondere seine tieffrequenten Anteile, als auch die Lateralisierung der α -Aktivität (Brauchli, Michel & Zeier, 1995) haben in der Diskussion um veränderte Wachbewußtseinszustände eine wichtige Rolle bei der Kennzeichnung des jeweiligen Zustandes gespielt (Paskewitz, 1977; Simon, 1977). In Meditationszuständen wurden verstärkte α -Amplitudenwerte und eine Verlangsamung der α -Frequenzen bis in den θ -Bereich hinein gefunden. Die α -Oszillationen breiteten sich temporär von der Okzipitalregion bis hin zur Frontalregion aus. In einer Untersuchung wurde eine dem REM-Schlaf ähnliche, verstärkte Augenaktivität registriert, was in der Meditation einen Aktivierungslevel eines leichten Schlafzustandes zeigen könnte (Empson, 1986: 28ff).

Klimesch fand heraus, daß die höheren α -Frequenzen (10.3 – 12.3 Hz) den Abruf von semantischen Langzeitgedächtnisinhalten reflektieren. Er identifizierte dabei individuelle α -Frequenzen (IFA) für jede Person. Personen mit guten Gedächtnisleistungen in Tests hatten höhere α -Hauptfrequenzen als Personen mit schlechten. Der α -Rhythmus scheint determinierende Funktionen bei der Geschwindigkeit des Abrufens von Gedächtnisinhalten zu repräsentieren, und das obere α -Band scheint an der semantischen ‚Chiffrierung‘ der Gedächtnisinhalte

beteiligt zu sein. Das untere α -Band (8.3 – 10.3 Hz) wurde vorwiegend mit Aufmerksamkeitsprozessen assoziiert (Klimesch, 1996).

5.4.2.3 Beta-Wellen (β)

β -Wellen werden als ein Ausdruck der Aktivierung vieler kleiner Cortexareale verstanden. Kognitive Leistungen stehen mit einer Desynchronisation von vielen beteiligten Cortexneuronensembles in Beziehung. Die tonische Depolarisation thalamo-kortikaler Neuronen subalterner Gehirnstrukturen bewirkt einen gesteigerten Informationsfluß (Coenen, 1998) (vgl. 5.4.1.1 oben).

Das β -Band variiert je nach Situation vom β I-Bereich (12-16 Hz), welches ein normales, entspanntes Wachbewußtsein repräsentiert, bis zum β II-Bereich (17- 30 Hz) eines angespannten, aufmerksamen oder erregten Wachzustandes wie z.B. bei hoher Konzentration auf etwas in der Umwelt. Anterior abgeschwächte β -Anteile zeigten sich bei Entspannungsreaktionen des Organismus‘ (Jacobs et al., 1996).

5.4.2.4 Gamma-Wellen (γ)

Das Gamma-Band umfaßt Wellenspektren oberhalb von 30 Hz. Es wurde schon von Berger auf dieses Frequenzband hingewiesen, doch wird es in der klinischen Praxis kaum berücksichtigt oder intensiv beforscht (BasarEroglu, Struber, Kruse, Basar & Stadler, 1996a; BasarEroglu et al., 1996b; Karakas & Basar, 1998; Muller, Elbert & Rockstroh, 1997) Gammarhythmen können mit unterschiedlicher Reaktionslatenz und Beziehung zu einem Ereignis hervorgerufen werden.

Der Gamma-Rhythmus agiert nach gegenwärtigem Verständnis als ein Vermittler bei der Einbindung und Integration von visuellen Prozessen. Ein ‚diffuses Gammasystem‘ dient als ein *“universal operator in brain function, which is distributed to many subsystems of the brain”* (BasarEroglu et al., 1996b: 109).

“The functional correlates proposed so far include linking of perceptual information (,binding‘) and vibrations in the memory leading to the question whether ,grandmother is an oscillation“ (BasarEroglu et al., 1996b: 101).

5.5 ‚Unschärferelationen‘ des EEGs, Versuchssituation und Person – Set und Setting II

Bei der Interpretation der mittlerweile recht zahlreichen EEG-Daten fehlt jedoch eine einheitliche Theorie, es ist ein *„faktenreicher aber theoriearmer“* (Goldstein/Sugarman 1969 in Machleidt et al., 1989) Erkenntniszweig.

5.5.1 EEG und Erleben zeitlich zugleich

Machleidt untersuchte Grundgefühle auf ihre Auswirkungen im EEG und er analysierte Bergers Arbeiten primär auf emotionsbezogene Tangenten. In einem Vergleich von Freuds und Bergers Herangehensweisen diskutiert Machleidt das erkenntnistheoretische Problem des EEGs: Freud beschrieb psychodynamische Mechanismen, begründete ein psychologisches Denken. Doch seine Modellvorstellungen blieben in einem *„magisch anmutenden psychologischen Kausalismus, der Metapsychologie stehen“* (Machleidt et al., 1989: 8). Berger übergang bei der Suche nach der ‚psychischen Energie‘ des Menschen die subjektive Erlebnisqualität, tendierte zum Biologismus und hoffte auf eine Reduktion des Psychischen im Physikalischen des EEGs. Machleidt sieht eine Lösung des Psychophysiologischen Erkenntnisinteresse in der Akzeptanz zweier unterschiedlicher aber zeitgleicher Phänomene:

„Das Problem besteht darin, daß Erleben und seine phänomenalen und phänomenologischen, d.h. beschreibungsmäßigen Ausdrücke prinzipiell voneinander verschiedene Wahrnehmungsmodalitäten sind, die nebeneinander bestehen und niemals einander ersetzen bzw. erklären können. Der Bezug zwischen den Wahrnehmungsmodalitäten besteht allein in ihrer ‚Zugleichheit‘, d.h. ihrer gleichen zeiträumlichen Koordinatik“ (Machleidt et al., 1989: 8).

5.5.2 Einfluß der Person und der Versuchssituation

Bei der wiederholten Präsentation von Schallreizen stellte Berger fest, daß sich im EEG auch Gewöhnung und Verlust des Interesses für den Schallreiz durch abnehmende EEG-Veränderungen zeigte, sich somit affektive Vorgänge, d.h. individuelle emotionale Stimmungsveränderungen auf das EEG auswirken. *„Der physikalisch definierte Reiz und das Erleben erweisen sich als zweierlei“* (Machleidt et al., 1989: 11). Berger schloß daraus, daß *„es ein vergleichbares ‚Ruhe-EEG‘ nicht geben kann und wählt selber den Ausdruck ‚Passives-EEG‘, womit er eine Aussage über das Verhalten des Probanden macht und nicht nur über die*

standardisierten Außenbedingungen, unter denen die Untersuchung stattfand” (Machleidt et al., 1989: 12).

Doch Bergers Versuchspersonen erlebten nicht nur eine Präsentation von Reizen, sondern reagierten als Personen ganzheitlich auf die Versuchssituation selbst. Bergers Definitionsproblem des Ruhe-EEG verdeutlicht das. Wir kommen deshalb bei der Untersuchung psycho-physiologischer Korrelationen von EEG und psychischem Geschehen nicht umhin, auch die Versuchssituation selbst als EEG-Modulator mit einzukalkulieren. Die für die EEG-Ableitung wichtige Voraussetzung der körperlichen Ruhe und relativen Unbeweglichkeit (Muskelartefakte!) bei der sitzenden oder liegenden Ableitung beschränkte die Erlebniswelt der Person. Für eine Interpretation der entstehenden EEG-Wellen muß demnach das Untersuchungssetting berücksichtigt werden.

Nach Empson reflektiert der α -%-Anteil in Persönlichkeitsuntersuchungen

”the outcome of the interaction between the individual and the experimental situation and its consequence for their cortical activity. ... In case of extraversion, the variable one is trying to measure (personality) positively interacts with the situation, especially if it is very boring, as EEG experiments often are!” (Empson, 1986: 22/3)

Es zeigte sich schon bei Berger, und auch in folgenden psycho-physiologischen EEG-Versuchen, daß die EEG-Wellen auf identische Reize bei verschiedenen Versuchspersonen letztlich nur die EEG-Wellen der entsprechenden Versuchsperson in der entsprechenden Situation selbst zeigen, also ein elektrophysiologisches Korrelat der individuellen Situiertheit sind.

”Die Modulation der Grundaktivität des EEGs durch individuelle und situationsbezogene emotionelle Einstellungen macht, und das sieht auch Berger, Vergleiche im strengeren Sinn unmöglich. Es sei denn, man sei bereit, die vergleichsinhärenten Vergrößerungen in Kauf zu nehmen und diese bei der Interpretation zu berücksichtigen.” (Machleidt et al., 1989: 12)

D.h. wir können das EEG lediglich beschreiben, durch die Versuchssituation eine Auswahl an Stimulation oder Provokation bereitstellen, doch über das EEG das menschliche Verhalten, Befinden und Bewußtsein erklären zu wollen, kann nicht in einer deterministischen Wenn-Dann-Beziehung enden, obwohl die Phänomenologie und Dynamik der EEG-Wellen dies augenscheinlich suggerieren. Annäherungen sind in begrenztem Maße möglich und es gibt viele Muster des EEGs, welche erfahrungsgemäß mit spezifischen Verhaltens- und Bewußtseinsakten in bekannter Beziehung stehen. Doch was das EEG wirklich repräsentiert, können wir nicht mit Genauigkeit sagen, sondern nur korrelieren.

5.5.2.1 *Situationsspezifische Dimensionen tonischer Persönlichkeitsmerkmale und Versuchsablaufsplanung*

“Nicht die objektive Kontrolle, wie sie vom Experimentator geplant ist, bestimmt ... die Veränderungen der physiologischen Meßgrößen, sondern die von der Versuchsperson subjektiv erlebte Beeinflussbarkeit (Kontrolle) der Abläufe” (Lutzenberger, Elbert, Rockstroh & Birbaumer, 1985: 65).

Die überdauernden (tonischen) Persönlichkeitsmerkmale bleiben ein für EEG-Messungen kaum zu änderndes Problem, doch Verständnis und Vorbereitung der Situation kann hier Problembereiche einschätzbar machen, wie Lutzenberger ausführt (Lutzenberger et al., 1985: 64ff):

1.) Die tonische Hintergrundaktivität einer Persönlichkeit, d.h. die persönliche Art der Wahrnehmung und Einstellungen gegenüber der Situation, ihre Gestimmtheit, ihre Bewältigungskapazitäten und Ökonomie vorbereitender Energieinvestitionen bei der Selbstaktualisierung, wirkt in der Untersuchung auf die zu messenden physiologischen Reaktionen.

2.) Im Versuchsablauf kann es zu einer Konditionierung tonischer Aktivierung kommen, d.h. bei einer einmal als langweilig erlebten Situation kann es bei gleicher Einschätzung einer neuen Situation zu einem gleichen ‚gelangweilten‘ physiologischen Reaktionsmuster kommen. Solche interindividuell unterschiedlichen phasischen Reaktionen sind z.T. beobachtbar und sollten berücksichtigt werden.

3.) Die Lebensgewohnheiten einer Person prägen die physiologische Organisation eines Menschen und seine physiologische Kondition. Versuchsanordnungen sollten sich idealerweise an die dianurale Rhythmik der Versuchspersonen anpassen, Konsumgewohnheiten berücksichtigen und lebensweltliches Eingebundensein verstehen.

4.) Bei eventuell auftretenden Habituationen hat sich das Beachten der Ausgangswerte bewährt. D.h. die Versuchsperson zeigte in der ersten Reaktion auf den Reiz eine Erregung, welche den Schwellwert aller nachfolgenden Erregungen bestimmt. Durch eine Voruntersuchung (‚Baseline‘) lassen sich Vergleichswerte schaffen, welche *“den Vergleich zwischen stimulusinduzierter Reaktion und Reaktion unter Ruhebedingung erlauben”* (Lutzenberger et al., 1985: 68)

5.) Im Versuch werden individualspezifische Reaktionsstereotypen deutlich und ‚typische‘ EEG-Muster der Person durch die EEG-Aufzeichnungen der Versuche hindurchscheinen. Dies kann bei statistischer Mittelung der Werte verschiedener

Meßungen zur Aufhebung von untersuchten Effekten führen. D.h. auch wenn die Versuchsperson zumeist situativ auf die Reize reagiert und diese Reaktionen zur Auswertung kommen, bleibt das Risiko, daß tonische Qualitäten die ereignisbezogenen Reaktionsweisen beeinflussen oder nivellieren. Eine Beachtung solcher ‚typischen‘ Phasen ist angeraten.

“Zwar sind die situativ bedingten Reaktionen den individuellen Reaktionsstereotypen überlagert, der Varianzbeitrag der situativ bedingten Reaktion muß aber als hinreichend groß angenommen werden, wenn die Bedingung für den Probanden bedeutsam genug ist” (Lutzenberger et al., 1985: 69).

Falls die Versuchsperson z.B. ‚gar nichts‘ von der Untersuchung hält, wird sie entsprechend ‚typisch‘ reagieren.

Aus diesen Gründen soll in der vorliegenden EEG-Brainmappinguntersuchung nicht lediglich ein Mittelwert über das Musikhören untersucht werden, dabei wäre die Gefahr einer Auslöschung der besonderen Reaktionen auf Cannabis und Musik zu hoch. Es wird eine intensive Einzelfallstudie dargestellt werden (vgl. 9.3.1 unten), welche über die tonischen EEG-Anteile der Person hinaus auch die typischen Reaktionen auf die Musik und Cannabis zeigen soll.

6.) Falls eine Versuchsperson ‚schon immer etwas gegen Laboruntersuchungen‘ hatte, wird sich ihr Filtersystem während der Laboruntersuchung durch vorbewußte Informationsverarbeitung auf entsprechende Reize einstellen. Voreinstellungen und Haltungen der Person beeinflussen und modulieren

“jede Form kognitiver und emotionaler Informationsverarbeitung, Wahrnehmungsschwellen, Prioritätensetzung während der Informationsaufnahme und assoziativ reaktivierte Gedächtnisinhalte” (Lutzenberger et al., 1985: 69).

5.6 Zusammenfassung

Das EEG ist eine physiologisch meßbare und korrelierbare Begleiterscheinung des Erlebens einer Versuchsperson in einer bestimmten Situation, nämlich einer EEG-Untersuchung mit einer bestimmten Fragestellung. In dieser vorliegenden Arbeit interessieren uns vorrangig die Auswirkungen von Cannabis und Musikerleben auf das quantitativ ermittelte Spontan-EEG.

Das psycho-physische Meßproblem entsteht auch beim EEG: Das Biosignal und das Erleben der Versuchspersonen verbindet nur das ‚Zugleich-Sein‘ der Phänomene in ihrer meßtechnischen Repräsentation, was das EEG wirklich repräsentiert und abbildet ist nur in Annäherungen erklärbar. Die Versuchssituation, der

Leistungsumfang der Verstärker, elektronischen Filter und Rechenanlagen beeinflussen die technische Qualität des EEG-Signals. Die Meßtechnik ist je nach Ausstattung sehr anfällig gegen physikalische Störungen, und optimale Ergebnisse sind am ehesten ohne Bewegung des Kopfes erreichbar. Es entsteht die Frage nach einem optimalen Untersuchungssetting zur differenzierten Abbildung der EEG-Korrelationen. Für eine möglichst dem Phänomen nahe Abbildung sollte sich die Messung idealerweise an die Situation der Person anpassen und nicht die Person an die Versuchssituation.

Das EEG ist ein Funktionsmaß für hirnelektrische Vorgänge. Es bietet elektrophysiologisch korrelierte Informationen über Erregungsvorgänge größerer Zellverbände der Hirnrinde und eine Darstellung eines elektrischen Spannungsverlaufes in der Zeit. Durch Synchronisierung oder Desynchronisierung von Neuronenensembles werden unterschiedliche Informationsverarbeitungsvorgänge möglich. Diese Vorgänge äußern sich durch eine Verlangsamung oder Beschleunigung der EEG-Wellen und korrelieren augenscheinlich mit den ablaufenden psychischen, somatischen und kognitiven Prozessen. Dabei zeigen sich je nach Person, Situation und Versuchsanordnung korrelierbare Vorzugsfrequenzen, bzw. Frequenzbereiche. Aus der Beschaffenheit der korrelationspezifischen EEG-Oszillationen, welche sich in Frequenz, Amplitude und %-Anteil innerhalb eines Zeitsegmentes und einer jeweiligen Topographie manifestieren, sind spezifische EEG-Gestalten erkennbar. Es werden Delta-, (0.3-4 Hz) Theta- (4-8 Hz), Alpha-(8-12 Hz), Beta-(12-30 Hz) und Gammawellen (>30 Hz) und ihre entsprechenden Hauptfrequenzen (z.B. bei α 10Hz) unterschieden. Diese haben seit der Entdeckung des EEGs zu einem riesigen Fundus an Untersuchungsergebnissen geführt, auf den unter Berücksichtigung des jeweiligen Untersuchungssettings bedingt referiert werden kann; eine einheitliche Theorie der EEG-Erklärung gibt es jedoch nicht, sondern nur Befunde mit ähnlicher Fragestellung.

Das Spontan-EEG zeigt die tonische Lage des Probanden, d.h. seine überdauernden Persönlichkeitsmerkmale durch seine selektive Reaktion auf die Vorgänge in der Umgebung und sein Involviert-Sein in die Untersuchung. Das EEG registriert dabei parallel zum Zeitverlauf die topographisch verschiedenen Aktivierungsniveaus der Hirnrinde, welche nach gegenwärtig vorherrschender Interpretation ihre Impulse über aufsteigende thalamo-kortikale Bahnen aus dem Thalamus und der Formatio reticularis erhält. Eine Möglichkeit, die topographische Verteilung der Aktivität zu erkennen, ist das EEG-Brainmapping, mit welchem auch ‚Shifts‘ in der

Lateralisation von Aktivitätsverteilungen durch eine Interpolationen der jeweiligen EEG-Werte nachvollziehbar sind.

Vigilanz wird als die Fähigkeit des Organismus‘ zur Daueraufmerksamkeit und Aufnahmebereitschaft verstanden. Am deutlichsten sind die Korrelationen der EEG-Wellen des Schlaf- und des Wachzustandes zu unterscheiden, und so dominieren aktivationstheoretische Erklärungsmuster die vorherrschende Charakterisierung der EEG-Wellen und ihre Bedeutung. Die wissenschaftliche Begründung des Aktivationsmodelles gründet auf Tierexperimenten, in welchen die Feuerungsraten thalamo-kortikaler Zellen mit Aktivationszuständen korreliert werden konnten. Eine Übertragbarkeit dieser Experimente auf das Erleben des Menschen ist nur beschränkt möglich.

Aktivations-Phänomene und Substanz-spezifische EEG-Veränderungen werden auch in der Pharmakoencephalographie untersucht. Hier interessieren Aufmerksamkeitsbeeinträchtigungen, Weckreaktionsbereitschaft (Arousal) und Sensibilisierung.

Durch die Verbindung der Musik zur trophotropen Umschaltung des Organismus sind Vigilanzzustände auch für die Untersuchung der Musikwahrnehmung von Bedeutung.

Der Vigilanzzustand scheint vom α -Rhythmus indiziert zu sein. Neuere, non-lineare EEG-Auswertungen haben eine chaotisch-deterministische Funktion des α -Rhythmus‘ angedeutet. Der α -Rhythmus als ein intermediärer Vigilanzzustand mit verschiedenen α -EEG-Gestalten scheint eine zentrale Rolle bei der Führung und Indizierung von Aktivierungsprozessen zu haben. Er scheint antizipatorische Funktionen zu besitzen, ist an vorbereitenden Prozessen beteiligt und reguliert die Drosselung des Informationsflusses durch thalamische Funktionen, wie z.B. die variable Projektion des α -Fokus auf verschiedene Cortex-Areale. Der Hippocampus wird hier auch als α -Schrittmacher diskutiert. Das untere α -Band (8–10 Hz) scheint dabei Aufmerksamkeitsprozesse widerzuspiegeln und das obere α -Band (10–12 Hz) Erinnerungsvorgänge.

Bei der Messung von veränderten Wachbewußtseinszuständen zeigten sich sowohl dominierende α - und θ Aktivitäten, als auch eine Verlangsamung der EEG-Frequenzen. Das θ -Band markierte Zustände in der Meditation, in Hypnose und bei Autogenem Training, wurde im Zusammenhang mit Psi-Erlebnissen diskutiert und bei stärkeren Psychedelikagen beobachtet. Entspannte Wachheit, wandernder Gedankenfluß, freie Assoziationen, kreative Vorgänge und gute Routinereaktionen

wurden mit dominanter α -Aktivität korreliert. Kognitive Aktivität scheint sich durch die Desynchronisierung von vielen einzelnen Neuronenverbänden des Cortex auf dem α -Band abzubilden. Das Gamma-Band bildet wahrscheinlich die Bindung der perzeptiven Information und Gedächtnisfunktion ab. δ ist das dominante Frequenzband im Tiefschlaf, doch ein bestimmter δ -Frequenzbereich im wachen Spontan-EEG scheint auch eine Rolle bei der Aufmerksamkeit auf interne Prozesse zu spielen.

Im REM-Schlaf zeigen sich den β -Oszillationen ähnliche Muster. Die Variationsweite der vigilanzbezogenen Korrelationen REM-ähnlicher β -Muster deutet auf eine Funktion der β -Oszillationen bei Imaginationsprozessen hin. Verkürzte REM-Phasen bei Cannabiskonsumenten verweisen auf eine Aktualisierung der REM-Phase im Cannabisrausch. Die Mechanismen, welche sowohl den orthodoxen Schlaf als auch den REM-Schlaf kontrollieren, bewirken eine reziproke Hemmung des jeweils antagonistischen Systems.

Für diese Arbeit entsteht somit die Frage, welcher EEG-Mechanismus sich in den Erlebnisweisen von Cannabiskonsumenten zeigt. Da es sich beim EEG um ein durch technische Untersuchungsmittel erzeugtes Abbild der psycho-physiologischen Prozesse handelt, ist der mechanistische Charakter der Beschreibungsmerkmale immanenter Bestandteil der Methode. Dabei ist es von Wichtigkeit zu wissen, in welcher Untersuchungssituation, d.h. in welchem Setting sich die Cannabiskonsumenten befanden.

6 EEG und Cannabis

In diesem Kapitel wird ein Überblick der EEG-Untersuchungen von Cannabis-Wirkungen auf den Menschen gegeben. Wir haben gesehen, daß die Interpretation der EEG-Veränderungen nur auf dem Hintergrund vergleichbarer Ergebnisse Sinn macht. Ein Vergleich kann aber nur begrenzt die Situations- und Personensensitivität des EEGs berücksichtigen. So werden hier Untersuchungen intensiver zur Darstellung kommen, welche im Bezug zur Musik stehen. Einen schnellen Überblick in Details der Studien kann man durch einen Blick in die Tabellen im [Appendix I](#) bekommen. Aus diesen und den im nächsten Kapitel besprochenen Studien sollen Tabellen-Datenbanken entstehen, welche später zur Interpretation der eigenen Untersuchung dienen sollen.

In Abschnitt 6.1. werden wir uns mit den Studien beschäftigen, welche eine cannabispezifische Signatur im EEG nachweisen wollen. In 6.2 werden EEG-Veränderungen mit besonderen Erfahrungen, Euphorie, dem High-Empfinden, bei visuellen Halluzinationen und dem Musikhören verglichen.

6.1 Auf der Suche nach einer Cannabis-spezifischen Signatur der EEG-Aktivität

Die meisten Arbeiten, die bisher zum Thema Cannabis und EEG-Veränderungen veröffentlicht wurden, stammen aus den 70er Jahren. Zumeist wurde im Ruhe-EEG nach einer pathophysiologischen Evidenz von cannabisinduzierten Gehirnschäden gesucht (Fink, Volavka, Panaiyotopoulos & Stefanis, 1976: 383). Ziel vieler Untersuchungen über akute Cannabisinduzierte EEG-Veränderungen stellte der Versuch dar, klinisch relevante Aussageformen über charakteristische, abnormale EEG-Veränderungen akuten oder chronischen Cannabiskonsums zu gewinnen und ein 'EEG-Profil' der Cannabiswirkungen zu etablieren (Fink et al., 1976: 385). Dies könnte anhand eines Vergleiches zu den klinisch als ‚normal‘ betrachteten EEG psychiatrische Auffälligkeiten belegen oder diagnostizierbar machen (Struve, 1984). Spezifische cannabisinduzierte EEG-Dysrhythmien wären eine diagnostische Erleichterung für den klinischen Alltag und gäben in ihrer Qualität Hinweise auf cannabisinduzierte ZNS-Reaktionen. So nennt Hughes in seinem Überblick zum *„Einsatz des Standard-EEG in der Psychiatrie“* als typische, cannabisinduzierte EEG-Veränderungen:

„allgemeine Verlangsamungen über alle Frequenzbereiche, mit einem Anstieg der langsamen θ -Frequenzen. Zu den angestiegenen θ -Wellen, abgesunkenen α - und β -Frequenzen wäre eine Zunahme der α -Amplitude zu verzeichnen, insbesondere wenn subjektive Veränderungen, wie Halluzinationen auftreten würden. Im Schlaf-EEG finden sich gehäufte Schlafstadien vom Typ 4 und verminderter REM-Schlaf als weitere Beispiele verstärkter langsamer Frequenzen und abgeschwächter schneller Frequenzen“ (Hughes, 1995: 95/6; Hughes, 1996: 38) (Übersetzung J.F.).

Hughes rekurriert dabei auf die Arbeiten von (Fink, 1976; Karacan et al., 1976; Koukkou & Lehmann, 1976). Daß solche Versuche, Tendenzen oder allgemeingültige Signaturen cannabisinduzierter EEG-Veränderungen zu beschreiben, jedoch nicht ohne weiteres möglich sind, soll im Folgenden anhand methodologischer Überlegungen und durch Ergebnisse von anderen Studien dargestellt werden.

6.1.1 Methodische Problemfelder der EEG-Studien

Nach Durchsicht und Bearbeitung der Literatur, Betrachtung der verwendeten Methoden und Substanzen ist es m.E. nicht ohne weiteres möglich, ein homogenes und zusammenfassendes Bild über die bisherigen cannabisbezogenen EEG-Untersuchungen und ihre Ergebnisse zu gewinnen. Die heterogene Vielfalt der Untersuchungen im Sinne einer metaanalytischen Betrachtung der Ähnlichkeiten in den verwendeten Methoden und Ergebnissen darzustellen, - wie Struve es in seinem Review versuchte (Struve & Straumanis, 1990) -, bringt hierfür zwar eine Überschaubar- und Vergleichbarkeit an der Oberfläche des Untersuchungsdesigns, läßt aber m.E. eine Tiefe der subjektiven Qualitäten vermissen und reduziert die untersuchten Dimensionen tendenziell auf numerisch codifizierbare Elemente.

6.1.1.1 Set und Setting III

Im Sinne eines größten gemeinsamen Nenners läßt sich wohl eine Aussage generieren, die augenscheinlich eine breite empirische Basis aufweist, aber gerade die Situativität der individuellen Wirkung psychoaktiver Substanzen außen vorbleiben läßt. Bezüglich einer Einheitlichkeit akuter und genereller cannabisinduzierter EEG-Veränderungen per se erscheint ein solcher gemeinsamer Nenner für den Kliniker natürlich pragmatisch sinnvoll, doch die Qualitäten der individuellen Erfahrungen, welche diese cannabisinduzierten EEG-Veränderungen hervorbringen, werden dadurch nicht unbedingt greifbarer.

So können zwar die elektromechanisch faßbaren EEG-Veränderungen in ihren Frequenzbereichen im Überblick dargestellt werden, jedoch bleibt dabei m.E. das

wichtige Themenfeld des Settings und der damit verbundenen individuellen Reaktionen auf der Strecke. Und gerade das Setting ist eine wichtige Dimension in jedem psychopharmakologischen Experiment (Eisner, 1997), da psychoaktive Substanzen sich situationsgebunden auswirken (Jones, 1971; Jones, Benowitz & Herning, 1981; Ungerleider & Andrysiak, 1981). Solche Kontingenzen von individuellem Set und dem experimentellen Setting sollten nicht unterbewertet werden. Denn die Versuchssituation selbst, das Set und Setting haben Auswirkungen auf das EEG (Jones, 1971: 155; Jones & Stone, 1970: 116). (vgl. 5.5.2 oben, 2.4.3 oben)

Jedoch wurde das von den Autoren, die lediglich an den reinen EEG-Veränderungen interessiert waren, nur eingeschränkt beachtet. Seyfeddinipur hingegen befand in seinen EEG-Untersuchungen die EEG-Veränderungen sogar als hauptsächlich *„systematisch situationsbedingte Vigilanzänderungen“*, welche durch den *„Zeitfaktor beim Sitzen in einem bequemen Stuhl in einem gegen Störungen abgeschirmten Raum“* (Seyfeddinipur, 1975: 477/481), also durch die Versuchsbedingungen der EEG-Ableitung selbst, mit hervorgerufen wurden. Obwohl Seyfeddinipur eine aufwendige topographische Auswertung des EEGs geplant hatte, verzichtete er darauf, weil die visuelle Auswertung der EEG-Kurven bis auf die Feststellung eines *„gut ausgeprägten α -Rhythmus“ ... negative Ergebnisse*“ (Seyfeddinipur, 1975: 478/9) gebracht hatte. Ähnlich erging es Hollister, welcher die hauptsächlich posterioren Synchronisationen des α -Rhythmus‘ von 16 Versuchspersonen nach dem oralen Genuß von 32 mg Δ^1 -THC nicht nur auf die Droge allein, sondern auch auf den schläfrigen und dösen Zustand in Rückenlage (*„supine Position“*) zurückführte. Auch die Verlangsamung der Durchschnittsfrequenz, welche bei 8 Versuchspersonen durch computergestützte Frequenzanalyse eine Verlangsamung des α -Rhythmus‘ von 8.73 Hz im Vergleich zu 8.92 HZ der Placebophase erbrachte, interpretierte er nicht als ausschließlich substanzbedingt (Hollister, Sherwood & Cavasino, 1970: 307).

Auf die Bedeutung und Realisation von Set und Setting der in dieser Arbeit vorgestellten EEG-Brainmappinguntersuchung werden wir in Abschnitt 9.2.1 unten nochmals zurückkommen.

6.1.1.2 Personenauswahl und Vorerfahrung

Die Auswahl der Personen in den Experimenten ist auch von Bedeutung. So wurden einerseits Patienten zu Untersuchungen herangezogen oder aber Freiwillige über Zeitungsannoncen oder Aushänge auf dem Universitätscampus rekrutiert, welche

entweder keine oder unterschiedlich ausgeprägte Vorerfahrungen mit Cannabis aufwiesen. Die Vorerfahrung ist jedoch nicht unerheblich, weil dadurch subjektive Zustände, wie erhöhte Erwartungen, Aufmerksamkeit, Vorurteile oder Ängstlichkeit mit den THC-Wirkungen interagieren. Dies kann sich in kleinen Veränderungen der spektralen EEG-Zusammensetzung äußern, insbesondere in kleinen Verminderungen der Spannung und/oder des Anteils von α -Aktivitäten (Struve & Straumanis, 1990: 373). Weil wiederum hatte Personen in seinem Untersuchungskollektiv, die die Auswirkungen von Cannabis kannten und berichteten, die Wirkungen steuern und einschätzen zu können (Weil et al., 1968). Die Fähigkeit, die eigenen Reaktionen steuern zu können, ist auch aus Untersuchungen zum Biofeedback bekannt und führt zu Veränderungen des α -Rhythmus' (Brown, 1970; Nowlis & Kamiya, 1970).

6.1.1.3 Toleranzentwicklung

Weiterhin kann die *Toleranzentwicklung* bei stärkeren Konsumenten auch Einfluß auf das EEG haben. So bemerkte z.B. Fink in seinen Untersuchungen, daß chronische Cannabis-Konsumenten die vierfache Dosis brauchten, um gleiche EEG-Veränderungen zu erzielen wie die gelegentlichen Cannabis-Konsumenten (Fink, 1976; Fink et al., 1976). Wiederum Weil fand dem entgegengesetzt eine ‚Reverse Tolerance‘, eine erlernte Fähigkeit der erfahrenen Konsumenten die Qualität der Substanz beurteilen zu können und das cannabisinduzierte Verhalten je nach Situationsanforderung in gewissen Maße korrigieren und kompensieren zu können (Weil et al., 1968; Zinberg & Weil, 1969). Ähnliches hatte Baudelaire schon in seinen Abhandlungen über die Cannabisrauschphasen beschrieben (Gelpke, 1982: 144ff). Jones bestritt diese Fähigkeit der Einschätzung in seinen Ergebnissen (vgl. 6.2.2 unten). Diese Unwägbarkeiten erschweren die Vergleichbarkeit der Untersuchungen zusätzlich.

Nach Struve's Forschungsergebnissen und einer Kasuistik von Winterer kann der tägliche *Langzeitkonsum* von Cannabis sogar zu bleibenden EEG-Veränderungen (Struve, Straumanis & Patrick, 1994; Struve, Straumanis, Patrik & Price, 1989) und zur Neuroadaptation (Winterer, Schmidt, Frick & Ulrich, 1994) führen. So könnte auch die dadurch veränderte EEG-Ausgangslage die Ergebnisse beeinträchtigen. Auf diese Ergebnisse von Struve und Winterer wird in Abschnitt 6.1.3.3 unten intensiver eingegangen werden.

6.1.1.4 Substanzbedingte Probleme

Weitere Probleme der Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse im Sinne einer cannabisinduzierten EEG-Veränderung *per se* sind die eingesetzten unterschiedlichen

Dosen von THC, die Art der Verabreichung (oral, intravenöses Δ^9 -THC, Inhalation) und die bei der Inhalation unterschiedlichen Inhalationstechniken, welche wiederum zu verschiedenen Dosisresorptionen führen.

Zu alledem kommen noch die unterschiedlichen Körpergewichte der Versuchspersonen, was die Vergleichbarkeit der Dosis-Wirkungsbeziehung erschwert. In der Regel wurden die EEG in den Phasen der maximalen Wirksamkeit der Dosis aufgezeichnet, wobei auch dies nicht in allen Studien spezifisch ausgewiesen war.

Interessanterweise fand sich bei den Substanzenanalysen an keiner Stelle ein Hinweis auf die unter Cannabiskonsumenten - wie z.B. auch bei Weinkennern - üblichen (Haschisch-) Sortenbezeichnungen wie 'Schwarzer Afghane' oder 'Nepali', 'Gelber', 'Roter', 'Grüner', Maroc" usw. oder selten ein Hinweis auf den Herkunftsort des verwendeten Marihuanas. Cannabiskonsumenten unterschieden je nach Sorte den Einsatzort und Wirkungsdefinition der Substanz (Behr, 1982; Hanfblatt, 1996; Rätsch, 1995d).

Auch wenn staatliche Institutionen den Wissenschaftlern scheinbar definierte Materialien zur Verfügung stellten, - ein Beispiel gibt Volavka (Volavka, Crown, Dornbush, Feldstein & Fink, 1973: 12) (vgl. 6.2.1 unten) -, waren diese Substanzen durch Lagerung und entsprechende natürliche Veränderungsprozesse nicht unbedingt so, wie man es 'auf der Straße' bekam. Caldwell und auch Rodin berichten sogar von falschen Laborangaben bezüglich der THC-Werte ihrer, vom NIMH zur Verfügung gestellten Präparate (Caldwell et al., 1969a; Caldwell, Myers, Domino & Merriam, 1969b; Rodin et al., 1970).

Es stellte sich für die Untersucher zwar immer die Frage der Vergleichbarkeit der verwendeten Substanz mit denen anderer Studien, aber als Indikator galt letztlich nur der Δ^9 -THC-gehalt, obwohl die anderen Inhaltsstoffe durchaus auch Auswirkungen auf das ZNS haben, jedoch nicht so deutlich psychoaktiv sind wie Δ^9 -THC (vgl. 1.2 oben; 9.2.3 unten). Der pragmatische Vorteil dieser augenscheinlichen Vergleichbarkeit der THC-Mengenangaben liegt auf der Hand. Aber ob dies der entscheidende psychoaktive Wirkstoff ist, wurde schon von seinem Entdecker und intensiven Erforscher Mechoulam bezweifelt (Behr, 1982: 231). Bei den über 460 Inhaltstoffen der Pflanze und den allein 60 bisher gefundenen Cannabinoiden erscheint es widersinnig, einen einzelnen potenten Wirkstoff für die psychoaktive Wirkung verantwortlich zu machen (Ames & Castle, 1996: 320). Ebenso wenig sind die Pharmakologie und Toxikologie des

Tabakrauchens und die des Nikotins miteinander identisch und vergleichbar (Jones, 1971: 155).

Dies Problem zeigt sich auch in den gegenwärtigen Diskussionen um die medizinische Vergabe von entweder synthetischem Δ^9 -THC mit exakter Wertangabe, oder der Pflanze mit entsprechendem, aber in der Praxis variierendem Anteil (Grotenhermen & Huppertz, 1997). Galanter berichtet bei einem entsprechenden Vergleich von zwar ähnlichen, aber bei den 'Pflanzenkonsumenten' stärker ausgeprägten Effekten in EEG und EKG (Galanter, Weingartner, Vaughan, Roth & Wyatt, 1973). Es kann demnach kein direkter Schluß auf eine sich proportional zur Menge verhaltende Wirkungsentwicklung gemacht werden.

6.1.1.5 Uneinheitliche EEG-Beschreibung

Bei der Beschreibung der EEG-Veränderungen offenbarte sich eine weitere Schwierigkeit, welche auch schon Struve beklagte: Die Definitionen der EEG-Veränderungen sind nicht unbedingt einheitlich formuliert (Struve & Straumanis, 1990: 371). Zu diesen Unklarheiten kommt teilweise noch das Problem der Übersetzung. So kann es dem eiligen Leser durchaus passieren, daß er die Beschreibungen für etwas anderes hält, als das, was sie aussagen sollen. Für diese Arbeit wurde aus den vorliegenden Untersuchungen (vgl. 5.3.1 oben) ein Bedeutungsrahmen abgesteckt.

6.1.2 Kapitelübersicht

Die unterschiedlichen Herangehensweisen und Voraussetzungen im Design der EEG-Studien waren - und sind sicherlich noch - Quellen uneinheitlicher Ergebnisse und Hindernisse bei Aussagen zu einer quasi *per se* stattfindenden akuten oder chronischen cannabispezifischen EEG-Veränderung. In diesem Kapitel wird ein Schwerpunkt der Darstellungen auf den berichteten EEG-Veränderungen in den einzelnen EEG-Frequenzbändern liegen. Dazu soll das Versuchssetting - soweit Informationen zu erlangen waren - skizziert werden.

Intensiver wollen wir uns dann jenen Studien zuwenden, in denen vorrangig psychologische Beschreibungen von Cannabiserfahrungen mit dem EEG korreliert werden. Aus diesen Studien erhoffe ich verwendbare, dezidierte Hinweise auf meinen Zielhorizont hin, nämlich cannabisinduzierte EEG-Veränderungen bei der Musikwahrnehmung zu differenzieren.

Zum Themenbereich Cannabis, EEG und Musikwahrnehmung haben sich bisher - trotz intensiver Recherche- nur zwei Arbeiten gefunden: Bei der ersten Arbeit (vgl.

6.2.4 unten) von Koukkou wird berichtet, daß im Hintergrund während der EEG-Ableitung „*softe Popmusik*“ (Koukkou & Lehmann, 1976) lief, der Schwerpunkt der Untersuchung aber auf einer Tauglichkeitsprüfung für eine Modellpsychosenforschung (vgl. 2.4.2 oben) lag. Die zweite Arbeit (vgl. 6.2.4 unten) ist eine Doktorarbeit aus dem Jahre 1973 von Hess, in der die cannabisinduzierten EEG-Veränderungen im Bezug zur veränderten Musikwahrnehmung jedoch auch nicht das Hauptthema darstellten, die Musik aber einen wesentlichen Bestandteil des Untersuchungssettings ausmachte (Hess, 1973).

6.1.3 Cannabis-induzierte EEG-Veränderungen im Überblick

Die bisherigen EEG-Studien können nach Ableitungs- und Auswertungstechnischen Kriterien in 1. visuelle, 2. quantitative und 3. topographische EEG-Mapping-Studien eingeteilt werden. Visuelle und quantitative Auswertungsmethodik gehen zwar bei manchen Arbeiten ineinander über oder waren vermischt, jedoch konnten die Hauptakzente in den folgenden EEG-Studien voneinander getrennt werden. Die Technik des topographischen EEG-Mapping, welche auf der quantitativen Methodik aufbaut, ist erst durch die Fortentwicklung der Computertechnik seit Mitte der 80er Jahre gebräuchlich geworden (Duffy, 1986) (vgl. 5.3.5 oben; 9.2.4 unten). Weitere topographische Spontan-EEG Cannabis-Studien sind mir, - bis auf die Arbeiten von Struve - derzeit nicht bekannt.

6.1.3.1 Visuell orientierte EEG-Studien

Bei der visuellen Auswertung (vgl. 5.3.5 oben) werden die EEG-Rohdaten vorher/nachher nach Augenmaß und klinischer Erfahrung verglichen, ohne daß es hierbei verbindliche methodologische Richtlinien gibt (Struve & Straumanis, 1990: 371). So können feinere EEG-Veränderungen bei der visuellen Auswertung nicht exakt erfaßt werden. Die Subjektivität und Intention des Forschers ist deshalb bei der Interpretation der EEG-Veränderungen vorher/nachher nicht zu unterschätzen. So konnten die EEG relativ willkürlich als ‘normal’ oder ‘abnormal’ kategorisiert werden, und da es kein definiertes Muster für cannabisinduzierte EEG-Veränderungen als Referenzgröße gab, blieb für Spekulationen viel Raum (Fink et al., 1976: 385). Da es auch Arbeiten gab, in denen ‘deutliche abnorme Veränderungen im EEG gesehen wurden’, fordert Struve, daß reliable Auswertungen der EEG-Daten ohne Vorinformation über die EEG-Phasen, quasi ‘blind’ gemacht werden sollten (Struve & Straumanis, 1990: 371). Solche Kritik an visuellen Auswertungsmethoden äußerten schon Hanley (Hanley, Tyrrell & Hahn, 1976) oder auch Fink in seinem Überblick über die quantitativ erfaßten EEG-

Veränderungen von akuter und chronischer Inhalation von Cannabis (Fink, 1976: 389; Fink et al., 1976).

Wikler und Williams führten mit ehemaligen Heroinabhängigen die ersten EEG-Versuche durch. Es zeigten sich Abschwächungen der α -Aktivität und ein Anstieg der β -Aktivität, welche jedoch auch Einstreuungen der Muskelaktivität sein konnten (Wikler & Lloyd, 1945; Williams et al., 1946).

Ames (vgl. 2.4.2.1 oben) gab zehn freiwilligen, Cannabis-unerfahrenen Mitarbeitern eines medizinischen Institutes oral ein Cannabisextrakt. Er untersuchte anhand von parasagittal und temporal bipolar applizierten EEG-Elektroden die EEG-Veränderungen vorher und drei Stunden nach oraler Aufnahme. Er fand keine spezifischen cannabisinduzierten EEG-Veränderungen, jedoch personenspezifische Unterschiede im Vergleich vorher/nachher. Im Ruhe-EEG vorher zeigte sich bei fast allen Versuchspersonen ein α -Rhythmus von ca. 9 Hz. Bei 4 Personen fanden sich keine EEG-Veränderungen, bei 2 Personen leichte temporale Verlangsamungen des EEGs, bei 3 Personen leicht abgeschwächte α -Wellen und bei einer Person einen prozentualer Anstieg der α -Wellen (Ames, 1958: 986/7).

In den visuellen EEG-Auswertungen von (Deliyannakis, Panagopoulos & Huott, 1970; Hollister et al., 1970; Jones & Stone, 1970; Tassinari, Ambrosetto, Peraita-Adrados & Gastaut, 1976) fanden sich auch keine spezifischen cannabisinduzierten EEG-Veränderungen. Es wurden subtile Verlangsamungen der α -Wellen gefunden und Tassinari et al. stellte bei 4 Personen nach oraler THC-Verabreichung eine Verlangsamung der α -Wellen um 0.5 Hz und einen Anstieg in der α -Amplitude fest (Tassinari et al., 1976: 366). Stefanis und Rubin hatten in ihren EEG-Studien auch keinen Erfolg bei der Suche nach spezifischen, generalisierbaren cannabisinduzierten EEG-Veränderungen (Rubin & Comitas, 1975; Stefanis, Dornbush & Fink, 1977). Alle EEG-Veränderungen dieser frühen EEG-Studien wurden als relativ mild und vorübergehend angesehen, wie Struve resümierte (Struve & Straumanis, 1990: 372). Er bewertet die Ergebnisse der visuell orientierten Studien als negativ und methodologisch inkonsistent (Struve & Straumanis, 1990: 384).

6.1.3.1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse visueller EEG-Studien

Festzuhalten bleibt für diese Arbeit, daß bei den visuell orientierten Studien von (Ames, 1958; Hollister et al., 1970; Jones & Stone, 1970; Rodin et al., 1970; Tassinari et al., 1976; Wikler & Lloyd, 1945; Williams et al., 1946) (vgl. [Tabelle 27](#)) von einem cannabisinduzierten Absinken der α -Frequenzen, im Sinne einer

Verlangsamung der α -Wellen berichtet wurde (Struve & Straumanis, 1990: 376). Dies steht im Zusammenhang mit einem durch Cannabis veränderten Wachbewußtseinszustand (VWB), welcher durch eine mild euphorische, relaxierte und kontemplative Stimmung gekennzeichnet ist. Die Versuchspersonen lagen oder saßen über einen längeren Zeitraum mit geschlossenen Augen in Laborräumen. Die cannabisinduzierten EEG-Veränderungen der Personen sollten bei psychedelisch wirksamen Substanzen im Zusammenhang mit der Situation gelesen werden, in der sie sich befanden, nämlich in einer Laboruntersuchung.

6.1.3.2 Quantitative EEG-Studien

Die quantitativen EEG-Studien der 70er Jahre kennzeichneten sich durch aufwendige computergestützte Auswertungen von ausgewählten EEG-Epochen, welche zuvor auf ihre Tauglichkeit (d.h. frei von Artefakten, wach, Augen geschlossen, etc.) geprüft wurden. Mit dieser Auswertung lassen sich subtilere EEG-Veränderungen in den ausgewählten Frequenzbereichen herausfinden und statistisch ermittelte Verschiebungen in der elektrischen Gehirnaktivität dokumentieren (z.B. Spektralanalyse und dominanter relativer Frequenzprozentanteil, vgl. 5.3 oben). Jedoch konnten in den 70er Jahren lediglich ein bis zwei Elektroden gleichzeitig aufgezeichnet und ausgewertet werden, und durch den subjektiven Prozeß der Auswahl bezüglich der Tauglichkeit von EEG-Epochen ist der Anspruch der Objektivität dieser Untersuchungen nicht unbedingt gegeben (Struve & Straumanis, 1990: 376). Topographische Aktivitätsveränderungen konnten noch nicht so einfach errechnet werden, wie es heutige Computerkapazitäten ermöglichen, und obwohl Seyfeddinipur eine solche Auswertung plante, hatte er leider vorschnell, getäuscht durch die Unzulänglichkeiten der visuellen Auswertungsmethodik und ihrer relativ dürftigen Ergebnisse, die aufwendigere, quantitative Auswertung abgebrochen (Seyfeddinipur, 1975: 478/9) (vgl. 6.1.1.1 oben).

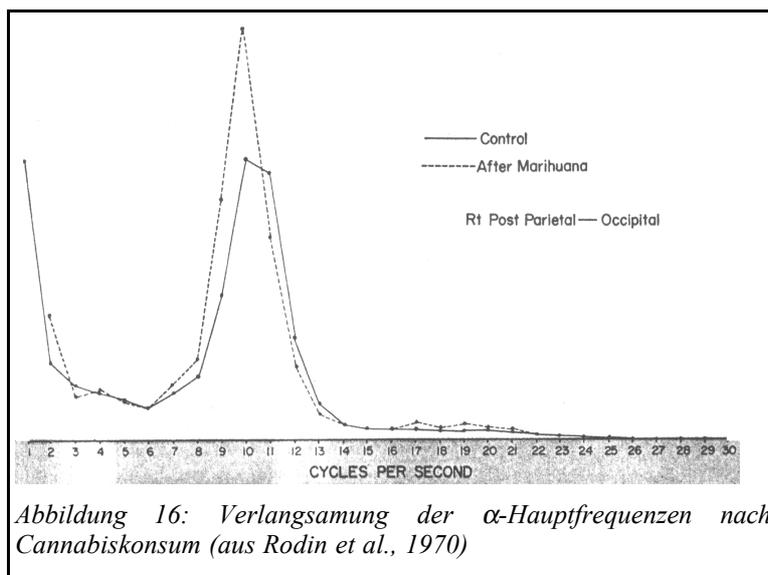


Abbildung 16: Verlangsamung der α -Hauptfrequenzen nach Cannabiskonsum (aus Rodin et al., 1970)

Rodin berichtet von einer Zunahme der relativen α -Menge (Rodin & Domino, 1970) und von einer Verlangsamung von 1- 0.5 Hz der α -Zentralfrequenz von 11 Hz auf 9-11 Hz während die Versuchspersonen ihren üblichen

”High”-Zustand erlebten. Die Ergebnisse (vgl. [Abbildung 16](#)) wurden durch eine Spektralanalyse erzielt (Rodin et al., 1970).

Volavka et al. brachten die EEG-Applikationen über dem rechten, okzipitalen Vertex an und dokumentierten eine dosisabhängige EEG-Veränderung, welche schnell nach dem Ansetzen der Dosis begann. Nach ca. 30-70 Minuten schwächten sich die EEG-Veränderungen wieder ab, und äußerten sich als vorübergehende Veränderungen (Volavka et al., 1973; Volavka et al., 1971; Volavka, Fink & C.P., 1977). Inhalieretes Δ^9 -THC produzierte einen dosisabhängigen Anstieg des relativen α -Prozentanteils und eine Abschwächung der β -Wellen. Die EEG-Veränderungen korrelierten mit den befragten, subjektiven Erfahrungen eines ”High”- Zustandes und den angestiegenen α -Wellen der Versuchspersonen (Volavka et al., 1973). Auf diese Studien von Volavka, welche psychologische Befragungen korrelieren, wird in [Abschnitt 6.2.1 unten](#) intensiver und kritisch eingegangen werden.

Hanley et al. untersuchten 18 Personen in einer 94 Tage währenden Studie (Cohen & Stillman, 1976) mit ‘matched controls’ und sowohl hohen, als auch schwachen Cannabis-Dosierungen. Acht EEG-Elektroden (F7+8; T3+4; P3+4; O1+2) wurden computergestützt auf Elektrodenkohärenzen, Spektralanteil und Phasenrelationen quantifiziert. Die Analyse des gesamten Datenmaterials zeigte -nach Maßgabe der Conclusio der Autoren- jedoch nur, daß die Inhalation von Cannabis generell die Signalstärke des EEGs abschwächt (Hanley et al., 1976: 201). Weitere Folgerungen, bis auf die Empfehlung, daß Cannabis bei der elektro-convulsiven Therapie erfolgversprechend eingesetzt werden könne, behielten die Autoren sich vor.

Struve hingegen fand in den Auswertungstabellen von Hanley noch weitere EEG-Veränderungen: Auf dem δ -Band und θ -Band zeigte sich eine Zunahme der Signalstärke über den meisten bipolaren Scalp-Ableitungen und eine Zunahme der δ -Kohärenz über posterioren Regionen. Auf dem α -Band wurde entgegen den Ergebnissen der meisten Studien eine Abnahme der Signalstärke deutlich (Struve & Straumanis, 1990: 381).

6.1.3.2.1 Zusammenfassung der Ergebnisse quantitativer EEG-Studien

In den von Struve analysierten Arbeiten von (Bachman, Benowitz, Herning & Jones, 1979; Fernandes-Guardiola et al., 1976; Hanley et al., 1976; Hollister et al., 1970; Low, Klonoff & Marcus, 1973; Rodin et al., 1970; Roth, Galanter, Weingartner, Vaughan & Wyatt, 1973; Volavka et al., 1973; Volavka et al., 1971; Volavka et al., 1977) (vgl. [Tabelle 28](#)) zeigten sich folgende Tendenzen in den gemessenen EEG-Veränderungen:

”vorwiegend ein Anstieg des relativen α -Prozentanteils, ein Absinken der dominanten α -Hauptfrequenz, eine Verminderung des relativen β -Prozentanteils, als auch möglicherweise eine Abschwächung des relativen θ -Prozentanteils” (Struve & Straumanis, 1990: 376).

Zusammenfassend deutete die quantitative Auswertung und Ableitung der EEG-Frequenzen der posterioren EEG-Elektroden (zumeist die CZ und O2 Elektroden) auf einen cannabisinduzierten Anstieg des relativen α -Prozentanteiles, wie auch auf ein Absinken der α -Hauptfrequenz und auf eine Abschwächung des relativen β -Prozentanteiles hin (Struve & Straumanis, 1990: 384). Dieses Ergebnis bezeichnete Fink in seinem Überblick über die quantitativen EEG Studien als das *”charakteristische EEG-Profil ... ein konsistentes Muster der akuten cerebralen Effekte von inhaliertem Cannabis”* (Fink et al., 1976: 388/9). Ob sich dieses Muster jedoch über den gesamten Cortex verteilt als ‘das EEG-Profil’ hält, wo doch zumeist nur zwei Elektroden ausgewertet wurden, sei dahingestellt. So kann hier vielleicht eine topographische Darstellung weitere Aufschlüsse bringen. Die Veränderungen auf dem α -Band ähneln Ergebnissen von Entspannungs- und Meditationszuständen (vgl. [5.4.2.2 oben](#)) und kennzeichnen die Umschaltung auf einen veränderten Wachbewußtseinszustand.

6.1.3.3 *Bleibende EEG-Veränderungen durch Langzeitkonsum bei chronischen Konsumenten?*

In der Diskussion um mögliche hirnorganische Veränderungen durch akuten Cannabiskonsum und durch chronischen Konsum möglicherweise eintretende Schädigungen, richtete sich das Interesse auch auf die cannabisinduzierten EEG-Veränderungen (Fink, 1976: 387). Deliyannakis fand in seinen Untersuchungen von 25 Langzeitkonsumenten - alle waren langgediente Soldaten und "Hashish - Addicts"- (Deliyannakis et al., 1970) angestiegene α -Aktivität bei drei Personen, abgeschwächte Verlangsamungen der EEG-Wellen bei drei Personen und α -Blockade und Desynchronisation bei 11 Personen (Fink, 1976: 388). Fink untersuchte die akuten EEG-Veränderungen von chronischen Cannabis-Konsumenten und fand eine verstärkte α -Aktivität, abgeschwächte β -Aktivität und abgeschwächte Hauptfrequenzen. Sowohl die Intensität als auch die Dauer waren dabei dosisabhängig und korrelierten mit den Selbsteinschätzungen eines High-Zustandes und der Herzschlagrate. Er konnte jedoch keine Anzeichen einer Gehirnschädigung feststellen und das EEG zeigte keine Hinweise abnormer Veränderungen im Vergleich chronischer Konsumenten und der Vergleichsgruppe. Auch hier zeigten sich die EEG-Veränderungen wieder als reversibel.

6.1.3.3.1 Das Cannabis-EEG im Vergleich

Da durch die Uneinheitlichkeit der visuell ausgewerteten Ergebnisse keine spezifische cannabisinduzierte EEG-Signatur festgestellt werden konnte, die quantitative EEG-Auswertung sehr aufwendig und auf maximal zwei Elektroden beschränkt blieb (eine Ausnahme bilden die oben beschriebenen Arbeiten von Hanley), und die temporäre α -Zunahme als posterior dominanter Rhythmus bei geschlossenen Augen durch Forschungen zu anderen veränderten Wachbewußtseinszuständen, in Meditation, Biofeedback, etc. im cannabisinduzierten Ruhe-EEG bei liegenden, relativ immobilen Versuchspersonen 'nichts unbedingt aufregend Neues' war, verlor sich das Interesse an einer cannabisinduzierten, spezifischen EEG-Veränderung ‚per se‘ ab 1977 (Struve et al., 1989: 379). Die meisten Untersuchungen hatten zudem gezeigt, daß die cannabisinduzierten EEG-Veränderungen insgesamt alle reversibel waren und sich nach Abklingen der Wirkungen normalisierten. So wurde auch dieser Versuch, eine spezifische EEG-Signatur, im Sinne einer bleibenden EEG-Veränderung als ein Indiz für cannabisinduzierte Gehirnschädigungen zu finden, aufgegeben. Auch Struve muß in der Zusammenfassung seines EEG-Reviews von 1990 resümieren, daß es immer

noch nicht gelungen sei, eine spezifische EEG-Signatur cannabisinduzierter EEG-Veränderungen zu finden (Struve & Straumanis, 1990: 384).

6.1.3.3.2 Neue Erkenntnisse?

STRUVE hat die Diskussion um die bleibenden EEG-Veränderungen auf Grund seiner eigenen Untersuchungsergebnisse nochmals aufgerollt und die Studien von Volavka, Dornbush und Hanley daraufhin untersucht.

(Volavka et al., 1971) berichtet von zwei Versuchspersonen, die während einer 22-tägigen Cannabiskonsumphase von 2 Joints pro Tag (a 6.5 mg Δ^9 -Tetrahydrocannabinol, - eine relativ geringe Menge -) einen Anstieg der α -Amplitudenwerte und ein Absinken der α -Frequenz zeigten (visuelle Auswertung). Anfangs zeigten sich diese EEG-Veränderungen erst nach dem Rauchen, doch nach ca. 10 Tagen waren diese EEG-Veränderungen schon vor dem Rauchen zu erkennen. Bei einer der Versuchspersonen zeigte das EEG noch 3 Tage nach Absetzen von Δ^9 -Tetrahydrocannabinol die angestiegenen α -Werte. So folgerte Volavka - nach Struve -, daß die Rückbildung von cannabisinduzierten EEG-Veränderungen in Tagen und nicht in Stunden gerechnet werden muß. Hierbei hat Struve nicht gesagt, daß diese vier Personen alle mit einer lange währenden Heroinsucht auf einer Psychiatriestation interniert waren, zuvor von der Methadonsubstitution abgesetzt worden sind und zu dieser Zeit mit Cannabissubstitution experimentiert wurde. Zudem war eine Person mit Borderline EEG-Diagnose dabei und die Auswertung wurde visuell eingeschätzt (Volavka et al., 1971: 207).

In einer 21 Tage dauernden EEG-Studie von (Dornbush et al., 1972) zeigte sich bei sechs Medizinstudenten, - welche täglich einen Joint mit 14 mg Δ^9 -THC rauchten - folgendes: *„eine Zunahme der α -Wellenmenge und ein Absinken der β -Wellenmenge; nach ca. drei Wochen deutete sich ein Übergang der α -Frequenzen zu θ -Wellen an“* (Struve & Straumanis, 1990: 380).

Struve muß die EEG-Veränderungen in die Ergebnisse hineininterpretiert haben, Dornbush berichtet lediglich von verringerter Vigilanz (Dornbush et al., 1972: 125) gegen Ende der Untersuchungsspanne und einer Verringerung des α -Prozent-Anteiles (vgl. Abbildung 17).

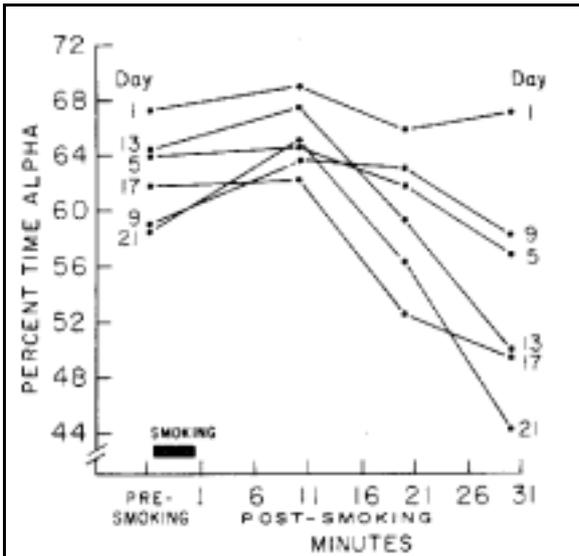


Abbildung 17: Veränderung des relativen α -Anteiles nach Cannabiskonsum [Elec.Pos.: O2-CZ] (aus Dornbush et al., 1972: 123)

β -Veränderungen beschreibt Dornbush nicht. Den Versuchspersonen schien dieser Test zu gefallen, subjektiv positive Äußerungen zu Euphorie und Relaxation wurden protokolliert.

6.1.3.4 Topographisches EEG Mapping

Struve untersuchte in einer Vergleichsstudie cannabis konsumierende Psychiatrieeinsassen mit nicht konsumierenden 'matched controls' (auch

Psychiatrieeinsassen) in Alter und Geschlecht anhand einer topographischen EEG-Aufzeichnung (Struve et al., 1989). Hierbei wurden jedoch keine akuten cannabisinduzierten EEG-Veränderungen gemessen, sondern die Ruhe-EEG-Aufzeichnungen der Gruppen untereinander verglichen. Es wurden 21 EEG-Elektroden auf die Amplitudenstärke, die Frequenzmenge und auf die Elektrodenkohärenz überprüft. Die Cannabislangzeitkonsumenten hatten 5-12 jährige Konsumerfahrung mit einer Rate von ≥ 4 Joints pro Tag.

6.1.3.4.1 Eine Hyperfrontalität des Alpha-Rhythmus?

Die chronischen Konsumenten hatten auf der α -Frequenz deutliche Anhebungen der EEG-Amplituden über alle kortikalen Regionen. Die stärksten Anhebungen der α -Amplitude zeigte sich über dem bilateralen frontalen Cortex (Struve & Straumanis, 1990: 382; Struve et al., 1989). Amplitudenanhebungen der anderen Frequenzbänder charakterisierten das EEG von chronischen Konsumenten ebenso, jedoch waren die Effekte nicht so einheitlich und nicht so frontal ausgeprägt wie bei der α -Frequenz.

Bezüglich der relativen α -Menge zeigten sich die gleichen Merkmale wie bei der Amplitudenstärke, auch hier wieder mit deutlich höheren Ausprägungen über dem frontalen Cortex; ebenso verhielt es sich mit der interhemisphärischen Kohärenz. Struve leitet diese Ergebnisse einer angehobenen EEG-Amplitudenstärke aus einem neurometrischen Vergleich der Z-Scores mit einer 750 Personen fassenden,

normativen EEG-Datenbank ab (John, Prichep, Fridman & Easton, 1988). Normalerweise zeigt sich ein ausgeprägter α -Rhythmus über dem parietalen Cortex und nicht über dem frontalen Cortex. Da die ‚Cannabis-Psychiatrieinsassen‘ dieser Untersuchung über einen längeren Zeitraum kein Cannabis hatten konsumieren können, bezeichnet Struve diese *„Hyperfrontalität der α -Frequenzen“* als einen *„quasi-persistenten Effekt“* chronischen Cannabis-Konsums (Struve & Straumanis, 1990: 382).

Struve selbst schränkte die Gültigkeit dieses Ergebnisses jedoch ein: er hatte die Patienten nicht auf den Konsum anderer Drogen untersucht und die psychiatrische Diagnose, wie auch die Medikation der Patienten war unterschiedlich (Struve & Straumanis, 1990: 382).

6.1.3.4.2 Folgeuntersuchung

In einer Folgeuntersuchung mit zwei Vergleichsgruppen überprüfte (Struve et al., 1994) das zuvor unsichere Ergebnis der Studie von 1989 mit gleicher Meßmethodik. 17 chronische Cannabis-Konsumenten, wovon 80% durchschnittlich seit 5-12 Jahren hauptsächlich Cannabis konsumierten, wurden verglichen mit 12 normalen ausgewiesenen Nichtkonsumenten und 21 nicht-konsumierenden Psychiatrieinsassen. In Alter und Geschlecht der Versuchspersonen waren keine signifikanten Unterschiede. Das Drogenscreening aller Gruppen war negativ.

In der EEG-Auswertung zeigte sich das gleiche Ergebnis wie in der Studie von 1989. Da die Einflüsse der psychiatrischen Medikation nicht gegeneinander verglichen werden konnten, wurden 13 medikationsfreie Cannabiskonsumenten gegen 10 Nichtkonsumenten verglichen. Im Ergebnis fand er eine Bestätigung der beiden Hauptergebnisse einer ‚Hyperfrontalität der α -Frequenzen‘, wie auch die generellen EEG-Amplitudenanhebung bei den Cannabiskonsumenten.

In der Diskussion seiner Ergebnisse konstatiert Struve, daß es möglich wäre, daß eine individuell vorhandene Hyperfrontalität dem Konsum von Marihuana vorangeht, oder daß andere Lifestyle-Variablen, die mit dem Cannabiskonsum assoziiert werden, für diese Hyperfrontalität in Betracht kommen könnte. Seine Schlußfolgerung aus den EEG-Befunden der α -Hyperfrontalität und der EEG-Amplitudenanhebung ist ein möglicher Zusammenhang von Langzeitkonsum und Veränderungen der Gehirnaktivität, weiterhin eine mögliche Einschränkung kognitiver Leistungen (Struve et al., 1994: 73).

Struve rekurriert in der Diskussion auf die Arbeiten von Lukas et al. und verweist auf die Ergebnisse ihrer Arbeiten, in denen auch von Frontal und Frontal-Central auftretenden α -Anhebungen die Rede sein soll (Struve et al., 1994: 73). Nach Prüfung der zitierten Literatur war allerdings an *keiner* Stelle die Rede von Frontal und Frontal-Central auftretenden α -Anhebungen (Lukas, Mendelson, Amass & R, 1989; Lukas, 1988; Lukas, 1991; Lukas, Mendelson, Amass & Smith, 1986; Lukas, Mendelson & Benedikt, 1995; Lukas, Mendelson, Benedikt & Jones, 1985; Lukas, Sholar, Kouri, Wines & Mendelson, 1994). Ob es sich hierbei um eine persönliche Mitteilung handelt, geht aus dem Text nicht hervor und so bleibt offen, wie Struve auf dieses Ergebnis kommt. Lukas' 1995 veröffentlichte EEG-Studie wird in Kapitel 6.2.3 unten eingehender betrachtet werden.

6.2 Psycho-physiologische Korrelationsstudien von cannabisinduzierten Erfahrungsdimensionen und dem EEG

Im folgenden Abschnitt dieses Kapitels möchte ich auf solche EEG-Studien eingehen, in denen Korrelationen zwischen Cannabis-Effekten und psychologischen Untersuchungsergebnissen hergestellt wurden.

Die Arbeiten befassen sich mit folgenden Themen:

- Cannabis-induziertes "High"-Gefühl (Volavka et al., 1973; Volavka et al., 1971; Volavka, Dornbush, Feldstein & Fink, 1972)
- Untersuchungen der Zeitwahrnehmungsveränderungen, Feldbezogenheit der Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und der 'Reverse Tolerance' in Verbindung zu EEG-Veränderungen (Jones & Stone, 1970)
- cannabisinduzierte Euphorie (Lukas et al., 1995)
- cannabisinduzierte visuelle Erfahrungen ("Halluzinationen" und "Körperbildempfindungsveränderungen") (Koukkou & Lehmann, 1976; Koukkou & Lehmann, 1978)
- Cannabis und ein musikbezogenes Untersuchungssetting (Hess, 1973)

Die Arbeit von Koukkou et. al. zeichnet sich dadurch aus, daß im Setting Musik abgespielt wurde. Die letzte hier vorgestellte Arbeit ist die Doktorarbeit von Hess, welcher der Musik einen breiteren Raum im Untersuchungssetting einräumte. Diese Studien sollen hier umfangreicher dargestellt werden. Besondere Berücksichtigung soll dabei auf das Untersuchungssetting gelegt werden.

6.2.1 Das cannabisinduzierte High im EEG? oder - Eine wirksame Untersuchung

Ein frühes Beispiel dafür, cannabisinduzierte psychologische Erfahrungsebenen mit dem EEG zu korrelieren, zeigen die Arbeiten von Volavka aus den frühen 70' Jahren. Volavka konnte in seinem ersten Experiment bei 10 Versuchspersonen anhand zweier Dosierungen (7.5 mg Δ^9 -THC und 22.5 mg Δ^9 -THC jeweils im Joint) und einer Placebophase (Oreganozigarette) nachweisen, daß die stärkere Dosis Beeinträchtigungen der Reaktionszeit und des Kurzzeitgedächtnisses einbrachte. Zudem war im Pre/Post-Vergleich ein Anwachsen des relativen α -%-Anteils und Verringerungen des β - und β -%-Anteils der Frequenzmengen zu beobachten (Volavka et al., 1971). Dabei verwendete er bei den mit geschlossenen Augen liegenden Versuchspersonen Nadelelektroden (!) und eine EKG-Ableitung, es wurde kaum gesprochen im Labor und das Versuchsdesign war Doppel-Blind.

Beeinträchtigungen des Zeitempfindens konnte er durch sein "insensitives" Testverfahren nicht feststellen (Volavka et al., 1971: 212), wohl aber einen "rapid onset", einen schnellen Wirkeinsatz der Droge, - ähnlich dem Heroin -, welchen er aber leider nicht (durch 20 Minuten zu spätes Einschalten des EEG-Gerätes nach der Inhalation) in den EEG-Kurven nachweisen konnte (Volavka et al., 1971: 213). Im Abstrakt des Artikels findet sich dennoch die Formulierung, daß in der Computer-EEG-Auswertung ein schneller Wirkeinsatz von kurzer Dauer (ca. 50 Minuten) festgestellt wurde (Volavka et al., 1971: 214). In der nachfolgenden Diskussion in der New Yorker Akademie der Wissenschaften erfolgte von Domino und Rickles ein enthusiastischer Beitrag über einen vielversprechenden Ausblick in eine neue Ära der computergestützten, quantitativen EEG-Auswertung (Volavka et al., 1971: 215). Auch Struve befand in seinem Review die methodologische Solidität der Arbeiten Volavka's als herausragend, und das Volavka's Untersuchungen deutlich darauf hinweisen ("clearly suggest"), daß cannabisinduzierte EEG-Veränderungen dosisabhängig sind, mit schnellem Wirkeinsatz nach dem Rauchen beginnen und langsam abklingen (Struve & Straumanis, 1990: 376/378).

Es könnte sein, daß Volavka die EEG-Veränderungen eines "rapid onset" durch visuelle Analyse im laufenden EEG gesehen hatte.

6.2.1.1 "High"-Tech und Zufriedenheit im Setting

Volavka wollte danach die derzeit diskutierten Erfahrungen des "High"-Seins und der "Pleasantness" mit den EEG-Veränderungen verknüpfen. Er selbst konstatierte, daß ihm nicht ganz klar war, was das "High-Gefühl" bedeutet (Volavka et al., 1973:

22). Aus einem "American-Slang"-Lexikon entnimmt Volavka eine Definition des "High-Gefühls": *"Unter dem Einfluß einer narkotischen Droge, insbesondere Marihuana, und insbesondere wenn das Gefühl angenehm und heiter ("pleasant") ist und sich jemand sorgenfrei und 'leicht ums Herz' fühlt"* (Wentworth, 1967: 255). In den Ausführungen von Allentuck und Bowman wurde berichtet, das "High-Sein" wäre eine Sensation des *"floating in air"* und *"falling on waves"* (Allentuck & Bowman, 1942: 363).

6.2.1.1.1 Kritik an Dosierung und Untersuchungsziel

Falls Volavka geschrieben hätte, daß Ihm klar wäre, was das "High-Sein" bedeutet, hätte ihm das - je nach Lesart und Perspektive - wahrscheinlich den Vorwurf der 'Betroffenheit' eingebracht. Das Volavka im Jahre 1973 eine solche Korrelationsstudie durchführt und keine klare Vorstellung davon hatte, was das "High-Sein" bedeutet (Volavka et al., 1973: 22), dabei Lexikondefinitionen und eine Untersuchungsbemerkung von 1942 zitiert, obwohl es zu der Zeit substantielle Beschreibungen des "Stoned"-Seins (Tart, 1971; Tart, 1970) und andere klinisch-psychologische Untersuchungen gab (Isbell et al., 1967; Waskow, Olsson, Salzman & Katz, 1970; Weil et al., 1968) zeichnet ihn nicht unbedingt als 'neutralen' Untersucher, wohl aber als einen 'neutralen' Wissenschaftler mit dem 'Common Sense' der dominanten 'Scientific Community' seiner Zeit aus. Es ging bei diesen EEG-Versuchen um einen klaren Nach- oder Hinweis von möglichen Hirnschädigungen, - was ja auch kein falsches Ansinnen ist. Ich möchte mich hier jetzt nicht in einer cannabisbezogenen Diskussion über Anteile gesellschaftlicher Prägung der Identität einer Person und ihrer Wertbezüge, als auch der Fähigkeit zur Selbstreflexion verlieren, dies alles ist von Ungerleider ausführlich untersucht und diskutiert worden (Ungerleider & Andrysiak, 1981), aber - zugegebenermaßen - bei der Durchsicht von Volavka's Arbeiten konnte ich mich nicht des Gedankens erwehren, daß die Versuchspersonen systematisch 'zugedröhnt' wurden, um eine mechanische Gewißheit für 'Drogeneffekte' und ein 'positives Ergebnis' zu erlangen. Dies läßt sich m.E. auch aus der Formulierung des Untersuchungsziels seiner ersten Untersuchungen herauslesen: Es wäre anderen Autoren nicht gelungen, einen direkten Nachweis über Veränderungen im EEG und im Verhalten der Versuchspersonen als einer "Funktion der Cannabisdosis" zu finden (Volavka et al., 1971: 206). Ähnliches findet man bei Seyfeddinipur, welcher seine Versuchspersonen mit einer Dosis von 2 Gramm Haschisch hoch dosierte und hinterher über die Kreislaufstörungen auf Fahruntüchtigkeit schloß (Seyfeddinipur, 1975: 481/2). Daß auch Cannabiskonsumenten, ähnlich wie Weintrinker, eine

Kultur entwickeln und der Sinn des Konsums es nicht in erster Linie ist, sich zuzudröhnen (Blätter, 1990; Giger & Fuß, 1994), wird bei solchen Ansätzen nicht mit einbezogen.

6.2.1.2 Methodik und Setting der Untersuchung

Für diese Untersuchung bezahlte Volavka 14 männliche Versuchspersonen, welche allesamt Cannabiserfahrungen hatten und im Ruhe-EEG eine α -Aktivität von mindestens 50% zeigten. Die beiden quantitativ ausgewerteten EEG-Ableitungselektroden waren nach der 10-20 Konvention rechts okzipital (O2) und über dem Vertex (CZ) angebracht, und die Versuchspersonen lagen samt EKG-Elektroden für die Messung der Herzschlagveränderungen während der Untersuchung ("Supine Position" (Volavka et al., 1973: 12)) mit geschlossenen Augen auf dem Rücken. Wie das Labor ansonsten eingerichtet war, wurde nicht berichtet.

Zur Wachheitskontrolle beim Liegen sollten die Versuchspersonen in der Rauschphase einen Knopf gedrückt halten, wenn sie ihn losließen, ertönte ein "Buzzer". Im Vergleich mit der Placebophase (3.8 mal losgelassen) wurde dies in der Rauschphase genauer beachtet (1.6 mal losgelassen), was nach den Berechnungen Volavka's jedoch keinen signifikanten Unterschied zur Placebo-Phase einbrachte (Volavka et al., 1971: 15).

Alle 5 Minuten nach Substanzeinnahme wurden die Versuchspersonen auf ihre "High"- und "Pleasantness"-Empfindungen befragt. Das Level für das "High"-Gefühl konnte von 1-5 und das "Pleasantness"-Empfinden von -6 bis +6 angegeben werden.

Es sollte die Wirkung von vier verschiedenen Marihuanazigaretten (1. Mexikanisches Marihuana; 2. "Middle Eastern Hashish"; 3. Cannabisblätter ohne THC-Gehalt getränkt mit 20 mg reinem Δ^9 -THC ; 4. ein Placebo mit Cannabisblättern ohne THC-Gehalt) auf das Pre/Post-EEG verglichen werden. Der THC-Anteil der Haschisch- und Marihuanazigaretten war durch Fehlbeurteilungen des NIMH-Labors etwas niedriger (Volavka et al., 1973: 12).

6.2.1.2.1 Kritik an Dosierung und Versuchsablauf

Unklar ist, ob die Versuchspersonen die vier verschiedenen Cannabispräparationen aufeinander folgend rauchen mußten oder nicht. Aus dem Diskussionsabschnitt geht hervor, daß Haschisch als letztes in der Versuchsreihe geraucht wurde (Volavka et al., 1971: 21); so ist es anzunehmen, daß die Untersuchungen über drei Tage pro

Versuchspersonen gingen, ansonsten wären die EEG-Ergebnisse der 2. und 3. Rauschphase im Sinne eines Vergleiches zwischen der Potenz der einzelnen Cannabispräparationen ja auch nicht zu verwenden gewesen. Daß bei den 'Haschisch-Ergebnissen' der relative α -Prozentanteil noch geringer war als bei der Placebozigarette, stimmt jedoch etwas nachdenklich.

Falls dies nicht an der im Artikel von Volavka andiskutierten minderen Qualität (Volavka et al., 1973: 12) gelegen hat, wären mögliche Erklärungen für die geringen α -Reaktionen, daß:

- Haschisch den relativen θ -Prozentanteil angehoben hat, sukzessive eine starke α -Frequenzabsenkung hin zu den θ -Frequenzen stattgefunden hat (vgl. 6.2.4 unten) und somit der α -Index schwächer war; oder daß
- die rechtshemisphärische Elektrodenanordnung der O2- und CZ-Elektroden den Haschisch-Effekt (evtl. mehr links-lateral) nicht abbilden konnten; eine weitere Möglichkeit wäre, daß
- die Versuchspersonen wie Volavka berichtet, nach dem Placebo-Joint (Cannabisblätter mit sedierendem Cannabidiol-Anteil) etwas schläfrig wurden (Volavka et al., 1973: 21) und somit der α -Anteil als Ausdruck einer cannabidiolinduzierten Schlafbereitschaft zu verstehen ist, oder aber
- wirklich *alle Joints* mit einem kurzen Abstand hintereinander geraucht wurden. Dies würde natürlich die Aussagerelevanz dieser Untersuchung beeinträchtigen und die Untersucher in ihrer Kompetenz, solch einen Versuch sinnvoll durchzuführen, in Frage stellen. Einen 'rapid onset' i. S. e. Toleranzentwicklung und einer schnelleren Bioverfügbarkeit des Wirkstoffes nachzuweisen, würde sich am besten im Sinne eines pre/post Vergleiches ergeben. Auch eine Denkrichtung, welche die Pharmakokinetik von Heroin mit der von Marihuana gleichsetzen will, würde ihren Versuch als Pre/Post Vergleich über vier Versuchstage hinweg ziehen müssen. Dies hat er in seiner 1977 erschienen Arbeit auch getan (Volavka et al., 1977) Vgl. [Quantitative EEG Auswertung](#)

Tabelle 28.

Ames hatte einer Versuchsperson eine sehr hohe Dosis gegeben, um die psychedelische Wirkung von Cannabis für eine Modellpsychose zu untersuchen (Ames, 1958; Ames & Castle, 1996). Der Versuch wurde jedoch mit einer einzelnen hohen Dosis durchgeführt und nicht mit mehreren hintereinander. Hohe

Dosierungen mit starkem halluzinatorischen Effekt sind schon von Ludlow beschrieben worden (Ludlow, 1857).

Im Sinne einer entschiedenen Suche nach möglichen ernsthaften Schädigungen zeigt dieses systematische ‚Zudröhnen‘ der Versuchspersonen eher die relative Harmlosigkeit der Substanz; nach wie vor ist keine letale Dosis bekannt (Joy et al., 1999).

6.2.1.3 Ergebnisse der Untersuchung – Dosis, Wirkung und Toleranzentwicklung

Volavka fand in seiner quantitativen Auswertung 30 Minuten nach dem Rauchen einen Anstieg des relativen α -Prozentanteils und einen Abfall der relativen β -Menge. Weiterhin fiel die durchschnittliche α -Frequenz von 9.9 Hz auf 9.6 Hz ab.

In der psychometrischen Einschätzung wurde durch eine multiple Regressionsanalyse im Vergleich zur Placebozigarette eine positive, signifikante Beziehung zu dem relativen α -Prozentanteil und dem „High“-Gefühl gefunden, aber in den ersten 10 Minuten nach Inhalation, eine negative Beziehung zu dem Absinken der α -Durchschnittsfrequenz festgestellt (Volavka et al., 1973:18/9). Ebenso korrelierten die Veränderungen des Herzschlages und das „High“-Gefühl (Volavka et al., 1973; Volavka et al., 1972). Das cannabisinduzierte High-Gefühl zeigte sich über die gesamte Post-THC-Phase (Volavka et al., 1973: 15)³. und wurde von den Versuchspersonen subjektiv bestätigt. Zum Pleasantness-Gefühl zeigte sich jedoch keine Verbindung mit den EEG-Werten, wohl aber mit einer Beschleunigung des Herzschlages bis zu 102 BPM. Alle darüber hinausgehenden BPM- Werte wurden als unangenehm empfunden (Volavka et al., 1973: 21/2). Welcher Zusammenhang zwischen der Pleasantness-Empfindung, dem EEG und der Versuchssituation bestand, kann nur vermutet werden.

Volavka sieht in dieser Arbeit eine Bestätigung seiner vorherigen Studie über eine direkte Dosis-Wirkung-Beziehung, dem verstärkten α -Rhythmus und dem Grad des High-Gefühls (Volavka et al., 1972). Da die Verstärkung des α -Rhythmus‘ auch aus Zen-, Meditations-, Hyperventilations- und Hypnoseuntersuchungen bekannt wäre, welche durch ein Üben/Erlernen der Veränderten Wachbewußtseinszustände erreicht würde, folgert Volavka, daß es eine ganze Klasse von veränderten Wachbewußtseinszuständen gäbe, welche sich durch eine solche Verstärkung des α -Rhythmus‘ auszeichnen.

³ Auch hier läßt sich leider wieder aus der Formulierung darauf schließen, das die Versuchspersonen alle Joints kurz hintereinander geraucht haben...

Das eine solche direkte Dosis-Wirkungs-Beziehung jedoch nicht zwangsläufig besteht, sondern auch durch das Erlernen des cannabisinduzierten veränderten Wachbewußtseinszustandes über geringere Dosen erzielt werden kann, und auch Setting-induziert (vgl. 6.2.4 unten) ist, hatte Weil zuvor in seinen Untersuchungen beschrieben und als "reverse Tolerance" bezeichnet (Jones & Stone, 1970: 109; Weil et al., 1968: 1241; Zinberg & Weil, 1969). An dieser Form der Toleranzentwicklung hatten sich einige polemische Diskussionen entzündet, da es in der gängigen Denkart über lineare Dosis-Wirkungs-Beziehungen nicht vorstellbar war, daß solche High-Gefühle auch durch geringere, durch Toleranzentwicklung nahezu "homöopathisch" wirkende Dosen zu erzielen wären (Weil, 1998). Auch Jones hatte diesen Lernfaktor in seinen Untersuchungen ausgeführt. Volavka folgert aus seinen Untersuchungen, daß nicht alle cannabisinduzierten Zustände gleichförmig euphorisierend sind, wie Jones es in seiner Untersuchung des ‚social high‘ beschrieben hatte (Jones, 1971). Jones hatte hierbei niedrigere Dosen (ca. 9 mg Δ^9 -THC) eingesetzt und das Gruppenverhalten von Cannabisrauchern beobachtet (Jones, 1971: 157). So besteht bei solchen Dosen in einer sozialen Situation eher die Möglichkeit, zu gleichförmig euphorisierenden Wirkungen zu gelangen (Volavka et al., 1973: 22).

Wie Dinnerstein in seinen Untersuchungen zu angst- oder schmerzreduzierenden Medikamenten zeigen konnte, wirken Persönlichkeitsfaktoren, Effekte des sozialen Kontextes und die Suggestionen, welche im Zusammenhang mit der Gabe von Medikamenten an die Patienten adressiert werden, als Determinanten eines die Medikamentenwirkung forcierenden Placebo-Effektes (Dinnerstein, 1966).

6.2.2 Zur Selbsteinschätzung der Cannabiskonsumenten – Reverse Tolerance?

Jones bezieht sich in der Einleitung seiner Untersuchung (Jones & Stone, 1970) auf den von Weil durchgeführten Versuch (Weil et al., 1968). Weil verglich erfahrene und unerfahrene Cannabiskonsumenten. Bei den Tests manifestierten sich cannabisinduzierte Einbußen bei einfachen intellektuellen und psycho-motorischen Aufgaben aber es zeigten sich deutliche interpersonelle Unterschiede.

Weil entwickelte das Konzept der ‚Reverse Tolerance‘ aus den Aussagen der Versuchspersonen, aus seinen eigenen Erfahrungen und Angaben von Cannabiskonsumenten (Weil, 1998). Die subjektiven Effekte von Cannabis, die sensorische Wahrnehmung zu intensivieren, die Zeitwahrnehmung, räumliche Relationen, das Körperbild, wie auch den Aufmerksamkeitsfokus zu verändern,

bestätigten die Versuchspersonen. Die erfahrenen, pharmakologisch sensitivierten Cannabiskonsumenten gaben an, die subjektiv richtige Dosis und Potenz des Materials einschätzen zu können und die subjektiven Effekte zu kennen. Es wäre ihnen möglich einfach auf ‚normal‘ umzuschalten. Sie hätten *”some sort of pharmacological sensitization”* (Weil 1968 in Jones & Stone, 1970: 109) entwickelt und wären deshalb auch weniger anfällig für Leistungsverminderungen bei motorischen Abläufen und Wahrnehmungsaufgaben. Diese Fähigkeit beschrieb Weil als ‚Reverse Tolerance‘ (Weil et al., 1968).

Jones führte daraufhin eine Untersuchung durch, in der psychologische Testverfahren den Versuch dominierten, aber es wurde auch eine EEG-Ableitung und ein VEP durchgeführt (Jones & Stone, 1970). Die Wirkung von oral verabreichtem, in Äthanol und Gelatine gelöstem Δ^9 -THC und von gerauchten Marihuanazigaretten mit einer Dosis von jeweils 0.9 % Δ^9 -THC pro 0.5 Gramm Pflanzenmaterial (Ca. 4.5 mg Δ^9 -THC) verglichen. Den Vergleich zum Alkohol lasse ich hier raus.

6.2.2.1 *Setting*

Das Setting, in dem die Einzel-blinden Versuche durchgeführt wurden, beschreibt Jones als *”scientific-like’ laboratory setting”* (Jones & Stone, 1970: 111). Die 10 männlichen Gewohnheitskonsumenten, - darunter 4 Studienabschließer und ein Doktor -, wußten nicht, was sie bekamen, aber die Versuchsassistenten schon. Fünf Minuten nach dem Rauchen und 2 Stunden nach oraler Verabreichung starteten die Tests.

Es sei nur kurz der Zweck des jeweiligen Testverfahrens angedeutet:

- Der *”Rod and Frame”*- Test mißt die Feldbezogenheit der Wahrnehmung;
- Zeiteinschätzung zwischen zwei 15 Sekunden auseinanderliegenden Signalen;
- Der *”Subjective Drug Effects Questionnaire”* von Katz beschreibt Erfahrungsebenen des Rauschzustandes;
- Die *”Digit Symbol Substitutions Aufgabe”* (DSST) von Mirky und Kornetzky, ein Teil des Wechsler Intelligenz Test für Erwachsene, mißt kognitive und assoziative Funktionen durch einen Score korrekt angekreuzter Aufgaben in einem zeitlich kurz begrenzten Rahmen (90 sec).

Weiterhin wurden Pulsrate, Ruhe-EEG und VEP gemessen.

6.2.2.2 Ergebnisse

In der Einschätzung der Qualität der Substanz stellte sich heraus, daß die erfahrenen Cannabiskonsumenten nicht zwischen der Placebozigarette und dem Marihuana unterscheiden konnten. Die Pulsrate, das Zeitempfinden und das EEG war nach dem Marihuana verändert, aber es zeigte sich kein Unterschied in der Feldabhängigkeit oder im DSST.

Die Zeit zwischen den Signalen wurde falsch eingeschätzt (orales Δ^9 -THC = \emptyset 16.7 Sekunden; geraucht = \emptyset 15.7 Sekunden). Jones verbindet dieses Ergebnis mit einer Beschleunigung der inneren Uhr (vgl. 3.2 oben).

Das EEG (CZ und rechts-laterale O2 Ableitung) war charakterisiert durch angestiegene β -%-Anteile, entgegen den oben beschriebenen Untersuchungen zeigten sich weniger α -%-Anteile als vor dem Rauchen, wohl aber ein Absinken der α -Hauptfrequenzen (Jones & Stone, 1970: 114). Die Auswertung wurde visuell vorgenommen. Deutlich wird hier, daß sich die kognitive Aufmerksamkeitsanforderung der Testaufgaben erwartungsgemäß auf die angestiegene β -Menge auswirkt. β -Wellen werden bei konzentrierten kognitiven Aufgaben stärker, da im Gegensatz zur Entspannung mehr einzelne Neuronensembles aktiviert werden (vgl. 5.4.2.3 oben).

6.2.3 Zur cannabisinduzierten Euphorie

(Lukas et al., 1995) wollte durch eine gezielte EEG-Untersuchung den Berichten der cannabisinduzierten Euphorie auf den Grund gehen. Durch ein Wissen über diese Vorgänge, könnte der Marihuana-Mißbrauch eingedämmt werden.

6.2.3.1 Der Zeitverlauf des Cannabisrausches im EEG

Die bisher uneinheitlichen Ergebnisse in den bisherigen EEG-Untersuchungen führt Lukas auf die divergierenden Zeitpunkte zurück, in denen das EEG nach dem Rauchen aufgenommen wurde. Die Versuchspersonen hätten sich bei den ausgewerteten EEG-Aufnahmen in unterschiedlichen Stimmungslagen befunden und deshalb hätte das EEG entsprechend unterschiedliche Signaturen gezeigt (Lukas et al., 1995: 131).

Lukas' Kritik an den Untersuchungssettings richtet sich auf die Prozedur der verwendeten mündlichen oder schriftlichen Befragungsmethoden oder auch psychomotorischen Aufgabenstellungen, in denen Korrelationen zwischen dem Erfahren, Erleben und Verhalten des Konsumenten hergestellt werden sollten.

Solche Prozeduren ändern die Wachheit ("alertness") des Probanden und erzeugen möglicherweise Bewegungsartefakte, durch die eine EEG-Aufnahme in solchen Situationen kontaminiert werden kann (Matussek & Petersen, 1983; Otto, 1967). Ermutigt durch seine Untersuchungen u.a. zu ethanolinduzierter Euphorie (Lukas, 1988), in welcher die Versuchspersonen mit einem präparierten Joystick kontinuierlich die Phasen erlebter Euphorie signalisieren konnten, wendete er das Verfahren auch auf Cannabisstudien an und korrelierte alle Untersuchungsdaten mit einem Timecode (Lukas et al., 1995: 132) (vgl. [Tabelle 28](#)).

6.2.3.2 Das Untersuchungssetting

Die 18 männlichen Versuchspersonen (Ø 26 Jahre und Gelegenheitskonsumenten) saßen mit geschlossenen Augen und mit der linken Hand am Joystick in einem bequemen Stuhl und ihnen wurde kontinuierlich durch eine Braunüle alle 5 Minuten Blut abgenommen. Sie wurden alle 15 Minuten standardisiert (Items von 1-10) über eine Gegensprechanlage sowohl zu ihrem Intoxikationslevel, als auch zur Qualität der Empfindungen befragt. Das Level ging von 0 = "kein Effekt" über 5 = "moderat berauscht" bis 10 für "extrem berauscht". Die Qualitätsurteile waren Szene-Begriffe wie "giddy, light headed buzz on, high, free-floating, euphoric". Den Qualitäten wurden verbal numerische Entsprechungen von 1-10 zugeordnet.

Der Joystick und zwei Schaltknöpfe sollte nach folgenden Kriterien genutzt werden: Vorwärts, wenn sie sich berauscht fühlen; seitlich, wenn die Effekte stärker oder sehr intensiv werden ; Rückwärts, wenn die Effekt komplett verschwunden sind; Oberer Knopf, wenn besonders gute Gefühle, wie Euphorie auftreten; Unterer Knopf, wenn sehr unangenehme Effekte oder Dysphorie auftreten. Die Knöpfe sollten nur dann gedrückt werden, wenn die Empfindungen intensiver als die befragten Items waren.

Die Inhalation von Placebo-Joint, hoher und niedriger Dosis (vgl. [Tabelle 28](#)) durch ein Mundstück geschah zur Resorptionskontrolle unter Anweisung ("Inhalieren, Halten, Ausatmen") und verlief standardisiert nach einem zeitlich festgelegten Muster: 3 Sekunden Einatmen, 5 Sekunden einhalten, dann ausatmen. Nach 30 Sekunden wiederholte sich das Procedere, bis nur noch 10 mm des Joints übrig waren.

6.2.3.3 Ergebnisse der Untersuchung

Die Faktorenanalyse, bezogen auf Zeitmatrix und Dosis und der Vergleich subjektiver Äußerungen zum Intoxikationslevel und Euphorie, zeigte - wie in

Abbildung 18 deutlich wird - Zusammenhänge bezüglich Dosis, Zeitverlauf und Drogeneffekten.

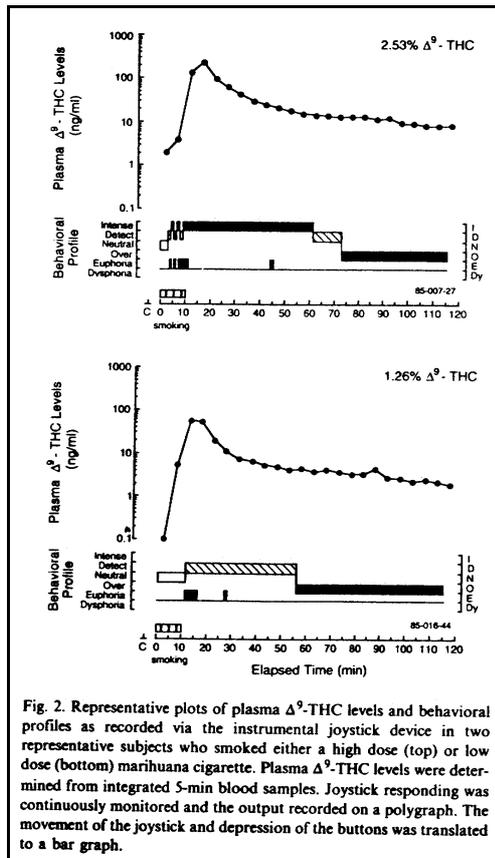


Abbildung 18: aus Lukas 1995, 135

Die höhere Dosis (2.53% Anteil) charakterisierte sich durch schnelleren Wirkungseinsatz, längere Wirkdauer und höhere Δ⁹-THC Anteile im Blutplasma. Alle 6 Versuchspersonen der 'High-Dose'-Gruppe berichteten von intensiveren Marihuanaeffekten und Euphorie. Die Euphoriephasen fast aller Versuchspersonen begannen ca. 7-15 Minuten nach dem Rauchen und hatten eine Länge von 1-5 Minuten. Nur eine Versuchsperson berichtete von einer 15 Sekunden anhaltenden Dysphorie und in wenigen Fällen wurde auch nach 30-40 Minuten Euphorie signalisiert. In Lukas' Studie korrelieren die Plasmakonzentrationspeaks mit den Euphoriemeldungen, während hingegen in anderen Studien, u.a. (Ohlsson et al., 1980; Perez-Reyes, Di Guiseppi, Davis,

Schindler & Cook, 1982), von cannabisinduzierten Verhaltensänderungen mit einer zeitlichen Verzögerung von 5-20 Minuten nach den Plasmakonzentrationspeaks berichtet wird.

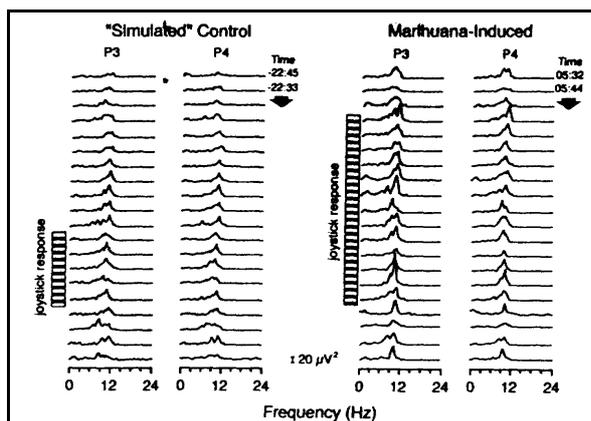


Fig. 5. Power spectral analysis of EEG activity from 2 different electrode sites (P_3 and P_4) before, during and after a 'simulated' (left panel) and marijuana-induced (right panel) episode of euphoria. The euphoric episode is indicated by the hatched bar along the left side of each tracing. Each tracing represents the power spectral array of 12 s of EEG activity. Time is moving from top to bottom.

Abbildung 19: aus Lukas 1995, 136

Für die EEG-Auswertung wurden nur Samples der P_3+P_4 Elektrodenpositionen ausgewählt, weil bei den C_3+C_4 Elektroden der α -Rhythmus "gewöhnlicherweise an diesen Stellen nicht herausragt [„prominent“] (Lukas et al., 1995: 134) (vgl. Tabelle 11). (Hier möchte ich nur kurz auf das oben im Abschnitt 6.1.3.4.2 erwähnte Zitat Struve's über die Ergebnisse von Lukas zur Hyperfrontalität hinweisen⁴...).

Zur Kontrolle wurde 30 und 15 Minuten vor Beginn des Rauchens ein EEG aufgezeichnet (vgl. „simulated“ Abbildung 19). Alle 15 Minuten nach dem Rauchen wurden zwanzig 2-Sekunden-Epochen (von 12.5-17.5 Minuten; 27.5-32.5 Minuten; etc.) einer Spektralanalyse unterzogen. Um jede Joystick-Euphoriemeldung herum (15 Sekunden vorher und nachher) wurden zudem 30 Sekunden EEG ausgewertet .

Auf dem α -Band (Lukas et al., 1995: 136) wurde ca. 45 - 60 Minuten nach dem Rauchen der größte Anstieg der Aktivität gemessen. Die α -Aktivität fluktuierte jedoch individuell, korrelierte aber mit den berichteten Euphoriephasen. Während dieser Phasen verzeichneten die α -Amplituden einen Anstieg von 70%, ohne Unterschied in der Dosis. Wie für die vorliegende Arbeit aus der Abbildung interessanterweise ersichtlich wird, sind die höchsten Anstiege der α -Aktivität um die P_3 -Elektrode zu sehen. Davon wird in Kapitel 9.3 unten noch zu berichten sein. Das θ -Band verzeichnete ebenso einen Anstieg während der Euphorie-Epochen, jedoch war dieser nicht so deutlich wie auf dem α -Band.

6.2.3.4 Diskussion der Ergebnisse

Lukas hatte in anderen Untersuchungen mit Kokain- und Ethanol-induzierter Euphorie ähnliche α -Anhebungen nachweisen können (Lukas, 1988). In Zuständen veränderten Bewußtseins, wie Meditation, Hypnose oder auch in individuell

⁴ Inwiefern Struve die Gelegenheit hatte, die Daten persönlich einzusehen, kann ich hier nicht beurteilen.

kontrollierten α - Biofeedback-Anwendungen seien solche α -Anhebungen beobachtet worden. Da die cannabisinduzierten Euphoriemeldungen unabhängig von der Dosis waren, postuliert Lukas - respektive seiner anderen Untersuchungen zur Euphorie (Lukas et al., 1989) - für einen endogenen neurophysiologischen Vorgang, der dieses besondere Euphorieempfinden hervorruft. Dieser relativ schnelle Vorgang würde den kortikalen Input herunterregeln und die verstärkenden Effekte der Droge den α -Rhythmus vorübergehend stimulieren.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit der α -Anhebungen sieht Lukas in einer antizipatorischen Bewegungsbereitschaft. In den Forschungen von Chiarenza zeigten sich tieffrequenterer Bereitschaftspotentiale während bestimmter stimuli-erzeugter, zielgerichteter Bewegungen (Chiarenza, 1991). Penfield beobachtete präzentrale β -Rhythmusblockierungen während untersuchter Bewegungsvorgänge und schloß auf einen antizipatorischen Zustand, welcher diese Blockierung auslöse (Penfield, 1954). Da Lukas' Versuchspersonen auf einen Wandel ihres Stimmungszustandes reagierten, sieht er auch hierin eine Möglichkeit für die Veränderungen des α -Bandes.

6.2.4 Die Persönlichkeitssensitivität des EEGs, cannabisinduzierte Halluzinationen und Körperbildempfindungsstörungen

„It [pot] seems to open a lot of the right-brain stuff. ... For me, it's tied into a certain ability to visualize. It puts you way inside it. ... You journey inside. Things seem to come out of nowhere, it throws you a bit.“ Lindsay Buckingham in (Boyd, 1992: 201)

6.2.4.1 Einfluß der Persönlichkeit auf das EEG

Ähnlich wie Lukas (vgl. 6.2.3) diskutiert Koukkou die in der Literatur berichteten unterschiedlichen individuellen EEG-Veränderungen bei gleicher Dosis der verabreichten Substanz. Diese Unterschiede führt sie auf die Art und Weise der Einnahme der Droge, auf das individuelle Set der Versuchsperson (somatische Disposition, Vorerfahrung, Persönlichkeitsfaktoren) und das experimentelle Setting der Untersuchung zurück (Koukkou & Lehmann, 1978: 220). Aus bisherigen Untersuchungsbefunden (Becker-Carus, 1971; Schmettau, 1970) sei eine Korrelation zwischen EEG-Veränderungen, der Persönlichkeit und neurophysiologischen Veränderungen zu erwarten (vgl. auch Kapitel 5.5.2 oben). Spontane oder hervorgerufene Verhaltensänderungen erzeugten entsprechende, typische EEG-Signaturen. Bei schizophrenen Patienten mit ähnlichem EEG wurden auch ähnliche Symptomprofile gefunden (Itil, Marasa, Saletu, Davis & Mucciardi, 1975). Die EEG-Veränderungen offerieren augenscheinlich eine ,individuelle

Sensitivität‘ des EEGs: so wurde bei Gabe gleicher psychotroper Medikation an Patienten mit einem vorher unterschiedlichen EEG, nachher auch eine unterschiedliche EEG-Veränderung gefunden; wiederum wurde bei anderen Personen, mit gleichem Ruhe-EEG, nach der Gabe der Medikation auch eine gleiche EEG-Veränderung gefunden (Bente, 1973) (Koukkou & Lehmann, 1978: 220/1).

Den Hintergrund der Untersuchungen bildete die Diskussion über die ‘Tauglichkeit’ von cannabisinduzierten Halluzinationen in einer klinisch erzeugten Modellpsychose (Koukkou & Lehmann, 1976: 664) (vgl. 2.4.2 oben) Die Hinweise auf eine Abhängigkeit halluzinogener Drogeneffekte von Persönlichkeitsfaktoren, die Korrelation zwischen Persönlichkeit und EEG-Werten und die Beobachtung, daß drogeninduzierte EEG-Veränderungen bei Psychatriepatienten zusammenhängen mit den EEG-Mustern im vorherigen Ruhe-EEG, eröffnen die Möglichkeit, daß Individuen auch unterschiedliche EEGs und Verhaltensreaktionen bei einer Gabe halluzinogener Drogen zeigen. Zudem reflektiert das EEG die durch die Substanz eintretenden neurophysiologischen Veränderungen.

So war es ein Ziel ihrer Untersuchungen herauszufinden, ob im pre-/post-EEG Indikatoren dafür zu erkennen sind, daß es eine individuelle Disposition für cannabisinduzierte Wahrnehmungsveränderungen gibt (Koukkou & Lehmann, 1976: 664) und ob diese Personen schon auf geringe Dosen reagieren.

Doch interessierte auch eine Korrelation von EEG-Epochen und den Erfahrungen, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen durch Wiederholung bedeutungsloser Sätze und den darauf folgenden Ruhe-EEG-Abschnitten, wie auch eine Korrelation von Fragebogenkategorien des APZ von (Dittrich, 1975) und EEG. Alle Epochen sollten zudem gegen Pre/Post-Ruhe-Phasen verglichen werden.

6.2.4.2 *Versuchsablauf und Setting*

Die EEG-Scalp-Elektroden waren am rechten temporalen, parietalen und okzipitalen Cortex angebracht und die links-parietal angebrachte Elektrode diente als Ground-Elektrode. Das EEG wurde von Beginn der Untersuchung an durchgehend auf einem Magnetband aufgezeichnet. Parallel nahmen zwei Spuren des Magnetbandes einen Time-Code und evtl. Knopfdruckereignisse auf (Koukkou & Lehmann, 1976: 665). Zur Auswertung wurden bestimmte Passagen des EEG für eine Spektralanalyse gesampelt. Die Frequenzbänder wurden in folgende Bereiche unterteilt: 2-13 Hz; 2-8 Hz; 8-13 Hz und 13-26 Hz und für das jeweilige Frequenzband ein Mittelwert der dominanten Frequenz innerhalb der jeweils interessierenden Epoche ermittelt. Diese im Folgenden ‘Centroids’ (Koukkou &

Lehmann, 1978: 222) genannten Frequenzverteilungsmittelwerte wurden einmal als Deskriptoren der Veränderungen auf dem jeweiligen Frequenzband genutzt (Koukkou & Lehmann, 1976) und in einer späteren Arbeit für die Kalkulation zwischen dem Pre/Post-EEG und den psychologischen Daten des Fragebogens verwandt (Koukkou & Lehmann, 1978). Der Fragebogen wurde vor und nach der Untersuchung ausgefüllt.

Die 12 Versuchspersonen (\bar{x} 32 Jahre) waren Gelegenheitskonsumenten und hatten alle in den letzten drei Monaten vor dem Experiment kein Cannabis oder andere halluzinogenen Drogen zu sich genommen. In dieser Untersuchung wurde synthetisches Δ^9 -Trans-THC (200 μ g THC pro Kg Körpergewicht) oral auf einem Zuckerstück eingenommen. Die Versuchspersonen wurden angehalten, die Veränderungen in der Stimmung, der Konzentration, der Körper- und Raumerfahrung - ähnlich dem Verfahren von Lukas (vgl. 6.2.3 oben) - durch einen Knopfdruck zu signalisieren, wenn diese sich von ihren täglichen Erfahrungen unterschieden. Durch die Markierung auf dem FM-Band wurde nach der Untersuchung ein Sample der EEG-Ableitung vor dem Knopfdruck ausgewählt und mit den verbalen Reports korreliert.

Es entstanden insgesamt vier EEG Meßungen:

- ca. 80 Sekunden vor dem Knopfdruck für besondere Erfahrungen
- vier 5 Minuten lange Ruhe EEGs mit geschlossenen Augen, (1 Pre-THC, 3 Post-THC)
- 20 Sekunden EEG-Samples nach bedeutungslosen Sätzen („Learning“)
- vier EEG-Samples a 20 Sekunden mit geschlossenen Augen („Eyes-Closed“)

6.2.4.3 Ergebnisse der Untersuchung

Die Arbeiten von Koukkou und Lehman haben für die vorliegende Arbeit ein besonderes Interesse gefunden: Während der gesamten EEG-Ableitungen lagen die Versuchspersonen auf einer Couch in einem angenehm eingerichteten Aufnahmeraum und im Hintergrund lief leichte Popmusik (Koukkou & Lehmann, 1976: 665; Koukkou & Lehmann, 1978: 221). Leider ist die verwendete Musik und ihr möglicher Einfluß nicht weiter spezifiziert worden und war lediglich als Setting-Bestandteil in das Versuchsdesign integriert. Ich möchte für die vorliegende Arbeit jedoch davon ausgehen, daß die EEG-Ableitungen und entsprechende Ergebnisse zu einem gewissen Anteil auch durch die Musik mitbestimmt wurden.

Im Vergleich der Fragebogenergebnisse vorher/nachher zeigte sich in allen Kategorien ein Anstieg der Werte in Richtung veränderter Bewußteinszustände.

Lediglich die Veränderungen in der Kategorie ‚Auditorische Halluzinationen‘ waren nicht so intensiv, weshalb diese Kategorie auch aus der Auswertung herausgenommen wurde (Koukkou & Lehmann, 1978). Da das Hören von Musik eine verortbare, materielle Quelle innerhalb des Versuchsdesigns hatte, war demnach kein Anlaß zur Annahme, das z.B. Musik halluziniert wurde. Dies spricht m.E. auch dafür, das die Versuchsleitung die mögliche Bedeutung der durchgehend laufenden Musik für die Untersuchung unterschätzt hat, bzw. nicht die Frage gestellt, welcher Zusammenhang zwischen den schwachen Ergebnissen im Fragebogen und der laufenden Musik bestand. Davon ausgehend, daß die Erfahrungen und EEG-Ergebnisse auch durch die unterschwellig gehörte Musik beeinflusst wurde, lassen sich die Ergebnisse auch als cannabisinduzierte EEG-Veränderungen beim Musikhören lesen.

6.2.4.3.1 Erfahrungsunterschiede im Ruhe-EEG

Die verbalen Reports nach den Knopfdruckereignissen wurden von zwei unabhängigen Auswertern auf der Grundlage des APZ-Fragebogens den Kategorien des Fragebogens zugeordnet (Koukkou & Lehmann, 1976: 667). Bei der Analyse der verbalen Reports aller Versuchspersonen kamen die Auswerter einheitlich auf insgesamt 29 Beschreibungen von Visuellen Erfahrungen (N=12) und Körperbildempfindungsstörungen (N=19). Die Gesamtpopulation (N=12) wurde hinterher in eine Gruppe (N=6) mit stärkeren Cannabiserfahrungen (visuelle Halluzinationen und Body Image) und eine Gruppe mit schwächeren Erfahrungen unterteilt. Die visuellen Erfahrungen (‘Halluzinationen’) der Versuchspersonen wurden folgendermaßen charakterisiert:

”symmetrische und unsymmetrische Muster, in Bewegung oder in Blitzen, etwas verwischt oder sehr kontrastreich, seltener bekannte Objekte mit Störungen oder mehr komplexe Bilder. Berichte von Farben oder Fluktuationen des Fokus‘ waren nicht so häufig.”
(Koukkou & Lehmann, 1976: 667).

Die Berichte über ‘Körperbildempfindungsstörungen’ wurden wie folgt charakterisiert: *”Sensationen einer Veränderung in der Form, oder Gewicht oder Orientierung eines Körperteils”* (ebd.).

Die Sensitivität des EEGs für neurophysiologische Unterschiede in den funktionalen Gehirnaktivierungen zeigte sich dann auch in der EEG-Differenzierung der Qualitäten von visueller Halluzination und Körperbildveränderungen (Koukkou & Lehmann, 1976: 674). Personen, die cannabisinduzierte, visuelle Halluzinationen und Körperbildveränderungen wahrnahmen, hatten eine Tendenz zu einem höheren Ruhe- α -Rhythmus als Individuen, die nur wenige Erlebnisse berichteten (Koukkou & Lehmann, 1978: 220/1). Personen mit hohen Erfahrungen zeigten – bereits schon im Pre-THC-Ruhe-EEG - schnellere α -Wellen, langsamere θ - und β -Wellen.

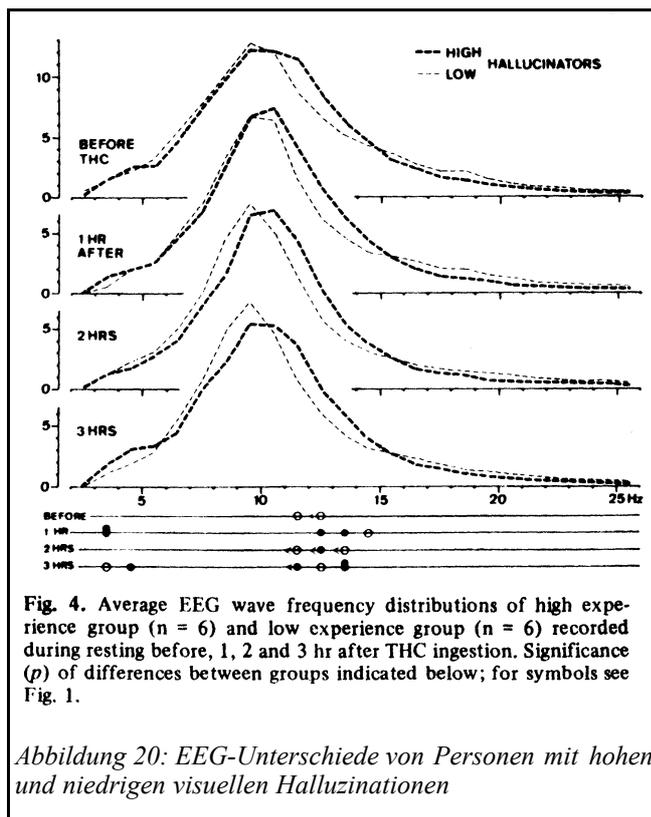


Fig. 4. Average EEG wave frequency distributions of high experience group (n = 6) and low experience group (n = 6) recorded during resting before, 1, 2 and 3 hr after THC ingestion. Significance (p) of differences between groups indicated below; for symbols see Fig. 1.

Abbildung 20: EEG-Unterschiede von Personen mit hohen und niedrigen visuellen Halluzinationen

Die Unterschiede wurden über den Zeitverlauf der Untersuchung insbesondere auf den Frequenzen von 11.5 – 14.5 Hz noch signifikanter, wie sich aus **Abbildung 20** herauslesen läßt.

6.2.4.3.2 Centroide und Prädiktoren im Pre-THC-Ruhe-EEG

Die Centroide der 4 jeweils fünf Minuten langen Ruhe-EEG-Samples und ihrer Frequenzbänder wurden über Spearmans Rank-

Korrelationskoeffizienten jeweils einzeln gegen das Pre-Ruhe-EEG verglichen (1-2; 1-3; etc.) und mit den Kategorien des Fragebogen korreliert (Koukkou & Lehmann, 1978: 222ff). Die Centroide dieser Gruppen/Personen wurden dann gegeneinander verglichen und auf Prädiktoren im Ruhe-EEG vor der THC-Einnahme untersucht. Im Vergleich der 'Pre-THC-Ruhe-EEG-Centroide' und den APZ-Skalen 'Körperbildveränderungen' und 'Euphorie' zeigte sich auch ein Zusammenhang: Das Pre-THC-Ruhe-EEG hatte einen Vorhersagewert für die APZ- und EEG-Veränderungen nach der THC-Einnahme. So hatten z.B. die Korrelationskoeffizienten der δ - θ -Centroid-Veränderungen zwischen Pre-THC und Post-THC eine negative Korrelation zu visueller Halluzination. (Koukkou &

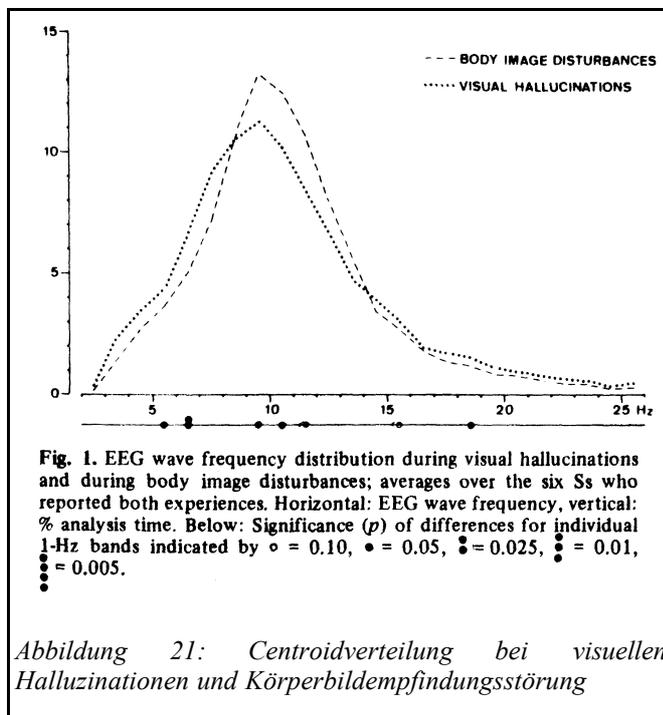
Lehmann, 1978: 225). Individuelle Reaktionen auf THC lassen sich nach Koukkou also schon aus dem Ruhe-EEG herauslesen.

- Langsamere θ -Centroide und höhere α -Centroide im THC-Ruhe-EEG prädisponieren zu intensiveren cannabisinduzierten visuellen Erfahrungen (Koukkou & Lehmann, 1978: 226).

Diese Untersuchung bestätigte ähnliche Ergebnisse von (Itil, 1968; Itil et al., 1975).

6.2.4.3.3 Signalisierte Erfahrungen und korrelierte EEG-Epochen

In der folgenden Abbildung sehen wir eine EEG-Auswertung von 80-Sekunden Samples einer EEG-Epoche, bevor die Versuchspersonen mit stärkeren



Cannabiserfahrungen (N=6) den Signalknopf für ungewöhnliche Erfahrungen gedrückt hatten. In der Abbildung sehen wir, daß visuelle Halluzinationen mehr θ -Anteile, weniger α -Anteile und etwas mehr β -Anteile erzeugten, als die Körperbildempfindungsstörungen. Im Umkehrschluß erkennen wir, daß Körperbildempfindungsstörungen höhere α -%-Werte erzielen.

Signifikante Unterschiede der Centroidewerte lassen sich durch einen individuellen Vergleich von 1 Hz-Abständen beider Erfahrungsebenen berechnen. Anhand der Tabelle ist zu erkennen, daß visuelle Halluzinationen sowohl tiefere Centroid-Werte im Frequenzband I und höhere Werte im Frequenzband II annehmen, als die Körperbildempfindungsstörungen. Die jeweils höheren Signifikanzwerte im Vergleich beider Erfahrungswerte lassen sich aus der obigen **Abbildung 21** erkennen.

Tabelle 14: Centroid-Werte beider Erfahrungen

	Frequenzband I 2-13 Hz	Frequenzband II 13-26 Hz
‘Visuelle Erfahrungen’ Centroid-Wert /Median	8.85 Hz	16.85 Hz
‘Körperbildempfindungsstörungen’ Centroid-Wert /Median	9.32 Hz	16.32 Hz
Signifikanz	P<.1	P<.1

6.2.4.3.4 EEG-Vergleich von Erfahrungs- und Ruheepochen

Dann wurden die ‚Knopfdruck‘-EEGs gegen die zeitlich am nächsten liegenden Ruhe-EEGs verglichen. Ein reiner Pre/post-Vergleich wurde hier also nicht vorgenommen sondern nur die Erfahrung gegen die Ruhe verglichen. Für beide

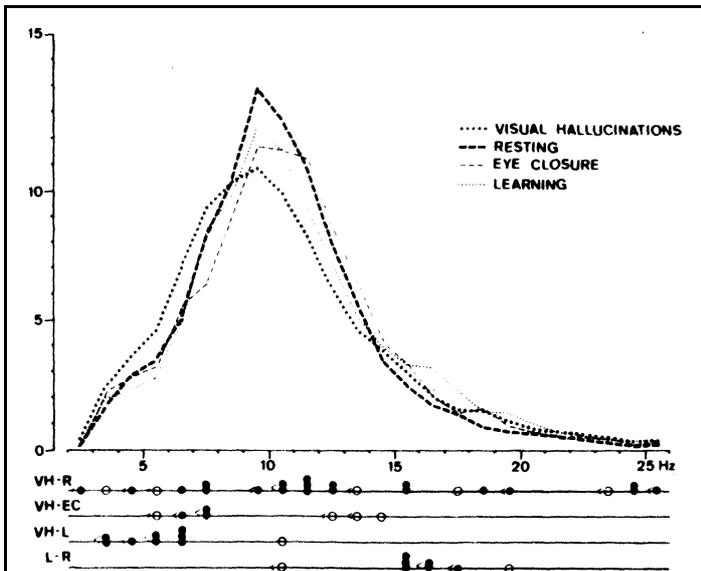


Fig. 2. Average (7 Ss) EEG wave frequency distributions during THC-induced visual hallucinations (VH), during time-matched resting epochs (R), during time-matched epochs immediately after eye closure (EC), and during learning (attention, L). Significance level (*p*) of differences between 1-Hz bands is indicated below; for *p*-value symbols see Fig. 1. Note that the number of Ss in this and the following figure is different from that in Fig. 1, resulting in slightly different distributions.

Abbildung 22: EEG-Unterschiede bei visuellen Halluzinationen zu Ruhe-, Eyes Closed- und Learning- Epochen

Erfahrungsdimensionen zeigten sich schwächere α -, höhere θ - und β -Anteile als während der Ruhephasen. Ähnlich verhielten sich die Änderungen für die ‚Eyes Closed‘- und ‚Learning‘-epochen

In [Abbildung 22](#) erkennen wir die deutlichen

Abschwächungen des α -Bereiches (8-13 Hz) und Zunahmen von θ -Werten während der visuellen Halluzination.

Insgesamt zeigen sich zudem tiefere

Centroidwerte für die Erfahrungen als für die Ruhe. Auf den höheren Frequenzen wurden höher signifikante Unterschiede von $p < .025$ bei den visuellen Halluzinationen und von $p < .005$ bei den Körperbildempfindungsstörungen sichtbar.

Tabelle 15: Vergleich zwischen Ruhe und Erfahrung

	Frequenzband I 2-13 Hz	Frequenzband II 13-26 Hz
„Visuelle Erfahrungen“ Centroid-Werte	Ruhewert: 9.20 Hz Erfahrung: 8.84 Hz P<.01	Ruhewert: 16.27 Hz Erfahrung: 16.84 Hz P<.025
„Körperbildempfindungsstörungen“ Centroid-Werte	Ruhewert: 9.39 Hz Erfahrung: 9.22 Hz P<.01	Ruhewert: 16.02 Hz Erfahrung: 16.25 Hz p.<.005

6.2.4.4 Zusammenfassung

Koukkou konnte mit dieser Untersuchung zeigen, daß Menschen unterschiedlich auf die Gabe einer identischen psychoaktiven Substanzmenge reagieren. Zudem konnte Koukkou Hinweise finden, daß die Richtung der Reaktion schon durch das Ruhe-EEG und seine besonderen Charakteristiken vorherbestimmbar ist.. Langsamere θ -Centroide und höhere α -Centroide im THC-Ruhe-EEG prädisponieren zu intensiveren cannabisinduzierten visuellen Erfahrungen.

Im EEG konnten visuelle Halluzination und Körperbildempfindungsstörungen in ihrer EEG-Signatur unterschieden werden. Visuelle Halluzinationen erzeugten mehr θ -Anteile, weniger α -Anteile und etwas mehr β -Anteile, als die Körperbildempfindungsstörungen. So hatten visuelle Halluzinationen tiefere Centroide im θ - α -Bereich und höhere Centroide im β -bereich. Eine ähnliche Tendenz ließ sich beim Vergleich von Ruhe-EEG und den ErfahrungseEGs feststellen.

Da die EEGs auch in der rechten Okzipitalregion abgeleitet wurden, eine Region, in welcher visuelle Funktionen eine prädominante Rolle spielen, läßt sich auf dem Hintergrund der Korrelation von okzipitalen α -Rhythmen und visuellen Halluzinationen darauf schließen, daß die gehörte Musik zu einer verstärkten Tätigkeit im visuellen Assoziationskortex geführt haben mag. Um herauszufinden ob an dieser Vermutung etwas dran ist, müßte zunächst geklärt werden, ob Musik die Okzipitalregionen aktiviert.

6.2.5 Cannabis und ein musikbezogenes Untersuchungssetting

Hess (vgl. [Tabelle 29](#)) realisierte für seine Pre/Post-EEG-Untersuchung unter „*praxisnahen Bedingungen*“ ein als ‚psychedelisch‘ zu bezeichnendes Setting mit Flimmerlicht, Musik und einer Hyperventilationsphase (Hess, 1973; Hess, 1995a). Bei der Gestaltung des Settings orientierte er sich an den Lebensgewohnheiten von Cannabiskonsumenten und ihren kulturellen Vorlieben. Die Versuchssituation ähnelt der Situation eines im veränderten Wachbewußtseinszustand zuhörenden, sitzenden oder liegenden Menschen während einer zeitgenössischen Musikveranstaltung.

Weiterhin wurde ein Konzentrationstest (D2), in der Post-THC-Phase zusätzlich ein visueller Organisationstest (Hooper) und ein Farbwahrnehmungstest durchgeführt.

25 Freiwillige mit unterschiedlicher Vorerfahrung saßen in einem bequemen Stuhl, rauchten kontrolliert eine Wasserpfeife mit purem Hasch (ca. 20 mg THC) und hörten mit geschlossenen Augen während der Pre/Post-EEG-Aufzeichnung fünf Minuten lang ihr Lieblingsmusikstück (p. 31).

Das EEG wurde während der Musikphase mittels 19 Elektroden und zwei Ohrreferenzen uni- und bipolar auf einem 8 Kanal-EEG-Schreiber mit verschiedenen Verschaltungen aufgezeichnet.

Die Auswertung des EEGs wurde visuell vorgenommen, dabei wurden Rhythmisierungen der EEG-Wellen beschrieben, Frequenzgeschwindigkeiten wie auch der prozentuale Anteil der Frequenzbänder ermittelt.

6.2.5.1 Wirkverlauf im EEG

Anhand des EEGs konnte Hess die Bewußtseinsveränderungen i.S.v. Vigilanzveränderungen zeigen. Er identifizierte fünf Phasen der Cannabiswirkungen:

- 1.) Latenzzeit von ca. 10 - 20 Minuten*
- 2.) Stadium der Erregung (Muskelzuckungen, Schluckbewegungen und andere Artefakte im EEG)*
- 3.) Stadium der Entspannung (verstärkte α -Tätigkeit)*
- 4.) Stadium der Versenkung (α -Verlangsamung, gelegentlicher Übergang in θ - δ -Wellen)*
- 5.) Stadium der Ermüdung (Abflachung der Kurven mit spindelförmigen Amplitudenschwankungen)*
- 6.) Stadium des Schlafens (völliges Verschwinden der α -Wellen mit gelegentlichen δ -Wellen)" (Hess, 1973: 20)*

Die Stadien verliefen je nach Pharmakokinetik und -dynamik interindividuell unterschiedlich, aber das Verlaufsmuster von einem euphorischen Zustand (Stadium 2) zu einem Relaxations- (3) und nachfolgenden Kontemplationszustand (4) zeigte sich bei allen Probanden und deckt sich mit den Beschreibungen, welche schon Baudelaire beschrieben hatte (Baudelaire, 1988). Stadium 5 zeigte das An- und Abschwellen der THC-Wirkungen durch Amplitudenzunahme während des "rush" und Stadium 6 wurde nur kurzfristig bei zwei Personen beobachtet (Hess, 1973: 20).

6.2.5.2 Aktivationsmethoden und EEG-Veränderungen

Wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, veränderte sich je nach Aktivationsmethode die dominante Wellentätigkeit im Pre/Post-THC-EEG (Zahlen repräsentieren Versuchspersonen):

Tabelle 16: Pre/Post THC-EEG-Veränderungen der Hauptfrequenzbereiche (N=25 Versuchspersonen) nach (Hess 1973, 18/9)

Dominante Wellentätigkeit im Pre/Post THC-EEG	Ruhe	Musik	Hyperventilation	Flimmerlicht
α Pre/Post	pre 17/post 22	16 / 21	18 / 23	14 / 19
β Pre/Post	2 / 0	3 / 0	2 / 0	4 / 1
θ Pre/Post	0 / 0	3 / 0	1 / 0	2 / 2
Dysrhythmische Tätigkeit	6 / 3	3 / 4	4 / 2	5 / 2

Legende: Zahlen stehen für Versuchspersonen;

Im pre-THC-EEG mit geschlossenen Augen dominierte der α -Rhythmus und zeigte sich erwartungsgemäß in den okzipitalen Regionen. Im Post-THC-EEG hingegen zeigte sich ein Anstieg der absoluten (Amplitude) und relativen α -Power über den frontalen und temporalen Regionen. Das EEG synchronisierte sich stärker als in der Pre-THC-Kondition, der α -Rhythmus wurde regelmäßiger und verlangsamte die Geschwindigkeit um 1-3 Hz.

Während des Musikhörens wurde im Post-THC-EEG eine leichte Zunahme der EEG-Dysrhythmien erkennbar, während der Anteil der β - und θ -Aktivität deutlich abnahm. Die EEG-Gestalten änderten sich parallel, je nach subjektiv angenehm oder unangenehm empfundener Musik. Das Musikempfinden wurde von 80% der Versuchspersonen als "deutlich gesteigert" (Hess, 1973: 36) beschrieben

6.2.5.3 Diskussion der Arbeit

In seiner Zusammenfassung resümiert Hess signifikante frontale und parietale Zunahmen der α -Aktivitäten. Die Zunahme frontaler α -Aktivität diskutiert Hess in einem neueren Artikel im Zusammenhang mit dort gefundenen Ansammlungen des Cannabinoidrezeptors (vgl. Hess, 1995a:34).

Koukkou brachte Erfahrungskategorien und EEG-Veränderungen in einen Zusammenhang und Lukas identifizierte euphorische Empfindungen per Joystick. Die Kreation eines praxisnahen Settings, die Beobachtung des Vigilanzverlaufes im EEG und die EEG-Korrelation zu den von Hess identifizierten sechs Wirkphasen von Cannabis ist jedoch in keiner anderen Arbeit so deutlich beschrieben worden und ist eine herausragende Leistung dieser Arbeit. Waren bei den meisten oben

dargestellten Untersuchungen lediglich die generellen EEG-Veränderung von Interesse, so zeigte sich in Hess' Untersuchung deutlich eine Korrelation von EEG-Veränderung und Vigilanzzustand. Leider hat Hess seine Arbeit damals aufgrund der forschungspolitischen Situation nicht veröffentlicht (vgl. Hess, 1995; Hess, 1996), es wäre ein wichtiger Beitrag zur Erforschung der Wirkungen im EEG gewesen. Hess konnte dabei zeigen, daß sich die α -Wellen verlangsamen und daß diese EEG-Aktivität, im Verlauf der Cannabiswirkungen mit einer Versenkungsphase korreliert. In diesem Stadium zeigte sich zudem eine erhöhte Konzentrationsfähigkeit auf eine Sache, eine Veränderung des Zeitempfindens und auch ein Versiegen des Gedankensstromes (vgl. Hess, 1995a: 28).

6.2.5.4 *Wirkstadium und Musikwahrnehmung*

Ob in dieser Phase auch Musik gehört wurde, geht aus seinen Schilderungen nicht deutlich hervor und variierte sicherlich je nach Person. Beim Hören der Musik zeigten sich die *"deutlichsten Zeichen des Haschischrausches"* (Hess, 1995a: 32) und der veränderte Wachbewußtseinszustand ließ sich durch die Musik steuern. Die Musik wurde als intensiviert empfunden, Details besser wahrgenommen und das Zeitempfinden beim Hören der Musik veränderte sich deutlich (ebd.). Hess lehnt eine Bewußtseinsweiterung durch Cannabis ab.

"Man muß eher von einer Bewußtseinseinengung während der akuten Cannabiseinwirkung sprechen. Allerdings geht diese Einschränkung mit einer Hypersensibilisierung sämtlicher Sinne, nicht nur der optischen oder akustischen einher. Alltägliche Dinge erscheinen in einem neuen Licht" (Hess, 1973: 34).

Diese Beschreibung einer Hypersensibilisierung erinnert an die Beschreibungen von Curry, welcher von einer Hyperfokussierung der Aufmerksamkeit auf den Klang bei Musikern sprach (vgl. 2.3.3.3.2 oben). Zudem fanden sich ja auch α -Zunahmen in der Parietalregion, welche die sensorisch-rezeptiven Funktionen der Wahrnehmungsverarbeitung repräsentiert.

Festzuhalten bleibt ein prozentualer Anstieg des Anteils von α -Aktivitäten im Post-THC-EEG während des Musikhörens und ein Absinken der Frequenz in Korrelation zum Kontemplationsstadium der Cannabis-Wirkungen bei einem psychedelischen Untersuchungssetting.

6.3 Zusammenfassung

Zusammengefaßt zeigt sich die cannabisinduzierte EEG-Veränderung sowohl in der visuellen als auch in der quantitativen Auswertung des Post-THC-EEGs als ein vorübergehender

- Anstieg des relativen α -%-Anteiles
- temporärer Anstieg der α -Amplitudenwerte,
- Verlangsamung der α -Hauptfrequenzen,
- Absinken des relativen β -Anteiles mit variierender Hauptfrequenz
- tiefere α -Frequenzen und ein Übergang zu θ -Wellen während der Versenkungsphase des Cannabisrausches
- Abschwächung des θ -%-Anteiles

Dieses EEG-Muster fand sich auch in den beiden ‚Modellpsychosen‘-Studien (Hess, 1973; Koukkou & Lehmann, 1976; Koukkou & Lehmann, 1978), in welchen Musik zum Einsatz kamen. In den Studien von Hess, Koukou und (Lukas et al., 1995) wurde die Prozeßqualität der Rauschwirkungen mit den Erlebnisinhalten gekoppelt. So finden sich folgende EEG-Veränderungen innerhalb der Cannabiswirkphasen: Lukas (vgl. 6.2.3) konnte während der ersten zwanzig Minuten des Rausches Euphoriemeldungen und verstärkten α -Index korrelieren und deutete dies als eine antizipatorische Bewegungsbereitschaft, hervorgerufen durch den cannabisinduzierten Stimmungswechsel. Volavka und Rodin fanden positive Beziehungen von α -Rhythmus und subjektivem „High“-Empfinden (vgl. 6.2.1).

Die EEG-Ableitungssituation liegend oder sitzend in einem bequemen Stuhl begünstigte eine trophotrope Umschaltung des Organismus während kontemplativer Phasen. Hess (vgl. 6.2.5) zeigte die Kopplung von Vigilanz und EEG-Veränderungen und in seiner Arbeit wurde deutlich, daß beim Musikhören die Wirkstadien der Entspannung und Kontemplation mit einer Zunahme des α -%-Anteiles bei der Entspannung und einem Absinken der α -Frequenzen in der Versenkungsphase korrelierten. Hess deutet die Cannabiswirkungen als eine Hypersensibilisierung bei gleichzeitiger Bewußtseinseingung mit erhöhter Konzentrationsfähigkeit auf eine Sache. In Koukkou’s Untersuchungen (vgl. 6.2.4) spielte Musik eher als Hintergrundvariable eines entspannten Setting eine Rolle, sie konnte Korrelationen von EEG-Hauptfrequenzen und Veränderungen des Körperschemas wie auch visueller Imaginationen zeigen. Ihr Setting provozierte eine kontemplative Stimmung und somit dominierte hier auch ein Absinken der α -Frequenzen mit Übergängen in θ -Bereiche. Koukkou fand Beziehungen zwischen einem Absinken

von α -Frequenzen und Ansteigen von β -Frequenzen bei visuellen Erfahrungen und Körperbildempfindungsstörungen

Dem Anschein nach zeigen sich aber in beiden musikbezogenen Arbeiten keine EEG-Veränderungen, welche ausschließlich auf das Hören von Musik unter Cannabiseinfluß zurückzuführen wären. Die EEG-Veränderungen bewegen sich innerhalb der in Kap. 6.1, 6.2 oben referierten cannabisinduzierten EEG-Veränderungen. Ob sich Parallelen zu Ergebnissen in der Literatur zu EEG-Untersuchungen beim Musikhören zeigen und sich somit doch Hinweise von Cannabiswirkungen auf das Musikhören andeuten, soll im Kapitel 8.2 unten) bearbeitet werden.

Für die vorliegende Arbeit sind hierbei insbesondere topographische Auswirkungen der Cannabiswirkungen von Interesse. Bei den quantitativen Studien wurden zumeist Elektrodenpositionen der rechten hinteren Hemisphäre ausgewertet. Vertex, Okzipital- und Parietal-Regionen bildeten hier die häufigsten Ableitungsorte. Die oben zusammengefassten Ergebnisse entstammen demnach rechtslateralen Ableitungspunkten. Wahrscheinlich wurde für eine quantitative Auswertung der EEG-Ableitungen eher in der rechten Hemisphäre ein Unterschied erwartet.

Lukas fand bei Euphoriemeldungen eine α -Asymetrie mit verstärkter α -Amplitudenaktivität in der linken Hemisphäre (Lukas et al., 1995). α -Veränderungen mit einem Shift nach temporal werden von (Ames, 1958) und Hess beschrieben, Hess beobachtete zusätzlich frontale Shifts der α -Aktivität (Hess, 1973). Struve berichtete von einer α -Hyperfrontalität mit angehobenen α -Amplitudenstärken in Ruhe-EEG-Messungen, allerdings bei nüchternen Langzeitkonsumenten im Vergleich mit EEG-Messungen einer Datenbank (Struve et al., 1989).

Hanley befand als das gesicherte Ergebnis seiner 96-Tage dauernden EEG-Studie generelle Abschwächungen der Amplitudenstärken aller Frequenzbänder über den gesamten Cortex (Hanley et al., 1976). Struve fand dagegen in seinen Daten Hinweise auf eine Zunahme der δ - und θ -Signalstärke über frontalen Regionen und eine Zunahme der δ - und θ -Kohärenzen posterior. Die α -Signalstärke war dabei posterior abgeschwächt (vgl. 6.1.3.2 oben). Welche topographischen Verteilungen sich im EEG beim Musikhören zeigen, wird unten weiter behandelt werden müssen.

Das EEG kann technisch am günstigsten in Ruhe abgenommen werden. Relativ phänomengerechte EEG-Untersuchungsergebnisse einer kontemplativen Tätigkeit lassen sich beim Hören von Musik in einer angenehmen Sitzhaltung oder

Liegeposition erwarten (vgl. 5.5 oben). Cannabis zeigte sich als eine Substanz, welche das Körperbewußtsein anspricht und über α -Veränderungen ein Vigilanzniveau induziert, welches einer Entspannung, Kontemplation und Introspektion eine günstige physiologische Basis verschafft (Ames, 1958; Dornbush et al., 1972; Hess, 1973; Koukkou & Lehmann, 1976; Koukkou & Lehmann, 1978). Ähnliche Zunahmen des α -Prozentanteiles und Verlangsamungen der α -Frequenz fanden sich in Untersuchungen zur Meditation und beim α -Biofeedback (vgl. 5.4.2.2 oben). Gleichzeitig wird der kortikale Input heruntergeregelt – hierzu im folgenden Kapitel mehr- und damit möglicherweise eine kurzzeitige ‚Hyperfokussierung der Aufmerksamkeit‘ (Curry, 1968) (vgl. 2.3.3.3) auf interne Informationsmuster ermöglicht. Diese Vorgänge zeigen einen individuell intendierten (vgl. 2.1, 2.3.3.1 oben) (Becker, 1973; Blätter, 1990) Übergang zu einem anderen Bewußtseinszustand, welcher sich im EEG nachvollziehen läßt. Für den Musiker bedeutete dies vielleicht eine günstige Voraussetzung für Improvisationen (vgl. 2.3.4 oben), Rhythmus und Wahrnehmung des Klangraumes (Curry, 1968; Tart, 1971; Winick, 1959).

7 Das Cannabinoidrezeptorsystem

Lange Zeit bestand Unklarheit darüber, wie Cannabis pharmakologisch und physiologisch wirkt. Das Bedürfnis, einen biochemischen Wirkungsmechanismus zu entdecken, führte zu einer großen Anzahl von Untersuchungen, welche verschiedensten Hypothesen nachgingen (Braude & Szara, 1976; Murphy & Bartke, 1992). Dies änderte sich ab 1986, da sich durch die Entwicklung eines potenten Cannabinoidagonisten ein Weg zum Verständnis der Wirkungen fand (Joy et al., 1999: 2.3). In einem Review schlug Martin daraufhin vor, daß die Wirkungen von Cannabis über einen Rezeptor in der Zellmembran vermittelt wären. Es hatte sich herausgestellt, das radioaktiv markiertes THC unspezifisch an allen Nervenzellen andockte und selbst bei geringen Dosen die spezifischen Wirkungen eintraten (Martin, 1986). 1987 konnte Howlett demonstrieren, daß Cannabinoide rezeptorvermittelt wirken und die Adenylatcyklase-Zirkulation der Zellen hemmen (Howlett, Johnson, Melvin & Milne, 1988). Devane fand 1988 im Rattengehirn einen Cannabinoidrezeptor (CBR) (Devane, Dysarz, Johnson, Melvin & Howlett, 1988). Anhand eines geklonten Genes des CBR der Ratte (Matsuda, Lolait, Brownstein, Young & Bonner, 1990), welcher dem menschlichen CBR Gen bis zu 97% ähnelte, gab es nun eine Grundlage für ein Verständnis der THC-Wirkungen.

Wo ein Rezeptor vorhanden ist, muß auch ein körpereigener Schlüssel sein. 1992 wurde von der Jerusalemer Arbeitsgruppe um Mechoulam, dem Entdecker des psychoaktiven Hauptwirkstoffes Δ^9 -THC, ein körpereigener Ligand des CBR entdeckt. Sie benannten diesen mit dem Sanskritwort „ananda“ für Glückseligkeit und nach der Zugehörigkeit zu den Amiden als „Anandamid“ (Devane et al., 1992). 1993 konnte Munro einen zweiten Cannabinoidrezeptor, den CB2 im Immunsystem isolieren und 1994 gelang die Entwicklung eines Cannabinoidantagonisten (vgl. Joy et al., 1999).

7.1 Der Rezeptor und sein Einfluß auf die Zellkommunikation

Der Cannabinoidrezeptor ist ein typischer Vertreter der größten bekannten Rezeptorfamilie, den an das G-Protein gekoppelten Rezeptoren und scheint eine phylogenetisch weitreichende Verbreitung zu haben. Auch bei einer Fruchtfliege wurde ein solcher CBR identifiziert. Momentan sind zwei Cannabinoidrezeptoren bekannt. Der CB1 findet sich verstärkt in Gehirn und Nervensystem und der CB2 im Immunsystem (Joy et al., 1999). Ähnlich anderen Rezeptoren auch können

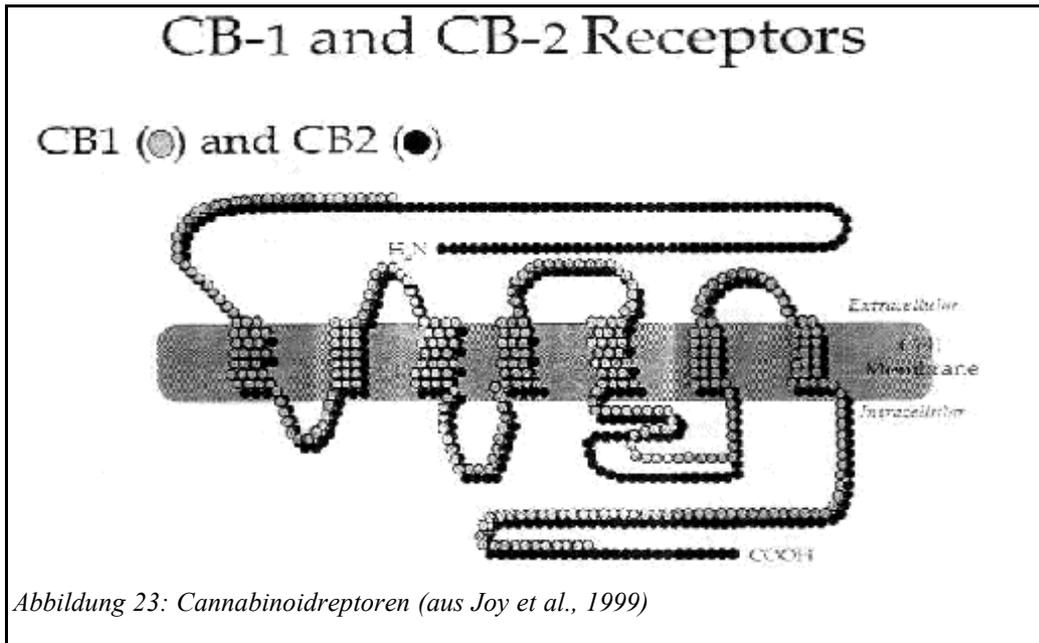


Abbildung 23: Cannabinoidreptoren (aus Joy et al., 1999)

Cannabinoidrezeptoren durch das Andocken bestimmter Substanzen entweder aktiviert oder blockiert werden. THC, Anandamid und andere bekannte Rezeptoragonisten binden sich an die extrazellulären Teile und aktivieren dadurch die Signalwege innerhalb der Zelle.

Wie in der Abbildung 23 zu erkennen ist, spannt sich der Rezeptor siebenmal in die Zellmembran, verändert bei Aktivierung durch ein passendes, extern andockendes Molekül die Durchlässigkeit der Zellmembran für Kalium und Calcium und hemmt die Adenylatzyklase.

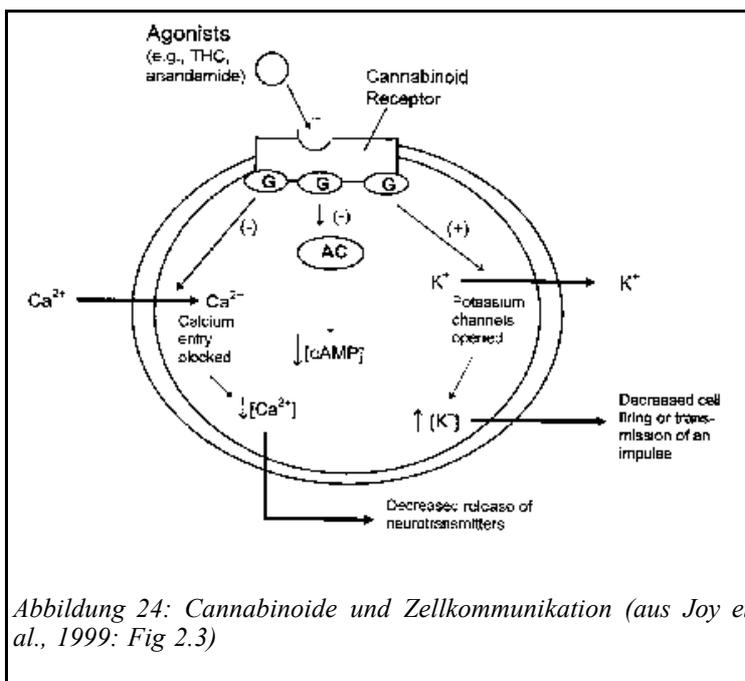


Abbildung 24: Cannabinoide und Zellkommunikation (aus Joy et al., 1999: Fig 2.3)

Bei Ratten wurde eine Abschwächung der Zellfeuerungsraten im Hippocampus und eine Abschwächung der Amplitude bei somatosensorisch evozierten Potentialen (SEP) beobachtet (Campbell, Foster, Hampson & Deadwyler, 1986).

Durch den Cannabinoidrezeptor erklärt sich nun möglicherweise die im EEG oft zu beobachtende, generelle Abschwächung der Amplitudenwerte nach Cannabiskonsum (vgl. 6.1.3 oben).

CB1 Rezeptoren wurden an verschiedenen Teilen des Neurons, inklusive Axon, Zellkörper, Synapsen und Dendriten gefunden (Herkenham, 1995). Postsynaptische Dendriten sind generell der “empfangende” Teil, die Axon-, ‘Terminals’ sind der präsynaptisch “sendende” Teil des Neurons. Je nach Lage kann die Aktivierung der Cannabinoidrezeptoren den zellulären Informationsfluß entweder inhibieren oder stimulieren.

- *Präsynaptische Rezeptoren* auf dem Zellkörper und Axon-, ‘Terminals’ können durch Hemmung der GABA-Inhibierung eine *stimulierenden Wirkung* haben,
- *postsynaptische Cannabinoidrezeptoren* können GABA-Inhibierung imitieren und somit die *Zellfeuerungsraten verringern* (Joy et al., 1999; Szabo, Dorner, Pfreundner, Norenberg & Starke, 1998).

Da die EEG-Aktivität nach gegenwärtiger Einschätzung eine Summation postsynaptischer Dendritenpotentiale darstellt, ist es nach diesen Ausführungen nicht verwunderlich, daß sich das Cannabis-EEG in je nach Situation in abgeschwächerter oder angestiegener Amplitude zeigt.

7.2 Topographische Verteilung der Cannabinoidrezeptoren

Herkenham konnte anhand von Gewebeuntersuchungen des Gehirns (Herkenham et al., 1990) und Matsuda durch histochemische Untersuchungen (Matsuda, Bonner & Lolait, 1992) eine erhöhte Rezeptordichte in verschiedenen Hirngebieten feststellen. Die folgende Tabelle 17 zeigt in der ersten Spalte die Regionen des Gehirns, in welchen nach gegenwärtigem Wissen Cannabinoidrezeptoren besonders stark oder schwächer vorzufinden sind, als auch in der zweiten Spalte die den Regionen zugeordnete physiologische Funktionalität.

GEHIRNREGION	ASSOZIIERTE FUNKTIONEN DER REGION
<i>Gehirnregionen mit hoher Cannabinoidrezeptordichte</i>	
Cerebral cortex, insbesondere frontale und parietale Regionen; cingulärer Gyrus	Höhere kognitive Funktionen
Hippocampus	Lernen und Gedächtnis, Stress
Basalganglien Substantia nigra pars reticulata Entopeduncular nucleus Globus pallidus Putamen	Bewegungskontrolle
Cerebellum	Körper und Bewegungskoordination
Nucleus accumbens	Belohnungssystem
<i>Gehirnregionen mit schwächerer Cannabinoidrezeptordichte</i>	
Hypothalamus	Körperhaushaltsfunktionen (Regulation der Körpertemperatur, Salz- und Wasserbalance, Reproduktive Funktion, Appetit)
Amygdala	Emotionale Response, Furcht
Spinal Trakt	Periphere Sensationen, inklusive Schmerz
Gehirnstamm	Schlaf und Wachen, Arousalfunktion, Temperaturregulation, Kontrolle der Motorik
Graue Substanz	Analgesia

Tabelle 17: Cannabinoidrezeptoren im Gehirn(nach (Joy et al., 1999)

Aus der Tabelle wird deutlich, daß die Cannabinoidrezeptoren in Regionen verstärkt auftreten, in welchen kognitive Funktionen, Bewegungssteuerung und -koordination und Emotionen verarbeitet werden. Die große Anzahl von Cannabinoidrezeptoren im Hippocampus und im Cortex verdeutlicht die Wirkungen von THC auf kognitive Funktionen.

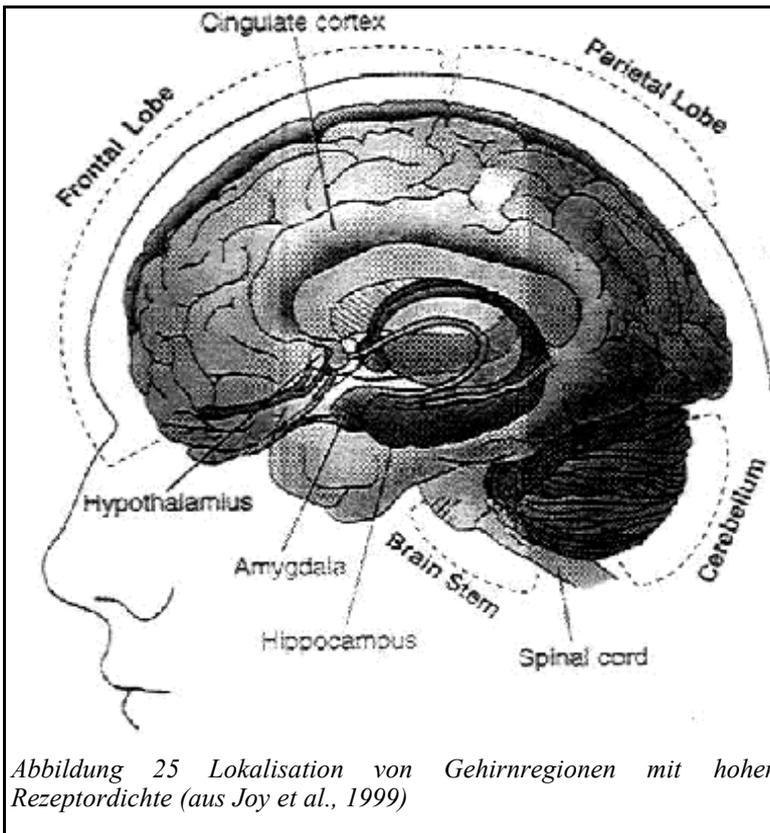


Abbildung 25 Lokalisation von Gehirnregionen mit hoher Rezeptordichte (aus Joy et al., 1999)

Die Lokalisationen der Rezeptoren und die den Regionen zugeordneten Funktionen decken sich mit Beschreibungen von Cannabiseffekten. Solowij diskutiert die Rolle des Cerebellums bei kognitiven Funktionen und beim Wechsel der Aufmerksamkeit und verweist auf Funde erhöhter

Rezeptordichten im präfrontalen Cortex, in der Nähe des cingulären und dem superioren frontalen Gyrus. Diese Gebiete projizieren ihre Aktivität in weite Gebiete des Gehirns und stimulieren die jeweiligen Funktionen. Der anteriore cinguläre Cortex gilt auch bei Untersuchungen der Aufmerksamkeit durch PET-Scan oder Läsionen des Cortex als eine Region des Interesses (ROI) (Solowij, 1998: 16).

Bei einem PET-Scan werden Sauerstoff- oder Zuckermoleküle radioaktiv markiert und die Positronenemissionen dreidimensional darstellbar. In Volkow's PET-Scan Untersuchungen schien der Gehirnstoffwechsel nach Cannabiskonsum in frontalen Regionen anzusteigen, aber in parietalen Regionen abzusinken. Die stärksten Anstiege wurden im Cerebellum und im präfrontalen Cortex beobachtet. Insgesamt schien Cannabis eine Erhöhung des Gehirnstoffwechsels zu erzeugen (vgl. Solowij, 1998: 55f).

Hohe Rezeptordichten in den Basalganglien und im Cerebellum deuten auf Einflüsse hinsichtlich der Bewegungsfunktionen, -kontrolle und -koordination (MullerVahl, Kolbe, Schneider & Emrich, 1998; Pertwee, 1992). Zudem findet sich eine verstärkte Rezeptordichte in Teilen des emotionsverarbeitenden Limbischen Systems.

Mathew untersuchte die Veränderungen des cerebralen Blutflusses (CBF) nach Cannabiskonsum. Bei unerfahrenen Konsumenten zeigte sich eine globale Abschwächung des Blutflusses, während dieser hingegen bei erfahrenen Konsumenten global anstieg, insbesondere in der frontalen und linken temporalen Region. Insgesamt schien Cannabis aber den Blutfluß anzuregen und zwar vornehmlich in der Frontalregion, präfrontal und in der rechten emotionsverarbeitenden Hemisphäre (Mathew & Wilson, 1993). Die Zeitkurve der Veränderungen des Blutflusses korrelierte mit den Veränderungen in der Stimmung und den Wachheitsgraden vermittelt durch das retikuläre Aktivierungssystem. Hohe Wachheitsgrade entsprachen verstärktem Blutfluß, wo hingegen niedrige Wachheitsgrade einen schwächeren Blutfluß aufwiesen. Hier werden auch die engen Verbindungen zwischen Thalamus als dem Mediator der Arousalfunktionen und der Frontalregion deutlich (vgl. Solowij, 1998: 54). In einer kürzlich veröffentlichten Studie diskutierte Mathew Verbindungen eines verringerten Blutfluß im Cerebellum und Zeitwahrnehmungsveränderungen (Mathew et al., 1998).

Da Musik eine Bewegungsgestalt in der Zeit ist, und motorische Funktionen einen meßbaren Einfluß auf die auditorische Wahrnehmung haben (David, Keidel, Kallert, Bechtereva & Bundsen, 1977), und Musik ein direktes Ausdrucksmittel für Emotionen ist, kann durchaus eine Wirkung des Δ^9 -THCs auf die Musikwahrnehmung erwartet werden.

8 EEG und Musikverarbeitung im Gehirn

In diesem Kapitel werden wir uns hauptsächlich mit EEG-Studien von gesunden, musikhörenden Probanden befassen. Der Aspekt der dynamischen Vigilanzveränderungen über den zeitlichen Verlauf des Musikhörens zeigt sich in den Veränderungen der %-Anteile der jeweiligen Frequenzbänder. Da im experimentellen Teil dieser Arbeit mit einem EEG-Brainmapper gemessen wird, interessieren uns hier vornehmlich solche Ergebnisse, die Aufschluß über topographische *und* vigilanzbezogene Veränderungen beim Musikhören geben können. Aus den vorliegenden Untersuchungen soll eine Datenbanktabelle mit musikbezogenen EEG-Veränderungen erstellt werden, welche die Veränderungen über die Frequenzbänder und ihre topographischen Zuordnungen beschreiben.

8.1 Cerebrale Dominanzen bei der auditorischen Wahrnehmung

Eine topographische Abbildung birgt immer den Versuch, den Ort der Musikverarbeitung – und sei es nur für die jeweilige Untersuchung und ihr Probandenkollektiv - in einem distinkten Aktivierungsmuster der Gehirnaktivitäten eingrenzbar zu machen. Dazu ist es notwendig die Bedeutung der lokalen Veränderungen in ein Konzept zu fassen, um so dem topographischen Geschehen eine Funktionalität zuordnen zu können. Das Konzept der cerebralen Dominanzen stellte einen solchen Versuch dar, funktionale Asymmetrien cerebraler Verarbeitung nachzuweisen. Bei der Frage, welche Gehirnareale vorrangig mit der Verarbeitung von bestimmten mentalen Prozessen beschäftigt sind, etablierte sich in den 70er Jahren das Modell der Hemisphärendominanzen, d.h. eine Differenzierung der cerebralen Aktivitäten i.S.e. Asymmetrie beider Gehirnhälften bei der Informationsverarbeitung.

8.1.1 Neuroanatomischer Hintergrund des Konzeptes

Roederer stellt die Zusammenhänge für das auditorische System folgendermaßen dar: Bei den Organen, welche an der sensorischen und motorischen Wechselwirkung mit der Umwelt beteiligt sind, findet sich im Verlauf der neuralen Leitungssysteme und dem Gehirn eine bilaterale Symmetrie, d.h. die Rinde der einen Gehirnhälfte ist mit der gegenüberliegenden Körperhälfte verbunden. Diese Überkreuzung kennzeichnet besonders die optischen, akustischen und die efferenten motorischen Signalwege. Nach Umschaltung im Thalamus erreichen afferente sensorische

Informationen beide Hemisphären über thalamo-kortikale Bahnen. Neuroanatomische Befunde zeigen eine kontralaterale Verbindung beispielsweise des linken Ohres zum auditorischen Rindenfeld der rechten Hemisphäre, ipsilaterale Fasern führen zur gleichseitigen Hemisphäre. Beide Gehirnhälften sind über die ca. 200 Millionen Fasern des Corpus Callosum miteinander verbunden. Es wird deutlich, daß die akustische Informationsverarbeitung nicht ausschließlich unilateral erfolgt, sondern durch Feedbackmechanismen optimiert wird. Akustische Informationen werden durch vorgeschaltete Verbindungen und regulatorische Feedbackmechanismen auf der Hörbahn entsprechend ihrer Schallrichtung in den akustischen Rindenfeldern differenziert und abgeglichen. Das Zusammenspiel von jeweiliger Körper- und Gehirnhälfte optimiert Informationsverarbeitungsvorgänge, welche afferente optische und akustische Richtungswahrnehmungsinhalte und die efferente Bewegungskontrolle der Erfolgsorgane im Raum koordinieren (vgl. Roederer, 1993). Dieses Zusammenspiel berücksichtigend konnte bei Untersuchungen zur Sprachwahrnehmung gezeigt werden, daß auch das motorische System bei der Decodierung akustischer Informationen eine beeinflussende Rolle in den Verarbeitungsstrategien des akustischen Systems spielt (David et al., 1977).

8.1.1.1 Kognitiver Modus und Hemisphärendominanz

Nach dem Konzept der cerebralen Dominanzen scheint jede Gehirnhälfte für einen bestimmten kognitiven Modus, eine bestimmte Verarbeitungsstrategie spezialisiert zu sein: Die linke Hemisphäre für eine sequentielle, analytische Verarbeitung und die rechte für holistische, synthetische Verarbeitung (Roederer, 1993; Springer & Deutsch, 1987).

Bezogen auf Schreib- und Leseschwächen wurde die Händigkeit von Personen und ihre Lerngeschichte untersucht. Die Frage ob die Händigkeit einer Person eine Voraussage über die globale Präferenz einer spezialisierten hemisphärischen Verarbeitung bei kognitiven Prozessen zuläßt und eine funktionale Asymmetrie im Verlauf der Entwicklung begründet, führte zu einer Reihe von Veröffentlichungen, welche anfänglich eine solche Entsprechung neuroanatomischer Funktionalitäten – wie die überkreuzte Steuerung der Handbewegungen - und kognitiver Verarbeitung zu belegen schienen. Es mehrten sich jedoch widersprüchliche Befunde und grundsätzliche Kritik an der experimentellen Realität und Struktur dieser Untersuchungen von seiten der Sozialwissenschaften, welche die Lerngeschichte einer Person im gesellschaftlichen Kontext thematisierten (vgl. Deegener, 1978). Und schon Tsunoda konnte zeigen, daß bei Japanern die Aufteilung der Gehirnhälften in eine analytisch-sequentielle (links) und emotional-ganzheitliche

(rechts) Verarbeitung bezogen auf sprachliche Prozesse nicht möglich ist. Emotional bezogene Laute und Funktionen sind hier durch den Erwerb der japanischen Muttersprache eine mehr linkshemisphärische Domäne (in Schuster, 1984).

Bei Vergleich von Sprache und Musik konnte in PET-Untersuchungen bei Musik eine Zunahme der Stoffwechselleistungen in der rechten Hemisphäre beim Musikhören festgestellt werden (Phelps, Mazziotta & Huang, 1982). Für sprachliche Vorgänge schien die linke Hemisphäre, für musikalische Wahrnehmungsvorgänge und Emotionen die rechte Hemisphäre prädestiniert zu sein.

Bever und Chiarello propagierten eine verstärkte Aktivierung der rechten Hemisphäre beim Musikhören von musik-naiven Hörern als holistische Hörweise. Sie begründeten dies im Vergleich zu einer linkslateralen Dominanz eines mehr analytisch geprägten Hörens von Musik bei Musikern oder musikalisch gebildeten Personen (in Petsche, Pockberger & Rappelsberger, 1987a: 75). Doch schon Gordon fiel auf, daß musikalisch ambitioniertere Personen die gleichen Akkorde während der Bearbeitung einer Aufgabe unterschiedlich in beiden Hemisphären verarbeiteten, die fortgeschrittenen Musiker zeigten zudem eine deutlich beidseitige Verarbeitung (in Petsche et al., 1987a: 76). Auf die Untersuchungen mit Musikern wird in Kapitel 8.2.4 unten nochmals eingegangen.

8.1.2 Versuche mit kurzen akustischen Stimuli

Eine Untersuchungsmethode, welche das heuristische Konzept der cerebralen Dominanzen stützte waren dichotische Hörexperimente. Um bei der Annäherung an die hemisphärische Spezialisierung überschaubare Reiz-Reaktionsmuster untersuchen zu können, entstanden Versuchsdesigns, welche nur den *Modus* einer akustischen Information wie Worte, Musikfragmente oder kurze repetierende Sinustonsequenzen berücksichtigten. So ließ sich der Ort der modalen Verarbeitung einfacher begrenzen und aus diesen Ergebnissen wurde dann auf eine lokalisatorische Tendenz i.S.e. cerebralen Dominanz geschlossen.

8.1.2.1 Dichotische Hörexperimente

Bei weniger komplexen und kurzen Stimulieinheiten, bestehend aus konkurrierenden Musikfragmenten und Worten, Tonfolgen oder Noisebursts - wie sie in den von Kimura entwickelten dichotischen Hörtests beiden Ohren gleichzeitig angeboten wurden -, schien die Sprachverarbeitung als in der linken Hemisphäre

dominant lokalisierbar zu werden. Hingegen wurden non-verbale Stimuli eher in der rechten Hemisphäre verarbeitet (Kimura, 1967). Kimura nahm an, daß die kurzen akustischen Informationen in den kontralateralen Verbindungen die Informationen in den ipsilateralen Verbindungen unterdrücken, und somit die konkurrierenden Stimuli zuerst in den kontralateralen Hörzentren verarbeitet werden, bevor sie über Kommissurenfasern ausgetauscht werden. Dabei entsteht eine minimale zeitliche Verzögerung bei der Informationsübertragung und die Idee war, über diese zeitliche Verzögerung Signalqualitäten und ihre cerebral dominante Verarbeitung topographisch zu dechiffrieren (Segalowitz & Plantery, 1985). Deshalb werden in solchen Experimenten nur kurze Stimuli angeboten um eine Interaktion der Hemisphären möglichst auszuschließen. Je nach dem, wie genau und wie schnell auf die angebotenen Aufgaben und Stimulifolgen reagiert wurde, ließ sich auf funktionelle Asymetrien in der cerebralen Verarbeitung schließen.

Dichotische Hörexperimente können einen Beitrag zur Taxierung cerebraler Dominanzen bezüglich der Reizentitäten bereitstellen, werden aber bezüglich ihrer Aussagekraft auf die Belange der Musikwahrnehmung als unzureichend kritisiert:

1.) Aufgrund der Präsentation gleichzeitig konkurrierender Stimuli, wodurch eher Aufmerksamkeits- und Entscheidungsvorgänge des auditiven Systems gemessen werden, nicht aber Musikwahrnehmung, kann kaum auf musikalische Wahrnehmungsvorgänge geschlossen werden.

2.) Fehler in den Reaktionen auf konkurrierende Stimuli werden als abhängige Variable zur Reizquelle interpretiert, die damit in Verbindung gebrachten Ohrpräferenzen lassen nur begrenzte Rückschlüsse auf eine hemisphärische Spezialisierung zu.

3.) Dichotische Hörexperimente testen sensorische und akustische Fähigkeiten, welche Voraussetzung für die Musikwahrnehmung sind. Die angebotenen kurzen Fragmente zeigen einen Verarbeitungsmodus, repräsentieren aber nicht die musikalische Erfahrung beim Hören von Musik.

Letztlich lassen widersprüchliche Ergebnisse dichotischer Studien und deren theoretischen, experimentellen und interpretativen Probleme bei schließenden Aussagen von Untersuchungsergebnissen auf die Funktionalität der Hemisphären bei der Musikwahrnehmung als nur begrenzt aussagefähig erscheinen (vgl.(Sergant, 1996). Aus dem Bereich der Sozialwissenschaften wurde die Forderung aufgestellt

“die Struktur der experimentellen Realität in höherem Maße der Struktur der Alltagsrealität anzugleichen, oder aber auch zunächst die wesentlichen Variablen der Struktur typischer Alltagssituationen zu erfassen, um dann Tests zu erstellen bzw. Experimente durchzuführen, die aussagekräftig für diese relevanten Kriteriumssituationen sind” (Deegener, 1978: 115).

Die Kritik an den relativ kurzen Zeiteinheiten der Stimuli in dichotischen Hörexperimenten führte u.a. zu einer verstärkten Fokussierung auf extern meßbare auditive Aufmerksamkeitsprozesse. Mit der Free-Field-Methode, in welcher zeitlich längere Stimuli binaural angeboten werden können und die Versuchspersonen durch manuelles Einstellen der Lautstärkeverhältnisse beider Klangquellen ihre Ohrpräferenzen für Stimuliquitäten erkennbar machen, sollte der kritische Faktor des interhemisphärischen Austausches von auditiven Signalen zugunsten einer psychologischen Messung der Aufmerksamkeitsleistung eliminiert werden. Über die Ohrpräferenz läßt sich dadurch – ähnlich den dichotischen Experimenten – eine meßbare Korrelation cerebraler Dominanzen für Stimuliquitäten hervorrufen. Segalowitz konnte in einem solchen Experiment durch Variation der Lautstärken beider Klangquellen bei 13 von 17 rechtshändigen Versuchspersonen belegen, daß ein Sprachsegment von 30 Sekunden auf dem rechten Ohr lauter eingestellt wurde, d.h. die linke Hemisphäre aktiver wurde. Bei der Präsentation von 30 Sekunden Musik wurde die Lautstärke auf dem linken Ohr von 13 Versuchspersonen lauter eingestellt. Dies spricht für eine verstärkte Aktivierung der rechten Hemisphäre (Segalowitz & Plantery, 1985). Ob ein solches Untersuchungsergebnis, in welchem die Versuchspersonen mit dem Kinn auf dem Tisch liegend die Lautstärken der jeweils 25cm vom Ohr entfernten Lautsprecher justierten, während die Lautstärken vom Experimentator variiert wurden, eine Aussage über die Aufmerksamkeitsmuster beim Musikhören zuläßt, bleibt m.E. fraglich.

8.1.2.2 Dichotische Experimente und EEG

Die widersprüchlichen Ergebnisse dichotischer Hörexperimente könnten nach Davidson durch eine Korrelation von EEG und Hörexperiment individualtypisch eingegrenzt werden. Davidson unterscheidet eine hemisphärische Spezialisierung (HS) von der hemisphärischen Aktivierung (HA) und konnte individuelle Differenzen in beiden Arten von Gehirnasymmetrien feststellen. Die HS bezeichnet eine hemisphärisch differenzierte Verarbeitung von Aufgaben und die HA bezieht sich auf die physiologisch meßbaren Arousal beider Hemisphären. Bei kognitiven Funktionen konnten von Peters (1995) Unterschiede der HS zwischen rechtshändigen und nicht-rechtshändigen Probanden differenziert werden und von Levy et al. (1983) tonische Unterschiede in Ausmaß und Richtung der HA

gemessen werden. Die individuell tonischen Differenzen lassen eine Vorhersage individueller Unterschiede in der hemisphärischen Verarbeitungsstrategie bestimmter kognitiver Aufgaben vermuten und somit eine Art Individualtypologie der Gehirnasymmetrie denkbar werden. (vgl. Davidson & Hugdahl, 1996).

Davidson zeichnete das Spontan-EEG von 44 rechtshändigen Probanden auf und korrelierte dann nach ca. vier Monaten die jeweiligen α -EEG-Profile mit Ergebnissen eines dichotischen Hörtestes. Wie er schon aus den tonischen EEG-Profilen der jeweiligen Probanden vorhergesagt hatte, zeigten Probanden mit einer stärkeren Aktivierung linkshemisphärischer posteriorer, temporaler und parietaler Regionen und Probanden mit einer stärkeren rechtshemisphärisch präfrontalen Aktivierung eine Ohrasymmetrie zugunsten des rechten Ohres. Davidson folgert aus seinen Untersuchungen, daß dispositionelle Aktivierungsasymmetrien und ein komplexes Muster von posterioren und anterioren Aktivierungsasymmetrien die Varianz topographischer Muster bei gleichen Stimuli dichotischer Hörtestes verursachen würden (Davidson & Hugdahl, 1996).

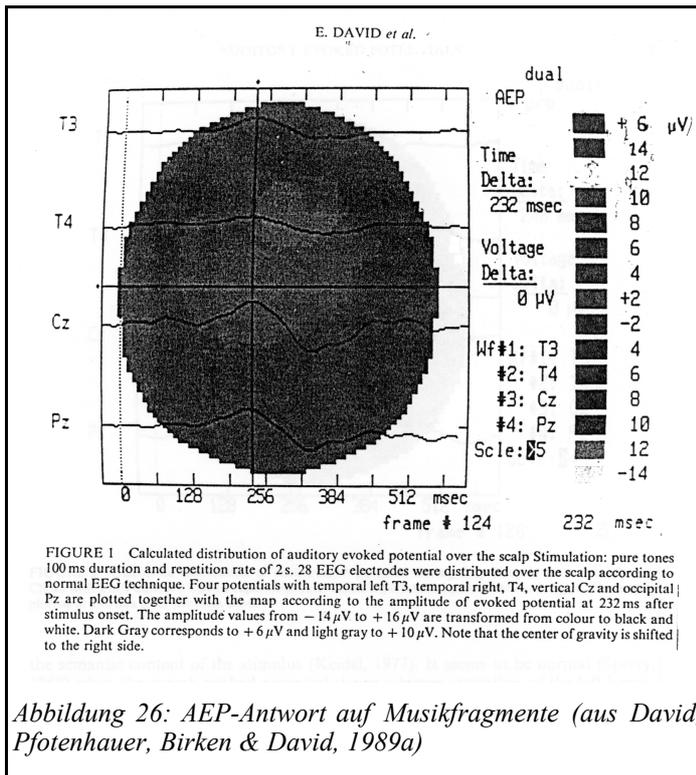
8.1.2.3 Verarbeitung akustischer Stimuli / Musikfragmente im DC-EEG und AEP

Wie zeigt sich die Verarbeitung einfacher auditorischer Stimuli im topographisch interpretierten EEG? Dieser Frage wollen wir im folgenden Abschnitt nachgehen.

Der akustische Kanal erzeugt bei einfachen, gleichbleibenden akustischen Stimuli je nach Reizintensität und Frequenz ein relativ stabiles cerebrales Aktivierungsmuster, wie in Untersuchungen mit dem Gleichspannungs-EEG und mit AEP von David (vgl. [Tabelle 19](#)) nachgewiesen werden konnte.

In DC-EEG-Untersuchungen lokalisierten sich die Amplitudenmaxima der reizkorrelierten Gleichspannungsantworten durch akustische Reize (1000Hz Sinustöne) über dem Vertex, nahmen nach frontal und temporal langsam, aber nach okzipital hingegen sehr schnell ab. (David, Finkenzeller, Kallert & Keidel, 1969). Solche Gleichspannungsschwankungen sind scheinbar typisch für die akustische Modalität der Sinneswahrnehmung und werden bilateral im Bereich des primären und sekundären akustischen Cortex‘ der oberen temporalen Hirnwindung in Abhängigkeit zu Reizintensität und Frequenz generiert. Diese im Bereich der Sylvischen Fissur auf dem Planum Temporale liegenden Regionen projizieren ihre elektrischen Dipole insbesondere bei hochamplitudigen Aktivierungen tangential über die Schläfen bis zum Vertex und nehmen - wie oben beschrieben - nach frontal und parietal ab. (vgl. Altenmüller & Beisteiner, 1996: 102)

Mit AEP läßt sich die relativ unspezifische Charakteristik des Spontan-EEG auf einen ausgewählten Reiz fokussieren. Bei korrelierten, 150 ms dauernden Wort- und Musikfragmenten wurde ein Rechts-Shift der topographisch differenzierten AEP-Amplituden auf die Musikfragmente deutlich. (David, 1989). Amplitudenmaxima von AEP's lokalisierten sich im Wachzustand zentral über dem Vertex, zeigten jedoch modusspezifische Shifts: Cerebrale Reizantworten auf Sprachfragmente tendierten in ihrer lokalisatorischen Ausbreitung nach links und bei Musikfragmenten nach rechts.



Schlafenden Probanden wurden binaural im Abstand von einer Sekunde 60 dB Clicks von 2 ms Dauer angeboten. Die AEP zeigten hier deutlich stärkere Amplituden als im Wachzustand und die Amplitudenmaxima zentrierten sich wieder über dem Vertex. Eine Lateralisierung wurde jedoch nicht beobachtet.

Da eine verstärkte cerebrale Aktivität eine

Desynchronisierung der EEG-Wellen bewirkt, sich die Probanden aber im Schlaf befanden, in welchem großamplitudige langsame δ -Wellen vorherrschen, läßt sich ein Zusammenhang von AEP-Amplituden und Schlaf diskutieren. Der auditorische Kanal ist auch im Schlaf aktiv, aber die auditorischen Schwellwerte für auditorische Arousalreaktionen sind höher. Die Autoren folgern aus dieser Untersuchung, daß bei der Betrachtung akustischer Informationsverarbeitung die Lateralisierung mehr Aussagerelevanz über cerebrale Verarbeitungsvorgänge bietet, als die Betrachtung der Amplitudenwerte des AEP (David et al., 1989a).

Bei der Präsentation einer randomisierten Tonfolge zeigte die Reizantwort im AEP ein Amplitudenmaximum über dem Vertex, mit einer Ausbreitung nach fronto-temporal rechts. Bei der Präsentation einer aus den gleichen Tönen wie der randomisierten Tonfolge gebildeten Melodie erfolgte eine deutliche

Potentialverschiebung nach frontal links, verursacht durch eine starke Beteiligung des Stirnhirns bei der intentional geprägten Aktivität der Melodieerkennung (David, 1990).

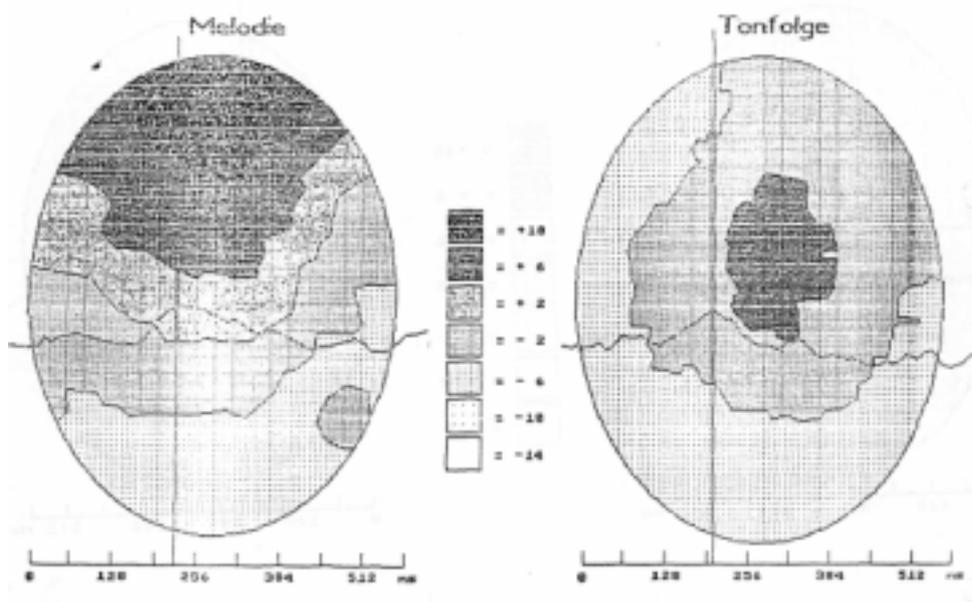


Abbildung 27: Melodie und Tonfolge im AEP (David, 1990)

8.2 EEG-Studien beim Hören von Musik

Die vorherigen Abschnitte beschäftigten sich mit der Korrelation von einfachen auditorischen Stimuli und Meßmethoden, welche die Reizantworten des Gehirns auf den jeweiligen kognitiven Modus der Stimuli darstellbar oder lokalisierbar machen. Nun wollen wir sehen, wie sich das Anhören von Musikstücken im EEG repräsentiert. Grob lassen sich ausgewählte Studien hinsichtlich ihrer Fragestellung und nach ihrem Untersuchungsfokus durch die in der Tabelle 30 eingetragenen Überschriften differenzieren. Ein Auswahlkriterium für die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Studien war entweder die Verwendung von Rock- oder Popmusik oder eine Bearbeitung topographischer Phänomene. Dies soll uns später noch helfen, die veränderten Musikwahrnehmungsmuster zu vergleichen.

Die Suche nach einer Hemisphärendominanz modalitätsspezifischer Verarbeitung stand bei den Arbeiten von Konovalov und Osborne im Vordergrund (Konovalov & Otmakhova, 1984; Osborne & Gale, 1976). Eine Auswirkung des Musikhörens auf Wachheitszustand, Aufmerksamkeit und Bewußtseinslage fokussierte zumeist die vigilanzbezogenen Veränderungen, welche sich in EEG-Veränderungen über die Frequenzbänder äußern (Bruya & Severtsen, 1984; Fried, 1990a; Fried, 1990b;

Mitkov, Moldovanska & Roglev, 1981; Walker, 1977). Emotion und kognitive Verarbeitung beeinflussen sich gegenseitig. So führen ängstliche Gefühle zu anderen kognitiven Verarbeitungsmustern der Situation als freudige Gefühle (Machleidt et al., 1989). Emotionale Prägungen des Musikerlebens nehmen eine Sonderstellung innerhalb vigilanzbezogener Untersuchungsdesigns ein, da persönliche emotionale Reaktionen auf Musik den Aufmerksamkeitsfokus beeinflussen (Bruggenwerth, Gutjahr, Kulka & Machleidt, 1994; Field et al., 1998; Gutjahr et al., 1994; Iwaki, Hayashi & Hori, 1997). Musikwissenschaftlich geprägte Fragestellungen kennzeichnen sich durch eine differenzierte Angabe der verwendeten Musik und ihrer Parameter (Tempo, Zeit, etc.) als auch in dem Wunsch, Musik- und musikspezifische Unterschiede in den cerebralen Verarbeitungsformen herauszuarbeiten (Petsche, 1993) (Altenmüller & Beisteiner, 1996; Altenmüller, Gruhn, Parlitz & Kahrs, 1997; Auzou et al., 1995).

8.2.1 Vigilanzbezogene Untersuchungen

Mitkov untersuchte die Wirkungen von Discomusik und Mozart's *Kleiner Nachtmusik* auf zwei unterschiedliche Altersklassen von jeweils 30 Personen. Das Durchschnittsalter der jüngeren Personen betrug 24,7 Jahre und das Durchschnittsalter der älteren lag bei 42,8 Jahren. In der Auswertung des EEGs zeigten sich bei der Discomusik in beiden Gruppen die meisten EEG-Veränderungen. Am deutlichsten ließen sich hier Verlangsamungen des Spontan-EEG feststellen, noch stärker ausgeprägt bei der Gruppe der älteren Personen (Mitkov et al., 1981). Man könnte auch daraus schließen, daß diese Musik sie müde machte, die Synchronisierung eine veränderte Aufmerksamkeitsstruktur mit Hinwendung auf innere Vorgänge markierte, oder daß diese Gruppe einfach ‚abschaltete‘.

Bruya wollte in ihrer Untersuchung herausfinden, ob sich durch die Qualität von unterschiedlichen Musikstücken eine Veränderung der EEG-Wellen erzielen läßt, bzw. sich ein α -EEG als Korrelat einer streßreduzierenden Entspannung hervorrufen läßt. Das α -EEG, d.h. ein Spontan EEG, welches einen dominanten relativen α -%-Anteil aufweist, wird im Zusammenhang mit Biofeedback-Untersuchungen als ein Korrelat eines entspannten Wachzustandes diskutiert, in welchem die Person sich nicht in besonderem mentalen oder emotionalen Stress oder Anstrengung befindet (Bruya & Severson, 1984). Es wurde sogenannte ‚New Age Musik‘ von Steve Halpern, welche als „Entspannungsmusik“ angeboten wurde, gegen ein Stück von Chopin verglichen. Die Abfolge der Musikstücke wurde in der Reihenfolge variiert, so daß zuerst die Musik eines Komponisten von einer Gruppe mit geschlossenen und geöffneten Augen gehört wurde und dann erst die Musik des anderen Komponisten.

Die Versuchspersonen saßen in einem bequemen Sessel und schauten auf eine weiße Wand, während hinter ihnen der Experimentator an dem EEG-Gerät saß. Die laufenden Wellen wurden visuell ausgewertet. Dieses Experiment fokussierte somit auf die Vigilanzveränderungen und Auswirkungen von Musik und Setting auf das Bewußtsein.

Bei geschlossenen Augen vermehrte sich unabhängig von der Musik der α -Anteil und bei geöffneten Augen zeigten sich vermehrt β -Wellen. Die EEG-Veränderungen ließen keine verallgemeinernde Aussage über die Wirkungen von Musikqualitäten zu, sondern zeigten in erster Linie die bekannten Veränderungen, welche durch Öffnen und Schließen der Augen eintreten. In den Reaktionen der Versuchspersonen auf beide Musiken verdeutlichte sich die Individualität des Musikerlebens, welches keine verallgemeinernden Schlüsse über mögliche entspannungsinduzierenden Wirkungen von sogenannter "Entspannungsmusik" zur Streßreduktion zuließ.

Machleidt (1989) hatte in seinen Untersuchungen feststellen können, daß das α -Band als ein Indikator für die interne Organisation von emotionalen Zuständen dienen könnte. Während des Musikhörens scheint das α -Band demnach eher die Grundgefühle zu repräsentieren. Emotionale Reaktionen auf ein Bartok-Werk äußerten sich beispielsweise als "Angst", gekennzeichnet durch stärkere frontale Aktivität höherer α -Frequenzen (11-12.5 Hz) und insgesamt angestiegenem %-Anteil (Bruggenwerth et al., 1994).

Doch scheint das α -Band bei der musikalischen Informationsverarbeitung in seinen oberen und unteren Frequenzen "*grundsätzlich verschiedenen Funktionen zu dienen*" (Petsche, 1994:135). Was dies für das Musikhören oder gar für kreative Vorgänge, wie mentales Komponieren bedeutet, versuchte Petsche herauszufinden. Doch die personen- und situationsbezogene Variabilität im Verhalten der Amplituden dieser beiden α -Frequenzbänder (α -1 = 7.5-9.5 Hz; α -2 = 9.5-12.5 Hz) ließen einen verallgemeinernden Schluß nicht zu. Bei den untersuchten sieben Einzelpersonen ähnelten sich nur zwei Personen in ihren Frequenzkonturen, ohne Hoffnung auf signifikante Aussagen zu versprechen. Letztlich zeigte sich hier lediglich die bekannte Persönlichkeitssensitivität des EEGs. Je nach Person war das eine oder andere α -Frequenzband aktiver und produzierte dort eine erhöhte Kohärenz. Deutlich wurde nur, daß Komponieren eine deutlich höhere α -Aktivierung brachte und daß die vier gehörten Musikstücke jeweils verschiedene α -Kohärenzmuster erzeugten.

“The two α bands as such do not seem to have great relevance for common creative activities underlying the composition of music, in contrast to their high individuality ... the α bands ... seem to reflect more personality-specific features of creating music which apparently show up more in δ , θ and in the uppermost β ranges” (Petsche et al., 1997: 91).

Mögliche Zusammenhänge des α -Bandes zur Musikwahrnehmung und Komposition sind eher im Bereich des Gedächtnisses und der Aufmerksamkeit zu finden. So fand Klimesch Zusammenhänge zwischen Personen mit einem guten Gedächtnis und hohen α -Frequenzen. Das α -Band regulierte demnach die Geschwindigkeit des Informationszugriffes (vgl. Petsche et al., 1997: 93ff). Iwaki beschrieb eine enge Beziehung zwischen der interhemisphärischen Informationsübertragung in frontalen Arealen und positiver Aufmerksamkeit auf stimulierende Musik (Holst, “Mars”) auf dem α -2-Band (9.6-11.4 Hz) (Iwaki et al., 1997).

Krause untersuchte die zeitlichen Veränderungen beider α -Bänder beim Musikhören. In der ersten Minute war die Aktivität des hohen Frequenzbereiches (10-12 Hz) stärker, aber nach drei Minuten synchronisierte sich die Aktivität und die tieferen Frequenzbänder wurden aktiver. Krause assoziiert die Funktionalität des unteren α -Bandes (8-10 Hz) als stimulus- und aufmerksamkeitsorientiert, im Sinne einer Aufrechterhaltung der Auswahl. Die Funktion des oberen α -Bandes assoziiert auch Krause mit Gedächtnis- und Differenzierungsvorgängen (Krause, Porn, Lang & Laine, 1999). Sie fordert eine striktere Beobachtung von zeitgebundenen EEG-Reaktionen beim Hören von Musikabschnitten. Spezifische Reaktionen würden sonst gegeneinander aufgerechnet und nivelliert.

8.2.2 EEG und ‚Populäre Musik‘

Das EEG wurde in vielen Untersuchungen mit klassischer Musik korreliert. Populäre Musik, und dazu möchte ich hier Rock-, Disco-, New Age-, oder seichte Pop-Musik zählen, wurde zumeist mit Klassik verglichen, ohne das die Musikstücke oder -ausschnitte dabei näher beschrieben wurden.

Beim Hören des Instrumentaltitels „Gypsy“ von der Rockband „Uriah Heep“, zeigten sich signifikante Korrelationen von Erleben + EEG bei Nicht-Musikern, besonders auf dem δ - + θ -Band (Walker, 1977).

Beim Hören von sogenannter Discomusik (“Discomusic performed by contemporary american Bands”) fanden sich die meisten EEG-Veränderungen. Am deutlichsten ließen sich im Vergleich zu klassischer Musik Verlangsamungen des Spontan-EEG feststellen (Mitkov et al., 1981). Auch in Krauses Untersuchung bewirkte das

Hören von Popmusik (Interpret: Curtis Schwartz, Titel: *Rocket Rebel*) eine stärkere Synchronisierung der Aktivitäten auf dem α -Band als klassische Musik. Über den Zeitverlauf zeigte sich aber ein Anstieg der Desynchronisierung der Aktivität, insbesondere auf dem oberen α -Band (10-12 Hz) (Krause et al., 1999).

Behne's Arbeit kennzeichnet sich durch eine genaue Angabe der gehörten Musik, wie auch durch systematische Befragung und einen Zeitplan für die genutzten Hörabschnitte in der EEG-Auswertung. Popmusik (Hendrix, Beatles, Simon & Garfunkel, etc.) wurde hier gegen Klassik in ihrer Tempo- und Lautstärkedynamik, und in ihrer persönlichen Präferenz bei 10 Medizinstudenten und 10 Musikstudenten untersucht. Nach einer Differenzierung des semantischen Raumes durch ein sechsstufiges Polaritätsprofil ließ sich das Musikerleben der Personen in Qualitäten wie ‚langsam-schnell‘, ‚leise-laut‘, etc. bei den jeweiligen Stücken beschreiben. Beim Vergleich des Ruhe-EEG beider Versuchsdurchläufe zeigte sich eine intraindividuelle Stabilität des Ruhemusters, doch wiesen die Musiker einen frontal höheren α -%-Anteil auf als die Mediziner. Diese hatten dafür einen höheren β -2-%-Anteil (über 18 Hz). Das Ziel war, durch beide Versuchsverläufe hinweg stabile EEG-Reaktionen zu messen.

Beim Musikhören verdeutlichten sich stabile α -Muster im Okzipitalbereich und okzipital rechts auf dem β -2-Band. Insgesamt bewirkte das Musikhören eine generelle Abschwächung des frontal linken α -Rhythmus‘, während sich β -Anteile okzipital vermehrten. Dies schien eine unspezifische EEG-Reaktion auf Musik zu demonstrieren. Eine deutliche Differenzierung von distinkten EEG-Reaktionen auf Rockmusik ließ sich demnach in dieser Untersuchung nicht feststellen (Behne & Lehmkuhl, 1987; Behne, Lehmkuhl & Hassebrauck, 1988). In Tabelle 18 sind die wesentlichsten musikspezifischen Wirkungen topographisch zusammengefaßt.

	links	rechts
okzipital	θ -Wellen bei Mediznern, α -Wellen bei Musikern häufiger	Mediziner zeigten bei Poptiteln häufiger θ -Wellen. α -Wellen bei Klassikbeispielen bzw. bei Musikern häufiger. β -1 Wellen häufiger bei lauten und mittelschnellen bzw leisen Beispielen
frontal	θ - und α -Wellen bei Musikern häufiger θ -Anstieg bei lauten Stücken, vor allem im Klassikbereich laute Stücke fast immer mit etwas weniger α -Aktivität	θ - und α -Wellen bei Musikern häufiger

Tabelle 18: Signifikante Effekte ($p < .01$) als Nachweis musikspezifischer Auswirkungen im EEG (Behne et al., 1988: 103)

23 Minuten währendes Hören von Rockmusik verminderte die Aktivität des rechten Frontallappens bei chronisch depressiven Personen. In Fields Untersuchung aktivierten positive Affekte beim Musikhören stärker den linken Frontallappen und ließen einen frontalen Shift der Aktivität von rechts nach links bei Depressiven erkennen (Field et al., 1998).

8.2.3 Topographische Veränderungen bei der Musikwahrnehmung

Wenn uns die variablen Vigilanzveränderungen kaum eine Möglichkeit bieten, einem EEG-Profil des Musikhörens näher zu kommen, läßt sich die Frage stellen, ob vielleicht unterscheidbare Muster der lokalen und globalen Gehirnaktivität Anhaltspunkte für eine musikspezifische EEG-Aktivierung bieten. Wie schon Behne feststellte, verdeutlichte sich die Komplexität des EEG-Musters auf den Frequenzbändern erst durch eine topographische Zuordnung und lokal verschiedene Frequenzdynamiken (Behne & Lehmkuhl, 1987; Behne et al., 1988). Auch Krause diskutierte, daß eine räumlich-topographische Auflösung der EEG-Daten zur verbesserten Differenzierung auditorischer Verarbeitungsmuster beitragen würde (Krause, Pörn, Lang & Laine, 1997: 299). Iwaki und Field hatten beim Musikhören von Veränderungen im Frontallappen bei positiver Aufmerksamkeit und Affektlage berichtet (Field et al., 1998; Iwaki et al., 1997). Im folgenden wollen wir herausfinden, welche weiteren topographischen Veränderungen des Gehirns beim Hören von Musikstücken zu finden sind, und ob sich Tendenzen, sogenannte ‚Shifts‘ in der mit dem EEG korrelierten cerebralen Verarbeitung abzeichnen.

Konovalov verglich das Spontan-EEG der okzipitalen und rolandischen (prä- + post-central, temporal) Region auf Asymmetrien in der EEG-Reizantwort zum Ruhe-EEG. Die Amplitudenstärke und EEG-Gestalt des normalisierten Ruhe-EEG bildete dabei die Referenz, gegen welche die Veränderungen der EEG Reizantworten verglichen wurden. Ein Kriterium bildete dabei die Zeit, welche zur Wiederherstellung der EEG-Gestalt nach der Stimulation benötigt wurde. Er verglich die Reaktion auf Worte mit der auf ein 10 Sekunden Sample eines klassischen Gitarren-Musikstückes. Die Versuchspersonen hatten keine musikalische Ausbildung.

Im Vergleich beider Stimuli ließ sich als deutlichster Unterschied eine EEG-Asymmetrie mit dominierender Aktivität der linken Hemisphäre bei der Wortaufgabe feststellen. Beim Hören von Musik zeigten sich keine so deutlichen

Unterschiede, wobei jedoch der α -Rhythmus beim Musikhören okzipital links stärker ausgeprägt war. Konovalov schließt auf eine stärkere Involvierung der linken Hemisphäre bei verbaler Informationsverarbeitung, die Verarbeitung von Musik zeigt sich aber als eine Modalität welche beide Hemisphären gleichermaßen beansprucht (Konovalov & Otmakhova, 1984).

Wie Petsche resümierte (Petsche et al., 1987a), fand Moore im Vergleich zwischen dem Hören von Prosa und beim Hören eines Mozartmusikstückes eine schwächere Ausprägung des α -Rhythmus‘ in temporalen Regionen der rechten Hemisphäre (Moore, 1979). Bei der Ausübung musikalischer Aufgaben wurde im Vergleich zur Ausübung linguistischer Aufgaben eine deutlichere Abschwächung des α -Rhythmus‘ in der rechten Hemisphäre beobachtet (McKee, Humphrey & McAdam, 1973)). Duffy ließ 13 Jungen Musik und Sprache hören, berechnete Signifikanzwahrscheinlichkeiten und erstellte daraus Brainmappings, welche eine maximale Änderungswahrscheinlichkeit der relativen α -Power in der rechten temporal-posterioren Hemisphäre aufwiesen. Bei den Sprachwahrnehmungen verdeutlichten sich Veränderungen in der linken Hemisphäre (Duffy, Bartels & Burchfiel, 1981). Rhythmische Funktionen schienen mehr auf der linken Seite verarbeitet zu werden. Expressiv-musikalische Leistungen waren bei Rechtshändern ein mehr rechtilaterales Phänomen (Schuster, 1984).

Petsche verwendete in seinen Untersuchungen zumeist die Kohärenzanalyse (vgl. 5.3.5 oben). Eine Vernetzung der beim Musikhören beteiligten Gehirnstrukturen soll hier durch eine Kohärenzzu- oder -abnahme der EEG-Amplituden und der Wellenformen berechnet werden. Hierzu dienen die über den Gehirnstrukturen liegenden EEG-Ableitungen und die Gestaltähnlichkeit der dort generierten EEG-Wellen.

Beim einminütigen Hören eines Mozartstückes (Jagdquartett, 1. Satz) zeigten sich bei 70 Personen auf dem β -2 Band (18-24 Hz) signifikante Kohärenzzunahmen der posterioren rechts- und linkstemporalen Regionen. Weiterhin waren Zunahmen der Kohärenz im *“rechten hinteren Schädeldquadranten im β -Bereich und linkstemporal im θ -Bereich, sowie eine Reduktion der α -Amplitude über einem weiten Gebiet links-temporal”* (Petsche, 1994: 133) zu verzeichnen.

Während bei der EEG-Kohärenzmessung von verbalen Denkaufgaben eher links-frontale Aktivierungen zu erkennen waren, führten musikalische Denkaufgaben zu Hinweisen auf eine rechts-temporale Verarbeitung. Petsche beschreibt modusspezifische *“Knotenpunkte in der Hirnregion ..., von denen besonders*

zahlreiche Verbindungen zu anderen Hirnregionen aktiviert werden” (Petsche, 1993: 636). Die Tendenz der cerebralen Verarbeitung beim Musikhören scheint demnach rechtshemisphärisch zu liegen, wobei *“besonders die rechte Temporalregion beteiligt ist”* (Petsche, 1994: 135).

8.2.4 Musiker und Nichtmusiker

Im Vergleich von Musikern und Nichtmusikern konnten unterschiedliche cerebrale Verarbeitungsstrategien beim Musikhören differenziert werden. Behne berichtete schon von Unterschieden im Ruhe-EEG. Musiker zeigten einen deutlich stärker ausgeprägten α -Anteil im Ruhe EEG als Mediziner (Behne & Lehmkuhl, 1987; Behne et al., 1988). Dieses Ergebnis erinnert an die Befunde von Walker, welcher in seinen Untersuchungen bei Musikern auch beim Musikhören einen fast um ein Drittel stärkeren α -Anteil beobachtete (Wagner, 1975; Wagner & Menzel, 1977).

α -Asymmetrien in Hirshkowitz‘ Untersuchungen deuteten auf Unterschiede zwischen Musikern und Nichtmusikern und beobachtete α -Abschwächungen der rechten Hemisphäre bei Nichtmusikern (Hirshkowitz, Earle & Paley, 1978). So scheinen Musiker mehr analytisch zu hören, während musikalische Laien eine vermehrt rechtshemisphärisch geprägte Hörstrategie verfolgen. Auch im von Altenmüller (1986) untersuchten Gleichspannungs-EEG differenzierten sich Berufsmusiker mit deutlicher linkshemisphärischer Dominanz der EEG-Aktivität vor den mehr rechtshemisphärisch verarbeitenden Laien (in Petsche, 1993: 633). Schuster fand Unterschiede im EEG zwischen Musikern und Laien, konnte aber eine generell rechtshemisphärische Musikverarbeitung von Laien nicht bestätigen (Schuster, 1984).

Beim Anhören des oben schon erwähnten Mozart-Streichquartetts zeigten sich in der topographischen Analyse von 6 Probanden jeweils 6 völlig unterschiedliche Aktivierungsmuster (Petsche et al., 1987a: 69ff). Bei Musikern fand sich eine deutlich linkshemisphärische Aktivierung (ebd. 72). Dies steht im Einklang mit der von Bever und Chiarello postulierten linkshemisphärischen Dominanz von Musikern beim Musikhören (vgl. 8.1.1.1 oben). Die Untersuchung eines Musikers verdeutlichte aber den Unterschied von Musikhören und Musikvorstellung beim inneren komponieren von Musik. Beim Musikhören des Mozartwerkes nahmen die Kohärenzen

“nur links temporal bis okzipital und parietal zu, während hingegen bei der Vorstellung von Musik die Kohärenzen der rechten Hemisphäre zunahmen” (Petsche, 1993: 636).

Altenmüller wollte den aufgabenspezifischen Aktivierungen bei der Musikwahrnehmung nachgehen und untersuchte die Musikwahrnehmung kurzer (4 Sek.) Musikfragmente und mentaler Verarbeitung musikalischer Aufgaben von 19 Berufsmusikern mit dem DC-EEG. Es sollten Rhythmen und Melodien gehört und mit analytischen, mnestischen, und kreativen Aufgabenstellungen weiterverarbeitet werden.

In der Auswertung des Hörens von Melodien und Rhythmen zeigte sich das schon von David gefundene Muster einer frontalen, fronto-temporalen und parietalen Aktivierung, ohne einen Einfluß von Rhythmus oder Melodie zu differenzieren. In Davids Untersuchung mit 1000 Hz Sinuston-Präsentationen zeigte sich ein schnelles Abfallen der Aktivität nach parietal, während hier die Musikfragmente einen stärkeren Einfluß auf Aufmerksamkeitsprozesse haben (vgl. 8.1.2.3 oben).

Bei der Vorstellung von Rhythmen aktivierten sich die hinteren Temporallappenanteile beider Hemisphären. Diese Region scheint für die Verarbeitung akustischer Zeitstrukturen von Bedeutung zu sein. Insgesamt verdeutlichte sich eine Tendenz zur Linkslateralisierung der Rhythmuswahrnehmung und -verarbeitung. Rhythmusanalyse erfordert analytische, lokal-serielle Zergliederung der Rhythmen, während hingegen das Metrum eine solche Zergliederung voraussetzt und ein ganzheitliches Erleben fördert. Intervallanalyse scheint eine lokal-serielle, linkshemisphärische Verarbeitung zu benötigen, während Konturverarbeitung von Melodien und Rhythmen eher globale Strategien benötigen, denn diese scheinen rechtslateral vermittelt zu sein.

Die analytischen, melodischen Aufgaben aktivierten bilaterale parieto-temporale Regionen und zeigten eine Tendenz zur linkslateralen Verarbeitung.

“Als eine wesentliche Funktion des parietalen Cortex gilt die Integration unterschiedlicher sensorischer Informationen und die Steuerung der Aufmerksamkeit auf modalitätsspezifische Aufmerksamkeitsziele” (Altenmüller & Beisteiner, 1996: 105).

So werden hier parallel akustische, visuelle und somato-sensorische Informationen verarbeitet und der rechte Parietallappen hat eine wesentliche Funktion bei visuell-räumlichen Funktionen. Altenmüller diskutiert die Bedeutung visueller und verbaler Strategien bei der mentalen analytischen Verarbeitung von Musikaufgaben und sieht einen Zusammenhang von links-frontaler Aktivierung und verbalen Strategien. Musikalische Gedächtnisprozesse scheinen mehr rechtshemisphärisch vermittelt zu sein. Die kreativen Aufgaben zeigten keine spezifische Lateralisierung. Diese

Ergebnisse sollen uns **unten** im Zusammenhang mit den topographischen EEG-Veränderungen unter Cannabiseinfluß nochmals beschäftigen (9.3.2 unten).

8.3 Zusammenfassung

8.3.1 Hemisphärendominanz

Das Konzept der Cerebralen Dominanzen ließ sich nur begrenzt nachweisen und widersprüchliche Resultate haben die Hoffnung auf eine hemisphärische Spezialisierung bei der Verarbeitung komplexerer, mentaler Prozesse sinken lassen. Gegenwärtig wird bezogen auf die Musikwahrnehmung eher von einer situations- und aufgabenspezifischen individuellen cerebralen Verarbeitungsstrategie ausgegangen, in welcher sich beide Hemisphären unterstützen (Fassbender, 1993). Doch lassen sich mit dem EEG Tendenzen aufweisen und Shifts in der Verarbeitungsrichtung nachvollziehen.

8.3.2 Situations- und Aufgabensensitivität im EEG

Wie zu erkennen ist, führte das Musikhören und die kognitive Verarbeitung von Musik zu recht unterschiedlichen individuellen Gehirnaktivierungen. Musik erzeugt keine einheitlichen Funktionalitäten des Gehirns über die Zeit des Hörens, sondern ihre einzelnen Bestandteile und das Erleben erzeugten unterschiedliche Verarbeitungsschwerpunkte im Gehirn. Petsche betont den prozeßhaften Charakter von EEG-Veränderungen beim Musikhören und -vorstellen. Er erklärt die unterschiedlichen Ergebnisse von EEG-Untersuchungen sowohl durch die momentane, emotionale Befindlichkeit und Vigilanz einer Person, als auch durch den Stil der gebotenen Musik und dem persönlichen Engagement des Hörers (Petsche, 1987b; Petsche, 1993; Petsche, 1994). Diese Faktoren bilden sich auch im EEG ab. Krause verweist zudem auf die zeitliche Dynamik der EEG-Veränderungen zweier Frequenzbereiche innerhalb des α -Bandes (Krause et al., 1999). Das Spontan-EEG ist - wie unter 5.6 oben bereits dargestellt - persönlichkeits- und situationssensitiv, und es korreliert das mit einer EEG-Oszillation, was die Person gerade erlebt, nämlich eine Untersuchung. Zur Interpretation des Ruhe-EEG im Vergleich zur Aktivierung sollte mit einbezogen werden, daß sich individuell verschiedene, dispositionelle Aktivierungsasymmetrien aus dem Ruhe EEG herauslesen lassen (Davidson & Hugdahl, 1996; Koukkou & Lehmann, 1976; Petsche, 1994).

Die Frage ist also: Wie kommen wir in der Forschung so nah wie möglich an das Erleben von Musik heran? Wir können im Experiment die Lebenswelt nicht auf

wenige Variablen reduzieren, ohne uns darüber klar zu sein, daß die schließende Aussage der Experimente sich nur auf das Erleben einer Person im Experiment bezieht. Die Diskussion der Aspekte von Set und Setting einer EEG-Untersuchung zieht sich wie ein roter Faden von Bergers Tagen (vgl. 5.5 oben) angefangen bis in die Jetzt-Zeit .

8.3.3 Aufmerksamkeitsleistungen

Ein bewußtes Erleben von Musik setzt beim Hörer der Musik eine differenzielle Aufmerksamkeit voraus, d.h. die primären sensorischen Zentren werden kaum ihre Spuren im EEG hinterlassen, sondern eher ihre Assoziationsfelder, Erwartungshaltungen und Erinnerungsprozesse. Das EEG zeigt somit nicht die Bottom-up Verarbeitungsstrategie, sondern eher die Top-Down-Verarbeitung einer Person und ihres Musikerlebens, samt emotionaler, habitueller Erregungen und Vigilanzveränderungen (vgl. Petsche, 1987b: ; Petsche, 1994). Die Veränderungen zeigen *“Hinweise auf eine zielgerichtete Aufmerksamkeitszuwendung und ermöglichen damit die affektive Teilnahme am Musikhören”* (Petsche, 1993: 636). Petsche diskutiert hier Zusammenhänge zum limbischen System und insb. zur Hippocampusregion und Altenmüller die Rolle parietaler Regionen bei der Aufmerksamkeitszuwendung (Altenmüller & Beisteiner, 1996).

Die β -Frequenzbänder zeigen Differenzierungen der musikbezogenen kognitiven Aktivität, wo hingegen das α -Band beim Musikhören wahrscheinlich Veränderungen emotionaler Befindlichkeit anzeigt (Petsche, 1994). Das obere α -Band scheint Gedächtnisprozesse abzubilden (Klimesch, 1996) und das untere α -Band korrelierte mit der Aufmerksamkeit und Fokussierung der Wahrnehmung in der Zeit (Krause et al., 1999). Beim Musikhören scheint diese Frequenzdynamik die Verbindung - nicht nur - musikalischer Erinnerungen und emotionaler Beteiligung abzubilden. So korrelierte die langsame α -Aktivität (7.5-9 Hz) eher mit kreativen Leistungen und die schnellere α -Aktivität mit Beobachtungsvorgängen (Bruggenwerth et al., 1994).

8.3.4 EEG-Musik-Profil

Tabelle 19 und Tabelle 20 zeigen die Shifts topographischer Aktivitäten der jeweiligen Untersuchung. Veränderungen der Vigilanz und Auswirkungen der Musik auf den Bewußtseinszustand der Personen äußern sich in Veränderungen auf den Frequenzbändern. Für die vorliegende Arbeit läßt sich daraus ein topographisches Raster erstellen, welches uns einerseits einen Shift in der Richtung der Verarbeitungsstrategie auf empirischer Basis nachvollziehbar macht, andererseits

aber auch ein aufgabenspezifisches Muster der Aktivitäten über den gesamten Cortex darstellt. Die Musik ist mit verschiedenen Methoden, wie z.B. dem DC-EEG, der Kohärenzanalyse und dem Spontan-EEG untersucht worden. Eine Verallgemeinerung im Sinne eines EEG-Musik-Profiles erscheint demnach kaum möglich. Doch - der auditive Wahrnehmungsmodus dominiert die durchgeführten Untersuchungen, und im Vergleich der aufgeführten Untersuchungen läßt sich m.E. trotz aller Einschränkungen eine Tendenz topographischer Veränderungen postulieren:

Wie sich schon in den Untersuchungen mit DC-EEG, dichotischen Hörtests und Untersuchungen mit AEP andeutete, scheint das Musikhören ein rechtshemisphärisch dominanter Prozeß zu sein (Altenmüller & Beisteiner, 1996; David et al., 1969; David et al., 1989a).

Die meisten EEG-Veränderungen fanden sich in Frontal- und Temporalregionen und zeigten einen Shift nach fronto-temporal rechts. Die Aktivitäten der Temporalregionen veränderten sich jedoch je nach musikalischem Modus beidseitig (vgl. [Tabelle 20](#)). Rhythmus- wie auch analytische Musikverarbeitung scheinen eher linkslateral zu erfolgen (Altenmüller & Beisteiner, 1996). Aufmerksamkeitsleistungen können in den Parietalregionen nachvollzogen werden. Zusätzlich läßt sich der Schluß ziehen, daß Musiker eine andere cerebrale Musikverarbeitung entwickelt haben als musikalische Laien. Der Musiker scheint, je nach Aufgabenstellung, mehr analytisch und linkshemisphärisch zu verarbeiten, während der Laie mehr rechtshemisphärisch verarbeitet.

Eine gezielte Untersuchung topographischer Veränderungen des EEGs beim Hören von Popmusik findet sich nicht und in den Untersuchungen ließ sich bisher kein stabiles Muster reproduzieren. Veränderungen im Frontallappen, Absenkungen von α - oder θ -Frequenzen, überlagert durch eine relativ stabil bleibende Aktivierung des auditorischen Systems, lassen eine Differenzierung kaum möglich erscheinen. So soll uns in der, in dieser Arbeit vorgestellten, EEG-Brainmappingstudie auch die topographische Differenzierung von Ruhe-EEG und Musik-EEG beschäftigen.

Kapitel 8: EEG und Musikverarbeitung im Gehirn

Tabelle 19: Musikfragmente im EEG

Autor	Musikfragment	Methode	Topographie
(David et al., 1969)	1000 Hz Sinuston	DC-EEG	Vertex mit Ausbreitung nach Frontal und Temporal
(David et al., 1989a)	Musik	AEP	Rechtsshift fronto-temporal
(David, 1990)	1) Randomisierte Tonfolge 2) Melodie	AEP	1) Rechtsshift fronto-temporal 2) frontal links
(Altenmüller & Beisteiner, 1996)	Rhythmen Melodien	DC-EEG	Frontal, fronto-temporal und temporal parietal

Legende: DC-EEG = Gleichspannung EEG;

Tabelle 20: Topographie, EEG und Musik

Autor	Musik	Frequenzband	Elektroden	Topographie
(McKee et al., 1973)	Musikalische Aufgaben ausführen	α -Abschwächung	K.A.	Rechts
(Duffy et al., 1981)	K.A.	α -Veränderungen	K.A.	Rechts temporal-posterior
(Osborne & Gale, 1976)	K.A.	K.A.	K.A.	Rechtshemisphärische Dominanz
(Auzou et al., 1995)	Klänge, Pitch/Timbre diskriminieren	1) EEG Unterschiede Ruhe vs. Aktivierung	10/20: 16 Elektroden	Temporalregionen, rechtshemisphärische Vernetzung frontal/temporal
(Konovalov & Otmakhova, 1984)	10 Sek. Klassische Gitarrenmusik	1) α -Band verstärkt, deutlichere α -Reaktionsmuster und mehr α -Power 2) θ -Band Abschwächung	Monopolar okzipital + central	1) Okzipital links α -Asymmetrie 2) Rolandische Regionen
(Walker, 1977)	Klassik	1) θ -Aktivitätsanstieg, 2) abgeschwächte α - + und stärkere β -Aktivität;	Okzipital O1+ O2 gegen C1 + C2 als Referenz	1) linkslateral 2) rechts
(Moore, 1979 in Petsche 1985)	Mozart-Konzert hören	α -Abschwächung		Rechts
(Petsche, 1994)	Mozart (Jagdquintett)	1) β -2-Band (18-24 Hz) 2) θ -Band 1+2) Kohärenzzunahmen 3) α -Band Amplitude abgeschwächt		1) rechts hinten 2) links temporal 3) links temporal • rechte temporale Region dominant
(Petsche, 1993)	A) Hören (Mozart) B) Vorstellung	A) Kohärenzzunahme	19 Elektroden	A) Temporal, okzipital + parietal B) rechts
(Bruggenwerth	Mozart,	1) Deutliche	19	1) beide

Kapitel 8: EEG und Musikverarbeitung im Gehirn

et al., 1994)	Ungvary, Bartok	EEG- Unterschiede 2) Schnellere α - Frequenzen (9- 12.5 Hz) und angestiegener %- Anteil	Elektroden	Temporalregionen 2) Frontal
(Iwaki et al., 1997)	Holst (Mars / Venus),	α -2-Band (9.6- 11.4 Hz) Kohärenz	19 Elektroden	Interhemisphärische Kohärenz in Frontalregionen bei stimulierender Musik stärker
Autor	Musik	Frequenzband	Elektroden	Topographie

Legende: K.A. = keine Angaben;

9 Begleitende Untersuchung

9.1 Ethische Fragen zu dieser Untersuchung

In dieser Untersuchung sollte eine größtmögliche Nähe zur Alltagssituation der Konsumenten hergestellt werden. Dies läßt sich durch eine begleitende Untersuchung ‚vor Ort‘ ermöglichen (Weingarten, Sack & Schenkein, 1976). Den Probanden wird keine Gelegenheit verschafft, sie werden nicht zum Konsum verführt, sondern dort, wo sowieso ‚gekiff‘ würde, kann zugunsten einer wissenschaftlichen Untersuchung ‚Nähe am Phänomen‘ realisiert (Buytendijk, 1967) und methodisch begleitet werden (vgl. 1.4, 2.4.3, 5.5, 6.1.1.1). Bei dem Anspruch, mit dieser Arbeit eine explorative Studie durchzuführen, welche sich kostengünstig realisieren läßt und eine authentische Datenbasis für qualitative Aussagen generieren kann, dabei physiologisch meßbare Parameter mit dem Erleben koppeln will und den Probanden ihre Privatsphäre läßt, blieb kaum ein andere und zugleich einfache Möglichkeit als die Untersuchung ‚vor Ort‘ durchzuführen.

9.1.1 Lebenswelt und Cannabisforschung

Lebensweltbezogene Forschung setzt bei den Verhaltensgewohnheiten und Erfahrungen der Menschen vor Ort in ihrer alltäglichen Lebenswelt an. Dabei ist ein bio-psycho-soziales Verständnis des Vorgefundenen und in der methodischen Vorgehensweise eine Grundhaltung der Wertfreiheit im Sinne einer *„ethnomethodologischen Indifferenz“* den Phänomenen gegenüber (Koeck, 1976: 261ff; Weingarten et al., 1976) zu wahren. Die Abbildung der Lebenswelt sollte im Vollzug der Handlungen nicht durch methodische Einschränkungen seitens der Versuchsleitung eingeschränkt, sondern begleitet werden (Powell, 1999).

Es ist ein relativ üblicher Umgang mit Cannabis, das gepreßte Harz oder die getrockneten Blüten und Blätter in privater Umgebung zu konsumieren. In der Regel wird Cannabis in verschiedener Form geraucht und die einsetzende Wirkung wird im Zusammenhang mit einer ausgewählten Tätigkeit erlebt (Kleiber et al., 1998; Margolis & Clorfene, 1969; Solomon, 1966; Tart, 1971) Dazu gehört das Hören von persönlich bevorzugter Musik. Die Auswahl der Musik hängt in erster Linie von den Musikpräferenzen der jeweiligen Person ab. Gehört wird zumeist das, was die Person ‚antörnt‘, d.h., die persönlich bevorzugte Musik hat der Person ‚etwas zu sagen‘, ist Ausdruck eines persönlichen Lebensgefühls, des Lifestyles, etc. (Hathaway, 1997; Rätsch, 1995d; Rätsch, 1995e). Cannabis-, Alkohol- und

Zigarettenkonsum ist Teil gesellschaftlicher Realität (Giger & Fuß, 1994; Julien, 1997; Kleiber et al., 1998; Lancet, 1995). Cannabiskonsum ist ein devianter, aber tolerierter Anteil des Lebensstils (Hathaway, 1997) und ein cannabisinduziertes Hören von Musik ist Teil der Cannabiskultur (Rätsch, 1995d; Rätsch, 1995e). Die Substanzen, welche trotz des Verbotes eine bekanntermaßen weitläufige Verbreitung haben, waren auch für die Probanden zugänglich und mußten nicht zur Verfügung gestellt werden. Auf das wissenschaftliche Problem der Substanzqualität und -kontrolle wird in Abschnitt 9.2.2 unten eingegangen.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, das Erleben mit einem physiologischen Parameter zu korrelieren. Bei der Intensität der Wirkung wird hier davon ausgegangen, daß die Versuchsperson im Rahmen einer solchen Untersuchung bezüglich der Einschätzung von Menge, Qualität, Einnahmeverfahren und der Wirkung ihre eigene Kontrolle ist. Dies ist auch bei anderen Studien so gehandhabt worden (vgl. die Untersuchungen von Caldwell et al., 1969a; Fitzpatrick & Eviatar, 1980; Thaler et al., 1973 in Kapitel 3.4 oben), und damit eröffnet sich auch eine gewisse Vergleichbarkeit in der Methodenwahl.

Eine ernsthafte körperliche Schädigung durch moderaten Cannabiskonsum ist nach gegenwärtigem Wissen nicht zu erwarten (Abood & Martin, 1992; Braude & Szara, 1976; Grotenhermen & Huppertz, 1997; Lancet, 1995). Eine traumatische Erfahrung ist m.E. eher bei einer nicht empathisch durchgeführten Laboruntersuchung zu erwarten (vgl. 6.2.1.1), als bei einem lebensweltorientierten Ansatz, welcher den Schutz der Privatsphäre achtet, die Konsumkultur und das psychedelische Wirkungsprofil der Substanz im Versuchssetting berücksichtigt. Auch ein sogenanntes neutrales Verhalten seitens der Versuchsleitung wird durch nonverbale Signaturen im Verhalten der Investigatoren überlagert (Weil, 1998), berichten doch Konsumenten von einer verstärkten Sensibilisierung für nonverbale Kommunikation (Tart, 1971). Abgesehen davon sind ‚entspannte‘ Versuchsbedingungen bei EEG-Untersuchungen (vgl. 5.5 oben) schon methodisch notwendig (Schandry, 1998).

Eine methodische Begründung, welche eine gleichbleibende Substanzqualität über die Meßreihe fordert, hat ihre Berechtigung. Eine kontrollierbare, identische Dosis und Substanz schafft gleiche Voraussetzungen für die Meßreihe. Doch es entsteht die Frage nach Aufwand und Kosten. Ein kostenintensives Genehmigungsverfahren durchzuführen, wenn sich in Berlin an einem Tag ca. 50 Menschen freiwillig zu einer solchen Untersuchung zur Verfügung gestellt hätten, wäre meines Erachtens nicht angemessen. Denn es war auch in dieser Untersuchung möglich, die Dosis

konstant zu halten und die Qualität zu prüfen. Die verhältnismäßig kleine Dosis war mit einer geringfügigen Menge seitens der Versuchspersonen zu realisieren. So blieb die vorhandene Menge im Bereich des persönlichen Bedarfs. Dabei konnte das meßtechnisch begleitet werden, was die Versuchspersonen sowieso tun würden, nämlich ‚Kiffen und Musikhören‘.

Insgesamt ist die Frage, ob es ethisch vertretbar ist, eine Untersuchung cannabisinduzierter Musikwahrnehmung durchzuführen, schon aufgrund der mangelnden Forschungsergebnisse zu dieser Frage positiv zu beantworten. Es gibt, wie aus den vorangegangenen Kapiteln deutlich wurde, durchaus wissenschaftliche Gründe, die Thematik zu untersuchen.

9.2 Zur Methode

9.2.1 Set und Setting IV

Für eine lebensweltorientierte Forschung entsteht die Frage nach dem für die Wirkung der psychoaktiven Substanzen wichtigen Set (momentane Stimmungslage, Erwartungen) und einem ‚relaxten‘ Setting (Umwelteinflüsse) im Rahmen einer experimentellen Untersuchung (Weil, 1998). Der Kontext von Set und Setting prägt das Erfahrungsprofil der Cannabiswirkungen, welche gelernt (Becker, 1973), durch Erfahrung domestiziert (Eichel & Troiden, 1978) und bewußt gebraucht (Blätter, 1990) werden. Die Drogenerfahrung ist eine individuelle Erfahrung und somit an die Person, ihre gegenwärtige Befindlichkeit und - insbesondere bei psychedelisch wirksamen Dosierungen und Wirkphasen - an das Setting gekoppelt, in der diese Person sich befindet. Die Erwartungshaltung des Konsumenten und seine Erfahrung im Umgang mit der Droge bestimmen den Aufmerksamkeitsfokus und die persönliche Art der Informationsselektion. Frederik J.J. Buytendijk, ein an der phänomenologischen Tradition der Philosophie orientierter Mediziner und Psychologe, fordert, daß eine jegliche Analyse psycho-physiologischer Phänomene „das leibliche und persönliche Situiert-Sein“ berücksichtigen sollte (Buytendijk, 1967). Set und Setting haben demnach einen großen Einfluß auf das Erlebnis der Musik unter Cannabiseinfluß. Musik allein im stillen Kämmerlein unter Cannabiseinfluß zu hören, zeitigt eine andere Art der Erlebnisintensität, als in einem Konzert oder in sozialen Situationen, in denen Musik nur als Hintergrundgeräusch erklingt.

Psychedelisch orientierte Therapieansätze (vgl. 2.4 oben) betonen die Notwendigkeit eines empathischen Settings (Eisner, 1997; Leary et al., 1964), weil

alle Umgebungsfaktoren auf das psychedelisch verstärkte Erleben einwirken und Bedeutung für die Person haben (Rätsch, 1992a). Nicht alle Forscher waren jedoch der Meinung, daß Set und Setting einen wichtigen Einfluß auf die Wirkungen der Substanz ausüben.

9.2.1.1 Vergleich Labor-Setting und Psychedelic-Setting

Hollister untersuchte den Einfluß des Setting, Substanzqualität und Persönlichkeitspräferenzen von Probanden. Er wollte vornehmlich den Einfluß des Settings auf die Drogenwirkungen untersuchen. Zur Verstärkung sinnlicher Eindrücke kamen Räucherstäbchen, psychedelische Poster, bequeme Kissen und Matratzen, wie auch *“tape recordings of sustained drone instruments (such as employed for meditation)”* (Hollister, Overall & Gerber, 1975) im subkulturell favorisierten Setting zum Einsatz. Das unfavorisierte Setting war ein kleiner, mit medizinischen Geräten vollgepfropfter Laborraum. Hollister konnte interindividuelle Unterschiede in den durchgeführten Tests feststellen, jedoch keine signifikanten intraindividuellen Veränderungen des Substanzwirkungsverlaufes durch ein psychedelisches Setting. Den Einfluß des Setting schätzt er für die Untersuchung von Substanzwirkungen eher gering ein (Hollister et al., 1975).

Dies mag bei einer Administration von psychologischen Tests zwar so sein, das gewollte Musikhören ist aber immer ein Kontextualisieren von Klang und ein gegenwärtiges Erleben des Gehörten. In einem sinnlich sensibilisierten Zustand kann schon die Applikation von vielen verschiedenen Meßgerätschaften ein störender Faktor für die Tonuslage werden (Schandry, 1998). Doch ist die Stimmung und Haltung des Probanden in der Versuchssituation letztlich ausschlaggebend (Buytendijk, 1972). So ist es dem einen vielleicht ‚zu viel Verkabelung‘, dem anderen hingegen egal.

Im Kulturvergleich zeigte sich, daß die subjektiven Erfahrungen mit Cannabis von einer Kultur zur anderen differieren (Rubin & Comitas, 1975). So beobachtete Rubin beispielsweise, daß Jamaikaner kaum von cannabisinduzierten Zeitwahrnehmungsveränderungen berichteten. Hingegen war dies bei 76% der befragten Amerikaner der Fall. Kulturelle Dispositionen, Domestizierungen und Erwartungen spielen bei der Wahl des Settings eine Rolle und sind bei der Untersuchung zu berücksichtigen (Eichel & Troiden, 1978).

9.2.1.2 Laborsituation

Der Aspekt des Settings und die von seiten der Sozialwissenschaften geäußerte Laborkritik war oft Bestandteil in den Diskussion von Untersuchungsergebnissen (Becker, 1973; Caldwell et al., 1969a; Jones & Stone, 1970; Waskow et al., 1970; Weil, 1998). Da insbesondere bei psychedelisch wirksamen Substanzen alle Umgebungsfaktoren Bedeutung für die Wirkung haben (Rätsch, 1992a), läßt sich ein neutrales Setting demnach kaum herstellen.

Weil diskutiert die Rolle nonverbaler Kommunikation und ihre symbolische Bedeutung in der zwangsläufig stattfindenden sozialen Interaktion. Schon dadurch, daß die soziale Interaktion seitens der Versuchsleitung methodisch auf ein Minimum reduziert wurde, vermittelt sich sozial intendierter Sinn (Weil, 1998). Deegner kritisierte unreflektierte soziale Einstellungen der Versuchsleitungen zur experimentellen Realität und ihren Einfluß auf die Ergebnisse bei dichotischen Hörtests und der Diskussion zur Vorbedingung der Händigkeit der Versuchspersonen (Deegener, 1978). Aus den Forschungen zu Placebowirkungen ist bekannt, daß sich, durch Ritualisierung und Symbolisierung der Arzt-Patient Interaktion und dem verabreichten Mittel gewünschte Wirkungen auch ohne Substanzwirkung einstellen. Schachter und Singer konnten in ihren Experimenten zeigen, daß sich physiologische Parameter substanzunabhängig durch Feldeinflüsse und sozial konstruierten Erwartungshaltungen variieren lassen. Anweisungen und Informationen seitens der Versuchsleitung sorgten hier für eine bewußt intendierte Fokussierung auf Vorgegebenes und für Veränderungen der physiologischen Parameter (Schachter & Singer, 1962).

9.2.1.3 Musiksetting, Meßapplikation und Tonuslage

Waskow wollte in einer psycho-physiologischen Messung den Einfluß von Musik als Settingvariable bei Cannabiswirkungen genauer betrachten. Sie verglich in vier Konditionen THC mit/ohne Musik und Placebo mit/ohne Musik. Die Versuchspersonen konnten sich ihre favorisierte Musik während der Testphasen auswählen. Insgesamt zeigten sich keine signifikanten Veränderungen der THC-Wirkungen im Musiksetting, jedoch waren Trends zu beobachten. Musik schien unabhängig von THC generell einen positiven Einfluß auf die Verstärkung euphorischer Stimmungen zu haben, Entspannung und Zufriedenheit zu begünstigen und *“tended to endorse items such as: feel like laughing, feel more free, wide awake, more control of feelings”* (Waskow et al., 1970: 106). Doch war auch eine entgegengesetzte Wirkung zu beobachten. Cannabiswirkungen zeichneten sich durch

unangenehme Veränderungen körperlicher Befindlichkeit aus, was sich in der THC-Musikkondition sogar noch verstärkte, wie sich durch höhere Werte auf der entsprechenden Skala im von Katz entwickelten "Subjective Drug Effects Questionnaire" verdeutlichte. Während der Placebo-Musikkondition hingegen schwächte das Musikhören das körperliche Unwohlsein ab.

Aus den von Waskow, Koukkou und Tart beschriebenen Wirkungen von Cannabis auf die körperliche Befindlichkeit, entstehen Fragen an ein optimales physiologisches Untersuchungssetting beim cannabisinduzierten Musikhören. Beeinträchtigungen der Tonuslage durch subjektiv unangenehm empfundene, äußere Einflüsse sollten weitestgehend vermieden werden. Schon über die neurale Verschaltung der Hörbahn zeigt sich eine Beteiligung des motorischen Systems bei der Musikwahrnehmung, und dies wirkt sich auf die Tonuslage der Person aus. Im Colliculus inferior befindet sich die Verbindungsstelle zu den Steuerzentren der Muskelbewegungen und im darauf folgenden Zentrum der Hörbahn, im Corpus geniculatum mediale, werden über die thalamischen Zentren emotionale Färbungen des Musikerlebens erzeugt. Alle Stationen der Hörbahn sind mit kortikalen Arealen und subalternen Strukturen, wie der Formatio reticularis, rückgekoppelt (David et al., 1983). So wirkt die Musik, je nach Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die Tonuslage der Person. David untersuchte die Zusammenhänge mit dem EMG, maß die vegetative Kreislaufregulation mit der Sphygmographie und die Gehirnaktivität mit EEG und evozierten Potentialen. Er differenzierte in seinen Untersuchungen drei Arten des Musikerlebens:

1. Eine mehr motorische Einstellung, welche das primär rhythmische Musikerlebnis in Bewegung umsetzt,
2. eine meditative Einstellung, in welcher die körperliche Beteiligung am Musikerleben ausgeschaltet wird, und die Musik als ein geistiges Erlebnis betrachtet wird. Eine solche Einstellung kann dazu führen, daß die Gedanken als selbstständige Erregung bestimmter Gehirnareale, losgelöst von den reflektorischen Kopplungsmechanismen mit dem übrigen Körper, Aktivitäten entwickeln, wie sie bei der echten Meditation als schöpferisch erwünscht sind.
3. Die dritte bewußt aktive Einstellung des Musikerlebens führt zumeist zum Mitsingen oder Mitspielen.

Unabhängig von der Einstellung führt eine positive Empfindung von gehörter Musik *"zu einer Umschaltung des vegetativen Systems in die trophotrope Phase der gedrosselten Energieabgabe"* (David et al., 1983: 44).

9.2.1.4 Bedeutung für die Meßpraxis

Eine Untersuchung mit einem EEG-Gerät verlangt eine möglichst störungsfreie Applikation der EEG-Elektroden, d.h. möglichst wenig Bewegung, entspanntes Sitzen oder Liegen mit geschlossenen Augen, etc. Eine Untersuchung des von David beschriebenen meditativen Musikhörens ist einer EEG-Untersuchung demnach gut zugänglich.

Die meisten in Kapitel 6 oben vorgestellten Untersuchungen waren auf einen Nachweis von Veränderungen des Ruhe-EEG ausgerichtet. Nur die Untersuchungen von (Hess, 1973; Koukkou & Lehmann, 1976; Koukkou & Lehmann, 1978), dargestellt in Abschnitt 6.2 oben, legten Wert auf Musik als Teil des Settings. Wie schon im Abschnitt über EEG und Musik deutlich wurde, ließ sich keine allgemeingültige Aussage zu den Auswirkungen des Musikhörens auf die EEG-Aktivität formulieren, nur die Verarbeitungsdomäne erwies sich als tendenziell rechtslateral (vgl. 8.3 oben). Das EEG bewies seine Situations- und Persönlichkeitssensitivität und das Musikerlebnis erwies sich als ein individuelles Geschehen, welches wiederum an die Art und Weise der Musik und an die Situation, in der diese gehört wurde, gekoppelt ist. Das EEG kann somit als ein adäquates Untersuchungsinstrument für die Beobachtung von cannabisinduzierten Musikwahrnehmungsveränderungen dienen, zumal der in der vorliegenden Untersuchung genutzte „NeuroScience BrainImager“ samt galvanischer Netztrennung eine mobile Möglichkeit eröffnet, ‚vor Ort‘ zu messen. Auf diesem Wege kann bei dieser sensiblen Thematik eine physiologische Abbildung der Situation in der Lebenswelt generiert werden, in welcher Musik und Cannabiskonsum Bestandteil einer eigenständigen Konsumkultur sind. Insofern ist die Leitlinie dieser Untersuchung ‚Raus aus dem Labor, Nähe zum Phänomen‘, mit dieser mobilen Lösung zu verwirklichen.

Für die vorliegende topographische Messung von elektrophysiologischen Veränderungen des Cortex wird eine Applikation von EEG-Elektroden benötigt, welche mittels einer Elektrodenkappe (ECI Electro-Cap) auf der Schädeldecke an definierten Referenzfissuren angebracht werden muß. Es wird Elektrodengel in die Elektrodensysteme eingespritzt, welches für den Aufbau der Leitfähigkeit der EEG-Elektroden auf der Kopfhaut notwendig ist, aber u.U. auch störend für ein Feuchtigkeitsempfinden auf der Kopfhaut sorgt. Die Haube wird durch zwei dehnbare Gurte auf Spannung gehalten. Ein weiteres Band ist um den Brustkorb gebunden, an welchem beide Gurte befestigt sind. Diese Halterung drückt den Kopf konstant leicht nach unten. Eine Alternative hierzu wäre eine Einzelverkabelung

gewesen, doch die reflektorische Anspannung der Muskulatur, ausgelöst durch die Gummispannung der Kappenbänder, kann durch eine angenehme, hintere Sitzhaltung im Wohnzimmersessel oder durch Hinlegen gemindert werden. Um nicht zusätzlich in der Aufzeichnung noch Bewegungsartefakte, insbesondere der Temporalregionen, zu erhalten, wird die Versuchsperson aufgefordert, möglichst ruhig zu bleiben und sich nicht zu bewegen.

Wie aus diesen Schilderungen unschwer zu ersehen ist, kann eine je nach Tonuslage der Person relativ unangenehme Situation entstehen, welche am einfachsten im Liegen oder im entspannten Sitzen (Kutscherhaltung) auf einem bequemen Stuhl ertragen werden kann. Der unangenehmste und zeitlich aufwendigste Teil der Untersuchung war das Anbringen der Untersuchungshaube wie auch die Widerstandsmessung der 28 EEG-Elektroden. Ein parallel aufgezeichnetes EMG beim Musikhören ließe Schlüsse zur Tonuslage, Relaxation und eine gezielte Artefaktkontrolle zu, würde aber in diesem Untersuchungssetting noch eine ‚Verkabelung‘ mehr bedeuten und könnte in Verbindung mit der EEG-Haube zu Verzerrungen der Wahrnehmung der leiblichen Situation führen. Daraus wird deutlich, daß ein gewohnter lebensweltlicher Rahmen für eine EEG-Untersuchung nur bedingt hergestellt werden kann. Es bleibt also schwierig, ein optimales, gewohntes Setting für den Cannabiskonsum unter technischen Meßbedingungen herzustellen. Die Bedingungen für die Messung werden durch die Meßmethoden diktiert, alles was an Ergebnissen entsteht, ist im Kontext zur Meßapparatur, ihrer Softwaremöglichkeiten inklusive der verwendeten Hardwarebestandteile zu verstehen. So ist es also durchaus denkbar, daß sich die im EEG gezeigten Effekte unter normalen Bedingungen der Lebenswelt noch verstärken, oder eine andere Richtung nehmen. Doch mit dem hier gewählten Untersuchungssetting ermöglichen sich Annäherungen und es kann der Kritik an der reduktionistischen (Labor)Untersuchungspraxis (Behr, 1982) Rechnung getragen werden und ein Maximum an Settinggewohnheiten der Lebenswelt des Konsumenten berücksichtigt werden. Technisch veranlagte Abstriche sind vorerst in Kauf zunehmen. In dieser Untersuchung hatte ich die Möglichkeit in einer für die Versuchspersonen vertrauten Umgebung zu messen. Sie waren schon öfter zu Besuch gewesen und kannten sich aus.

9.2.1.5 Feldeinflüsse

Die meßtechnischen Voraussetzungen zur exakten Messung eines EEG sind in einem faradayschen Käfig am besten gegeben. Elektromagnetische Feldwirkungen von Stromleitungen, Elektrogeräten oder Funkeinstrahlung werden weitestgehend

abschirmt und die Verstärkersysteme verstärken vornehmlich die gewünschten Signale. Eine schallisolierte Kammer mit Talkback-Anlage und Sichtkontakt würde unerwünschte akustische Beeinträchtigungen vermeiden helfen, doch - es wäre eben nicht eine typische Konsumsituation im privaten Raum und deshalb wurde hier auf einen solchen Laboraufbau verzichtet.

Mit der Meßapparatur, welche gut in einem PKW-Combi unterzubringen ist, konnte im Wohnzimmer einer Versuchsperson unter realen Bedingungen gemessen werden. Die Einflüsse der Laborsituation sind hier gegen die meßtechnisch etwas ungünstigeren Voraussetzungen einer den Versuchspersonen vertrauten Atmosphäre des privaten Wohnzimmers abzuwägen. Die Meßapparatur ist für die EEG-Messung am Krankenbett ausgelegt, Schutz vor einströmenden elektromagnetischen Feldern wird durch Frequenzfilter (Notchfilter 50-60Hz), galvanische Netztrennung und gut isolierte Verstärkertechnik angestrebt (NeuroScience,) (vgl. 9.2.4.1 unten). Eine verlässliche und sichere Wiedergabe des EEGs ist am Krankenbett unerlässlich. Für die vorliegende Untersuchung ist demnach verwertbares Material zu erwarten. Der EEG-Verstärker war im Abstand von ca. 50 cm neben der Versuchsperson aufgestellt und von der Musikverstärkeranlage und den Boxen über zwei Meter entfernt. Das Zimmer hatte hohe Decken (380 cm) und die Stromleitungen waren unter Putz. Die beiden Steckdosen des Raumes waren von der Versuchsperson ca. drei Meter entfernt.

9.2.2 Zur Substanz, Toleranzentwicklung und Rauchtchnik

Bei der Pharmakodynamik und Entstehung der Wirkungen ist beim Cannabis nicht allein der psychoaktive Wirkstoff Δ^9 -THC entscheidend. Auch die anderen Substanzen modulieren je nach Anteil die Wirkungen (Abood & Martin, 1992). Die vornehmlich sedierend und schmerzstillend wirkenden Cannabinoide, wie Cannabidiol (CBD), Cannabigerol (CBG) oder Cannabichromen (CBC) wirken dem euphorisierend und halluzinogen wirkenden THC und dem Cannabinol antagonistisch entgegen (Grotenhermen & Huppertz, 1997). Wie schon aus Placebo-Untersuchungen bekannt (vgl. 9.2.1 oben), moduliert der Konsum der Substanz in einem sozialen oder persönlichen Kontext samt der Applikationsform mit Tabak, Blättchen und der Inhalationstechnik die meßbaren Reaktionen. Da sich menschliches Erleben nicht auf ein einfaches Unter- oder Überversorgungsverhältnis eines bestimmten Stoffes reduzieren läßt, sondern immer situativ, als Ganzheit verstanden werden sollte (Buytendijk, 1967), hilft es nicht unbedingt zu wissen, welche Δ^9 -THC-Konzentration bei einem Konsumenten (noch) vorhanden ist.

Pharmakokinetisch betrachtet ist das THC zehn Minuten nach dem Rauchen über die Lunge im Körper verteilt. Im Blutplasma würden sich dann Höchstwerte wiederfinden, und mit den ersten Wirkungen auf die Wahrnehmung ist zu rechnen (Julien, 1997: 359ff). Die aktuellen THC-Konzentrationen im Blut und die schnellen metabolischen Abbauprozesse (Solowij, 1998: 23) lassen sich durch eine parallel verlaufende Blutabnahme durch subkutan applizierte Kanülen ablesen (vgl. Mathew & Wilson, 1993; Perez-Reyes et al., 1982), doch beeinträchtigt dies das Setting wesentlich, auch wenn sich dadurch beispielsweise eine Korrelation von Euphorieempfindungen, Cannabiseffekten, Plasmawerten und EEG-Wellen herstellen lassen könnte (Lukas et al., 1995). Die Korrelation von individuellem Erleben und Blutkonzentration variierte stark (Huestis, Sampson, Holicky, Henningfield & Cone, 1992), so daß eine verlässliche Bestimmung der Zusammenhänge nur begrenzt sinnvoll erscheint.

Das EEG kann technisch am günstigsten in Ruhe abgenommen werden. Relativ phänomengerechte EEG-Untersuchungsergebnisse eines kontemplativen, meditativen Musikhörens (vgl. 9.2.1.3 oben) lassen sich bei geschlossenen Augen in einer angenehmen Sitzhaltung oder Liegeposition erwarten. Nach Baudelaire wäre es die zweite Phase des Cannabisrausches, das Stadium der Versenkung, Visionen, inneren Bilderfluten und selektiver Wahrnehmungsschärfungen (Baudelaire, 1988).

Der Joint (Zigarette) enthielt leichteren Tabak und 0.3 Gramm schwarzen Nepali. Die in diesem Versuch verwendete Haschischsorte war ein ‚Schwarzer Nepali‘. (dunkles, gepreßtes Hanfharz mit hohem Δ^9 -THC-Anteil). Die Wirkung von nepalesischem Haschisch wird von Kennern als „hochpotent (ein bis zwei Züge reichen schon)“ eingeschätzt und als „phantasieanregend, geradezu orientalisch halluzinogen“ beschrieben (Hanfblatt, 1996: 68).

Die Qualität der Substanz war für die erste Versuchsperson subjektiv bekannt und wurde von ihr als ‚außergewöhnlich gut‘ bezeichnet. In der Folgeuntersuchung mit der gleichen Person, hatte ich die Gelegenheit, die Substanzqualität des gerauchten Haschisch durch eine Laboranalyse zu überprüfen. Die Substanz wurde als „Haschisch mittlerer Qualität“ bezeichnet. Die Meßdaten sind im Appendix III, 12.2 unten) einzusehen.

Qualität wird als Maß des THC-Anteils verstanden, Haschisch von guter Qualität hat i.d.R. einen THC-Anteil von 10-20% (Hall, Solowij & Lemon, 1994: 7). Bei 0.5 Gramm einer stärkeren Haschischsorte, mit einem durchschnittlichen THC-Anteil von 10%, ist mit einer THC-Menge von ca. 50 mg zu rechnen

(Grotenhermen & Huppertz, 1997: 112). In Rauch aufgelöst finden sich nach Julien ca. 25-50% also 12-25 mg. Nach den Untersuchungen von Perez-Reyes ist mit einer Bioverfügbarkeit von ca. 14% zu rechnen, bei geübter Rauchtchnik jedoch erheblich mehr (Julien, 1997: 359ff). Die in dieser Untersuchung genutzten 0.3 Gramm schwarzer Nepali (Haschisch) sind demnach mit einem pharmakokinetisch verwertbaren THC-Anteil im Bereich von 20 mg einschätzbar. Die Inhalationstechnik war nicht standardisiert, den Versuchspersonen wurde die Kontrolle selbst überlassen und so kann nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, daß alle Versuchspersonen eine THC-Dosis von ca. 20 mg inhaliert haben.

Gewohnheitskonsumenten entwickeln eine Rezeptortoleranz in der Dosis-Wirkungsbeziehung, ohne daß daraus ein körperliches Abhängigkeitspotential durch Abbau körpereigener Cannabinoide entsteht (Julien, 1997). Anders als bei den Opiaten, bei denen die körpereigene Opiodproduktion aufgrund der Zufuhr von außen unterdrückt wird (was beim Absetzen oder Nichtvorhandensein der Droge zu heftigen Entzugserscheinungen führt), ist bei den Cannabinoiden bislang keine solche Rezeptordynamik beobachtet worden (Joy et al., 1999) und das Abhängigkeitspotential wird eher in einer psychischen Verhaltensbindung gesehen. Die Berücksichtigung der von Weil beschriebenen "Reverse Tolerance", nämlich das ein erfahrener Konsument die Effekte ‚steuern‘ kann (Weil, 1998), ist bei der Betrachtung der cannabisinduzierten Musikwahrnehmung zu beachten. Wie schon oben dargestellt, (vgl. 2.3.3 oben) werden Cannabiseffekte innerhalb eines sozialen Feldes gelernt (Becker, 1973; Eichel & Troiden, 1978; Szasz, 1978). Hier ist die 'Versuchsperson als Experte' aufgrund ihrer eigenen Erfahrungsprofile im Umgang mit Cannabis zu akzeptieren und kann zu der Wirkung befragt werden ("Wie stark war deiner Erfahrung nach die Wirkung?", etc.). Psychometrische Skalierungsverfahren und Befragungsmanuale könnten helfen, eine Vergleichbarkeit zu den Aussagen der anderen Versuchspersonen zu vereinfachen und Regressionswerte von Messwerten und subjektivem Erleben herstellen zu lassen. Diese Verfahren wurden hier aber nicht verwendet. Diese Untersuchung begnügte sich zunächst mit der reinen Abbildung und mit dem Versuch, im Feld verwendbare Daten zu erlangen. Die Messung sollte die Lebenswelt nah abbilden und nicht ein Testlabor in einem Wohnzimmer unterbringen.

9.2.3 Zum Versuchsablauf:

Es gibt zwei Untersuchungsstränge mit gleicher Musikfolge, Rauchprozedur und Substanzmenge:

- Die Einzelfallstudie einer Person beim Hören selbstgewählter Musikstücke und gleicher Substanzsorte im privaten Setting des eigenen Wohnzimmers, im zeitlichen Abstand von drei Jahren.
- Die Untersuchung von drei weiteren Freiwilligen in einem Wohnzimmer-Setting beim Hören von drei Musikstücken.

Die genauen Zeitverläufe der Messungen lassen sich aus dem Appendix II, 12.2 unten erkennen. Der Versuchsablauf hielt sich an diese Vorgaben:

Versuchsablauf

Baseline State (Musikhören ohne Cannabis)

Hören von 3 (selbstgewählten) Musikstücken mit geschlossenen Augen
1 Minute Ruhe vor/zwischen den Stücken

30 Minuten Pause

Rauchen: 0.3 gr. Schwarzer Nepali in einem Tabak-Joint mit ca. 20 mg THC

Nach 10 Minuten Beginn der Musik

Altered State (Musikhören mit Cannabis)

Gleiche Musik /gleiche Meßsituation und Setting / VPN war eigene Kontrolle

Schema 1: Versuchsablauf

9.2.3.1 Versuchspersonen

Versuchspersonen zu rekrutieren, war bei dieser Untersuchung kein großes Problem. Durch einen Aushang beim Hanfmuseum in Berlin hatten sich für einen Untersuchungstag 50 Freiwillige gemeldet. Aus technischen Gründen war es mir zu dem Zeitpunkt jedoch nicht möglich, den Versuch durchzuführen. Die Versuche wurden in einem östlichen Stadtviertel Berlins gemacht, in welchem das Konsumieren von Cannabis auf der Straße, in Parks, Kneipen oder Szenecafès zur gesellschaftlichen Realität und Normalität gehört, wie ein französischer Rotwein zu einem guten Restaurant. Ob kulturelle Gewohnheiten zwangsläufig zu einem Gewohnheitsrecht führen, und die normative Kraft des Faktischen sich in Rechtsnormen wiederfinden sollte, ob die Freiheit der Persönlichkeit sich auch in einem individuellen “Recht auf Rausch” zum Ausdruck bringt (Liggenstorfer, 1991; Rippchen, 1995b), kann und soll hier nicht weiter ausdiskutiert werden. Für diese Feldstudie zählt allein die Tatsache, daß der Cannabiskonsum Teil gesellschaftlicher Realität ist (Giger & Fuß, 1994; Kleiber et al., 1998) und mit Beschluß des BVG

vom 9.3. 1994 wurde eine wissenschaftliche Erforschung der Wirkungen gefordert (Rippchen, 1995a).

Bei dem ersten Untersuchungsstrang wurde das EEG einer Person mit geschlossenen Augen im Abstand von drei Jahren bei den selben Musikstücken und gleicher Reihenfolge gemessen. Auch die Substanzsorte („Schwarzer Nepali“) blieb gleich.

Im zweiten Untersuchungsstrang hatte ich die Gelegenheit, Versuchspersonen sozusagen „vom Gehsteig“ zu rekrutieren. Die Vorbedingung war am Versuchstag und am vorigen Tag kein Cannabis, übermäßigen Alkohol oder andere Drogen zu sich genommen zu haben. Die Versuchspersonen hatten alle Vorerfahrungen mit Cannabis. Bis auf eine weibliche Person bezeichneten sich alle als „moderate Gewohnheitskonsumenten“.

Das Videogerät, welches die EEG-Wellen auf dem Bildschirm protokollierte, zeichnete über ein Mikrofon parallel EEG, Musik und auch die Phasen zwischen den Versuchen auf. Äußerungen der Versuchspersonen zu ihrer Befindlichkeit konnten so berücksichtigt werden. Bei den Versuchen ertrugen die vier Versuchspersonen, ohne finanziell entschädigt zu werden, eine ca. 2–3 Stunden dauernde Untersuchung ohne große Anstrengung. In der folgenden Tabelle sind die Daten der Versuchspersonen zu erkennen. Die Personen haben Codenamen erhalten und die Kürzel lassen sich auf den Brainmaps im linken oberen „Name“-Feld wieder finden. Gewichtsangaben wurden nicht erhoben.

Tabelle 21: Versuchspersonen

	Code name	Kürzel	ID	Sex	Alter	Länge (cm)	Vorerfahrung	Konsumhäufigkeit	Händigkeit
VP1	Carlo	Ca1+2	1	M	26 / 29	179	Ja	Gewohnheit	rechts
VP2	Orion	Or	12	M	27	182	Ja	Gewohnheit	rechts
VP3	Rosa	Ro	13	W	31	170	Ja	Gelegenheit	rechts
VP4	Hadrian	Had	14	M	29	182	Ja	Gewohnheit	rechts

9.2.3.2 Einrichtung

Das mit zwei Fenstern relativ helle Wohnzimmer hatte weiße Wände, war mit wenigen Konzertplakaten und „psychedelischen“ Bildern behängt und ließ tagsüber einen Blick auf einen begrünten Hinterhof zu. Es enthielt einen Tisch, mehrere Sessel, eine Stereoanlage und ein Bett. Der Mapper stand in einer freigeräumten Ecke des Raumes und die Versuchsperson saß im Abstand von 2 Metern zu den

stereo ausgerichteten Boxen in einem bequemen Sessel. Die Untersuchungen fanden zumeist Abendes ab 20.00 Uhr statt.

9.2.3.3 Zur Musik

Die Musik wurde von einem CD-Player abgespielt und bei mittlerer Lautstärke gehört. Zwischen dem Hören der jeweiligen Musikstücke vor und nach dem Rauchen vergingen ca. 30 Minuten. So war die musikalische Erinnerung an das vorher Gehörte weitestgehend verblaßt. In dieser Pausenzeit wurde geredet, der Joint präpariert, etc. Im ersten Untersuchungsstrang (Einzelfallstudie mit Follow-up) hatte sich die Versuchsperson die Musik selbst ausgewählt. Im zweiten Untersuchungsstrang (vier Versuchspersonen) wurde von den anderen Versuchspersonen dieselbe Musik in gleicher Reihenfolge gehört.

9.2.3.3.1 Musikstück I: King Crimson „Song of the Seagulls“

Das erste Stück war ein 5-minütiges Musikstück von der englischen Art-Rock-Band *King Crimson* mit dem Titel „*Prelude – Song of the Seagulls*“, zu finden auf ihrer CD „*Islands*“. Es wird gespielt in klassischer Instrumentierung (Geigen, Bratschen, etc.,) so daß es als ein Musikstück mit klassischem Klangbild mit einem meditativen Charakter verstanden werden kann. Ruhig und getragen, mit einem niedrigen Tempo läßt die Musik vielleicht einen Vogelflug imaginieren oder eine schöne Landschaft vorstellen.

9.2.3.3.2 Musikstück II: Dogbowl „Obsessed“

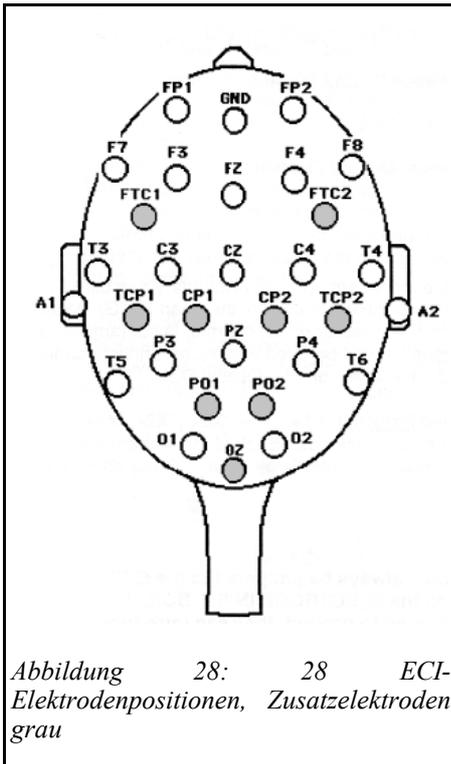
Das zweite, drei-minütige Stück stammt von der New Yorker Band *Dogbowl* mit dem Titel „*Obsessed*“. Ein Musikstück in Independent-Folk-Punk-Tradition, rhythmisch rau und kraftvoll dargeboten. Das Musikstück „I’m obsessed by girls...“, zu finden auf der LP „*Tit! (An Opera)*“, hat ein höheres Tempo als der Titel von *King Crimson*.

9.2.3.3.3 Musikstück III King Missile „We can work it out“

Das dritte Stück ist eine drei-minütige Cover-Version des *Beatles*-Klassikers „*We can work it out*“, interpretiert von den *King Missile*, einer New Yorker Psychedelic-Garage-Band und wurde live bei einem Konzert in der New Yorker ‚Knitting Factory‘ aufgenommen.

9.2.4 Die Meßmethode: EEG-Brainmapping

Der bei den Untersuchungen verwendete Brainmapper der Firma NEUROSCIENCE zeichnet die gemessenen EEG der 28 EEG-Elektroden auf. So kann eine Art 'Landkarte' der elektro-kollodialen Spannungsveränderungen unter der Schädeldecke erstellt werden. Zur Erstellung der Brainmaps mit dem NeuroScience BrainImager wurden neun zusätzliche Elektroden im halben Abstand zwischen den jeweiligen 19 Ableitungen des 10/20 Standard-EEG eingefügt (vgl. Abbildung 28, Zusatzelektroden grau eingefärbt).



9.2.4.1 Sampleauflösung und Filtereinstellung

Die 28 EEG-Spuren werden mit einem 12 Bit Analog/Digital-Wandler gesampelt, so daß die eingehenden Wellen der jeweiligen EEG-Spur von bis zu 4096 Punkten pro Sekunde abgetastet werden können. Bei einer Dynamikrate des Signalverstärkers von 256 μV ergibt sich so ein Exaktheitsgrad des Samples von einem 16tel μV . Möglich sind vier Einstellungen von 256, 512 und 1024 bis zu 2048 μV , doch in dieser Untersuchung wurde die Voreinstellung von 256 μV verwendet. Epileptiforme Spikes waren nicht zu erwarten. Die Frequenzbereiche unter 0.3 Hz und oberhalb von 40 Hz wurden aus dem

Sample ausgeblendet. Zusätzlich bestand die Möglichkeit interferente Netzeinstreuungen bei 60 Hz durch einen Notchfilter zu unterdrücken (NeuroScience,).

9.2.4.2 Frequenzbänder

Das EEG erscheint als ein Wellengemisch, welches unterschiedliche Frequenzanteile aufweist. Durch das Fast Fourier Transformationsverfahren werden die verschiedenen Wellen nach Geschwindigkeit, Amplitude und Häufigkeit pro Zeiteinheit ausgewertet, durch Frequenzpassfilter in die klassischen Frequenzbänder differenziert. Danach wird ihre topographische Verteilung durch die Interpolation darstellbar gemacht. In der folgenden Tabelle sehen wir das Pre-Set der Frequenzdifferenzierung des NeuroScience BrainImagers:

Frequenzband	Nutzbereich	
Delta	0.3 – 3.9 Hz	Mit dem NeuroScience BrainImager besteht die Möglichkeit eigene Frequenzbereiche (User-Bands) zu definieren. So hätte beispielsweise auch ein Bereich von 30–40 Hz definiert und dadurch der untere Anteil des Gammabandes ausgewertet werden können. Dies wäre für weitere Untersuchungen zu berücksichtigen.
Theta	4.3 – 7.8 Hz	
Alpha	8.2 – 11.7 Hz	
Beta I	12.1 – 16.0 Hz	
Beta II	16. 4 – 30 Hz	

Tabelle 22: Frequenzbereiche NeuroScience BrainImager

Es ist möglich sowohl eine unipolare Ableitung, als auch eine bipolare Ableitung zu wählen (NeuroScience, : 7-11). Bei der hier verwendeten unipolaren Ableitung (vgl. 5.3.6 oben) werden die einzelnen 28 aktiven Elektroden mit einer inaktiven Referenzelektrode an den Ohrläppchen verbunden und mit einer Groundelektrode geerdet..

9.2.4.3 Berechnung und Darstellung der Brain-Maps

Der BrainImager basiert auf einer Multiprozessortechnik. Mehrere 68K Motorola Prozessoren verarbeiten parallel die eingehende EEG-Information und erstellen ‚online‘ ein farbiges Bild der Gehirnaktivierung. Nach der FFT (Fast Fourier Transformation) der Frequenz- und Amplitudenverhältnisse, kalkuliert eine lineare Vierpunkte-Interpolation die Amplitudenverteilungen zwischen den Elektroden. Umgerechnet in 4096 Werte wird aus den unterschiedlichen Amplitudenverhältnissen der 28 Elektroden jeweils ein 2.5 Sekunden umfassendes Mittelwertbild eines Frequenzbandes interpoliert und auf dem Bildschirm sequentiell dargestellt. Dabei werden vornehmlich Amplitudenverteilungen innerhalb der Frequenzbänder über den Cortex, wie auch Lateralisierungen der Aktivität erkennbar. Die Verteilung der Aktivität läßt sich von oben und von der Seite, wie auch in einem Substraktionsmodus der lateralen Unterschiede betrachten. Damit lassen sich Seitendifferenzen topographisch nachvollziehbar machen.

Zusätzlich wird ein Bild der Spektralverteilung (vgl. 5.3.2 oben) dominanter Frequenzen über die Cortexoberfläche errechnet. Damit lassen sich Verlangsamungen oder Beschleunigungen der Frequenzaktivität über einen bestimmten Zeitraum darstellen, wie auch der relative Häufigkeitsanteil einer dominanten Frequenz topographisch nachvollziehen. Der relative Prozentanteil der topographisch dargestellten Frequenz im jeweiligen Zeitfenster liegt dabei in den Spitzenwerten über 87% der Gesamtaktivität. Die Spektralverteilung wird in 2 Hz-

Schritten den 16 Farben zugeordnet. Die dunkelste Farbe repräsentiert den 2 Hz-Bereich, die hellste Farbe 30 Hz.

Bei der Darstellung der farbigen Brainmaps wird zur bestmöglichen Differenzierung der Amplitudenwerte eine automatische Anpassung der Skalierung gewählt und der μV -Bereich unter den jeweiligen Maps dargestellt. Beim Vergleich mit anderen Maps muß deshalb immer die jeweilige Skalierung des Frequenzbandes beachtet werden. Jede Farbe der 16 Farbwerte steht für einen von der Skalierung abhängigen, diskreten μV -Bereich. So repräsentiert beispielsweise die Farbe Rot bei der 60 μV -Skala einen Frequenzbereich von 52-55.9 μV (vgl. NeuroScience, : 4-7).

Für die vorliegende Untersuchung wurde zur Beschreibung der Amplitudenverteilung folgende Kategorisierung vorgenommen (vgl. 9.2.4.4 unten):

- rosa⁵ bis hellrot für *starke Aktivität*
- gelb bis Grün für *mittlere Aktivität*
- hell- bis tiefblau für *schwache Aktivität*.

9.2.4.4 Zur Auswertung

In diesem Abschnitt sollen die in dieser Arbeit verwandten Beschreibungen von Grapho-Elementen und Verstärkungsfaktoren der Maps erklärt werden.

Bei ausgewählten Problemen, insbesondere auf dem α -Band sind die Einzelwerte von Peaks angegeben. Um den Aktivierungszustand zu beurteilen, wurden die einzelnen Frequenzbänder in der topographisch-phänomenologischen Auswertung auf gleichem Skalierungsniveau der EEG-Verstärkung (veränderte Verstärkersensitivität) betrachtet, auch wenn in den abgedruckten Bildern hier und da unterschiedliche Werte zu sehen sind.

Bei der Beschreibung von Amplitudenaktivitäten lassen sich des öfteren Anstiege der Amplituden in einer Region beschreiben, welche ein Zentrum und Maximum der Aktivität ähnlich einem Gipfel erkennen lassen. Solche Anstiege werden im folgenden als Peaks oder Gravitationszentren bezeichnet.

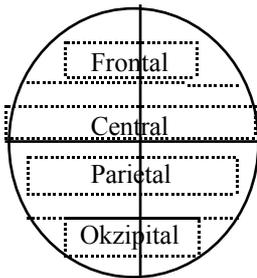
Die Auswertung der quantifizierten Brainmaps wie auch der T-Tests erfolgt hier visuell. D.h. die topographischen Unterschiede werden nach der bekannten Nomenklatur (parietal, okzipital, etc.) in ihren topographischen Veränderungen beschrieben, und die jeweiligen Maps der Musikstücke und der Ruhe werden

⁵ Farbwerte des NeuroScience BrainImager

gegeneinander verglichen. Da die Mittelwertbilder den %-Anteil der jeweiligen Frequenzaktivität topographisch darstellbar machen, wurde für eine möglichst einheitliche Auswertung der Gemeinsamkeiten folgende Sprachregelung gewählt:

- Definition: *Peak, Starke Aktivität*, Amplitudenmaximaldarstellung ab 73%
Mittlere Aktivität, Darstellung von ab 40% bis 73%
Schwache Aktivität bis 40 %

Schema 2 Quadrantenschema

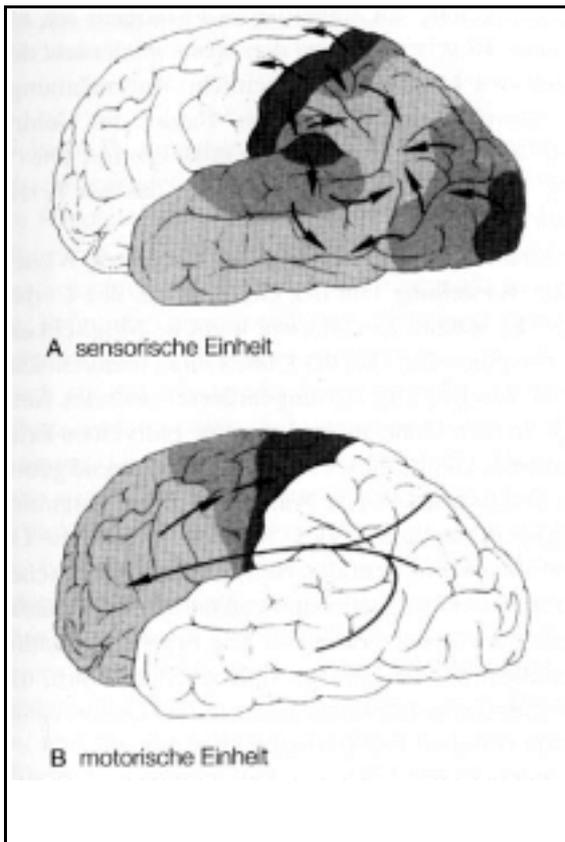


Das Gehirn läßt sich in dieser Brainmapping-Darstellung gut in vier Quadranten einteilen, welche (von oben gesehen)

vorne links und rechts von frontal bis central aufteilen

und hinten von parietal bis okzipital links und rechts aufteilen.

Mit diesem ‚Quadrantenschema‘ können topographische Besonderheiten der Aktivität zugeordnet werden. Dabei lassen sich



die Amplitudenstärken der jeweiligen Frequenz mit einer Aktivierung des jeweiligen Quadranten betrachten und Schlüsse auf die Funktionalität der darunterliegenden Felder erstellen (vgl. [Abbildung 29](#)).

Abbildung 29: Die erste funktionale Einheit des Cortex - die sensorische Einheit. (Dunkelgrau unterlegte Zonen entsprechen primären Regionen, hellgrau unterlegte sekundären Regionen, weiß belassene Bereiche sind tertiäre Regionen.) Die sensorische Information gelangt von den primären über die sekundären in die tertiären Regionen und wird dabei von der einfachen Sinnesempfindung zu

symbolischen Empfindungen ausgearbeitet. B. Die zweite funktionale Einheit des Cortex - die motorische Einheit. Die symbolischen Vorgänge aus der sensorischen Einheit werden in den tertiären motorischen Einheiten in Intentionen übersetzt und anschließend in den sekundären

und primären motorischen Regionen in Handlungsmuster. (Nach A. R. Luria 1973 in Kolb & Whishaw, 1996)

Der frontale und präfrontale Bereich wird nach Luria als motorisch-intentionale Einheit und der hinter der Zentralfurche liegende Teil als sensorisch rezeptorischer Teil verstanden. Diese Bereiche unterteilen sich in primäre, sekundäre und tertiäre Rindfelder, welche, je nach Lernerfahrung und anatomischer Reifung, der Differenzierung und Kategorisierung von Wahrnehmungsinhalten wie auch der gezielten Ausführung von Handlungen dienen. Dabei wird von einer hierarchisch, seriellen Verarbeitung des afferenten und efferenten Informationsflusses ausgegangen (Kolb & Whishaw, 1996: 143ff). Durch die Lateralisierung der Aktivität läßt sich eine Tendenz in der Verarbeitungsstrategie von Informationen erkennen (vgl. 8.1 oben).

9.2.4.5 Artefaktkontrolle

Zur Artefaktkontrolle lassen sich insgesamt vier separate Kanäle parallel aufzeichnen. So können Kontaminierungen des EEGs durch Augenbewegungen mit dem EOG, Herzschlagfrequenzen durch das EKG oder Potentialeinstreuungen der Hals- und Kopfmuskulatur durch ein EMG beobachtet werden. Zusammen mit den 28 EEG-Spuren lassen sich diese Spuren auf einem optionalen, optischen Laufwerk abspeichern. Für die vorliegende Untersuchung stand leider kein optisches Laufwerk zur Verfügung und die Artefaktkontrolle erfolgte visuell, durch Videüberwachung des Probanden und der 8 EEG-Wellen auf dem Bildschirm. Durch die Variation der verschiedenen EEG-Montagespuren (z.B. Set A: F3+4, C3+4, P3+4, O1+2; oder Set B: F3+4, T3+4, T5+6, C3+4; etc. vgl. **Abbildung 28**) auf dem Bildschirm läßt sich für diese Pilotstudie während der Aufzeichnung und bei der Untersuchung der Videoaufzeichnung ein beschränktes Maß an Artefaktkontrolle ermöglichen. Auf eine Aufzeichnung des EEGs und der Artefaktquellen auf einem herkömmlichen EEG-Schreiber wurde aus methodischen Gründen verzichtet. So ließ sich durch einen minimalen Aufwand maximale Effektivität im gegebenen Setting herstellen.

Zur Messung der Elektrodenwiderstände stand ein Impedanzmeter zur Verfügung und die Impedanzen der Elektroden wurden unter 11 k Ω gehalten. Optimal wäre ein Elektrodenwiderstand von <5.6 k Ω gewesen. Dies ließ sich aber nicht durchgängig realisieren.

Eine Artefaktkontrolle war nur über eine genaue visuelle Inspektion der jeweiligen 2.5 Sekunden umfassenden Mittelwertbilder und das Videoprotokoll möglich. Dabei wurde auf eine gleichmäßige Aktivität der Frontalregion auf dem δ - und θ -Band

geachtet. Insbesondere auf dem δ -Band lassen sich die Augenbewegungen am deutlichsten an den Elektroden FP1+2 erkennen. Die Augenbewegungen lassen sich im laufenden EEG sehr einfach durch Verschiebungen der EEG-Spur erkennen. Die kurzen Muskelkontraktionen sorgen bei der ECI-Cap für einen minimalen Ruck, welcher dann vom BrainImager als δ - oder θ -Welle interpretiert werden kann und Amplitudensprünge von bis zu 270 μ V erzeugen kann. Solche Ereignisse erzeugen aber in der Darstellung der einzelnen Maps eine deutliche Erhöhung der Skalierung und lassen sich von daher eingrenzen. Als Konfidenzbereich ist in dieser Untersuchung eine Skalierung bis zu 105 μ V festgelegt worden. Da sich unter den Versuchspersonen keine Epileptiker befanden und auch im Ruhe-EEG keine durchgängig hohen Amplituden auf dem δ -Band beobachtet werden konnten, kann beim entspannten Sitzen davon ausgegangen werden, daß ‚echte‘ EEG-Reaktionen in diesem Bereich zu finden sind. Alle Maps, welche über diese Skalierung hinausgingen, eine gleichmäßige, erhöhte Aktivität um die Elektroden FP1+2 aufwiesen und auch im Videoprotokoll keine andere Ursache als beispielsweise Bewegung zuließen, wurden eliminiert. Die deutlichsten Augenbewegungen lassen sich bei einem EEG, welches mit geschlossenen Augen aufgezeichnet wird, mit einer hohen Trefferquote differenzieren. Nur eine Messung (vgl. [Abbildung 34](#)) machte hier Probleme, da sich im Mittelwertbild hohe δ -Werte sehen ließen, die verantwortlichen Maps aber nach den oben aufgeführten Kriterien nicht artefaktverdächtig waren.

Eine mögliche EMG-Einstreuung durch eine Aktivität in den Temporal- oder Okzipitalregionen läßt sich über eine visuelle Inspektion der Maps nur begrenzt detektieren. Die Überlagerung des EEG-Signals durch die schnelleren EMG-Frequenzen, ist am besten in der laufenden EEG-Spur zu erkennen. Mögliche Hinweise finden sich evtl. in der Darstellung der Unterschiedswahrscheinlichkeiten. Da die ECI-Kappe mit einem Gummiband auf Spannung gehalten wird, welches am Brustgurt befestigt wird, sind die für die Aufrichtung des Kopfes benötigten Muskelkräfte erhöht. Eine Aufrichtung führt dabei jedoch auch zu einer minimalen Verschiebung der Kappe. Diese Verschiebung wiederum läßt sich durch eine erhöhte Amplitudenaktivität in den Maps feststellen. So sind durch den oben beschriebenen Konfidenzbereich von 105 μ V auch die Bewegungsartefakte eingeschränkt. Im ungünstigsten Fall werden aber die ‚echten‘ EEG-Reaktionen oberhalb von 105 μ V damit auch ausgegrenzt (vgl. [Tabelle 11](#)), doch ist die topographische Gestalt der Augenbewegungen relativ klar differenzierbar. Zur genaueren Analyse, der von mir

für die Untersuchung verwendeten Daten, sei hier auf den Appendix II verwiesen (vgl. 12.2 unten).

Eine sehr große Hilfe zur Einschätzung der Verlässlichkeit der errechneten Mittelwerte ist das Mapping der Standardabweichung. So läßt sich einerseits ein topographisch lokalisierbarer Grad der Verlässlichkeit des jeweiligen Frequenzbandes und regionaler Aktivität bestimmen, aber andererseits auch die Variabilität einer ansonsten als statisch erscheinenden Aktivität bewerten. Erwartungsgemäß wird die Variabilität auf dem δ -Band am höchsten sein.

Eine weitere Hilfe bei nicht vorhandenen EEG-Originalspuren bietet die Statistiksoftware des „NeuroScience BrainImager“-Systems selbst. Die Skalierung der EEG-Amplitudenbereiche betrug in dieser Untersuchung durchgehend 256 μ V. Abweichungen in den Amplitudenwerten, welche über die Grenzwerte in den zur Verfügung stehenden Statistiktabelle und die eingestellte Skalierung hinausgehen, werden bei der Verarbeitung durch rot aufleuchtende Maps signalisiert. Dies zwingt zur erneuten Editierung der einzelnen Maps.

9.2.5 Statistische Auswertung der Rohdaten

Der NeuroScience BrainImager beinhaltet ein Statistikpaket zur statistischen Auswertung der Rohdaten. Nach der Beseitigung von Artefakten können Mittelwerte (Average abgekürzt Avg) und Standardabweichungen (SD = Standard Deviance) über Individuen und Gruppen errechnet und mit dem Student's T-, dem Mann-Whitney-U-, und dem Z-Test verglichen werden.

Bei der Aufzeichnung des EEGs wird vom NeuroScience BrainImager parallel alle 2.5 Sekunden ein Mittelwertbild errechnet, auf dem Bildschirm dargestellt und die numerischen EEG-Roh-Daten auf eine Diskette gespeichert. Aus diesen Rohdaten werden die Mittelwerte errechnet.

9.2.5.1 Individualmittelwerte, Signifikanzmapping und T-Test

Für die Berechnung des Individualmittelwertes (IndAvg) werden von der integrierten Statistiksoftware des NeuroScience BrainImagers zuvor Sub-Mittelwerte (Sub-Avg) über frei wählbare Zeitabschnitte errechnet. Das Pre-Set schlägt hier Bildraten von acht Einzelbildern vor. D.h., 8 x 2.5 Sekunden = 20 Sekunden als ein Sub-Mittelwert. Aus diesen sukzessiv errechneten Sub-Mittelwerten wird der Individualmittelwert über einen gegebenen und von Artefakten befreiten Meßzeitraum ermittelt (NeuroScience, : 10-2). Auf gleiche Weise entstehen die Maps für die Standardabweichung. Zur Berechnung absoluter Mittelwerte und

Standardabweichung müssen die Bildraten auf ein Einzelbild gesetzt werden. Dieses Verfahren ermöglicht eine Berücksichtigung zeitlich gebundener Mittelwerte und SDs und wäre somit für eine Analyse von Hörprozessen über die Länge von Musikstücken tauglich.

In der Berechnung des Ruhe-EEG-Mittelwertbildes wurde aufgrund der kurzen gemittelten Zeitabschnitte von einer Minute eine Bildrate von drei Bildern pro Sub-Avg eingestellt. Um möglichst nah an den von der Musik hervorgerufenen Reaktionen zu bleiben, wurde in der vorliegenden Untersuchung zur Berechnung des Individualmittelwertes das Pre-Set von acht Bildern pro Sub-Mittelwert belassen. Pro gehörtes Musikstück und Hörkondition entstand demnach ein Individualmittelwert (z.B. ein Mittelwert für das Hören des *King Crimson* Titels ohne Cannabis und ein Mittelwertbild für das Hören mit Cannabis).

Im Signifikanzmapping werden die Signifikanzniveaus der Veränderungswahrscheinlichkeiten in ihrer topographischen Verteilung dargestellt (vgl. hierzu Duffy, 1986; Duffy et al., 1981; Maurer, 1989).

Die Frage, welche in diesem Versuch beantwortet werden soll, ist, ob sich durch den akuten THC-Konsum (unabhängige Variable) das Musikhören (abhängige Variable) verändert.

Dabei wird hypothetisch davon ausgegangen, daß sich dies durch Veränderungen im topographischen EEG abbilden läßt und daß das Hören der selben Musikstücke bei einer Person eine ähnliche Gehirnaktivierung herbeiführen würde. Um dabei den Einfluß von Cannabis auf die Musikwahrnehmung zu bestimmen, wird der Pre-THC-Mittelwert als Referenzgröße (Reference) gewählt und mit dem Post-THC-Mittelwert (Comparison) verglichen. Diese beiden Pre/Post-THC-Mittelwerte können durch einen einschwänzigen T-Test miteinander verglichen werden. Die entstehenden Unterschiedswahrscheinlichkeiten beziehen sich demnach auf den Post-THC-Mittelwert und geben Auskunft über die Wahrscheinlichkeit topographischer EEG-Veränderungen nach Cannabiskonsum beim Musikhören.

Um den Unterschied des Musikhörens zur Ruhe zu bestimmen, werden die Pre/Post-Ruhephasen vor den Musikstücken mit dem Musikhören verglichen. Dazu lassen sich beide Pre/Post-Musik-Mittelwerte mit den Pre/Post-Ruhe-EEG-Mittelwerten der Person vergleichen und ihre Veränderungswahrscheinlichkeiten lokalisieren.

Der T-Test vergleicht die jeweils 168 Datenwerte von Mittelwert und Standardabweichung der Pre-THC-Kondition und der Post-THC-Kondition. Die 168 Datenwerte entstehen aus den 6 Einzel-Maps für die δ -, θ - α - β_{1+2} Frequenzbänder, inklusive Spektralband. Die 6 Einzel-Maps wurden zuvor aus den

Samplewerten der 28 EEG-Spuren berechnet und so entstehen $6 \times 28 = 168$ Datenpunkte pro Mittelwert und entsprechender Standardabweichung. Der T-Test vergleicht die topographisch korrespondierenden Datenpunkte der Pre- und Post-THC-Kondition und berechnet jeweils 168 T-Werte. Jeder einzelne T-Wert wird über die im Statistiksoftwarepaket integrierten Signifikanztabellen bestimmt und in seinem Signifikanzniveau im Signifikanzmapping darstellbar. Die höchsten Änderungswahrscheinlichkeiten lassen sich mit $p < .001$ oder $p < .005$ Signifikanz angeben. Darunter folgt die Prozentdarstellung von $p < .01$, $p < .025$ und $p < .05$ und schwächer.

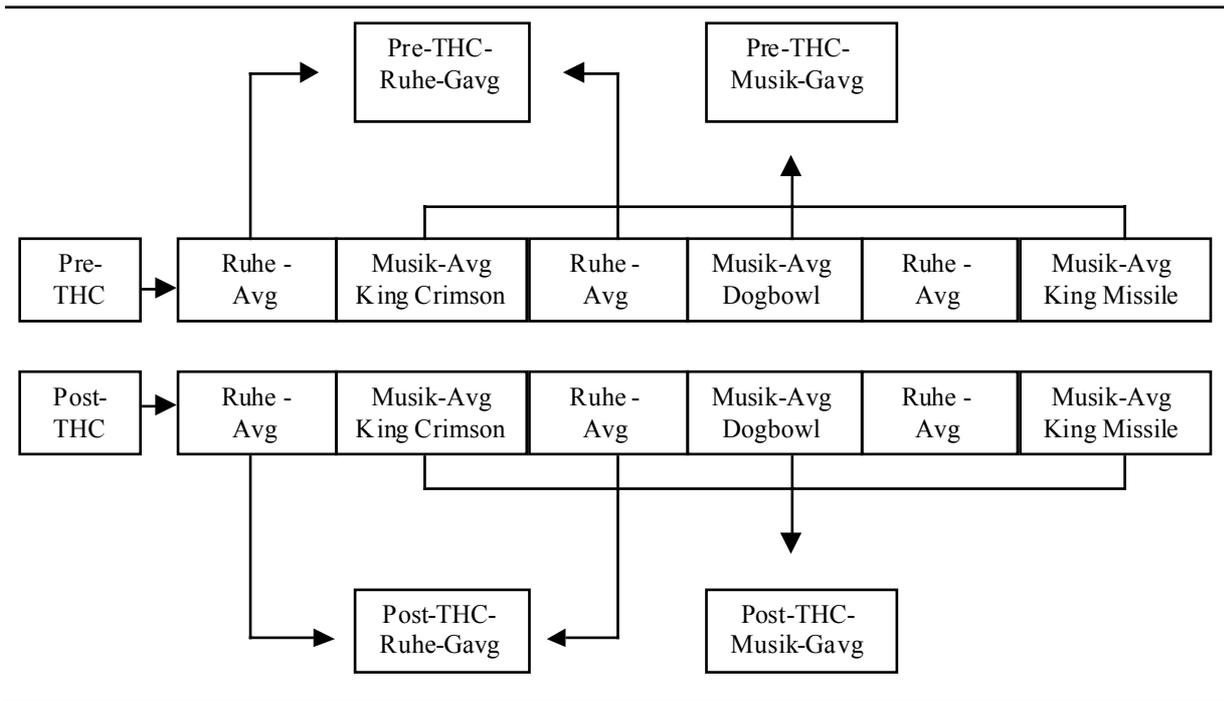
So ist - je nach Fragestellung - das Signifikanzniveau auf 1% ($p < .01$) oder auf 5% ($p < .05$) festlegbar, oder es läßt sich in noch höherer Wahrscheinlichkeit ($p < .001$ oder $p < .005$) anlegen. In der Wissenschaft ist es allgemein üblich Signifikanzniveaus in Prozentwerten zu bezeichnen. Da das Musikhören keine einheitliche cerebrale Aktivierung wie beispielsweise der REM-Schlaf erzeugt und von Person, Situation und der gehörten Musik abhängig ist, wäre für die Frage, ob Cannabis einen signifikanten Einfluß auf das Musikhören ausübt, ein Signifikanzniveau von 1%, d.h. von $p < .01$ bei der kleinen Versuchsgruppe angemessen.

Streng genommen heißt das hier, daß Veränderungen unterhalb eines Signifikanzniveaus von $p < .01$ eher als zufällig anzunehmen sind. Veränderungen von $p < .01$ sollen demgegenüber als signifikant cannabisinduzierte Veränderungstopographien akzeptiert werden.

Doch wollen wir generell herausfinden, ob sich überhaupt etwas verändert. Dabei interessieren uns bei dieser Untersuchungsmethode zunächst die lokalisierbaren Bereiche, in denen eine Pre/Post-THC-Veränderung im EEG nachweisbar wird. Aus den resultierenden Signifikanzmappings kann auf cannabisinduzierte, topographische Unterschiede des EEGs beim Hören des Musikstückes vorher und nachher geschlossen werden. Aus der Funktionalität der entsprechenden Regionen und aus den oben beschriebenen Forschungsergebnissen sollen dann Rückschlüsse auf die Qualität der Veränderungen für die Musikwahrnehmung getroffen werden. Aus den Veränderungsmustern kann auch begrenzt auf die Verbindung von topographisch unterschiedlichen Gehirnzentren bei den jeweiligen Testaufgaben geschlossen werden.

9.2.5.2 Gruppenmittelwerte, EEG-Normdatenbanken und Z-Test

Gruppenmittelwerte (Gavg = Group Average) werden gewöhnlich aus einer Gruppe von Individuen mit gleichen Charakteristika erstellt.



Schema 3: Individual- und Gruppenmittelwerte einer Person

In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Gesamtgruppenmittelwert für die Pre/Post-Konditionen der Ruhe und Musik für jede Person (siehe 9.3.1.5; 9.3.3.1.4; 9.3.3.2.2; 9.3.3.3.1 unten) wie auch für alle vier Versuchspersonen (vgl. 9.3.4 unten) erstellt. Dazu wurden beispielsweise die Individualmittelwerte (Avg) der einzelnen Musikstücke für die Kondition des Hörens ‚ohne Cannabis‘ und ‚mit Cannabis‘ zu jeweils einem Gruppenmittelwert (Gavg) des Musikhörens über alle drei Musikstücke zusammengefaßt und berechnet. Schema 3 zeigt die jeweiligen Datenquellen des Gruppenmittelwertes bei der ersten Versuchsperson. So entstanden sowohl Gruppenmittelwerte für das Hören vorher (Pre-THC-Musik-Gavg) und nachher (Post-THC-Musik-Gavg) als auch für die Ruhe-EEG Aufzeichnungen (Pre- oder Post-THC-Ruhe-Gavg).

Auch diese Gruppenmittelwerte wurden mit dem T-Test auf ihre Änderungswahrscheinlichkeiten überprüft. Bei einer Anzahl von nur vier Versuchspersonen ist in einer solchen Exploration die Tendenz und der heuristische Wert von Interesse. Eine statistisch valide Aussage können diese Gruppenmittelwerte schon aufgrund der kleinen Gruppe nicht erwarten lassen. Eine Anwendung des Z-Testes, um Abweichungen von Individualmittelwerten im Verhältnis zu einem Gruppenmittelwert zu erstellen, erübrigt sich demnach auch.

Der Z-Test wird zur Überprüfung von Einzelmittelwerten mit dem Mittelwert einer Gruppe angewendet. Dafür sollte eine EEG-Normdatenbank vorliegen, mit welcher

die jeweiligen Mittelwerte hätten verglichen werden könnten. Doch dafür hätte für die vorliegende Untersuchung, vor der THC-Untersuchung mit dem BrainImager eine Ruhe-EEG-Datenbank erstellt werden müssen, welche aus möglichst vielen ‚normalen‘ Probanden generiert worden wäre. Mit dem daraus errechneten ‚Norm-Ruhe-EEG‘-Gruppenmittelwert hätten die jeweiligen Individualwerte mit dem Z-Test verglichen werden können, sowie Unterschiede von Ruhe-EEG und Besonderheiten im EEG der jeweiligen Hörkondition im Verhältnis zu einer EEG-Norm differenziert werden können. Eine solche normative Datenbank lag derzeit nicht vor. Die Erstellung einer solchen Datenbank mit dem Neuroscience BrainImager und ein Vergleich wäre ein mögliches Projekt für weitere Forschungen.

9.2.5.3 *Topographische Unterschiede, Gemeinsamkeiten und ‚Shifts‘ der EEG-Gestalt*

Auch wenn ein statistisches Mittelungsverfahren den Ereignischarakter des Hörprozesses nicht qualitativ und individuell erlebnisbezogen berücksichtigt, ermöglicht eine quantitative Mittelung der Rohdaten über eine Meßphase schon einen Einblick in charakteristische Reaktionen und Aktivierungen der kortikalen Verarbeitung innerhalb dieser Meßphase. Dazu stehen uns folgende Beobachtungsschwerpunkte zur Verfügung:

1.) Betrachtung der *Unterschiede* der Meßphasen

Auf die jeweiligen Mittelwerte wurde ein in die Meßsoftware integrierter *T-Test* angewendet, um die Signifikanz der Mittelwertunterschiede der Meßreihe nachzuprüfen. Anhand der errechneten topographisch zugeordneten *T-Werte* und der entsprechenden Wahrscheinlichkeitswerte läßt sich eine Aussage darüber machen, mit welcher Signifikanz sich die Aktivität aufgrund von THC in Bezug zur Meßsituation und der präsentierten Musik verändert hat. Zudem läßt sich anhand der *T-Werte* der Bereich darstellen, in welchem sich die meisten Aktivitätsunterschiede in diesem Vergleich der Mittelwerte ereignen.

So zeigt der *T-Test* jedoch nur die Mittelwertunterschiede und nicht die Gemeinsamkeiten zwischen den einzelnen Meßphasen und ihren Mittelungen. D.h. die Bereiche, in denen sich – beurteilt nach dem *T-Test* - wenig verändert können demnach Bereiche sein, in welchen der cerebrale Modus des Musikhörens weiterhin bestehen bleibt.

2.) Betrachtung der *Gemeinsamkeiten* innerhalb der Meßphasen

Die Areale, in denen sich augenscheinlich immer wieder etwas ‚Gleiches‘ und ‚Typisches‘ ereignet, können durch visuellen Vergleich der Farbabstufungen und Schwerpunkte der topographischen EEG-Gestalt auf den Frequenzbändern sondiert werden. So kann man sich dem ‚Fluß konstanter Veränderung‘ durch eine qualitative Analyse und Beschreibung der konstant auftretenden Qualitäten und Ereignisse nähern. Da in der vorliegenden Untersuchung Musik gehört wird, ist möglicherweise zu erwarten, daß das kognitive Verarbeitungsmuster des Musikhörens eine relativ gleichbleibende topographische EEG-Gestalt behält. So werden solche gleichbleibenden Muster wohl kaum in der Darstellung der Unterschiede zu beobachten sein.

3) Betrachtung der *EEG-Gestalt*

Als EEG-Gestalt wird hier die topographische Form verstanden, welche sich aus den relativen %-Anteilen der jeweiligen Frequenzbänder, den Amplitudenverteilungen mit ihren Gravitationszentren und Abschwächungen wie auch der Verteilung der Spitzenfrequenzen im Spektralband ergibt. Die jeweiligen Muster behalten – wie wir noch sehen werden – eine für die Person typische Grundgestalt, welche sich nur in Verlagerungen und Abschwächungen der Aktivität durch die Ereignisse in den Untersuchungen ändert.

4) Beobachtung der *Shifts* und *Gravitationszentren* topographischer Aktivität

Aus den Farbabstufungen und der Verschiebung der gravitatischen Zentren dieser Farbabstufungen lassen sich Shifts, d.h. Verlagerungen nach anterior und posterior oder Lateralisierungen der gravitatischen Aktivität beschreiben. Als gravitatische Zentren der topographischen Darstellungen werden hier jene Aktivitätsmuster verstanden, welche ihr Amplitudenmaximum und dort herum gelagerte Absenkungen der Amplituden - ähnlich einem Berg - (David et al., 1989a) aufweisen. Ein Shift ist demnach eine Verlagerung eines Gravitationszentrums oder einer EEG-Gesamtgestalt nach einem Ereignis in der Meßreihe. So war z.B. ein Schwerpunkt der ‚Eyes-Closed‘ α -Aktivität vor dem Rauchen deutlich okzipital zu verorten und verlagerte sich nach dem Rauchen in parietale Regionen, oder zu Beginn der Untersuchungen war ein Schwerpunkt der α -Aktivität in Ruhe parietal rechts und verlagerte sich beim Musikhören nach parietal links, etc.

9.3 Ergebnisse

Da die vorliegende Untersuchung keinen direkten inhaltlichen Vergleich zu anderen Untersuchungen beziehen kann, sollen im ersten Untersuchungsstrang (eine VPN

mit Folgeuntersuchung, 9.3.1 unten) der EEG-Untersuchung möglichst viele situative und persönliche Qualitäten im EEG darstellbar werden. In der Einzelfallstudie liegt der Fokus auf den Qualitäten der Veränderung im Bezug zur Musik. In der Darstellung der Ergebnisse wird chronologisch vorgegangen. Um dem Prozeß des veränderten Hörens, den Rauschphasen und ihren Wirkplateaus möglichst gerecht zu werden, soll die Abfolge der Musikstücke und die Abfolge der Ruhephasen beachtet werden.

Im zweiten Untersuchungsstrang, welcher die Folgeuntersuchung von VPN1 und drei weitere VPN einschließt, (vgl. 9.3.3 unten) wird es darum gehen, die aus dem ersten Untersuchungsstrang herausgearbeiteten Qualitäten und eventuell wiedererkennbare Veränderungen des EEG auf ihre Quantität hin zu überprüfen.

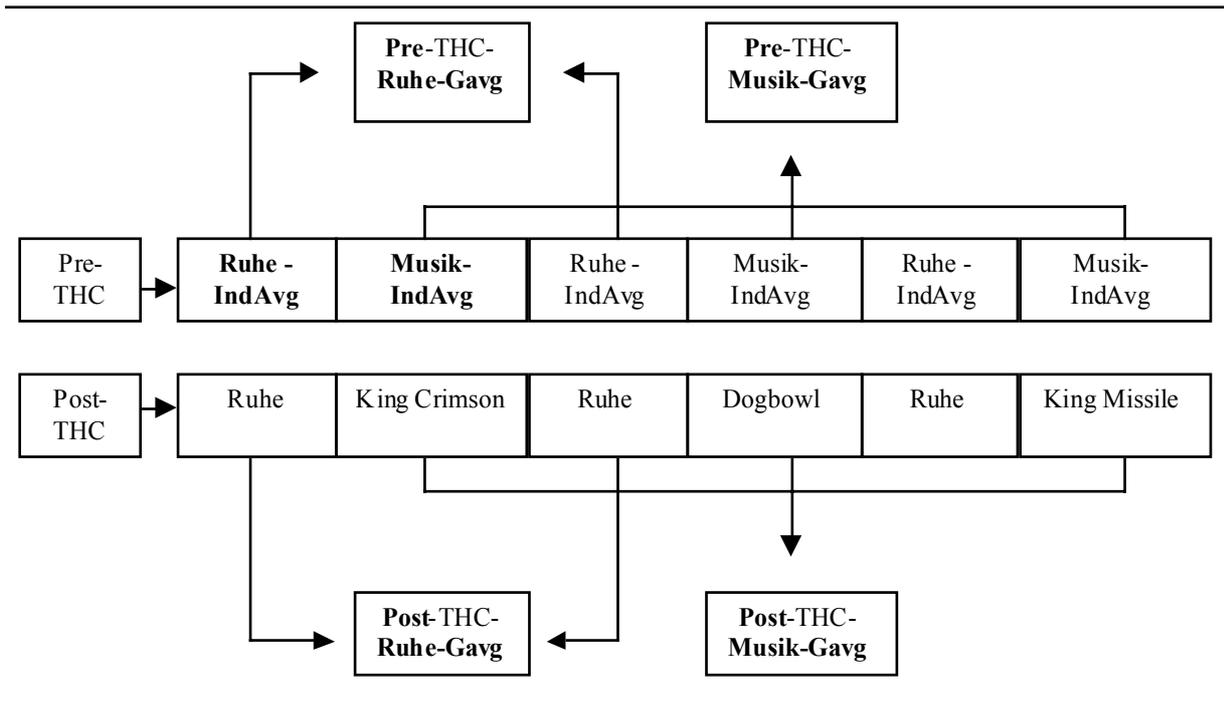
9.3.1 Einzelfallstudie

Im folgenden wird die EEG-Untersuchung einer Person beim Hören selbstgewählter Musikstücke im privaten Setting des eigenen Wohnzimmers dargestellt. Das Follow-up der Einzelfallstudie wurde im zeitlichen Abstand von drei Jahren durchgeführt. Die Substanzsorte blieb gleich.

In diesem ersten Untersuchungsstrang soll bei einer Versuchsperson:

- 1.) der Unterschied zwischen dem Pre- und Post-THC-Ruhe-EEG herausgearbeitet werden (siehe 9.3.1.1 unten); die Ruhephasen werden dabei als Gruppenmittelwerte der Ruhephasen vor dem Hören des jeweiligen Musikstückes errechnet. Die Ergebnisse des Pre/Post-THC-Ruhe-EEGs sind mit den Ergebnissen aus Kapitel 6.3 oben vergleichbar.
- 2.) das Pre-THC-Ruhe-EEG mit dem Pre-THC-Musik-EEG verglichen werden; diese Ergebnisse sind vergleichbar mit den Ergebnissen der Untersuchungen in Kapitel 8.3 oben.
- 3.) das Pre-THC-Musik-EEG mit dem Post-THC-Musik-EEG (Avg und Gavg) verglichen werden.
- 4.) das Pre-/Post-THC-Ruhe-EEG mit dem Pre-/Post-THC-Musik-EEG verglichen werden.
- 5.) die Ergebnisse der ersten Untersuchung mit den Ergebnissen der Folgeuntersuchung verglichen werden.

Im folgenden Schema läßt sich die prinzipielle Zuordnung der oben genannten Vergleichspaare nachvollziehen.



Schema 4: Versuchphasen und Mittelwertbildung der Einzelfallstudie, untere Reihe wie obere

Die jeweiligen Individual- oder Gruppenmittelwerte werden anhand eines T-Tests miteinander verglichen, um so die topographischen Unterschiedswahrscheinlichkeiten sichtbar zu machen. Der jeweilige Referenz- und Vergleichswert wird benannt, oder ist aus dem Appendix II zu entnehmen (Kap. 12.2 unten). Anhand dieser Bilder kann eine Aussage darüber gemacht werden, wo in welchen Gehirnarealen dieser Versuchsperson Unterschiede zu erkennen sind.

Die Interpretation der Daten soll direkt beim jeweiligen Bild vorgenommen werden, um so den qualitativen Kontext zu erhalten. In der Zusammenfassung soll dann das durchgängig zu beobachtende Verhalten des EEGs dargestellt und interpretiert werden.

9.3.1.1 Ruhevergleich

Im folgenden werden die Ergebnisse der ersten Untersuchung von Versuchsperson 1 („Carlo“)⁶ dargestellt. Aus den einminütigen Ruhephasen vor den ersten beiden Stücken (*King Crimson + Dogbowl*) wurden Gruppenmittelwerte errechnet und die Pre-/Post-Ruhephasen mit dem Gruppen T-Test verglichen (vgl. Appendix II, 12.2.3.2 unten). Da das Wirkplateau ca. 10 - 30 Minuten nach dem Rauchen am stärksten ausgeprägt ist (vgl. 9.2.2 oben), soll dem Hören des ersten Musikstückes unter Cannabis eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Deshalb sollen

⁶ Carlo ist ein erfundener Name

hier auch die Hör- und Ruhephasen mit oder ohne THC miteinander verglichen werden.

Die EEG-Ruhephasen, welche miteinander verglichen wurden, hatten nicht dieselbe Bildanzahl und auch nicht die gleiche Zeitlänge (vgl. Appendix II, 12.2 unten). Durch Artefaktkontrolle variierten die ausgewerteten Anteile, obwohl die EEG-Ruhezeit von einer Minute während des Versuches bei allen Versuchspersonen annähernd gleich war. (vgl. Schema 1).

9.3.1.1.1 Ruhe ohne Cannabis

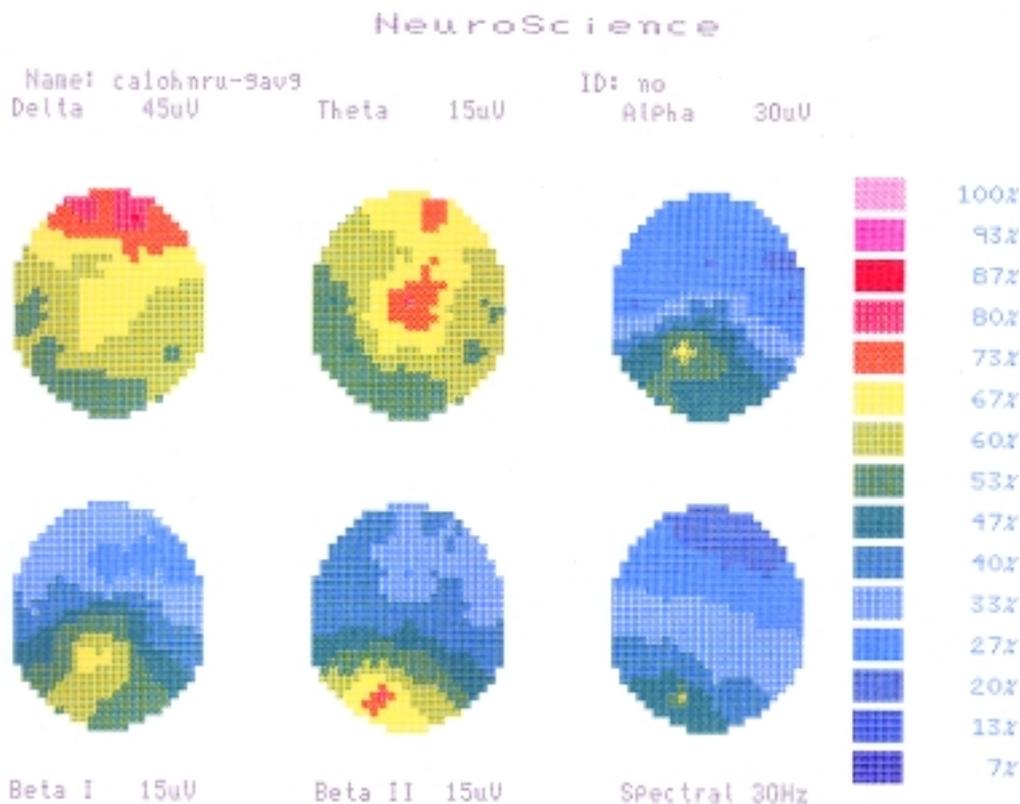


Abbildung 30: calohnru-Gavg; Gruppenmittelwert Pre-THC-Ruhe-EEG

In Ruhe ohne Cannabis war auf dem θ -Band über dem Vertex eine Aktivität um 12 μV zu erkennen, ebenso auf dem β 2-Band okzipital links.

Der α -Fokus bei geschlossenen Augen in Ruhe zeigt einen Shift nach links-parietal mit einem Amplitudenmaximum um 20 μV am Meßpunkt P3.

Das Spektralband, in welchem die Spitzenfrequenz des entsprechenden Gehirnareals dargestellt wird (vgl. 5.3.2 oben), zeigt eine Synchronisierung der frontalen Regionen mit dominanten θ -Frequenzen um 6 Hz und eine über central aufsteigende Desynchronisierung der Aktivität nach 18 Hz okzipital. Insgesamt beherrschen erwartungsgemäß α -Frequenzen mit Amplitudenpeaks bis zu 20 μV das Ruhe EEG. Lediglich links okzipital desynchronisiert sich die Aktivität.

Die Standardabweichung verzeichnete nur auf dem δ -Band präfrontal Abweichungen mit Peaks bis zu 8 μV . Bei einer Skalierung von 30 μV läßt dies bei den relativ hochamplitudigen δ -Wellen auf präfrontal deutlich unterschiedliche Aktivität schließen. Alle anderen Frequenzbänder blieben unter 3 μV was auf gleichbleibende Aktivität der jeweiligen Regionen schließen läßt.

Das Bild läßt einen entspannten Wachzustand mit einem Shift der Aktivität in die linke Hemisphäre erkennen. Von einer ‚Hyperfrontalität der α -Wellen‘, wie Struve sie in seinen Ruhe-EEG-Brainmapping-Untersuchungen festgestellt hatte (Struve et al., 1994) (vgl. 6.1.3.4 oben), ist in diesen EEG-Bildern eines Gewohnheitskonsumenten bisher nichts zu erkennen.

Kurzüberblick

- θ -Amplitudenmaxima über Vertex
- α -Gravitationszentrum parietal links
- Desynchronisierung nach okzipital

9.3.1.1.2 Ruhe mit Cannabis

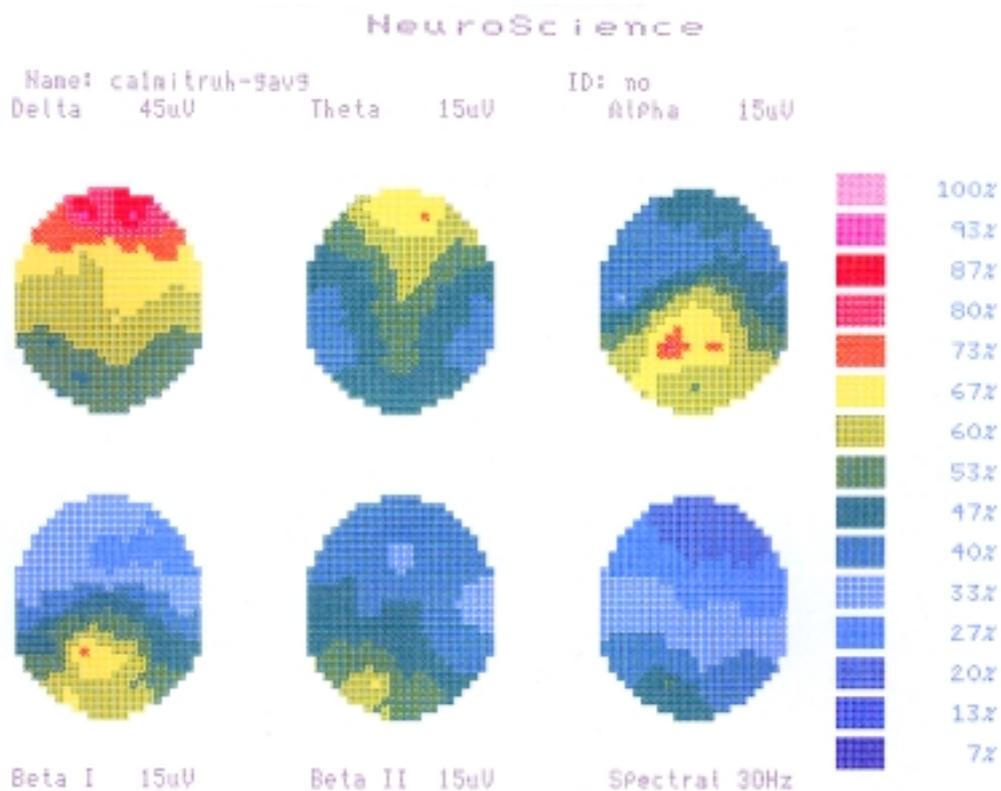


Abbildung 31: ca1mitruh-Gavg, Gruppenmittelwert Post-THC-Ruhe-EEG

Das Post-THC-Ruhe-EEG zeigt eine ähnliche EEG-Gestalt der Cortexaktivierung wie im Pre-THC-Ruhe-EEG, jedoch mit einem leichten Linksshift der parietalen und okzipitalen Regionen. Alle Frequenzbänder lassen eine Abschwächung der Amplituden erkennen. Der α -Rhythmus hat frontal zugenommen, ist parietal von zuvor maximal 20 μV auf ein Amplitudenmaximum von 10 μV abgeschwächt und

zeigt im Vergleich zum Pre-THC-Ruhe-EEG einen Shift von links-parietal nach central.

Auf den beiden β -Bändern ist eine Synchronisierung der Aktivität zu sehen. Der vorher erkennbare links-okzipitale Peak hat sich zu einem Anstieg der langsameren β_1 -Frequenzen mit Fokus in der Parietalregion nach vorn verlagert. Dies lässt sich auch auf dem Spektralband nachvollziehen, welches im Vergleich zum Pre-THC-Ruhe-EEG eine Synchronisierung der β -Aktivität deutlich macht.

Im Spektralband ist rechtslateral eine, sich nach anterior ausweitende Dominanz höherer α -Frequenzen zu erkennen. Die Amplitudenmaxima des θ -Bandes über dem Vertex sind deutlich abgeschwächt und die vormals auch in den posterioren Temporal- und Parietalregionen erkennbaren Flanken der θ -Aktivität sind völlig verschwunden. Die sowohl vorher als auch nach dem Rauchen frontal konstanten δ -Amplituden deuten auf einen Entspannungszustand.

Kurzüberblick

- Absinken der gesamten Amplitudenmaxima, insbesondere θ
- höhere α -Frequenzen und Absinken (ca. 10 μV) der α -Amplituden
- Absinken der β -Frequenzen und Shift von okzipital links nach parietal links

9.3.1.1.3 Vergleich der Mittelwerte

Im Vergleich der Ruhe-Gruppenmittelwertunterschiede (vgl. Appendix II, [12.2.3.3 unten](#)) lässt sich keine signifikante Veränderung feststellen. Als Referenzgröße wurde die ‚Ruhe ohne THC‘ installiert und gegen die ‚Ruhe mit THC‘ verglichen.. Lediglich das θ -Band zeigte eine sehr schwache Unterschiedswahrscheinlichkeit ($p < .1$), was mit dem beschriebenen Abflachen der θ -Amplituden im Post-THC-Ruhe-EEG konsistent ist.

9.3.1.1.4 Ruhe-Unterschiede im Vergleich zur Folgeuntersuchung

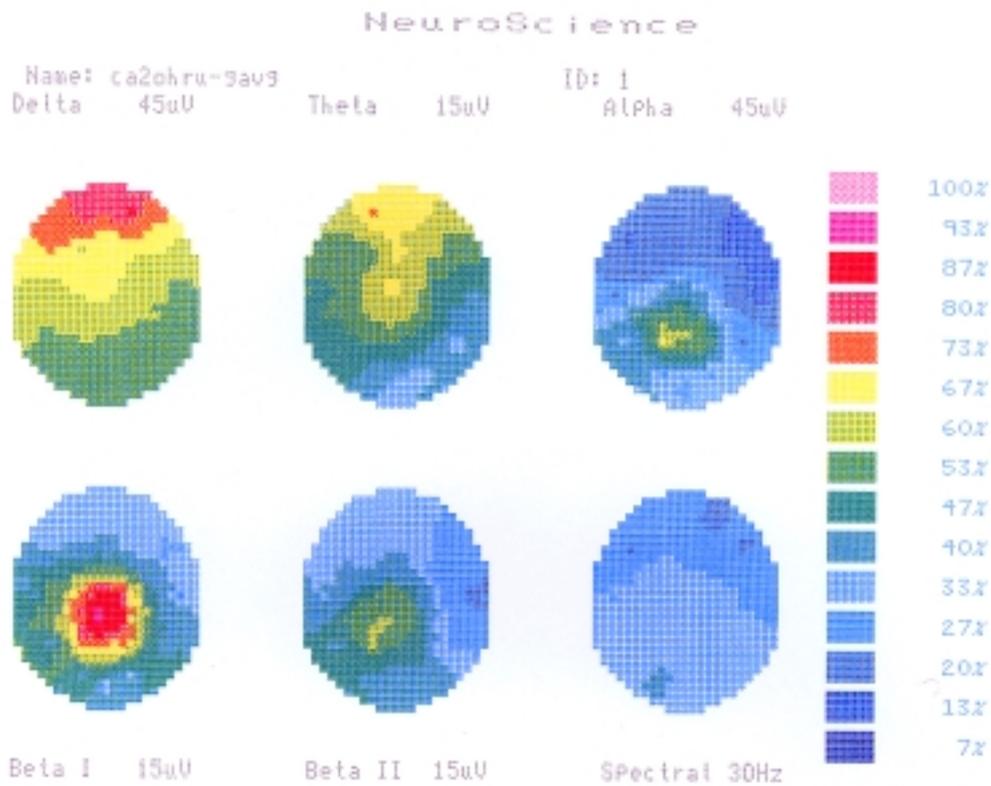


Abbildung 32: ca2ohru-Avg, Pre-THC-Ruhe-EEG Folgeuntersuchung

In der Folgeuntersuchung erscheint das Pre-THC-Ruhe-EEG in einer ähnlichen topographischen Amplitudengestalt wie in der ersten Untersuchung. Die EEG-Grundgestalt dieser Person ließ sich in diesem Ruhebild wiederholt in ähnlicher Tendenz darstellen. Deutlich erkennbar ist die nach links verschobene Aktivität der α - und β -Frequenzen in den parietalen Regionen und die - hier jedoch geringer ausgeprägte - Verschiebung nach rechts in den frontalen Regionen der δ - und θ -Bänder. Im Spektralband dominieren im Gegensatz zur [Abbildung 30](#) die tieferen α -Frequenzen. Dies läßt auf eine linkslaterale analytisch-rationale Verarbeitungsstrategie bei kognitiven Prozessen schließen.

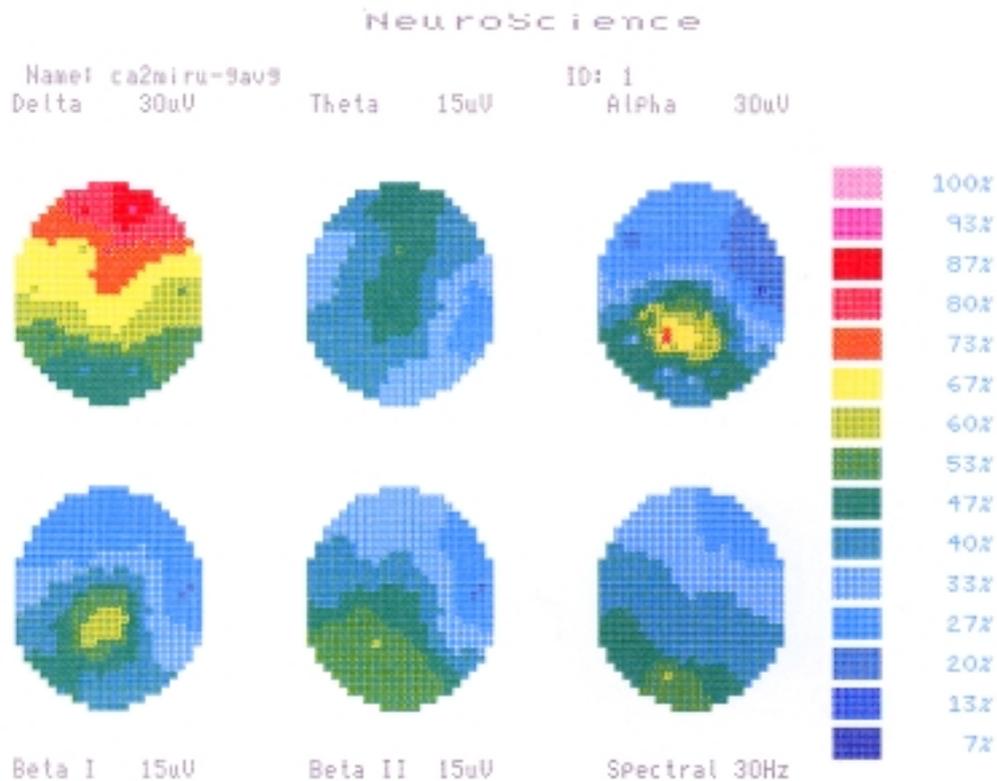


Abbildung 33: ca2miru-Avg, Post-THC-Ruhe-EEG Folgeuntersuchung

Im Post-THC-Ruhe-EEG findet sich auch wieder die Abschwächung der Amplitudenaktivität über alle Frequenzbänder, einschließlich des α -Bandes. Im Spektralband läßt sich hier, wie auch schon in [Abbildung 31](#) deutlich, eine Desynchronisierung erkennen.

9.3.1.1.5 Diskussion der Desynchronisierung im Post-THC-Spektralband

Die Desynchronisierung im Spektralband bei Entspannung ist nicht unbedingt zu erwarten. Falls in der Entspannung ein Regenerierungsvorgang dominant ist, würde sich das erwartungsgemäß in einem Nachlassen der Zellfeuerungsaktivitäten und im EEG mit einer Synchronisierung äußern. Die Abschwächung der Amplitudenwerte würde auch darin ihren Ausdruck finden. Desynchronisierung ist eher ein Zeichen dafür, daß viele Zellen im Prozeß der Informationsverarbeitung komplexerer Sachverhalte etwas zu verarbeiten haben. Hier ist es möglich, daß die Cannabiswirkungen bei dieser Person zu einer vermehrten Desynchronisierung führten. So deuten diese EEG-Maps eher auf eine Entspannung hin, welche von einer regen geistigen Tätigkeit begleitet wird.

9.3.1.2 Musikstück I: King Crimson „Song of the Seagulls“

9.3.1.2.1 Hören von King Crimson ohne Cannabis

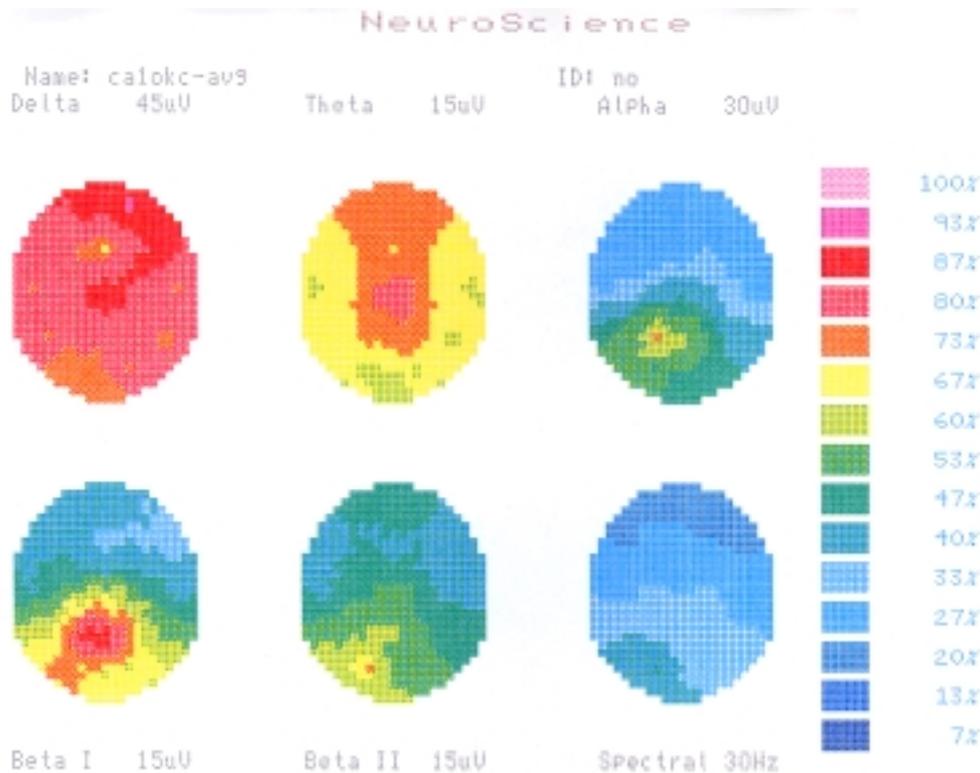


Abbildung 34: calokc-Avg, Pre-THC-King Crimson-Avg

Im Mittelwertbild des ersten Musikstückes zeigt sich eine starke, nach frontal gerichtete Aktivität auf dem δ - und dem θ -Band. Das δ -Band zeigt eine globale Aktivierung mit einem Aktivitätszentrum in der rechten Frontalregion.

Ähnlich wie im Ruhe-EEG ohne Cannabis (Abbildung 30) erkennen wir einen Gipfel der θ -Aktivität über dem Vertex. Das α -Band hingegen zeigt einen deutlich nach anterior links parietal verlagerten α -Fokus und im Vergleich zum Ruhe-EEG einen leichten lokalen Anstieg der Amplitude um 2 μ V. In der Standardabweichung fällt die Variabilität des α -Fokus' in der Parietalregion von bis zu 7 μ V auf.

Auch das β 1-Band verdeutlicht eine großflächig links parietal zentrierte Aktivität, jedoch beim Musikhören mit angestiegener Amplitude, während hingegen das β 2 Band abgeschwächt erscheint und eine okzipital links fokussierte Aktivität erkennen läßt. Beide β -Bänder zeigen im Mapping der Standardabweichung keine Abweichungen wie das δ - und α -Band.

Im Spektralband wird eine nach anterior verlaufende Desynchronisierung der EEG-Aktivität und insbesondere des α -Bandes sichtbar. Präfrontal und frontal dominieren θ -Frequenzen mit 6 Hz und entlang des motorischen Cortex' beherrschen die tieferen α -Frequenzen um 8 Hz das Bild über beide Gehirnhälften. Post-central wird die Körperfühlsphäre und der parietale Cortex mit einer Flankierung nach rechts-okzipital von 10 Hz repräsentiert. Die anteriore Temporalregion um T5 wie auch die inferiore Okzipitalregion um O1 läßt eine Dominanz der höheren α -Frequenzen bis 12 Hz erkennen.

Kurzüberblick

- Deutlicher Anstieg von Amplitude und %-Anteil des θ -Bandes
- nach anterior links parietal verlagerter α -Fokus
- Anstieg der α -Amplitude um 2 μ V und der β_1 -Amplituden bei Musik

9.3.1.2.1.1 Diskussion der Pre-THC-EEG-Gestalt, δ -Peaks und Kontemplation

Insgesamt präsentiert sich das Hören der Musik bei geschlossenen Augen in einer Desynchronisierung von rechts frontal nach okzipital links.

Bei der Betrachtung der Standardabweichung ließen sich auf dem δ -Band höhere Abweichungen von bis zu 13 μ V beobachten. Bei der Artefaktkontrolle fielen fünf hochamplitudige Bilder (ca. 105 μ V) auf, welche aber sowohl vom Videoprotokoll, als auch von der topographischen Gestalt nicht als Bewegungs-, oder EOG-Artefakte zu dechiffrieren waren und innerhalb des gewählten Konfidenzbereiches von 105 μ V lagen. Zudem können δ -Amplituden durchaus solche Werte erreichen. Deshalb wurden diese als eine mögliche Reaktion auf die Musik interpretiert. Doch führen diese Maps offensichtlich in der Mittelung der Bilder zu diesen erhöhten Abweichungen und der globalen Aktivierung des δ -Bandes.

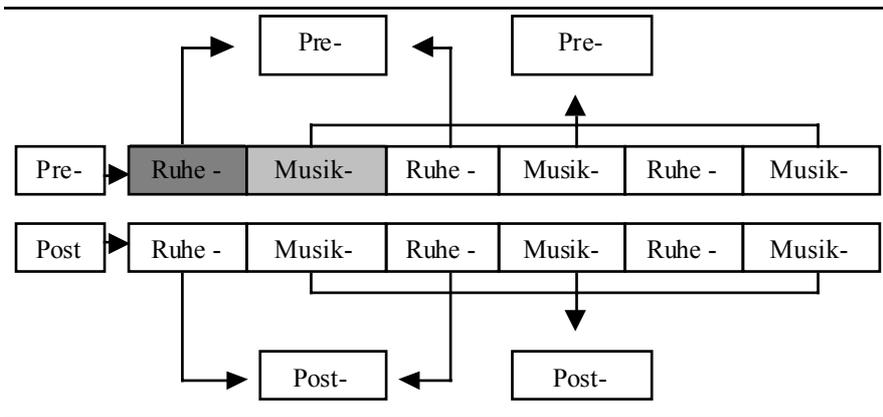
Die starke Aktivität auf dem θ -Band läßt sich in Korrelation zu dem mehr kontemplativen, getragenen Charakter des ersten Musikstückes in der Reihe sehen. Der meditative Charakter des Musikstückes initiiert möglicherweise im Zusammenhang mit dem entspannten Sitzen im Sessel mit geschlossenen Augen insgesamt eine trophotrope Umschaltung der Körpersysteme auf Entspannung und Beruhigung (David et al., 1983), was hier vielleicht sogar auch zu den Verstärkungen im δ -Band führte. Vielleicht sehen wir aber hier kurze schlafähnliche Anteile eines Kontemplationsvorganges, wobei die tieffrequenten EEG-Wellen - im Sinne Jovanovs - eine höhere Integrationsebene der Informationsbindung repräsentieren (Jovanov, 1999).

Walker berichtete von Verstärkungen der δ -Aktivität in der Okzipitalregion beim Hören von Rockmusik (Walker, 1977), doch läßt sich dieses Musikstück nicht als Rockmusik bezeichnen und die δ -Peaks finden sich in der Frontalregion.

Die nach parietal-okzipital stärkeren, tieferen α -Frequenzen von 8+10 Hz lassen eine entspannte Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die Musik erkennen (Krause et al., 1999) (vgl. 8.2 oben). Im Vergleich zum Pre-THC-Ruhe-EEG sind die α -Amplituden beim Musikhören in parietalen Regionen angestiegen. Die nach

okzipital links verstärkte Desynchronisierung auf dem höheren α -Band um 12 Hz deutet auf kognitive Differenzierungsvorgänge und Gedächtnisvorgänge hin (Klimesch, 1996; Klimesch, Schimke & Pfurtscheller, 1993) (vgl. 5.4.2.2 oben). Das Erleben ist auf Rezeption der Musik bezogen, hier könnte dies beispielsweise eine durch die Musik hervorgerufene Erinnerung oder Visualisierung sein.

9.3.1.2.2 Vergleich PreKC-THC-Ruhe und Pre-THC-KingCrimson



Schema 5: Vergleich Ruhe und Musik

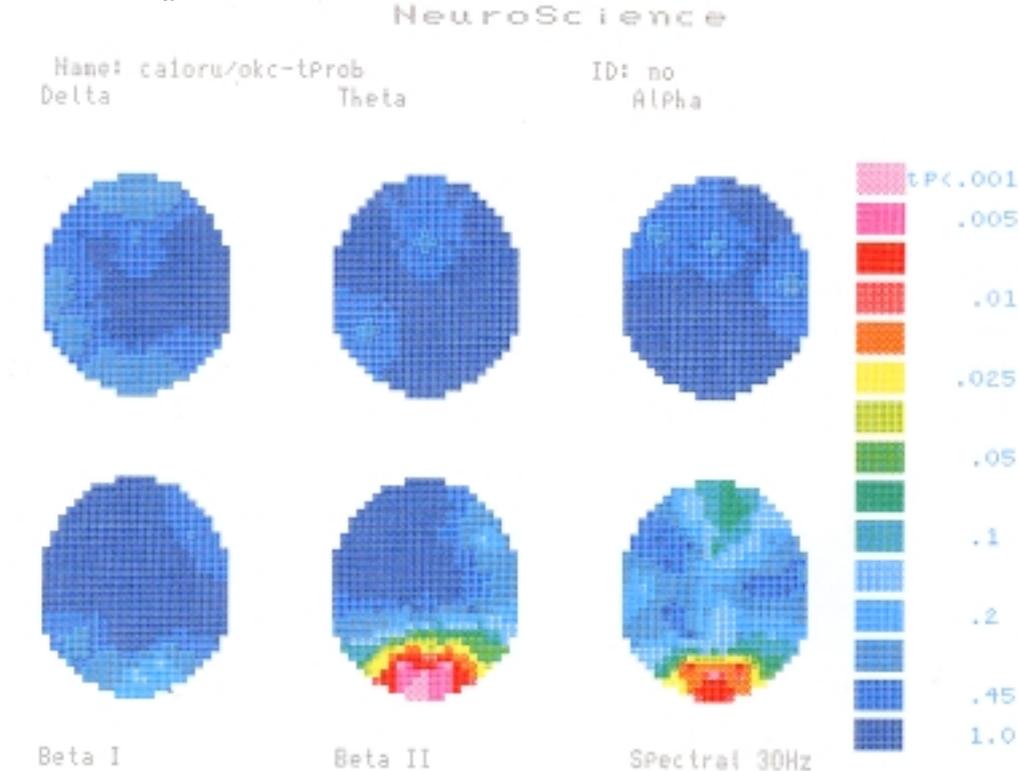


Abbildung 35: ca1oru/okc-Tprob, Vergleich Ruhe und Musik

Beim Vergleich der Individualmittelwerte der einminütigen Ruhephase vor dem Hören von *King Crimson* mit dem Musikhören von *King Crimson* stellte sich ein hochsignifikanter Unterschied ($p < .001$) auf dem β_2 -Band ein. Der Okzipitallappen

scheint auf dem β 2-Band während des Musikhörens eine hochsignifikant andere Aktivität zu vollziehen als in der Ruhephase. Alle anderen Frequenzbänder hingegen ließen kaum Unterschiedswahrscheinlichkeiten erkennen.

Veränderungen in der Okzipitalregion beim Musikhören wurden auch von (Walker, 1977) (δ -, θ -Veränderungen) und (Konovalov & Otmakhova, 1984) (α -Asymmetrien) berichtet. Auch Petsche beobachtete Kohärenzzunahmen in der Okzipitalregion (Petsche, 1993).

9.3.1.2.3 Hören von King Crimson mit Cannabis

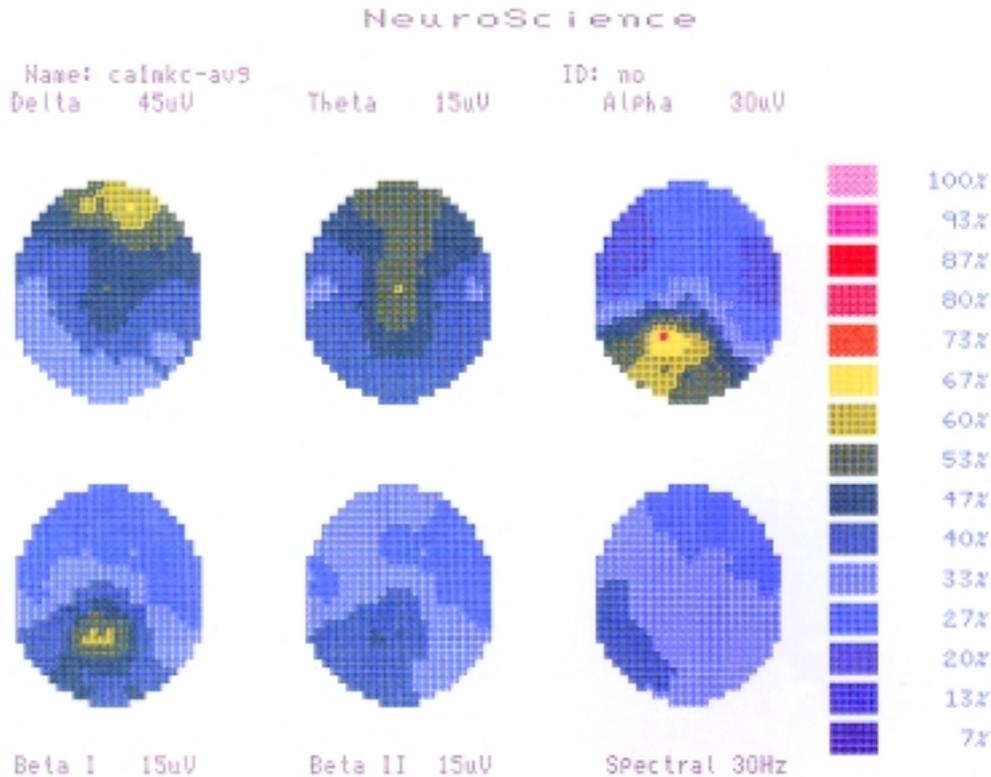


Abbildung 36: calnkc-Avg, Post-THC-King Crimson-Avg

Insgesamt präsentiert sich das Post-THC-Musik-EEG der Person in %-Anteil und Amplitude abgeschwächt. Jedoch mit einer ähnlichen Aktivierungsgestalt wie schon im Ruhe-EEG, nämlich einem Shift der höheren Frequenzen parietal-okzipital nach links und auf den tieferen Frequenzen frontal nach rechts. In der Standardabweichung zeigt lediglich das δ -Band rechts präfrontal eine Variabilität bis zu 8 μ V. Alle anderen Frequenzbänder lassen sich mit Abweichungen unter 2 μ V beziffern.

Das Hören des gleichen Musikstückes mit Cannabis wiederholt die auch schon oben in [Abbildung 31](#) im Post-THC-Ruhe-EEG beobachtete Abschwächung der Amplitudenaktivität über die δ -, θ - und β -Frequenzbänder. Es finden sich kaum Areale mit starker Aktivität, sondern diese Areale haben sich wie auf dem δ -Band im Vergleich zur Darstellung ohne Hanf (bei gleicher Skalierung) auf einen prozentual mittleren Aktivitätsanteil abgeschwächt.

Auf dem α -Band läßt sich parietal links, im Vergleich zum Hören ohne Cannabis, ein leichter Anstieg von ca. 2-4 μV der Amplitudenaktivität erkennen. Der Anstieg läßt sich im Hirnstrombild entlang der parietal-okzipitalen Furche von P3 nach PO1 nachvollziehen.

Kurzüberblick

- Das Aktivitätsmuster ist gleich geblieben, Abbildung einer EEG-Korrelation der Hörstrategie der Person
- Empirisch bekannte Amplitudenabschwächung besteht über alle Frequenzbereiche
- Desynchronisierung der Hauptfrequenzaktivität zugunsten von α über dem gesamten Cortex, aufsteigende α -Frequenzen im Spektrum
- Ein Anstieg der α -Aktivität in der P3 Region im Vergleich zum Hören ohne Cannabis, starker Anstieg der α -Amplituden im Vergleich zur Ruhe mit Cannabis; es bestehen stärkere Interaktionen zwischen optischen und akustischen Zentren

9.3.1.2.3.1 Diskussion des parietalen α -Anstieges – reverse Alpha?

- *höchster α -Peak bei Musikhören mit Cannabis*

Im Ruhe-EEG mit Cannabis (vgl. [Abbildung 31](#)) zeigte sich eine Abschwächung der α -Amplituden auf 10-12 μV . Im Pre-THC-Musik-EEG sehen wir einen parietalen α -Anstieg auf 20 μV . Beim Hören von Musik unter Cannabiseinfluß hingegen steigt die Amplitudenaktivität auf dem α -Band auf bis zu 24 μV an, ohne dabei die topographische EEG-Gestalt zu verändern. Auch die Hörstrategie der Person scheint sich demnach bei diesem Musikstück topographisch in ähnlicher Gestalt wie die Grundgestalt des Ruhe-EEGs abzubilden. Doch sowohl beim Hören mit Cannabis als auch beim Hören ohne, ist die schon im Ruhe-EEG ([Abbildung 30](#)) erkennbare, individuelle Grundstruktur eines links-parietalen α -Fokus und ein gravitatischer Rechtsshift der frontalen langsameren δ - und θ -Frequenzen zu beobachten. Der Anstieg und die parietale Ausbreitung der α -Amplituden scheint demnach auf das Hören von Musik unter Cannabiseinfluß zurückzuführen zu sein. Die Frage, ob sich das individuelle Grundmuster der topographischen Aktivierung hält oder musikspezifisch verändert, sollte in den folgenden Messungen weiter beobachtet werden.

- *umgekehrte Proportionalität – ‚reverse Alpha‘ im High-Zustand?*

Die Abschwächung der EEG-Aktivität ist aus EEG-Untersuchungen mit Cannabis bekannt (Hanley et al., 1976; Struve & Straumanis, 1990) (vgl. [6.1.3 oben](#)). Die Versuchsperson berichtete aber von einer intensiveren Wahrnehmung des Musikstückes als vorher und einer fast an den Zustand eines ‚High-Seins‘ grenzenden Bewußtseinszustand. Dazu kam ein intensives Körperschwereempfinden, das Gefühl wie ein Stein, eben „stoned“ zu sein (vgl.

Tart, 1971). Inwiefern dieses Mittelwertbild einen Zustand des „High-Seins“ repräsentieren kann, während hingegen das objektivierte Aktivierungsniveau, auch im Sinne der Amplitudenwerte eher als „low“ einzustufen ist, und ob dabei vielleicht ein umgekehrt proportionales Verhältnis, wie bei dem oben erwähnten Zeitdehnungseffekt (Melges et al., 1970; Melges et al., 1971), zum Ausdruck kommt, läßt sich nur hypothetisch vermuten. Volavka und Rodin fanden positive Beziehungen von α -Rhythmusveränderungen und subjektivem „High“-Empfinden (Rodin et al., 1970; Volavka et al., 1973). Die Veränderungen auf dem α -Band ähneln Ergebnissen von Entspannung, Meditation und euphorischen Zuständen und kennzeichnen die Umschaltung auf einen veränderten Wachbewußtseinszustand (vgl. 5.4.2.2 oben).

Die Amplitudenverhältnisse lassen in dieser EEG-Epoche eine *umgekehrt proportionale Aktivität* erkennen. Vor dem Rauchen waren die Amplituden insgesamt frontal stärker und parietal geringer. Nach dem Rauchen senken sich die EEG-Amplituden aller Frequenzen insgesamt ab, steigen aber links parietal um den Meßpunkt P3 an, was auf rezeptorische Aktivitäten wie das Hören von Musik schließen läßt.

Jausovec weist darauf hin, daß ein Anstieg der α -Power umgekehrt proportional zum mentalen Anstrengung („inversely related to mental effort“ (Gerlic & Jausovec, 1999)) steht. Das heißt, die α -Amplituden steigen an, wenn das Gehirn weniger zu arbeiten hat. Bei Begabten und ‚normalen‘ Versuchspersonen ließen sich Unterschiede in der Ausprägung der α -Amplituden feststellen. Intelligente Menschen hatten höhere α -Amplituden, da sie für die Aufgabe nicht so viel mentale Energie benötigten, fokussiertere kognitive Strategien entwickelt hatten und das Gehirn demnach nicht ‚so viel zu arbeiten‘ hatte (Gerlic & Jausovec, 1999; Jausovec, 1997b; Jausovec, 1998).

Wenn die Amplitudenwerte vor dem Rauchen beim Musikhören parietal geringer waren, bedeutet dies nach Jausovec‘ Verständnis, daß die Wahrnehmung und Verarbeitung der Musik mit mehr Arbeitsaufwand verbunden war als nach dem Cannabiskonsum. Es stellt sich die Frage: Bedeuten die hier angestiegenen α -Amplitudenwerte dementsprechend einen leichteren und effektiveren Umgang mit musikalischer Information? Ist dies ein physiologisches Korrelat des High-Seins, sich temporär in einer anderen, leichteren Verarbeitungsstrategie zu fühlen und die Zusammenhänge klarer vor Augen zu haben, wie Tart‘ s Versuchspersonen bestätigten (Tart, 1971) oder wie Messrow (vgl. 2.3.3 oben) es beschrieb? Die oben

aufgeführten Veränderungen der metrischen Einheiten (Globus & al, 1978), der verstärkten Wahrnehmung höherer Frequenzbereiche (de Souza et al., 1974), Curry's Beschreibung einer Hyperfokussierung auf den akustischen Raum, die veränderten Zeitperspektiven und geschwächten Filtersysteme bei einer gleichzeitigen Anhebung der Selbsteinschätzung durch eine euphorischere Stimmung, ließen sich als Komponenten einer solchen erleichterten Strategie argumentativ integrieren.

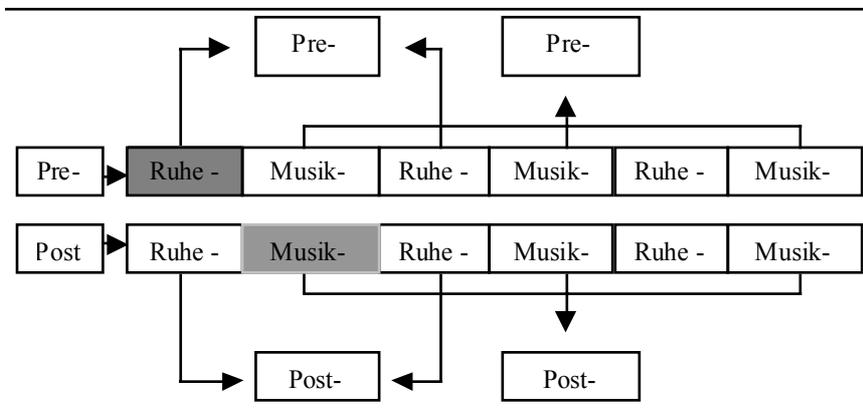
- Euphorie und antizipatorische Bewegungskbereitschaft?

Lukas fand in seiner Untersuchung euphorischer Zustände eine Lateralisierung der parietalen α -Frequenzen und -Amplituden bei P3 (Lukas et al., 1995) (vgl. 6.2.3 oben) Nach seinem Dafürhalten könnten die über der Parietalregion angestiegenen α -Amplituden eine antizipatorische Bewegungskbereitschaft durch einen Stimmungswechsel darstellen. Da dieses Musikstück eher einen getragenen, kontemplativen Charakter hat, ist hier eine rhythmische Bewegungskbereitschaft zum Tanzen nicht zu erwarten, wohl aber über die trophotrope Umschaltung ein Musikerleben, welches einen meditativen Charakter hat und die Musikbewegungen zum geistigen Erlebnis werden läßt (David et al., 1983) (vgl. 9.2.1.3 oben). So kann hier die antizipatorische Bewegungskbereitschaft in eine lebhaftere Vorstellungstätigkeit und Nachvollzug der Musikbewegungen transformiert werden. Phantasieereisen wurden in Verfahren des Psychedelic Research angewandt und therapeutisch genutzt (vgl. 2.4 oben). Diese Art des Musikerlebens bei Entspannung der Muskulatur in entspannter Sitzhaltung ist dem EEG relativ leicht und alltagsnah zugänglich. In Koukkou's Untersuchungen lief leichte Popmusik als Hintergrundvariable eines entspannten Modellpsychosen-Settings und sie konnte Korrelationen von EEG-Hauptfrequenzen und Veränderungen des Körperschemas wie auch visueller Imaginationen zeigen. Ihr Setting provozierte eine kontemplative Stimmung und im Spektrum zeigte sich ein Absinken der α -Frequenzen mit Übergängen in θ -Bereiche. Koukkou fand Beziehungen zwischen einem Absinken von α -Frequenzen und einem Ansteigen von β -Frequenzen bei visuellen Erfahrungen und Körperbildempfindungsstörungen (Koukkou & Lehmann, 1976; Koukkou & Lehmann, 1978).

In diesem Post-THC-KingCrimson-Avg verdeutlicht sich eine verstärkt rezeptive Tätigkeit und eine Fokussierung der rezeptiven Aufmerksamkeit durch verstärkte Aktivierung auditorischer und angrenzender visuell tertiärer Cortexareale. Nach Kolb breitet sich der auditorische Cortex bis zum parietalen Operculum aus (Kolb &

Whishaw, 1996: 96) und verstärkte α -Amplituden finden sich in dieser Region. Im Vergleich zum Hören ohne Cannabis entspricht dieser veränderten Aufmerksamkeit im Spektralband eine Beschleunigung zu höheren α -Frequenzen nach links parietal-okzipital (Krause et al., 1999), wie auch einer Ausbreitung der α -Frequenzen über den gesamten Cortex. Beim Hören ohne Cannabis dominierten θ -Frequenzen in der Frontalregion und über dem Vertex. In anderen THC-EEG-Untersuchungen ist von einem cannabisinduzierten Absinken der Frequenzgeschwindigkeiten berichtet worden (vgl. **Tabelle 28**). Hier zeigt sich aber im Spektralband ein - im Vergleich zu vorher - aufsteigendes Spektrum und es läßt sich eine Desynchronisierung zugunsten einer Dominanz der α -Frequenzen feststellen.

9.3.1.2.4 Vergleich PreKC-THC-Ruhe und Post-THC-KC



Schema 6: Vergleich Ruhe ohne und Musik mit Cannabis

Zunächst soll untersucht werden, welche Unterschiede sich zu der einminütigen Ruhe ohne Cannabis zeigen.

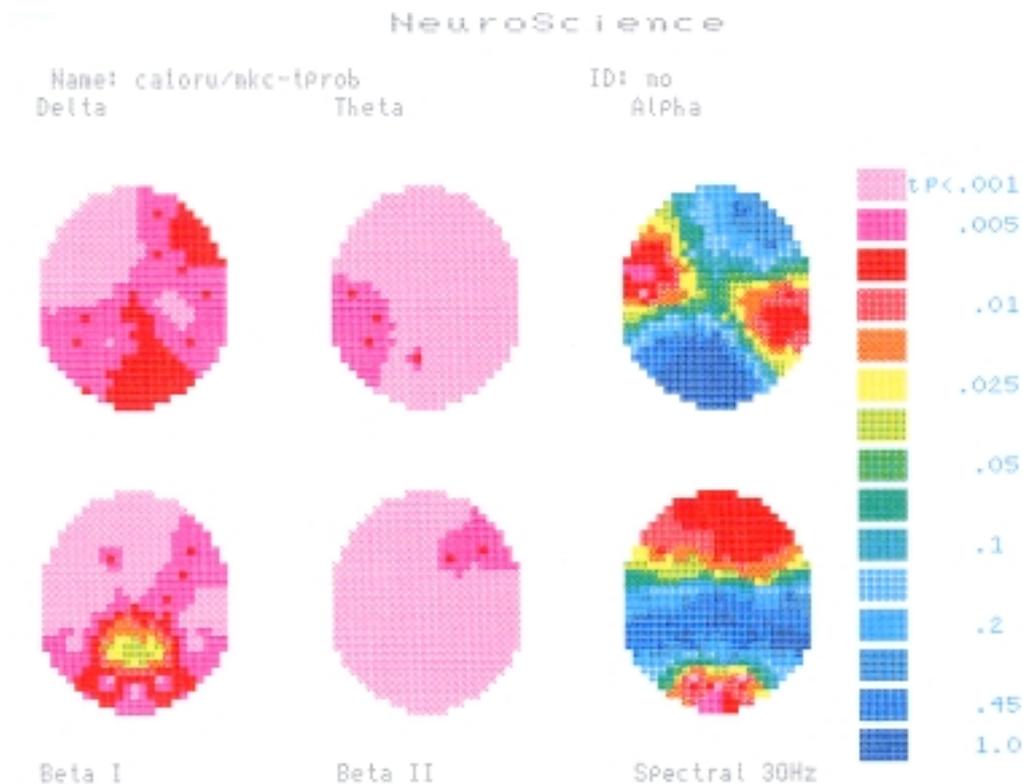


Abbildung 37: caloru/mkc-Tprob, Vergleich der Mittelwertunterschiede Ruhe ohne und Hören mit Cannabis

War im Vergleich von Pre-THC-Ruhe und Pre-THC-Musik (vgl. [Abbildung 35](#)) nur ein signifikanter Unterschied auf dem β 2-Band in der Okzipitalregion zu erkennen (vgl. [9.3.1.2.2 oben](#)), präsentiert sich der Vergleich von Pre-THC-Ruhe und Post-THC-Musik mit großflächig hochsignifikanten ($p < .001$) Unterschieden auf den δ -, θ -, und den β 1+2-Frequenzbändern.

δ zeigt hochsignifikante Unterschiede in der anterioren linken Frontalregion, welche frontal rechts und okzipital absinken. Das θ -Band hält durchgängig eine hochsignifikante Veränderung, welche lediglich in der linken posterioren Temporalregion (T3+5, TCP1) geringer signifikante ($p < .005$) Unterschiede aufweist. Das β 1-Band demonstriert linksseitig von frontal bis inferior okzipital hochsignifikante Veränderungen, welche allerdings über dem superioren Parietallappen auf eine Änderungswahrscheinlichkeit von $p < .025$ abfallen. Das β 2-Band zeigt wiederum eine annähernd durchgängig hochsignifikante ($p < .001$) Veränderung.

Das α -Band bricht aus dieser Einmütigkeit hochsignifikanter Veränderungen deutlich aus und beschert in der linken anterioren fronto-temporalen Region vor der Zentralfurche eine lokal begrenzte Unterschiedswahrscheinlichkeit von $p < .01$ um die Elektroden T3, F7 und FTC1. Der Parietal- und Okzipitalappen zeigten so gut wie überhaupt keine Unterschiedswahrscheinlichkeiten, diese sind in abgeschwächter Form nur nach anterior auszumachen und beginnen post-central entlang des somato-sensorischen Cortex. Ähnlich verhält es sich auf der rechten Seite, doch verschiebt sich der Bereich der erhöhten Wahrscheinlichkeiten nach der posterioren Temporalregion auf eine Unterschiedswahrscheinlichkeit von $p < .01$. Das Zentrum der Unterschiedswahrscheinlichkeit liegt hier zwischen den

Elektroden T4+6 und TCP 2. Im Spektrum erkennen wir frontal und okzipital $p < .01$

Kurzüberblick

- hochsignifikante ($p < .001$) Unterschiede auf δ -, θ -, und β_{1+2} -Frequenzbändern
- fronto-temporal links ($p < .005$) und posterior rechts temporal veränderte α -Aktivität ($p < .01$); parietal keine hohe Änderungswahrscheinlichkeit

9.3.1.2.4.1 Interpretation temporaler α -Veränderungen und frontaler Aktivität

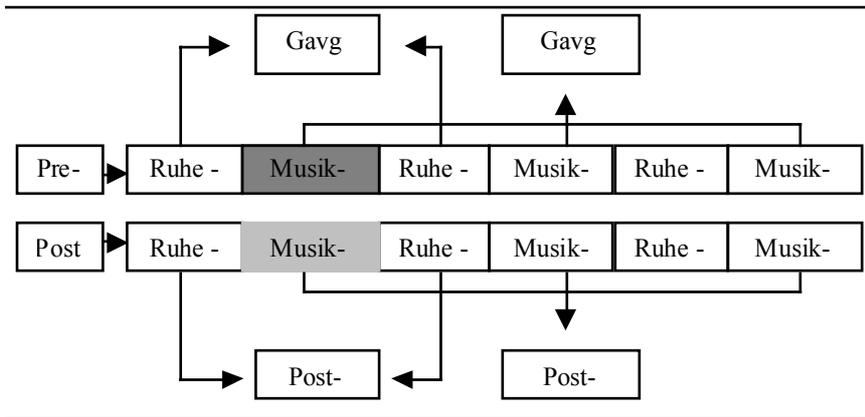
Beide Temporalregionen repräsentieren nach Luria primäre, sekundäre und tertiäre Projektionsfelder und den assoziativen Cortex des sensorischen auditorischen Systems. Somit findet sich in diesem Bild eine Aktivitätsveränderung in direkter Nähe des primären auditorischen Cortex, des daruntergelegenen limbischen Systems und des Hippocampus⁴ während dem Musikhören nach Cannabiskonsum. Dies ist nach den zuvor in [Abbildung 36](#) beobachteten angestiegenen α -Amplituden eine weitere Spur einer durch Cannabis veränderten auditorischen Wahrnehmung. Die Tatsache, daß sich die anderen Regionen kaum verändert haben, spricht dafür, daß der α -Rhythmus eine Indikatorfunktion in der EEG-Gesamtaktivität einnimmt (vgl. [5.4.2.2 oben](#)). Im Vergleich von Ruhe und Musik weist der α -Rhythmus durch Veränderung in beiden Temporalregionen auf die THC veränderte Verarbeitung von Musik. Die Tatsache, daß hier das Pre-THC-Ruhe-EEG gegen das erste Hören von Musik verglichen wird, läßt zudem klar erkennen, daß sich die globale Strategie der Verarbeitung von Musik nach dem Cannabiskonsum geändert hat. Dies findet seine Bestätigung auch in den hochsignifikanten Veränderungen des θ - und β -Bandes.

Einen weiteren Hinweis auf die durch Cannabis veränderte auditorische Wahrnehmung liefert das Spektralband. In der Okzipitalregion finden sich die schon oben im Vergleich von Ruhe und Musikhören ohne THC ([Abbildung 35](#)) beobachteten hochsignifikanten Unterschiedswahrscheinlichkeiten. Zudem sehen wir hier eine erhöhte Wahrscheinlichkeit ($p < .01$) in den rechten präfrontalen und prämotorischen Regionen, welche vor dem motorischen Cortex stark abfällt. In den Frontalregionen fanden sich die meisten CBR-Rezeptoren (Joy et al., 1999), welche nach dem Konsum von Cannabis aktiviert werden und wahrscheinlich für eine Veränderung der elektrischen Aktivität des Gehirnes (vgl. [Kapitel 7 oben](#)) sorgen.

Kurzüberblick

- Veränderungen in beiden Temporalregion auf dem α -Band
- Frontale Spektral-Änderungen ein Hinweis auf CBR-Aktivität

9.3.1.2.5 Vergleich der Mittelwerte beim Hören von King Crimson ohne und mit Cannabis



Schema 7: Vergleich Hören ohne und Hören mit Cannabis

Nachdem wir bisher die Unterschiede zur Ruhe untersucht haben, soll im folgenden geklärt werden, ob sich in den Mittelwertbildern des Hörens ohne und mit THC Unterschiede erkennen lassen.

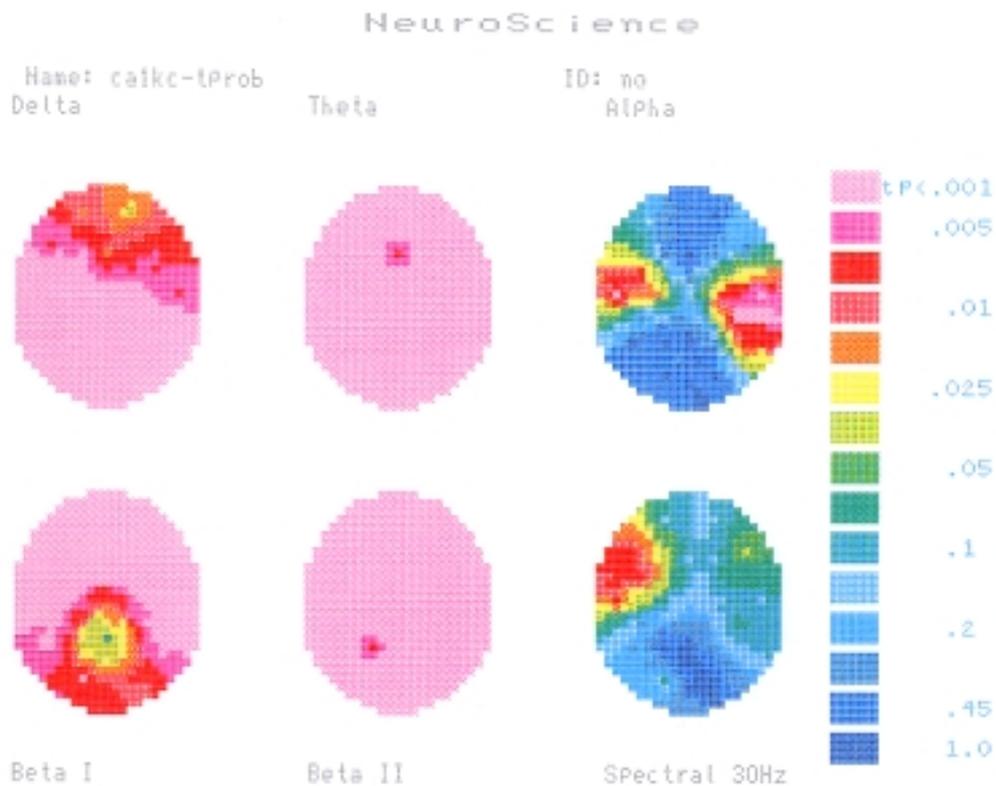


Abbildung 38: *cal1kc-Tprob*, Vergleich der Mittelwertunterschiede beim Hören ,ohne'/'mit'

Insgesamt läßt sich eine hochsignifikante Veränderung nach dem Rauchen auf dem δ -, θ -, β -1+2-Band feststellen. Dies repräsentiert einen weiteren, deutlichen Hinweis auf den Wirkeinsatz von Cannabis. Als Referenzgröße galt hier das Hören

ohne THC (vgl. [Abbildung 34](#)) und als Vergleichsgröße das Hören mit THC ([Abbildung 36](#)).

Kurzüberblick

- hochsignifikante Veränderungen von δ -, θ - und β_{1+2} -Bändern
- hochsignifikanter α -Unterschied des anterior rechten Temporallappens

9.3.1.2.5.1 Interpretation der θ - und β -Veränderungen

War beim Vergleich von Post-THC-Musik-Avg zur Ruhe immerhin noch die Möglichkeit, die hochsignifikanten Unterschiede auf den zeitlichen Abstand von knapp einer Stunde und eine deshalb evt. durch Ermüdung veränderte Tonuslage zu zurückzuführen, verliert sich diese Interpretationsmöglichkeit anhand der erneuten hochsignifikanten Veränderungen im Vergleich der Mittelwerte. Bezogen auf die Vigilanz sehen wir in den θ - und δ -Aktivitäten einen deutlichen Unterschied in den funktional mehr intentional-motorischen Zentren als in sensorisch-rezeptorischen Zentren.

Die θ -Veränderungen deuten auf veränderte emotionale Veränderungen und β_2 -Veränderungen auf signifikante Veränderung der kognitiv-seriiellen Aktivität. Hier wird in der Interpretation davon ausgegangen, daß die β -Aktivität anzeigt, ob das Gehirn in komplexere, serielle Aktivitäten involviert ist oder nicht, also viele kleinere Zellverbände eine Desynchronisierung und Beschleunigung der EEG-Wellen erzeugen. Zudem zeigt sich, in welchen Bereichen das Gehirn aktiviert ist. Auf dem β_1 -Band zeigen sich in der vorderen Hälfte die größten Unterschiedswahrscheinlichkeiten, hier wird im Stirnhirnbereich die Eigenaktivität, eine intentionale Handlung erzeugt. Der rezeptive Bereich im hinteren Teil zeigt geringere, aber dennoch deutliche Unterschiedswahrscheinlichkeiten. Auf dem β -Band lassen sich ab post-central abgeschwächte Unterschiedswahrscheinlichkeiten erkennen. Dies deutet auf die relativ gleichbleibende Tätigkeit des Musikhörens hin, und repräsentiert die cerebrale Hörstrategie durch das wiederkehrende topographische Muster mit parietal-okzipitalem Linksshift.

9.3.1.2.5.2 Temporale α -Veränderungen und -Amplitudenfokus parietal

Die links- und rechtshemisphärischen Temporallappen zeigen Veränderungen auf dem α -Band. Hier wiederholt sich die schon im Ruhevergleich ([Abbildung 37](#)) beobachtete Unterschiedswahrscheinlichkeit im linken anterior fronto-temporalen Bereich und im rechten nach posterior temporal-parietal-okzipitalen Bereich. Waren die Unterschiede im Vergleich Ruhe und Hören mit Cannabis auf der linken

Seite höher signifikant, ändert sich dies nun zugunsten einer hochsignifikanten Unterschiedswahrscheinlichkeit des anterioren rechten Temporallappens (Meßpunkte T6-T4-TCP2). Diese Veränderungen neuraler Aktivität in den auditorischen Rindenfeldern verweisen auf eine veränderte cerebrale Verarbeitung der auditorischen Impulssalven beim Hören.

Im Spektrum sehen wir eine hohe Unterschiedswahrscheinlichkeit linkshemisphärisch fronto-temporal-central (F7-T3-FTC1). Diese deuten auf Veränderungen der Hauptfrequenzen bei der Verarbeitung rechtsseitiger akustischer Information (vgl. [Tabelle 20](#)). Auch dies steht in Übereinstimmung mit den beschriebenen Veränderungen des α -Bandes. Davon ausgehend, daß die hochsignifikante rechts-temporale Veränderung auf dem α -Band eine cannabisinduzierte Veränderung auditorischer Informationsverarbeitung darstellt, repräsentiert dies wahrscheinlich eine veränderte Aktivität des sekundären akustischen Assoziationscortex dieser rechtshändigen Versuchsperson (Kolb & Whishaw, 1996). Diese Veränderung der auditorischen Verarbeitung könnte durch Cannabis hervorgerufen sein.

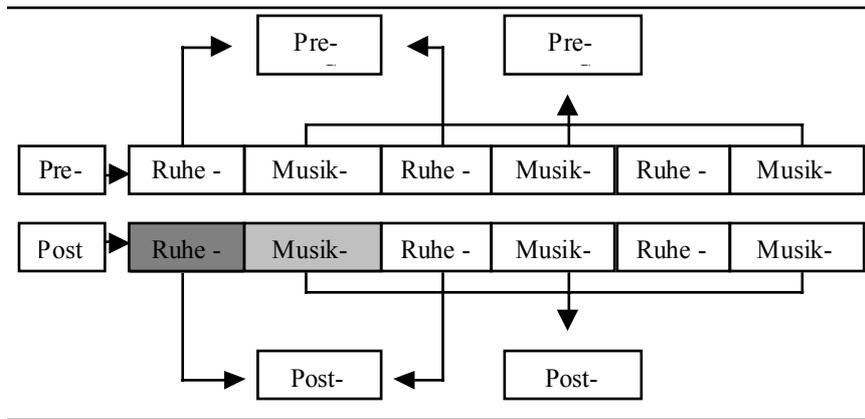
Im Zusammenhang mit den angestiegenen α -Amplituden lassen sich Spuren der in [Abschnitt 3.4 oben](#) beschriebenen Veränderungen der Frequenzpräferenzen, Intensitätsveränderungen und die Fokussierung der auditorischen Wahrnehmung auf den musikalischen Zeitraum erkennen. Die unteren α -Frequenzen von 8-10 Hz dominierten im Spektralband des Post-THC-KingCrimson-Avg ([Abbildung 36](#)) die Temporalregion, was als eine Aufrechterhaltung und Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die akustische Informationsverarbeitung interpretiert werden kann. Dafür sprechen hier im Pre/Post-Musik T-Test ([Abbildung 38](#)) auf dem α -Band die sehr geringen Unterschiedswahrscheinlichkeiten in der Region, in welcher sich der Anstieg der α -Amplituden abzeichnete. Die Fokussierung der Aufmerksamkeit ist hier nach wie vor auf das Hören der Musik gerichtet. Die Aufmerksamkeit scheint aber eine neue Qualität bekommen zu haben.

Daß sich somit die Qualität des Musikhörens verändert, darauf deuten der Anstieg der α -Amplituden in [Abbildung 36](#), die temporalen α -Veränderungen in [Abbildung 37](#) und hier die hochsignifikanten Veränderungen über alle Frequenzbereiche, mit Ausnahme des α -Bandes. Dieses hingegen zeigt Veränderungen in den temporalen Regionen, in welchen auditorische Information verarbeitet wird. Ob dieses ein erster Hinweis auf die von Curry postulierte Hyperfokussierung der Aufmerksamkeit auf den akustischen Raum ist (vgl. [2.3.3.3 oben](#)), kann hier vermutet werden. Die

Involvierung der entsprechenden Regionen des Parietallappens, und die Veränderungen des Temporallappens nach dem Rauchen bieten dafür jedoch erste Anhaltspunkte.

Die Aktivierung des Gehirns beim Hören 10 Minuten nach dem Cannabiskonsum zeigt hochsignifikante Veränderungen. Das diese Unterschiede auf eine cannabisinduzierte Wahrnehmung musikalischer Inhalte zurückzuführen sind und über die Hörwahrnehmung andere Qualitäten differenziert werden, wie in Kapitel 2 und 3 beschrieben, läßt sich anhand dieser Bilder in der hochsignifikanten Unterschiedswahrscheinlichkeit der Aktivierungsniveaus beider Bewußtseinszustände mit und ohne Cannabis nachvollziehbar machen. Dies wollen wir in der Folgeuntersuchung und an den folgenden Versuchspersonen weiter beobachten.

9.3.1.2.6 Vergleich Post-THC-Ruhe gegen Post-THC-KingCrimson



Schema 8: Vergleich Ruhe mit und Musik mit Cannabis

Um zu überprüfen welchen Unterschied das Post-THC-Musikhören im Vergleich zum Post-THC-Ruhe-EEG hat, wurde hier das Musikhören mit der Post-THC-Ruhephase vor dem Hören von *King Crimson* verglichen. Dabei ergaben sich schwächere Unterschiedswahrscheinlichkeiten als in den vorherigen T-Tests. Auf dem θ -, dem β_1 - und β_2 -Band zeigten sich signifikante Unterschiede von $p < .01$. Das θ -Band zeigte Veränderungen in der superioren Parietalregion, das β_1 -Band hingegen schwächte seine ansonsten durchgängig auf dem $p < .01$ -Niveau erkennbaren Unterschiede genau in dieser Region deutlich ab. Auf dem β_2 -Band verliefen die Unterschiede entlang der Scheitellinie nach posterior.

9.3.1.2.7 Das Hören von King Crimson in der Folgeuntersuchung

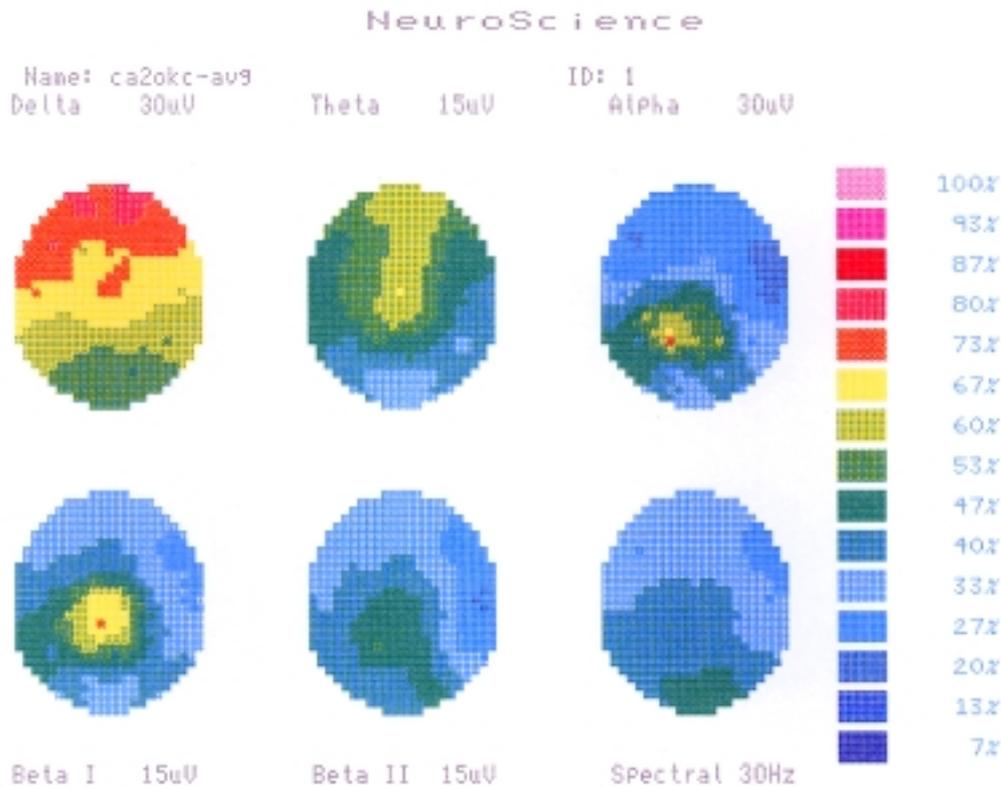


Abbildung 39: ca2okc-Avg, Pre-THC-KingCrimson-Avg der Folgeuntersuchung

Insgesamt präsentieren sich das δ - und das θ -Band beim Pre-THC-Musikhören schwachamplitudiger als in der ersten Untersuchung (Abbildung 34). Insbesondere auf dem δ -Band ist eine deutlich geringere Aktivität als im Pre-THC-KingCrimson-Avg zu erkennen. Das β 1-Band weist auch schwächere Amplituden auf, nur die topographische Gestalt der α - und β -Frequenzen beider Untersuchungen mit einem Zentrum über der linken Parietalregion erscheint ähnlich. Das Spektralband zeigt in der Frontalregion keine θ -Frequenzen, sondern die mittleren α -Frequenzen von 10 Hz.

Nach dem Rauchen läßt sich auf dem α -Band eine Zunahme der Amplitudenstärke beobachten, auch die δ -Frequenzen der Frontalregion haben sich verstärkt. Die Standardabweichung zeigt hier einen Variabilitätsbereich von bis zu 8 μ V, was hier auf eine musikspezifische Variabilität der Reaktionen schließen läßt. Wieder sehen wir eine Abschwächung der Amplituden im θ - und β -Band. Im Spektralband läßt sich frontal eine Synchronisierung erkennen. Im Vergleich zum Post-THC-KingCrimson-EEG (vgl. Abbildung 36) der ersten Untersuchung haben sich tiefere α -Frequenzen von 8 Hz verstärkt.

Die Unterschiedswahrscheinlichkeiten zeigen in dieser Untersuchung keine durchgehend signifikante Veränderung im δ - oder θ -Band wie im Pre-/Post-Vergleich der ersten Untersuchung (vgl. Abbildung 38). Das θ -Band weist lediglich eine hochsignifikante Veränderung über dem Vertex in Richtung fronto-temporal rechts auf, nur das β 1-Band legt ähnlich der ersten Untersuchung hochsignifikante

Veränderungen beider Frontal- und Temporalregionen vor. Das β - und das α -Band zeigen hochsignifikante Veränderungen in der Okzipitalregion. Die in der ersten Untersuchung beobachteten temporalen α -Veränderungen waren bei dieser Untersuchung nicht zu beobachten.

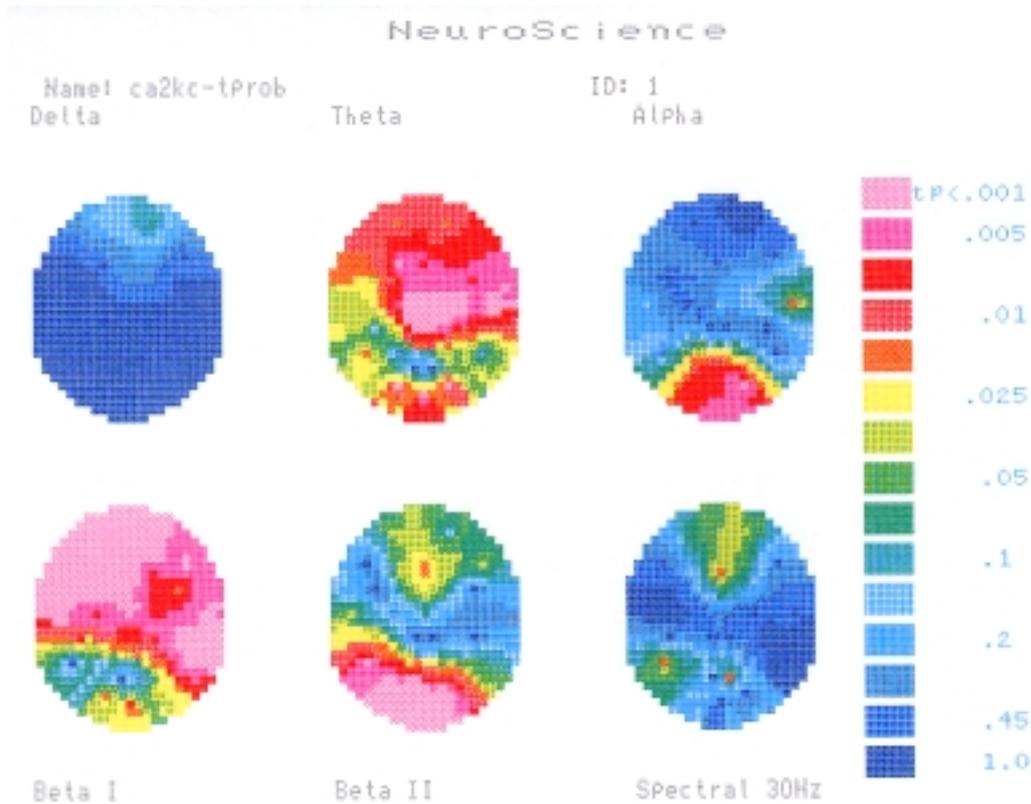


Abbildung 40: ca2kc-Tprob; T-Test Hören KingCrimson vorher/nachher

9.3.1.3 Musikstück II Dogbowl „Obsessed“

Nach dem das erste Musikstück nun sehr ausgiebig auf die Unterschiede zur Ruhephase untersucht und beschrieben wurde, soll die Darstellung der folgenden Musikstücke komprimierter stattfinden. Zudem hatten beim zweiten und dritten Stück die Unterschiedswahrscheinlichkeiten im Vergleich zur Ruhe und zum Hören ohne und mit Cannabis deutlich abgenommen. Die Aufmerksamkeit in der Testreihe war nun auf das sukzessive Hören von Musikstücken gerichtet, was sich schon über die Veränderungen auf dem α -Band anzeigte.

Bei dem zweiten Musikstück in der Hörreihe soll verstärkt darauf geachtet werden, ob sich auch hier wieder nach dem Rauchen ein Anstieg der α -Amplituden beobachten läßt. Hier interessiert jetzt auch, ob vielleicht die unterschiedliche Musik eine andere Aktivierung bringt, sich also auch Reaktionen auf musikalische Qualitäten im EEG wiederfinden lassen.

9.3.1.3.1 Hören von Dogbowl ohne Cannabis

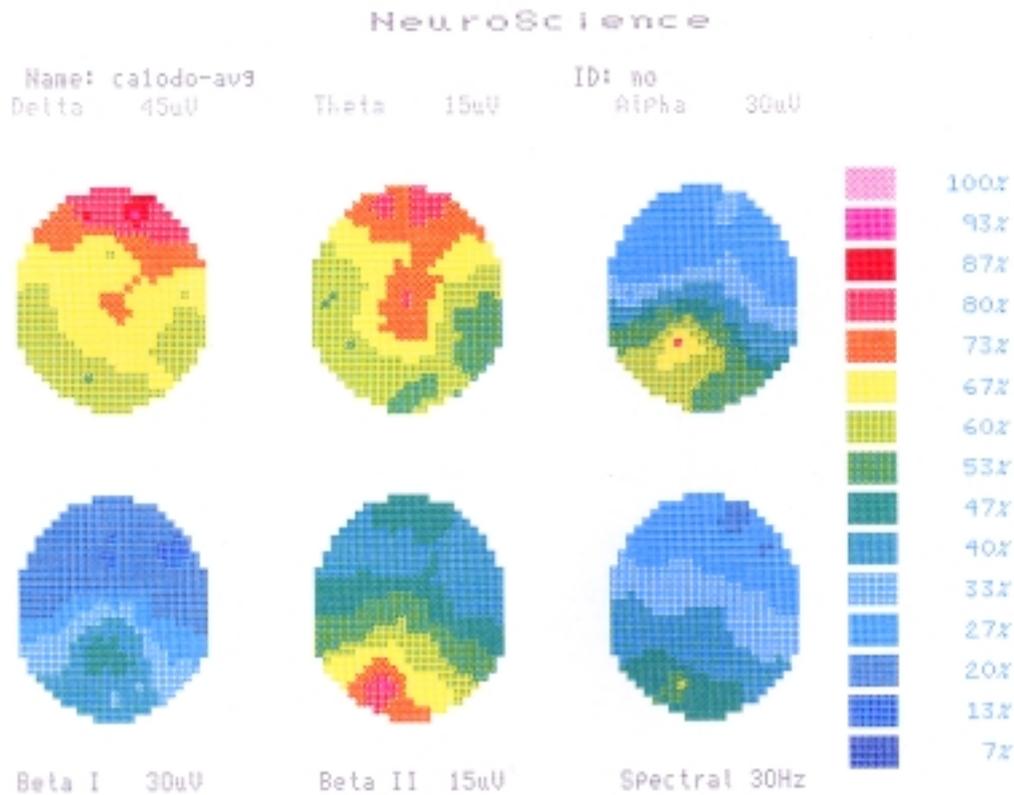


Abbildung 41: calodo-Avg, Pre-THC-Dogbowl-Avg

Das δ - und θ -Band kennzeichnet eine stärkere Aktivierung in präfrontalen und frontalen Regionen. Die Standardabweichung läßt hier nur Abweichungen bis $3 \mu\text{V}$ erkennen. Auf dem θ -Band ist zudem über dem Vertex ein Aktivitätszentrum mit einer Ausbreitung nach frontal zu erkennen. Die posterioren Regionen sind auf beiden Frequenzbändern schwächer aktiviert.

Das α -Band zeigt die schon aus dem Ruhe-EEG und dem Hören von *King Crimson* bekannte parietale Linkslateralisierung, hier allerdings mit einer verstärkten Ausbreitung nach links okzipital.

Das β_1 -Band hat gleiche Amplitudenmaxima wie beim Hören von *King Crimson*. Im Vergleich zu *King Crimson* fällt beim Hören von *Dogbowl* eine deutlich stärkere Ausbreitung der β_2 -Amplitudenaktivität links okzipital auf.

Im Spektralband läßt sich wieder ein von präfrontal rechts nach okzipital links aufsteigendes EEG-Spektrum erkennen. Die motorisch-intentionalen Regionen werden von θ - und tieferen α -Frequenzen dominiert, die parietalen Regionen von höheren α -Frequenzen bis 12 Hz und in den Okzipitalregionen um O1 finden sich β -Frequenzen bis zu 18 Hz.

Kurzüberblick

- Zunahme von θ über dem Vertex
- Zunahme von okzipitaler β_2 -Aktivität

9.3.1.3.1.1 Interpretation der β -Zunahmen

Die verstärkte Aktivierung des höheren β -Bandes ist der deutlichste Unterschied zum Pre-THC-Hören von *King Crimson*, bei welchem das Spektralband von α -Frequenzen dominiert wurde. Eine mögliche Erklärung für die Dominanz schnellerer Wellen wäre das Hören von gesungenen Texten, welches eine verstärkte Aktivierung in Richtung des Okzipitallappens initiiert.

Dies stellt einen weiteren Hinweis auf die Regulationsrolle des α -Bandes im EEG dar. Das Hören von Musik und die Aufmerksamkeitslenkung wurde mit dem ersten Musikstück eingeleitet und die Veränderung zur Ruhe über das α -Band indiziert. Auffallend an diesem Mittelwertbild von *Dogbowl* ist weiterhin, daß sich die Amplitudenaktivität auf dem α -Band im Verhältnis zum Ruhe-EEG- und dem Hören von *King Crimson* topographisch nach okzipital links ausgeweitet hat.

Ein weiterer Unterschied findet sich in der verstärkten Aktivierung höherer β -Frequenzen, welche topographisch in der α -Fokusregion liegen, dementsprechend mit α -Oszillationen korrelieren. Hatte das Instrumental-Musikstück von *King Crimson* einen mehr kontemplativen und getragenen Charakter, zeichnet sich die Musik von *Dogbowl* durch stärkeren Rhythmus und Gesang aus. Ob dies zu einer verstärkten Desynchronisierung führt, läßt sich vor dem Hintergrund der geringen EEG-Forschungsliteratur zum Hören von Rockmusik nicht belegen, soll hier aber als eine mögliche Interpretation angesehen werden.

Kurzüberblick

- Verarbeitung von Text und Rhythmus korreliert durch β_2 -Frequenzen?

9.3.1.3.2 Hören von Dogbowl mit Cannabis – Einflüsse von Rhythmus und Text?

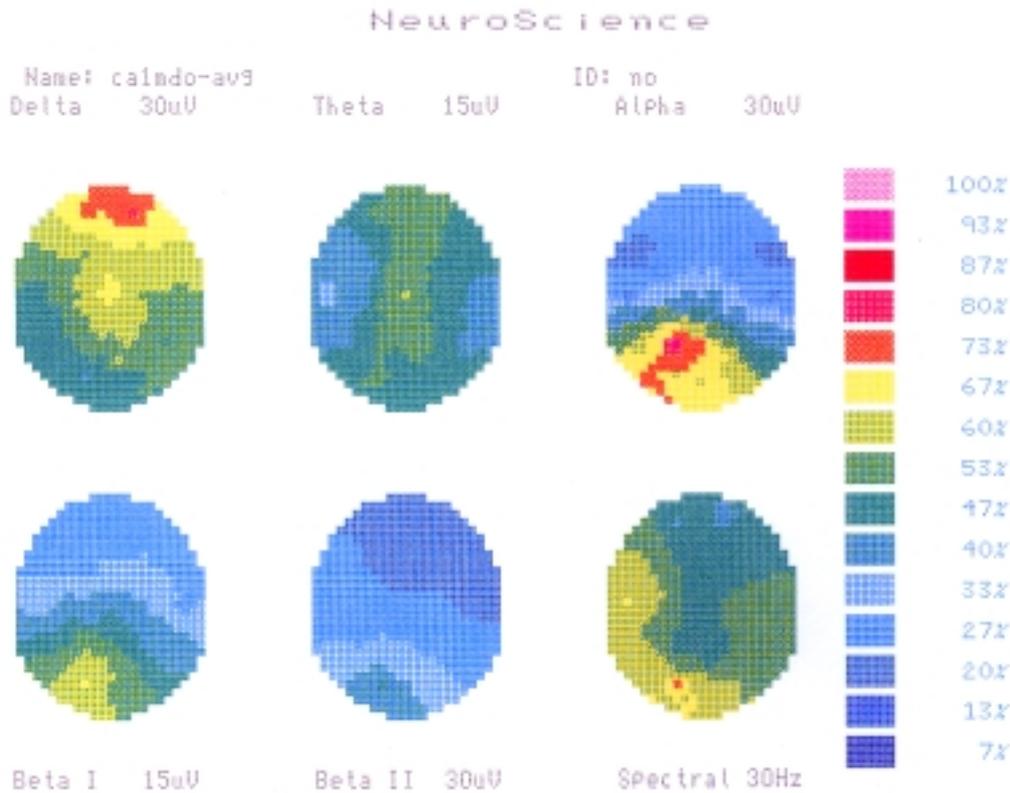


Abbildung 42: calmdo-Avg, Dogbowl mit Cannabis

In der Mittelung der Einzelbilder, welche beim Hören des zweiten Stückes mit Cannabis generiert wurden, zeigt sich insgesamt wieder eine Abschwächung prozentualer Aktivität mit Verringerung der Amplitudenwerte. Diese Abschwächungen deuten, wie schon bei dem vorherigen Musikstück von *King Crimson*, auf THC-Wirkungen hin, welche sich auch in anderen Untersuchungen (vgl. Tabelle 28) durch eine Abschwächung der Amplitudenwerte charakterisierten.

Die gleich gebliebene cerebrale Aktivität des Musikhörens, aber auch die gleich gebliebene individuelle EEG-Grundgestalt im Verhältnis zum Ruhe-EEG, scheint sich topographisch auch im Post-THC-Dogbowl-Avg wieder durch frontalen Rechtsshift der tieferen δ - + θ -Frequenzen und in einem Linksshift der parietal-okzipitalen Felder auf den höheren Frequenzbändern zu kennzeichnen. Auffällig ist dabei, wie schon beim vorherigen Musikstück, die deutliche Post-THC-Abnahme von θ -Frequenzen über den Temporalregionen. Dies repräsentiert ein stabiles Muster des Musikhörens und eine lokal differenzierte auditorische Wahrnehmung.

Das Spektralband, in welchem die Bestfrequenz des entsprechenden Gehirnareals dargestellt wird, also die Frequenz, welche in diesem Bereich dominiert, zeigt im Vergleich zum Hören ohne Cannabis und zum vorherigen Musikstück eine sich über den gesamten Cortex ausgeweitete Desynchronisierung mit einer Beschleunigung der Frequenzgeschwindigkeit von bis zu 6 Hz in temporalen und lateralen Teilen motorisch-intentionaler Regionen. Dieser Umstand wird auch im T-Test des Spektralbandes durch eine erhöhte Unterschiedswahrscheinlichkeit frontaler und temporalen Regionen repräsentiert, wie sich in [Abbildung 43](#) verdeutlicht.

Kurzüberblick

- Abschwächung der Amplitudenaktivität
- frontaler Rechtsshift tieferer δ - + θ -Frequenzen und Linksshift parietal-okzipital
- Abnahme von θ -Frequenzen über den Temporalregionen
- α -Amplitudenzunahme von durchgängig 2 bis lokal 4 μ V
- Im Spektrum Beschleunigung der Frequenzgeschwindigkeit von bis zu 6 Hz in temporalen und lateralen Teilen motorisch-intentionaler; entlang der Temporal- und Okzipitalregion insgesamt eine Dominanz der β -2 Frequenzen um 18 Hz und bei O1 gar bis 22 Hz

9.3.1.3.2.1 Diskussion temporaler θ -Änderungen und Desynchronisierung im Spektrum

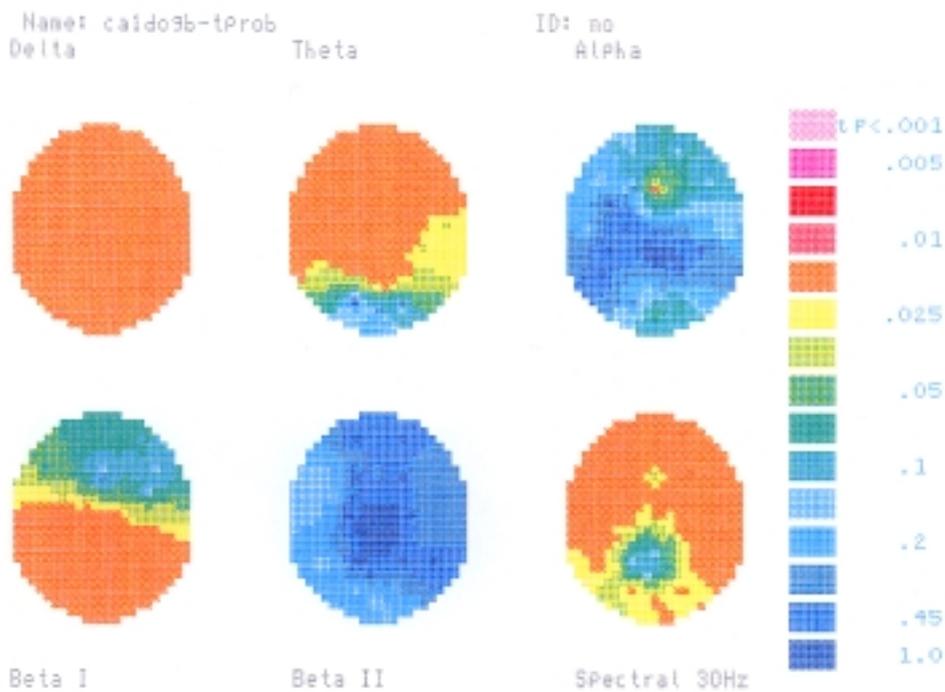


Abbildung 43: caldogp-Tprob, T-Test Dogbowl pre/post

Im Vergleich der Mittelwertunterschiede waren globale Veränderungen von $p < .025$ auf dem δ -Band und frontal bis parietal rechts Veränderungen auf dem θ -Band zu erkennen (vgl. [Abbildung 43](#)). Die hohe Streuung der T-Werte auf dem δ - und θ -Band frontal, über dem Vertex und zusätzlich im Spektralband in beiden temporalen Regionen sind deutliche Hinweise auf die veränderte Aufmerksamkeit und den Unterschied vom Musikhören ohne zum Hören mit Cannabis.

David fand im DC-EEG Untersuchungen und im AEP eine hohe Aktivität über dem Vertex (vgl. David, 1990), temporale Veränderungen wurden von Petsche und

Bruggenwerth berichtet (Bruggenwerth et al., 1994; Petsche, 1994) (vgl. 8.3 oben). Mit den temporalen Regionen verbindet sich auch ein Hinweis auf Veränderungen in den auditorischen Rindenfeldern, und zwar in dem Bereich, der aller Wahrscheinlichkeit nach mit der akustischen Verarbeitung von Informationen verknüpft ist, und in dem man die emotionalen Bewertungen auch im akustischen und musikalischen Bereich durchführt.

Das Spektralband des Post-THC-Dogbowl-Avg^c verzeichnete deutliche Unterschiede, d.h. daß sich die Wellengeschwindigkeit nach dem Cannabiskonsum deutlich verändert. Linkshemisphärisch sehen wir entlang der Temporal- und Okzipitalregion insgesamt eine Dominanz der β -2 Frequenzen um 18 Hz und bei O1 gar bis 22 Hz, was bei dieser Versuchsperson auf eine intensivere, cannabisinduzierte, analytisch-rezeptorische Aktivität und eine Desynchronisierung von Zellverbänden schließen läßt. Auf dem β 1-Band läßt sich zudem, beim Vergleich der Mittelwerte zum Hören von *Dogbowl* ohne Cannabis, in den parietalen und okzipitalen Regionen eine Veränderung von $p < .025$ erkennen (vgl. [Abbildung 43](#)).

Die schon im Vergleich Ruhe gegen Pre-THC-KingCrimson-Avg (siehe [Abbildung 35](#)) beobachtete hochsignifikante Veränderung in der Okzipitalregion und die auch von Petsche, Walker und Konovalov beobachteten Veränderungen in der Okzipitalregion (Konovalov & Otmakhova, 1984; Petsche, 1993; Walker, 1977) lassen hier auf eine EEG-Repräsentation des Musikhörens schließen. Dieses Musikstück war mit Gesang und Text. So läßt sich in der Zunahme höherer Frequenzen ein Zusammenhang zum Hören der Texte und zum stärkeren Rhythmusanteil in der Musik vermuten. Ob diese Veränderungen durch den rhythmischen Charakter der Musik auch eine cannabisinduzierte, verstärkte Bewegungsbereitschaft repräsentieren, kann hier nur vermutet werden. Lukas interpretierte die durch Cannabis erzeugten Veränderungen im EEG als Zeichen einer zunehmenden antizipatorischen Bewegungsbereitschaft (vgl. [6.2.3 oben](#)).

Auf dem α -Band dagegen ist eine, im Vergleich zum Hören ohne Hanf, deutlich stärkere Amplitudenaktivität um den Meßpunkt P3 in den parietalen rezeptiven Zentren zu erkennen. Der α -Fokus erscheint großflächiger und erstreckt sich über die Hinterhauptsregion mit einer durchschnittlichen Amplitudenzunahme von durchgängig 2 bis lokal 4 μ V. Der veränderte Vigilanz- und Bewußtseinszustand durch Cannabis erscheint demnach auch hier wieder über das α -Band angezeigt. Das obere α -Band wurde mit der Dechiffrierung semantischer Aktivität (Klimesch, 1996) und mit Beobachtungsvorgängen (Bruggenwerth et al., 1994) assoziiert. So

scheinen selektive Aktivitäten während des Musikhörens hier eine variierende Fokussierung der Aufmerksamkeit abzubilden. Ob sich dies bei Cannabis über eine Verstärkung der Amplitude zeigt, somit eine Erleichterung der mentalen Tätigkeit darstellt (Jausovec, 1997b) und sich im Spektrum durch Desynchronisierung feststellen läßt, muß anhand des folgenden Musikstückes und bei weiteren Personen beobachtet werden. Vielleicht ist die Desynchronisierung nach dem Rauchen lediglich ein personenspezifisches Phänomen. Ob sich in der Amplitudenzunahme und der Ausweitung des α -Fokus‘ ein elektrophysiologischer Hinweis auf die von Curry postulierte Hyperfokussierung der Wahrnehmung auf den akustischen Raum (vgl. 3.5 oben) andeutet, kann vorerst nur vermutet werden.

9.3.1.3.3 Das Hören von Dogbowl im Vergleich zur Folgeuntersuchung

Auch hier läßt sich auf dem α -Band im Post-THC-Musik-EEG wieder eine leichte Erhöhung der durchschnittlichen Amplitudenstärke um 2 μ V feststellen. Auf dem δ -, θ - und dem β 1-Band sind die Amplituden im Vergleich zum Pre-THC-Musik-EEG abgeschwächt, nur die parietal-okzipitale β 2-Region verzeichnet einen geringen Anstieg der Aktivität. Auch in der Folgeuntersuchung weist das Spektralband des Post-THC-Dogbowl-Avg im Vergleich zum Pre-THC-Dogbowl-Avg eine generelle Desynchronisierung insbesondere in den Hinterhauptsregionen auf. Das Bild ähnelt in der topographischen Gestalt dem Spektralmuster der ersten Untersuchung (vgl. [Abbildung 42](#)), hat aber mehr okzipitale 18 Hz Anteile als die erste Post-THC-Dogbowl-Untersuchung. Das topographische EEG läßt demnach eine intraindividuelle Konstanz in der Abbildung der individuellen EEG-Gestalt erwarten.

Kurzüberblick

- Anstieg parietaler α -Amplituden und -Anteile
- Ähnliche topographische EEG-Gestalt wie in der ersten Untersuchung von VPN₁
- Verstärkte Desynchronisierung im Spektrum von Frontal nach okzipital

9.3.1.3.3.1 Interpretation fronto-temporaler und okzipitaler Änderungen im T-Test

Was führt zu dieser auch in der Folgeuntersuchung wieder beobachteten Desynchronisierung auf dem Spektralband? Das Musikstück von *King Crimson* ist ein Instrumental-Musikstück mit einem getragenen Rhythmus ohne Schlagzeug und Gesang. Das Musikstück von *Dogbowl* ist gekennzeichnet durch den Einsatz von Schlagzeug und Gesang. So ist es durchaus möglich, daß die Rhythmik und der Gesang nach dem Cannabiskonsum differenzierter wahrgenommen werden, was zu

einer Desynchronisierung der rezeptiven Hinterhaupt- und Temporalregionen führt. Dafür sprechen auch die erhöhten Unterschiedswahrscheinlichkeiten linker temporaler Regionen im δ - und β 1-Band, wie auch die links-fronto-temporalen Veränderungen im Spektralband in [Abbildung 44](#) des T-Testes. In den Abschnitten [2.3.3](#), [3.1](#), und [3.4.2.3 oben](#) lasen wir von verbesserter Post-THC-Sprachwahrnehmung in Untersuchungen von Tart und Thaler. Es kann auch sein, daß sich die kognitive Strategie dieser Person beim Hören von Musik in einer erhöhten Desynchronisierung und gestiegenen β -Anteilen zeigt, die Person demnach eine andere Hörstrategie als beim Hören ohne Cannabis verfolgt. Für eine veränderte emotionale Bewertung des Gehörten sprechen die Veränderungen auf dem θ -Band, für eine veränderte Wahrnehmungsperspektive die im δ -, α - β 2- und im Spektralband beobachtbaren Veränderungen okzipitaler Regionen.

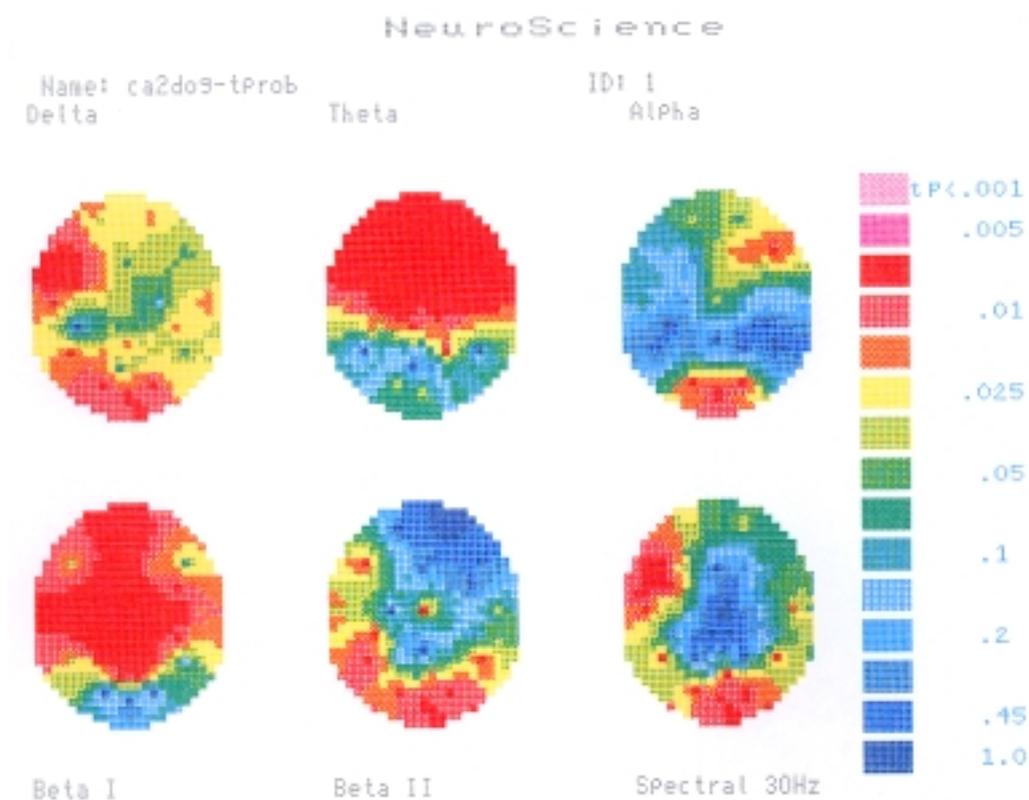


Abbildung 44: ca2dogb-Tprob; T-Test hören von Dogbowl vorher/nachher

Kurzüberblick

- rechts-frontal und okzipital α -Veränderungen
- Links-fronto-temporale Änderungen im δ - und Spektralband
- okzipitale Änderungen auf δ -, α -, β 2- und Spektralband

9.3.1.4 Musikstück III King Missile „We can work it out“

9.3.1.4.1 Hören von King Missile ohne Cannabis

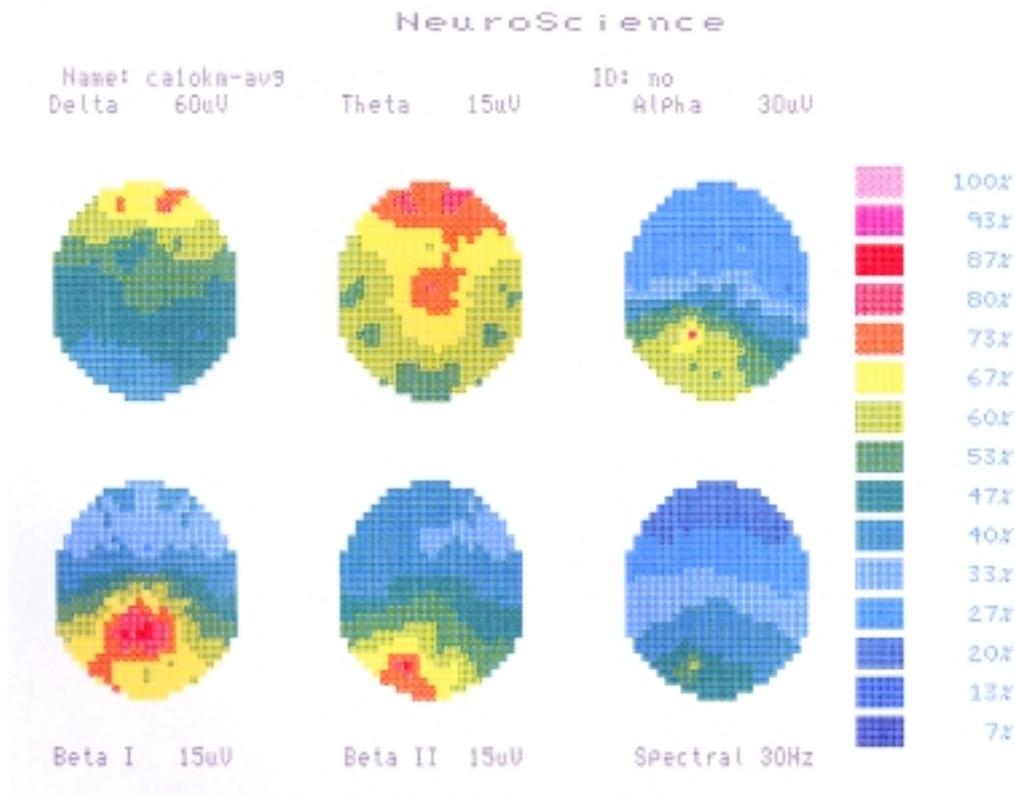


Abbildung 45: ca1okm-Avg, Pre-THC-KingMissile-Avg

Im Vergleich zu den beiden anderen Musikstücken fällt bei dieser Messung die im präfrontalen δ -Band erhöhte Amplitudenaktivität auf; feststellbar durch die Erhöhung der Skalierung von ansonsten 45 μ V auf 60 μ V. Hier ist präfrontal eine erhöhte Standardabweichung von bis zu 15 μ V zu beobachten.

Das θ -Band zeigt die schon in den beiden vorherigen Stücken beobachteten, verstärkten frontalen und centralen Aktivierungen, das β 1-Band behält die parietal-okzipitale Zentrierung bei und auf dem β 2-Band sehen wir ein ähnliches okzipitales Muster wie beim vorherigen Musikstück mit Gesang und Text. Nur bei der Instrumentalmusik zeigte diese β 2-Region schwächere Amplituden.

Der α -Fokus bleibt, wie schon bei den vorherigen Musikstücken, in seinem Gravitationszentrum links-parietal und hält ein Amplitudenmaximum von 20 μ V. Im Spektralband läßt sich im Vergleich zum Hören von *Dogbowl* ohne Cannabis ein steiler aufsteigendes Spektrum von präfrontal 6Hz nach links okzipital 18Hz feststellen.

Kurzüberblick

- θ -Band verstärkte frontalen und centrale Aktivierungen
- β 2-Band ähnliches okzipitales Muster wie beim vorherigen Musikstück

9.3.1.4.2 Hören von King Missile mit Cannabis

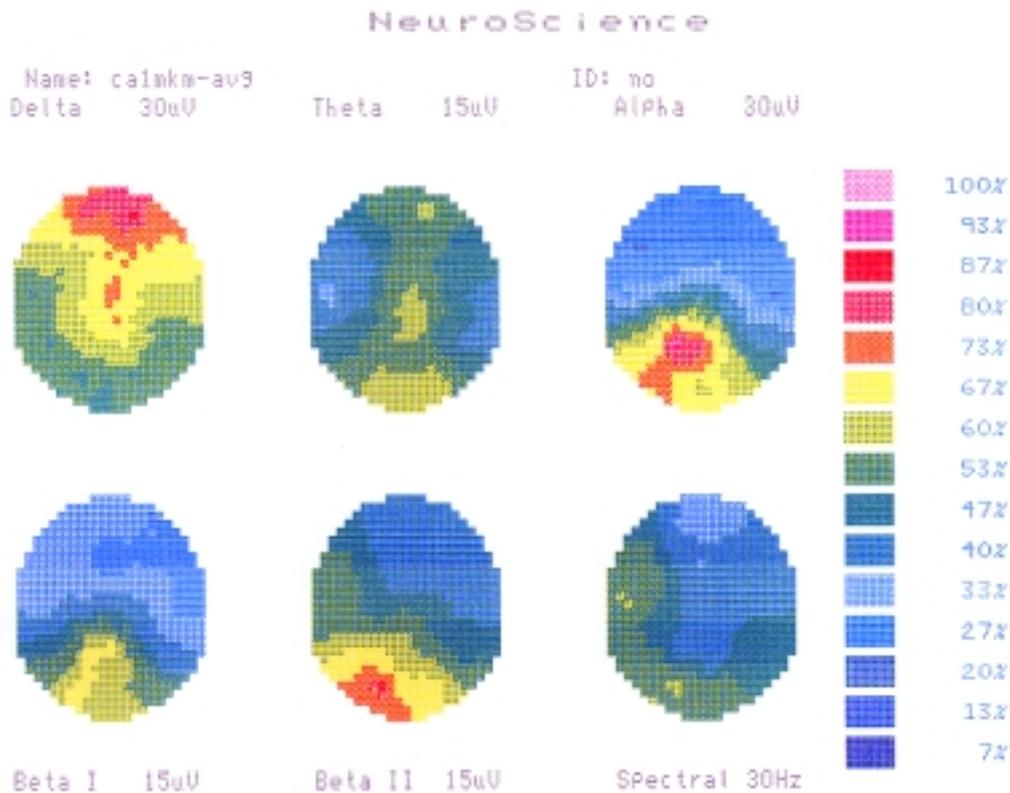


Abbildung 46: ca1mkm-Avg, Hören von King Missile mit Cannabis

Beim cannabisinduzierten Hören lassen sich wieder die Abschwächungen der Amplitudenaktivitäten feststellen, hier über die δ -, θ - und β 1-Frequenzbänder. Auf dem θ -Band sehen wir wieder die schon vorher (vgl. [Abbildung 36](#); [Abbildung 42](#)) beim Musikhören nach Cannabiskonsum beobachteten Abschwächungen in den Temporalregionen. Anscheinend schwächen die Cannabiswirkungen beim Musikhören die θ -Amplituden dieser Versuchsperson besonders ab.

Annähernd gleichgeblieben ist die Aktivität auf dem β 2-Band, wobei sich die Aktivität entlang der Temporalregionen nach linksilateral ausgeweitet hat. Dem entspricht auch die vermehrt linkshemisphärisch zu beobachtende Desynchronisierung. Auch hier zeichnet sich das Post-THC-Hören von rhythmischerer Musik mit Text durch eine erhöhte Desynchronisierung der linken Hemisphäre und im Bereich des sensorischen Sprachzentrums aus.

Das Spektralband läßt die schon zuvor nach dem Rauchen zu beobachtende Desynchronisierung in linkstemporalen und okzipitalen Regionen erkennen (vgl. [Abbildung 42](#)).

Ob sich darin bestätigt, was Tart in seiner Untersuchung herausfand, nämlich, daß die Songtexte besser verstanden würden (vgl. [Abbildung 8](#)) oder daß Jazzmusiker ein sensitiveres Empfinden für Sprache und das ‚Sprechen auf dem Instrument‘ (vgl. [2.3.3 oben](#)) nach Cannabiskonsum entwickelten, kann hier nur vermutet werden. Das α -Band zeigt hier jedenfalls eine Anhebung der Amplitudenwerte um 2 μ V und

eine noch stärkere, lokale Ausweitung des α -Fokus als bei den vorherigen beiden Post-THC-Musik-Mittelwertbildern. Im Vergleich zum Pre-THC-Avg des gleichen Musikstückes ist die Ausweitung des parietalen α -Fokus offensichtlich.

Kurzüberblick

- Abschwächung der Amplitudenaktivität über δ -, θ - und β 1-Frequenzbänder
- θ -Abschwächungen in Temporalregionen
- Ausweitung linkslateraler β -Aktivität
- Anhebung der α -Amplituden um 2 μ V
- Linkslaterale Dominanz von β -Frequenzen im Spektrum
- Unterschiedliche EEG-Reaktion auf Instrumentalmusik und Musik mit Gesang

9.3.1.4.3 Vergleich des Pre/Post-THC-Hörens von King Missile

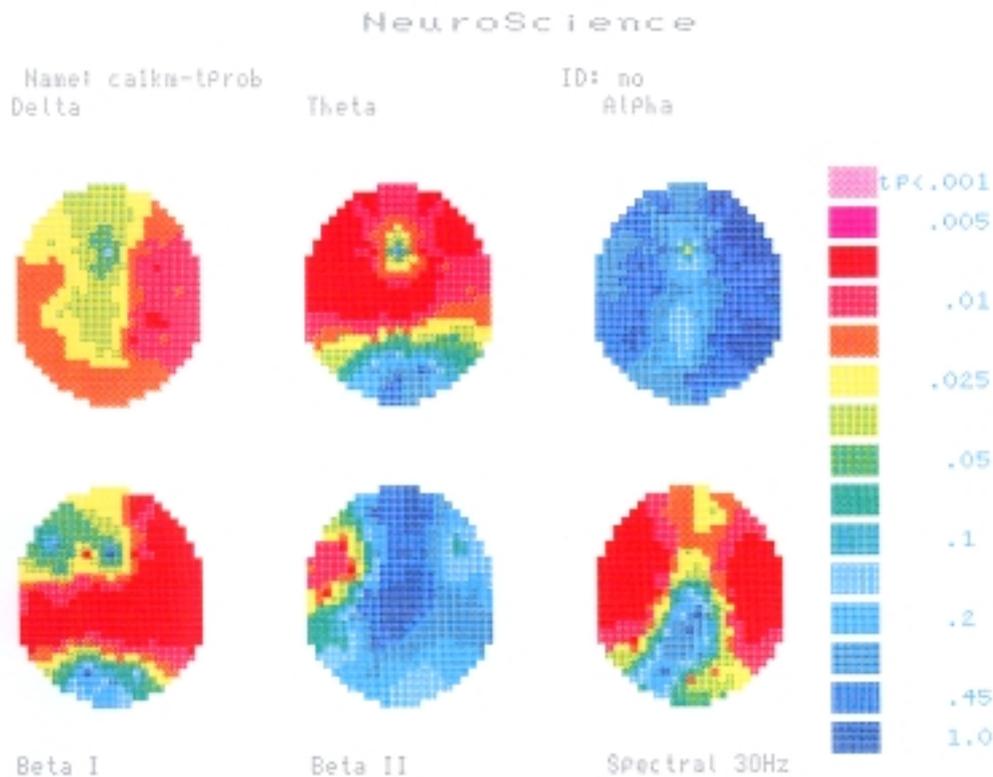


Abbildung 47: *ca1km-T-prob*, T-Test Hören KingMissile vorher/nachher

Im Vergleich beider Mittelwerte finden sich weitere Hinweise auf die veränderte Musikwahrnehmung nach Cannabiskonsum. Das β 1-Band läßt entlang des somatosensorische Cortex, im oberen Parietallappen und fronto-temporal rechts Änderungswahrscheinlichkeiten von $p < .01$ erkennen. Auf dem β 2-Band ist fronto-temporal links (F7, FTC1, T3) im Bereich des motorischen Sprachzentrums eine

erhöhte Änderungswahrscheinlichkeit zu sehen, was auch hier wieder für die Verarbeitung von Text und Musikbewegungen spricht.

Im Spektralband läßt sich, an gleicher Stelle mit einer größeren Ausweitung, auch eine Veränderung der Wellengeschwindigkeiten ($P < .01$) beobachten. Zudem ist auf der rechten Seite fronto-temporal eine Veränderung der Wellengeschwindigkeiten zu erwarten. Hier verändern sich die Frequenzen genau im Bereich des Temporallappens (T6, TCP2, FTC2, F3, T4), also in dem Bereich, welcher im Sinne der cerebralen Dominanzen als primär musikverarbeitendes Areal bezeichnet wird. Interessanterweise wird auch die Kooperation beider Hemisphären in dieser Mittelwertdarstellung deutlich. Die linke Seite zeigt Veränderungen im Bereich des motorischen Sprachzentrums und die rechte Seite in den 'musikverarbeitenden' Regionen. Es scheint so zu sein, daß sich bei diesem Musikstück das β_1 -Band der Musikdechiffrierung mit all seinen Bewegungsgestalten angenommen hat und die Sprache links frontal auf dem β_2 -Band dechiffriert wird.

Das α -Band zeigt keine Unterschiedswahrscheinlichkeiten und hält nach wie vor den Wahrnehmungsfokus konstant.

Kurzüberblick

- Deutliche Änderungen in temporalen Regionen und entlang des sensorischen Cortex

9.3.1.4.4 Vergleich des Hörens von King Missile zur Folgeuntersuchung

Im Post-THC-KingMissile-Avg läßt sich eine Ausbreitung des α -Fokus bei gleichzeitiger Erhöhung der Amplitudenwerte beobachten. Während sich die Amplituden des Post-THC-Ruhe-EEGs in der ersten und zweiten Untersuchungen abschwächen, scheint sich dieses durchgängig bemerkte Phänomen der Anhebung und Ausweitung der α -Amplituden und die Absenkung der Amplituden auf dem δ -, θ - und β_1 -Band beim Musikhören zu erhalten. Wieder zu beobachten ist die Desynchronisierung des Spektralbandes in den parietalen und okzipitalen Regionen nach dem Rauchen. Auch dieses Musikstück ist gekennzeichnet durch einen schlagzeugbetonten Rhythmus und Gesang mit Text. Die zweite Testreihe unterscheidet sich allerdings durch eine Anhebung der okzipitalen β_2 -Amplituden nach dem Rauchen, was sich auch im T-Test ($p < .01$) des β_2 -Bandes und im Spektralband nachvollziehen läßt. Auf β_1 zeigen sich rechtslateral die meisten Unterschiede und das θ -Band verzeichnet im rechten Frontallappen Veränderungen.

Kurzüberblick

- Post-THC-Anstieg des α - und β_2 -Amplituden Anteils

- Post-THC-Desynchronisierung im Spektrum

9.3.1.5 Quantitative Darstellung der Gruppenmittelwerte und –unterschiede

In diesem Abschnitt verlassen wir nun die Einsicht in prozeßbezogene Qualitäten beim Hören unterschiedlicher Musikstücke in einer Zeitreihe und versuchen uns über die quantitative Mittelung der Rohdaten ein Bild der durchschnittlichen Aktivität beim Musikhören ohne und mit Cannabis zu machen. In dieser Darstellung werden die drei Meßphasen mit/ohne Cannabis über die drei Musikstücke quantitativ gemittelt und als Gruppenmittelwert dargestellt (vgl. 9.2.5 oben). Diese Bilder repräsentieren das gemittelte Aktivierungsmuster des Cortex der Versuchsperson beim Musikhören. Dies soll nun auch gegen das gemittelte Ruhe-EEG verglichen werden.

9.3.1.5.1 Gruppenmittelwert des Hörens aller Stücke ohne Cannabis

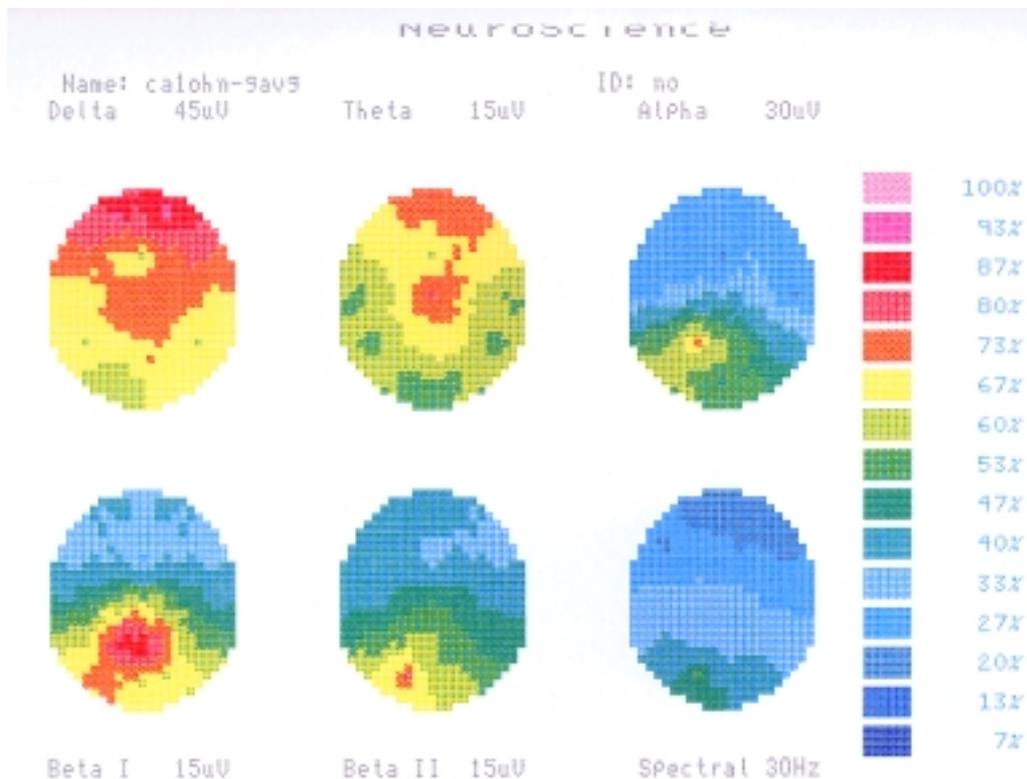


Abbildung 48: calohn-gavg, Gruppenmittelwert Hören von Musik ohne Cannabis

Auf dem δ -Band sehen wir präfrontal verstärkte Aktivitäten. Diese frontal dominantere EEG-Gestalt des δ -Bandes findet sich bisher bei allen Pre-THC-Musik-EEGs.

Das θ -Band läßt ein Amplitudenmaximum central über dem Vertex erkennen und breitet seine Aktivität nach frontal aus.

Das α -Band läßt eine ähnliche topographische Aktivierungsgestalt erkennen wie im Pre-THC-Ruhe-Gavg (*Abbildung 30, Abbildung 32*) und zeigt einen schwachen Peak am Meßpunkt P3 mit einer Amplitudenstärke von 22 μ V.

Auf dem β 1-Band findet sich eine starke Aktivität im linken hinteren Quadranten des rezeptorisch-analytischen Teil des Cortex mit einer Ausbreitung von den Meßpunkten TCP1 bis PO1 nach okzipital. Das β 2-Band zeigt einen Peak im linken Okzipitallappen.

Im Spektralband äußert sich eine von präfrontal nach okzipital aufsteigende Desynchronisierung der Gehirnaktivität. Präfrontal und frontal findet sich eine θ -Dominanz um 6 Hz, welche in den motorisch-intentionalen Zentren vor der Zentralfurche von einer Dominanz der langsameren α -Frequenzen (8 Hz) abgelöst wird und sich in den posterioren rechten Temporal- und Parietalregionen auf 10 Hz beschleunigt. Die linke inferiore Parietalregion und der linke bis mittlere Okzipitallappen zeigten eine Dominanz der hohen α -Frequenzen um 12 Hz. Insgesamt dominieren demnach die α -Frequenzen das Spektrum. Um den Meßpunkt O1 erhöht sich die Frequenzgeschwindigkeit auf 16 Hz.

9.3.1.5.1.1 Interpretation

Insgesamt läßt sich aus diesem EEG-Bild eine Entspannung beim Musikhören herauslesen. Insbesondere auf dem δ -Band erkennen wir die schon beim ersten Musikstück diskutierten schlafähnlichen Anteile. Der starke δ -Anteil läßt sich als ein Zeichen von präfrontalen Synchronisierungsvorgängen bei der Verlagerung der Aufmerksamkeit auf innere Prozesse verstehen (Harmony et al, 1996). Im Vergleich zum Pre-THC-Ruhe-Gavg erscheint die θ -Aktivität entlang der Scheitellinie nach zentral zu verlaufen und dabei temporale Regionen schwächer aktiv zu sein.

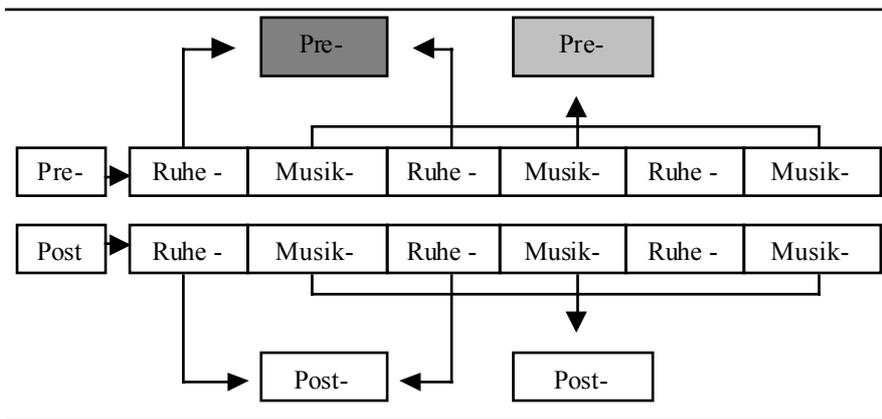
Wird beim Hören der Musik die linkshemisphärische, akustische Region auf dem β 1+2-Band aktiviert, die man zunächst mal der Sprache zuordnet? Oder wird nicht die Sprachregion aktiviert, sondern sekundäre und tertiäre Regionen um die akustischen Zentren herum? Die akustischen Zentren liegen in der Hesselschen Querwindung, also dort wo die Sylvische Fissur nach oben verläuft an der Innenseite der eingestellten Hirnrinde. Die elektrischen Potentiale, welche aus dieser Region kommen, addieren sich von links und rechts zusammen und ergeben auf der Schädeldecke ein Maximum (David et al., 1969). Es ist die Frage, ob die α -Aktivität schon das Maximum der echten Aktivität anzeigt oder nur eine Begleiterscheinung ist und es bleibt also - wie schon andiskutiert - eine Streitfrage, ob der α -Rhythmus eine Aktivierung des Gehirns anzeigt, oder ob er als ein Zwischenbereich mit wechselnden Zuständen kognitiver Aktivierung und stimulusbezogener Vigilanz zu interpretieren ist. Wahrscheinlich muß man der These von zwei unterschiedlichen Funktionen des α -Bandes folgen, welche die tieferen 8-

10 Hz α -Frequenzen mit Aufmerksamkeitsvorgängen und die höheren 10-12-Hz mit Gedächtnis- und Kognitionsvorgängen verbindet (Klimesch, 1996; Klimesch et al., 1993; Krause et al., 1999; Krause et al., 1997) (vgl. 5.4.2.2 oben, 8.2 oben).

Kurzüberblick

- Entspannung dominiert in motorisch-intentionalen Regionen auf dem θ -Band,
- starker δ -%-Anteil als Zeichen von Synchronisierungsvorgängen bei der Verlagerung der Aufmerksamkeit auf innere Prozesse
- linksparietal-okzipitaler Shift der dominanten Verarbeitung auf α - und β -bändern, β_1 zeigt Aktivierung in Regionen sensorischer Sprachverarbeitung (Texte?)
- Auf den β -Bändern zeigen sich analytisch-kognitive Rezeptionsvorgänge
- Spektralanalyse: Ansteigen der Hauptfrequenzgeschwindigkeit von frontal 6 Hz über central 8 Hz bis parietal 12 Hz und okzipital links 16 Hz

9.3.1.5.2 Gruppenmittelwertvergleich Pre-THC-Ruhe gegen Pre-THC-Musik



Schema 9: Referenz dunkelgrau, Comparison hellgrau

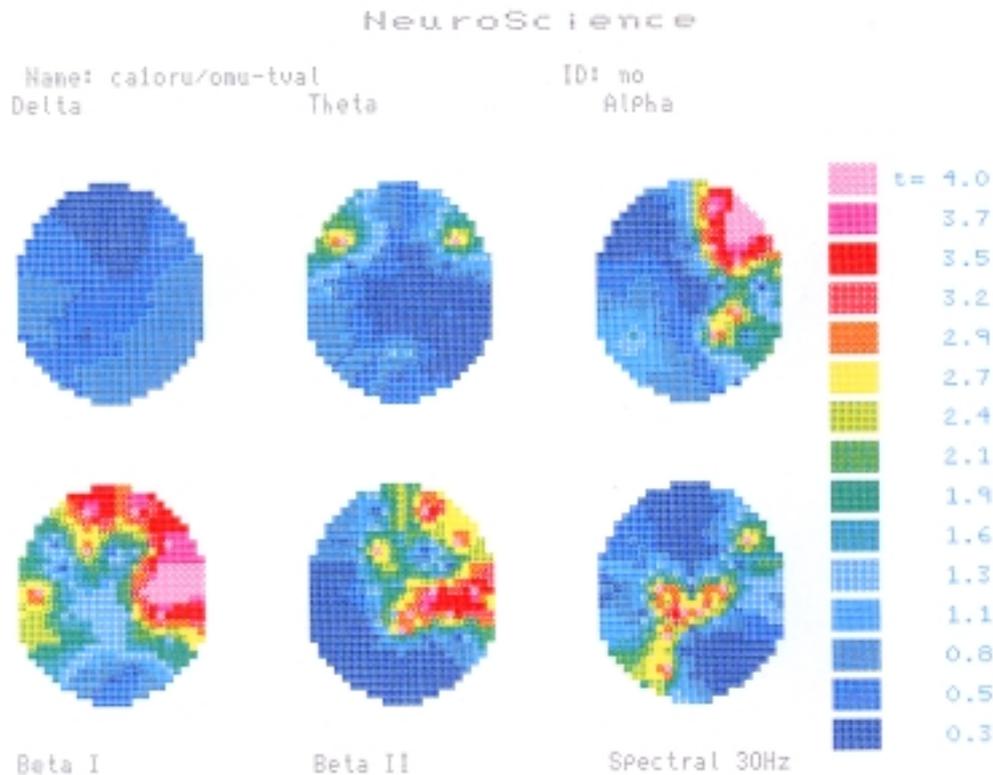


Abbildung 49: caloru/omu-Tval, Vergleich T-Werte Ruhe gegen Pre-THC-Musik

In diesem Bild werden die T-Werte dargestellt. Beim Vergleich der Gruppenmittelwerte des Ruhe-EEG ohne Cannabis und des Hörens ohne Cannabis zeigten sich auf dem δ - und dem θ -Band kaum Änderungswahrscheinlichkeiten aber deutliche Änderungen auf dem α -Band ($p < .025$) im rechten vorderen Stirnhirnbereich und auf dem $\beta 1$ -Band fronto-temporal rechts.

Wie wir in Kapitel 8.2 oben schon feststellen konnten, fanden sich die meisten Veränderungen nach dem Musikhören im Vergleich zum Ruhe-EEG in der rechten Hemisphäre (vgl. Tabelle 20). Somit findet sich hier eine Konsistenz im Vergleich zu anderen EEG-Studien und ein weiterer Hinweis, daß das Musikhören im EEG Veränderungen in der rechten Hemisphäre hervorruft.

Das $\beta 1$ -Band läßt eine rechtslaterale Veränderung in der Temporalregion erkennen. Die Temporalregion beinhaltet die Projektionsfelder des auditorischen Systems und deren assoziative Areale. Die erhöhte Änderungswahrscheinlichkeit belegt hier den Unterschied der auditorischen Verarbeitung von Musik im Vergleich zur Ruhe in der rechten Temporalregion, welche funktional der cerebralen Dominanz beim Musikhören zugerechnet wird (Kolb & Whishaw, 1996: 245).

Kurzüberblick

- erhöhte rechtshemisphärische Unterschiede der Mittelwerte: α -Band frontal und β 1-Band fronto-temporal

9.3.1.5.3 Gruppenmittelwert des Hörens aller Stücke mit Cannabis

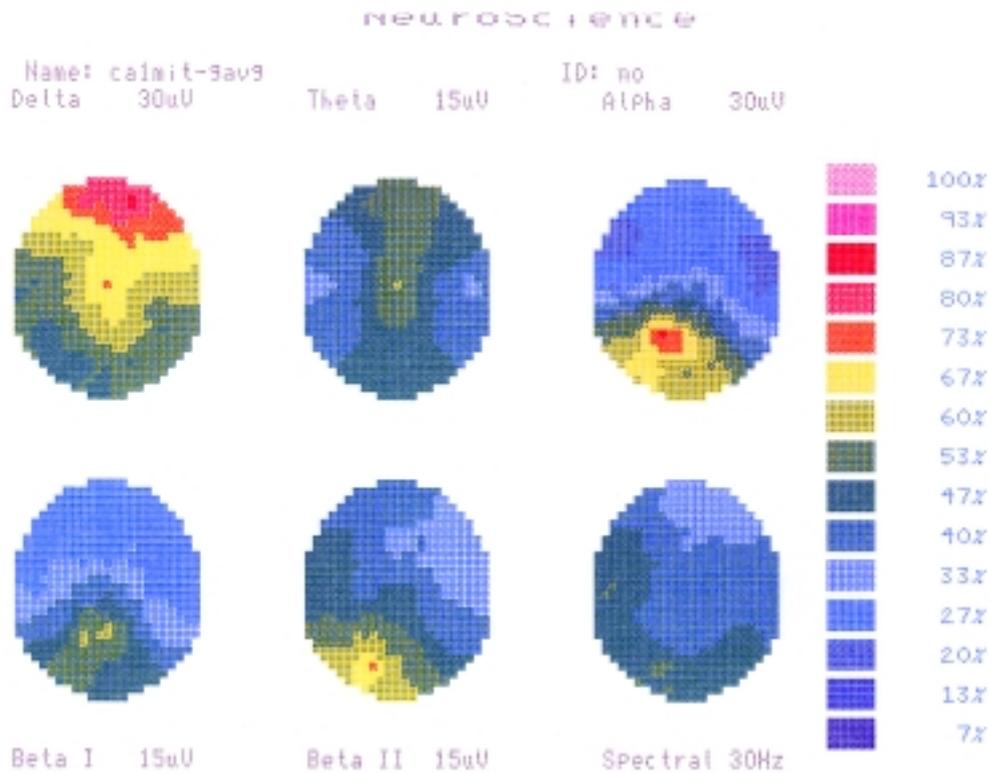


Abbildung 50: *calmit-Gav*, Gruppenmittelwert Hören mit Cannabis

Auch im Gruppenmittelwert aller Musikstücke läßt sich Post-THC wieder eine Abschwächung der Amplitudenwerte erkennen. Auf dem δ - und dem θ -Band zeigt sich, unter Berücksichtigung der Amplitudenskalierung eine, im Verhältnis zum Pre-THC-Musik-Gav, deutliche Abschwächung auf mittlere Aktivität in der Frontalregion. Auf dem θ -Band sind wieder die schon in den vorherigen Post-THC-Mappings beobachteten Abschwächungen in den Temporalregionen deutlich zu erkennen, was hier auf eine Veränderung der auditorischen Informationsverarbeitung schließen läßt.

Auf dem α -Band zeigt sich ein höherer Aktivitätsgipfel (24 μ V) als im Pre-THC-Musik-Gav um den Meßpunkt P3 mit einer deutlichen Ausweitung des α -Fokus‘ nach okzipital. Das Zentrum der Aktivität liegt linkslateral in den mehr analytisch-rezeptiven, parietalen und angrenzenden temporalen und okzipitalen Regionen.

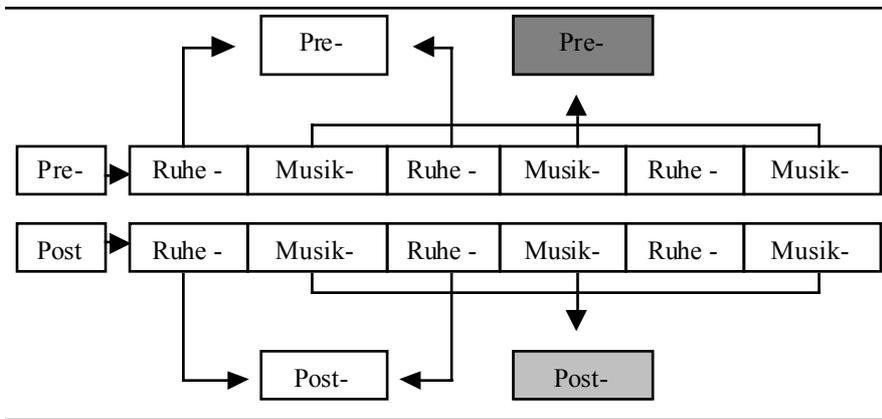
Auf dem β 2-Band findet sich ein Peak mit starker Aktivität um den Meßpunkt O1 und eine mittlere Aktivität mit Linksshift im okzipitalen Bereich. Im Vergleich zum Pre-THC-EEG sind die Amplituden auf dem β 1-Band um durchschnittlich 4 μ V abgesunken, zeigen aber noch die gleiche topographische EEG-Gestalt. Der Aktivitätspeak um P3 setzt sich mit einem mittleren %-Anteil in gleicher topographischer Ausweitung wie auf dem α -Band fort. Es erscheint fast so, als hätte sich die Aktivität der Parietalregion zugunsten einer verstärkten α -Aktivität synchronisiert.

Dem widerspricht allerdings das Spektralband, welches - im Vergleich zum Pre-THC-EEG - eine deutliche Desynchronisierung der Hauptfrequenzen und ein deutlich anderes Bild als beim Pre-THC-EEG anzeigt. Hier dominieren α -Frequenzen von 10 Hz die rechte Stirnhirnregion und die höhere 12 Hz-Hauptfrequenz die rechte motorisch-intentionalen Regionen nach post-central bis hin zur mittleren Parietalregion. Die rechte Temporalregion wird auch von den schnelleren α -Frequenzen um 12 Hz dominiert. Linkslateral und in der Okzipitalregion finden sich β -Wellen von 14-16 Hz.

Kurzüberblick

- Abschwächung der Amplitudenwerte
- Parietaler α -Amplitudenanstieg und Ausweitung des α -Fokus
- θ -Abschwächungen in den Temporalregionen
- Desynchronisierung im posterioren Spektrum

9.3.1.5.4 Gruppenmittelwertvergleich Pre-THC-Musik gegen Post-THC-Musik



Schema 10: Referenz dunkelgrau, Comparison hellgrau

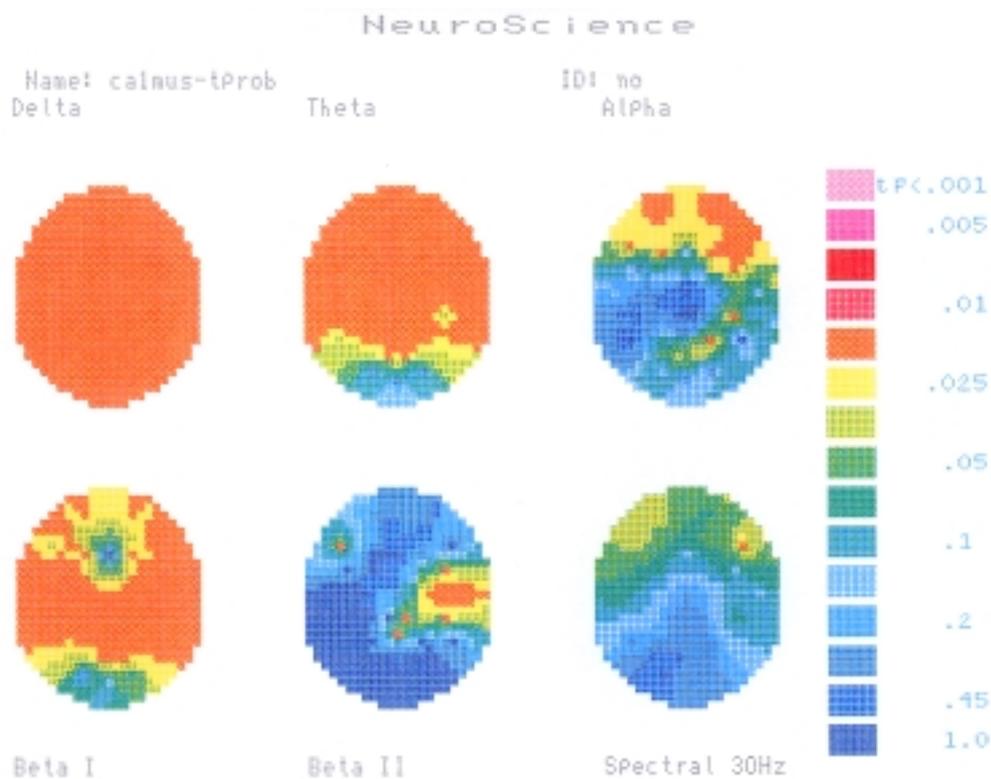


Abbildung 51: *calmus-tprob*, Vergleich Hören ohne/mit Cannabis

Beim Test der Mittelwertsunterschiede ($p < .025$) vor und nach dem Rauchen zeigt das β_2 -Band eine erhöhte Änderungswahrscheinlichkeit temporal rechts und β_1 beidseitig temporal und central. Auf dem α -Band findet sich eine erhöhte Änderungswahrscheinlichkeit in der rechten Frontalregion und leicht abgeschwächt auch links. Auf dem δ -Band sehen wir die Unterschiedswahrscheinlichkeit über den gesamten Cortex verteilt.

Das θ -Band läßt von präfrontal bis parietal und in beiden Temporalregionen eine Veränderung erkennen, was auf eine veränderte emotionale Bewertung der auditorischen Muster schließen läßt. Die Veränderungen finden sich auch beidseitig central entlang des motorischen Cortex, also könnte dies als ein Hinweis darauf interpretiert werden, daß die motorische Region sich in ihrer Aktivität unter THC-Einfluß verändert hat. Okzipital fällt die Veränderungswahrscheinlichkeit stark ab.

Kurzüberblick

- deutliche θ - und β -Änderungen ($p < .025$) in temporalen und motorischen Regionen
- Erhöhte α -Änderungswahrscheinlichkeiten in der rechten Frontalregion

9.3.1.5.4.1 Interpretation – Sprach- und Rhythmusverarbeitung?

Auf beiden β -Bändern haben sich in der rechten Temporalregion auch Unterschiede gezeigt. Auf dem β_1 -Band lassen sich sowohl in der rechten als auch in der linken Temporal- und Parietalregion Unterschiede feststellen, wobei sich die Wahrscheinlichkeiten auf der rechten Seite bis nach frontal ausweiten. Die sich in der Region des motorischen und somato-sensorischen Cortex zeigenden Veränderungen lassen die Vermutung entstehen, daß die hier abgespeicherten motorischen Handlungsmodelle und Bewegungs-, Sprachgestalten möglicherweise eine räumlich bezogene Wahrnehmungsaktivität nachvollziehen, und die Entwicklung der Musik als raum-zeitliche Klanggestalt in ‚inneren Bewegungsformen‘ empfindbar machen.

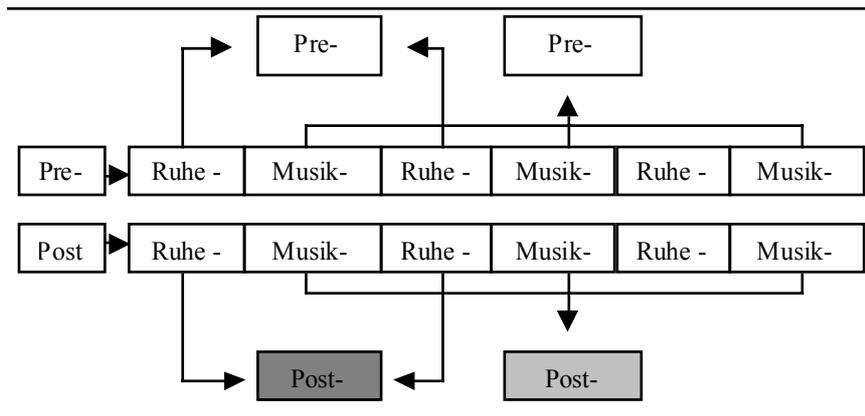
Ähnlich wie beim T-Test von Pre-THC-Ruhe-Gavg und Pre-THC-Musik-Gavg (vgl. [Abbildung 49](#)) zeigt die Frontalregion auf dem α -Band auch beim Vergleich von Pre- und Post-THC-Musik-Gavg erhöhte Unterschiede. Hier allerdings finden sich auch Veränderungen in der linken Frontalregion, welche mit Sprachbewegungen in Verbindung gebracht wird (Kolb & Whishaw, 1996: 260ff). Da es sich hier um den Test der Gruppenmittelwerte handelt, werden auch die Mittelwerte der Musikstücke berücksichtigt, welche mit Texten versehen waren. Vielleicht begründet sich darin die Veränderung der linken Frontalregion auf dem α -Band, da sich - wie wir in [Abschnitt 2.3.3 oben](#) lesen konnten - bekanntlich nach dem Cannabiskonsum die kognitive Struktur im Umgang mit Sprache wandelt. Die Rolle des α -Bandes bei der Aufrechterhaltung und Richtung in parietalen Regionen findet hier ihre Entsprechung. Bei einer Betrachtung des EEGs durch Kohärenzanalytische Methoden wäre zwischen frontalen und parietalen Regionen auf dem α -Band wahrscheinlich eine Zunahme zu erwarten.

Interessanterweise zeigt auch das Spektralband in den vorderen Regionen schwächere, Unterschiedswahrscheinlichkeiten von $p < .05$. Da die frontalen Regionen, wie oben aus den Individual-Mittelwertbildern (vgl. [Abschnitt 9.3.1.1-4](#)) zu erkennen ist, auf dem Spektralband im Post-THC-Musik-EEG durch die tieferen α -Frequenzen von 8 und 10 Hz dominiert werden, bildet sich darin die Desynchronisierung der präfrontalen und prämotorischen Zentren beim Hören von Musik nach Cannabiskonsum ab. In den Pre-THC-Musik-Avg zeigte sich zumeist eine Dominanz von θ -Frequenzen um 6 Hz (vgl. [Abbildung 34](#), [Abbildung 41](#), [Abbildung 45](#), [Abbildung 48](#)). Nach Krauses Ergebnissen wäre die Dominanz tieferer α -Frequenzen als eine Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit und des

Wahrnehmungsmodus zu verstehen (Krause et al., 1999; Krause et al., 1997), welcher aber Post-THC eine andere Qualität bekommen hat.

Da sich durch Cannabiskonsum die metrischen Bezugsrahmen der auditorischen Wahrnehmung zu ändern scheinen und von Veränderungen der Zeitwahrnehmung berichtet wurde (vgl. 3 oben), läßt diese Veränderung in den situations- und ortsbezogenen, bewegungskoordinierenden präfrontalen Regionen eine Spur solcher veränderten Metrik im EEG erahnen. Die Suche nach einer zeitverarbeitenden Region im Gehirn hat zwar schon verschiedenste Bereiche diskutiert, jedoch haben die oben genannten Regionen Frontallappen und Hippocampusregion (Temporal) eins gemeinsam: Sie beherbergen, wie auch die bewegungskoordinierenden Regionen der Basalganglien, des Cerebellums und Gehirnstamms, wie auch Teile des emotionsverarbeitenden limbischen Systems, eine verstärkte Ansammlung von Cannabinoidrezeptoren (vgl. 7.2 oben). Ein Einfluß auf die Wahrnehmung raumzeitlicher Bewegungsgestalten in der Musik ist demnach zu erwarten.

9.3.1.5.5 Gruppenmittelwertvergleich Post-THC- Ruhe gegen Post-THC-Musik



Schema 11: Reference Post-THC-Ruhe dunkelgrau, Comparison Post-THC-Musik hellgrau

Im Vergleich der Gruppenmittelwerte des Post-THC-Ruhe-Gavg mit dem Post-THC-Musik-Gavg ließen sich Unterschiede von $p < .05$ erkennen. Die meisten Veränderungen waren in den Frontalregionen, insbesondere auf dem θ -Band zu erkennen. Im α -Band waren sehr schwache Veränderungen in der Okzipitalregion zu beobachten. Erwähnenswert wäre die fronto-temporal links zu beobachtende Änderung der Mittelwerte in der Region des motorischen Sprachzentrums. Dies gibt einen weiteren Hinweis auf evtl. Zusammenhänge zur veränderten Sprachwahrnehmung.

9.3.1.5.6 **Gruppenmittelwerte Pre-/Post-THC-Musik in der Folgeuntersuchung**

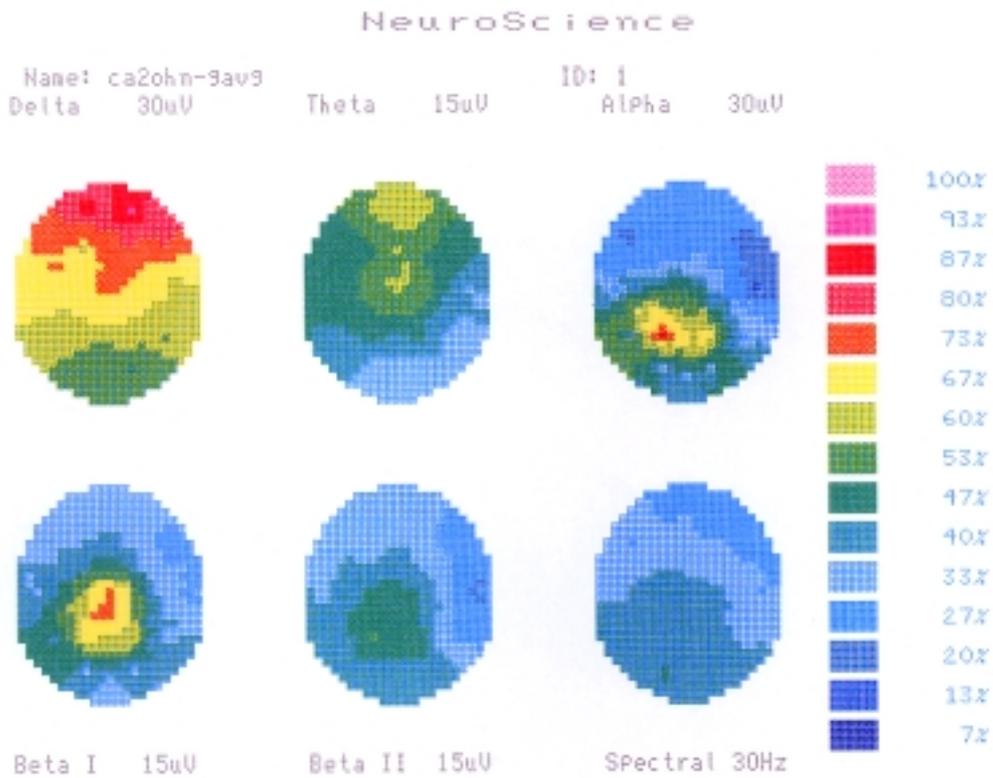


Abbildung 52: ca2ohn-Gavg, Pre-THC-Musik Gruppenmittelwert der Folgeuntersuchung

Im Vergleich zum Gruppenmittelwertbild ohne Cannabis beweist sich auch in der Folgeuntersuchung wieder die konsistente Anhebung und Ausweitung der α -Amplituden um 2 μ V im Vergleich zum Musikhören vor dem Rauchen. Im Vergleich zum Post-THC-Ruhe-EEG (vgl. [Abbildung 31](#)) der ersten Untersuchung entspricht dies einem durchschnittlichen Anstieg von 4 μ V beim Musikhören. Weiterhin zu beobachten ist die Post-THC-Amplitudenanhebung auf dem β 2-Band, was auch in einer Desynchronisierung der linken analytisch-rezeptiven Hemisphäre im Spektralband und einer erhöhten Unterschiedswahrscheinlichkeit auf dem β 2-Band zu beobachten ist. Waren links-parietal beim Hören ohne Cannabis aufsteigende Frequenzen des α -Bandes zu beobachten, zeigen sich nun im Post-THC-Musik-Gavg in der Okzipitalregion dominante β -Wellen von 14 und 16 Hz.

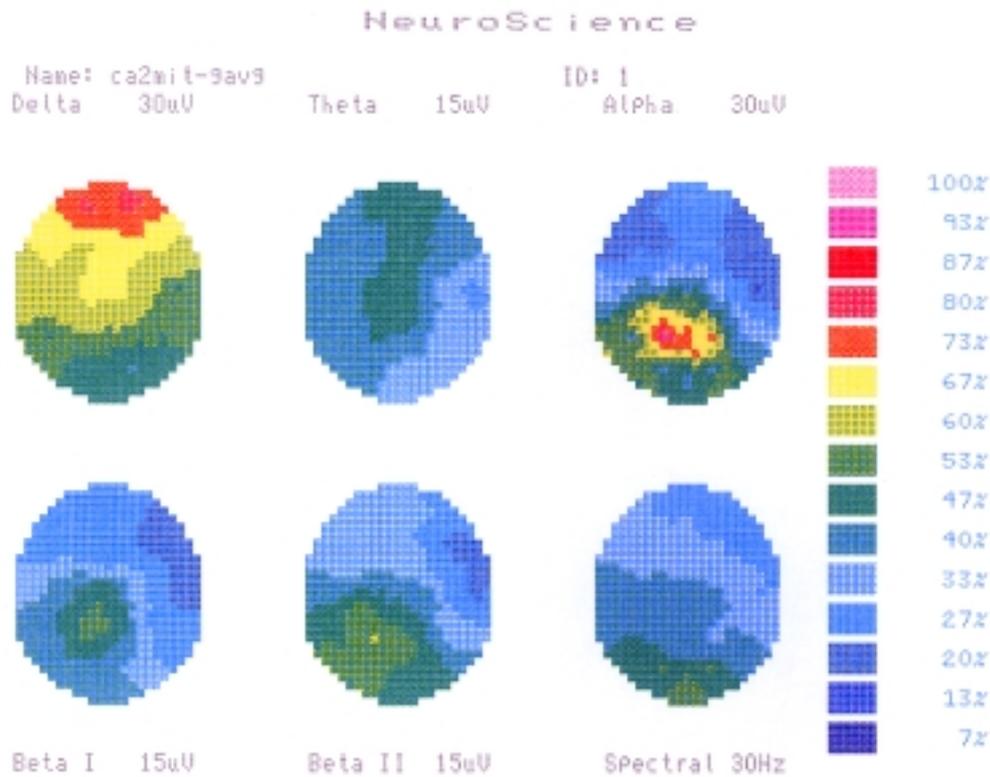


Abbildung 53: ca2mit-Gavg, Post-THC-Musik Gruppenmittelwert der Folgeuntersuchung

Kurzüberblick

- Anhebung und Ausweitung der α -Amplituden um $2 \mu\text{V}$
- Amplitudenanhebung auf dem β 2-Band
- Desynchronisierung im parietal-okzipitalen Spektrum

Im T-Test der Folgeuntersuchung ließen sich Unterschiede ($p < .025$) auf dem θ -Band über dem centralen Vertex und dem β 1 linkshemisphärisch und rechtsfronto-temporal erkennen; das β 2-Band veränderte sich in der linken okzipital-parietal-temporalen Region. α -Frequenzen änderten sich rechts okzipital, ebenso wie das Spektralband ($p < .05$) links temporal und okzipital.

9.3.1.6 Vergleich der ersten und zweiten Untersuchung von Versuchsperson 1

Um herauszufinden wie unterschiedlich die Ergebnisse des ersten Untersuchungsstranges (Ca1) verglichen mit denen des zweiten (Ca2) sind, wurden die Mittelwerte der jeweiligen Konditionen (Musikstücke oder Ruhe) durch den T-Test miteinander verglichen. Die Ergebnisse sind im Appendix II, Kap. 12.2.3.4 unten nachzusehen.

Dabei stellte sich heraus, daß sowohl der Gruppenmittelwert des Pre-THC-Musikhörens als auch des Post-THC-Musikhörens sich mit einer

Wahrscheinlichkeit von $p < .025$ auf dem gesamten δ - und θ -Band als auch auf beiden rechts-temporalen β -Bändern voneinander unterschieden. Besonders deutlich wurde dies beim ersten Musikstück, bei welchem sowohl beim Pre- als auch beim Post-THC-Hören eine hochsignifikante Unterschiedswahrscheinlichkeit von $p < .001$ zu verzeichnen war.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, daß gleiche Musikstücke zu unterschiedlichen Zeiten signifikant anders gehört werden, während sich hingegen die individuelle Art und Weise des Musikhören scheinbar weniger unterscheidet. Inwiefern durch diese Ergebnisse davon ausgegangen werden kann, daß die hochsignifikanten Post-THC-Unterschiede des ersten Musikstückes in der Hörreihe nicht vom THC verursacht wurden, sondern generell eine je nach Zeitpunkt unterschiedliche Verarbeitung von den gleichen Musikstücken zu Unterschieden im EEG führt, kann hier nur vermutet werden. In dieser Arbeit geht es zunächst darum herauszufinden, ob sich das Hören nach Cannabiskonsum ändert. Dazu haben sich bisher in der Einzelfallstudie einige Hinweise auf THC-Wirkungen ergeben, welche im folgenden Abschnitt zusammengefasst werden.

9.3.2 Zusammenfassung der Einzelfallstudie

9.3.2.1 Konstante topographische EEG-Grundgestalt in Ruhe und Aktivierung

Sowohl im Ruhe-EEG, als auch in der Aktivierung durch Musik und THC läßt sich eine gleichbleibende, topographische EEG-Grundgestalt mit parietal-okzipitalem Shift nach links und frontal rechts erkennen. Dieses Ergebnis bestätigte sich auch in der Folgeuntersuchung. Das Ruhe-EEG erlaubt demnach, wie schon von Koukkou (vgl. 6.2.4 oben) und Davidson diskutiert, auch in Untersuchungen mit Cannabis und Musik eine Vorhersage der Aktivierungs-EEG-Gestalt. Darüber hinaus läßt sich eine Aussage über die kognitive und emotionale Orientierung der Persönlichkeit gewinnen. So scheint die topographische EEG-Grundgestalt hier auch die Hörstrategie anzudeuten. Dies muß an weiteren Personen überprüft werden.

9.3.2.2 Alpha-Amplitudenanstieg links parietal im Post-THC-Musik-EEG

Beim Hören von Musik unter Cannabiseinfluß steigt die parietale α -Amplitude stärker an als beim Hören von Musik ohne Cannabis. Während die Amplituden des Post-THC-Ruhe-EEGs eine Abschwächung über alle Frequenzbereiche, inklusive des α -Bandes aufweisen, stieg die α -Amplitude und die Ausbreitung des α -Fokus bei dieser Versuchsperson - stärker noch als im Pre-THC-Musik-EEG - links parietal im Post-THC-Musik-EEG an. Das Post-THC-Ruhe-EEG verzeichnete eine

Absenkung der α -Amplituden auf einen Bereich von 10-12 μ V. Im Post-THC-Musik-EEG findet sich hingegen eine durchschnittliche Anhebung auf bis zu 24 μ V. Die anderen Frequenzbänder (δ , θ , β_1) zeigten eine Abnahme der Amplitudenstärke, nur das β_2 -Band blieb annähernd gleich oder verstärkte sich minimal in der Okzipitalregion. Diese Ergebnisse ließen sich in der Folgeuntersuchung bestätigen. Da hier nur eine Person untersucht wurde, muß überprüft werden, ob sich, trotz der Personen- und Situationssensitivität des EEGs, bei anderen Personen ähnliche Vorgänge auf dem α -Band ereignen.

9.3.2.3 verstärkte Desynchronisierung im Post-THC-Musik-EEG beim Hören von Rockmusik

Die akuten Cannabiswirkungen führten zu einer Desynchronisierung des EEG-Spektrums in der hinteren ‚rezeptiven‘, linken Hemisphäre, was sich insbesondere bei den rhythmischeren und rockigeren Musikstücken mit Gesang und Text beobachten ließ. Das Unterschiedsintervall zum Pre-THC-Musik-EEG läßt sich mit einer Beschleunigung von 2-6 Hz beziffern. Dabei dominierten im Post-THC-Musik-EEG in den motorisch-intentionalen Regionen vor der Zentralfurche die tieferen α -Frequenzen bis 10 Hz und in den sensorisch-rezeptiven Regionen hinter der Zentralfurche die höheren Frequenzen bis zu 22 Hz. Diese Beobachtungen bestätigten sich auch in der Folgeuntersuchung und müssen mit anderen Personen überprüft werden.

9.3.2.4 Alpha-Band als Indikator auditorischer Aufmerksamkeitslenkung

Das α -Band scheint die Umschaltung der Aufmerksamkeit zu indizieren und als ein Vermittler die Veränderungen auf den Frequenzbändern anzuzeigen. Die Aktivierung des Gehirns beim Hören des ersten Musikstückes (King Crimson) 15 Minuten nach Cannabiskonsum zeigt im T-Test Änderungswahrscheinlichkeiten von $P < .001$. So fanden sich im Pre/Post Vergleich der α -Werte erhöhte Änderungswahrscheinlichkeiten in beiden Temporalregionen, den primären Orten auditorischer Verarbeitung. Diese hochsignifikanten Veränderungen der Temporalregion fanden sich auf dem α -Band sowohl im Vergleich Pre-THC-Ruhe gegen Post-THC-KingCrimson, als auch im Vergleich des Pre-/Post-THC-KingCrimson-EEG. Hier wurde der Wechsel von Ruhe auf Musik und der Wechsel auf das Post-THC-Hören indiziert. In den drei Post-THC-Musik-EEG ließ sich temporal eine Reduktion der θ -Amplituden beobachten. Beim Hören ohne Cannabis bildeten die θ -Amplituden über dem Vertex und nach präfrontal ein Maximum und

fielen nach temporal leicht ab. Beim zweiten und dritten Musikstück mit Schlagzeug und Gesang war nach Cannabiskonsum eine Ausweitung des α -Fokus‘ in die Okzipitalregion zu erkennen, auch eine Zunahme der β 2-Amplituden mit Ausweitung nach links-temporal konnte beobachtet werden. In der Folgeuntersuchung zeigte das α -Band Veränderungen im okzipitalen Bereich.

9.3.2.5 *Rechtshemisphärische Veränderungen*

Ohne Cannabis schien das Musikhören im Vergleich zur Ruhe eher globale Veränderungen in der rechten Hemisphäre und hier insbesondere in der Frontal- und Temporalregion herbeizuführen. Die Frontalregion und die Okzipitalregion scheinen als Assoziationsfelder des auditorischen Systems, bzw. beider Temporalregionen eine wichtige Beziehung bei der Musikverarbeitung zu haben. So ließen sich im T-Test hochsignifikante Veränderungen auf dem δ -, θ und α -Band ($p < .001$) in der Frontalregion und auf dem α - und dem β 2-Band ($p < .005$) in der Okzipitalregion zu beobachten.

9.3.2.6 *Prozessbezogene Abnahme der Unterschiedswahrscheinlichkeiten*

Waren die Unterschiede von Pre-THC zu Post-THC von Pre-THC- Ruhe und Post-THC-Musik beim ersten Musikstück noch hochsignifikant, verblassten die Unterschiede beim Hören des zweiten und dritten Musikstückes. Die Aufmerksamkeit war auf das sukzessive Hören der Musikstücke gerichtet. So war keine Änderung des Wahrnehmungsmodus, sondern nur der Qualitäten der einzelnen Musikstücke zu erwarten.

9.3.2.7 *Diskussion der Einzelfallstudie*

Ob sich in der verstärkten Desynchronisierung temporaler, parietaler, und okzipitaler Regionen nach Cannabiskonsum bestätigt, was Tart in seiner Untersuchung herausfand, nämlich, daß die Songtexte besser verstanden wurden (Tart, 1971), Bedeutungsebenen von Sprache vielfältiger erlebt werden und Hörgeschädigte ein verbessertes Ergebnis im Sprachwahrnehmungstest aufwiesen (Thaler et al., 1973) (vgl. 3.4.2.3 oben), oder daß Jazzmusiker ein sensitiveres Empfinden für Rhythmus und das ‚Sprechen auf dem Instrument‘ (vgl. 2.3.3 oben) nach Cannabiskonsum entwickelten, kann hier nur vermutet werden.

Nach Kolb und Wishaw spielt die rechte Frontalregion eine Rolle bei Bewegungen, welche mit symbolischer Kommunikation assoziiert werden, wie etwa Mimik, Gestik, etc. (Kolb & Wishaw, 1996: 260ff). Bruggenwerth, Iwaki und auch Field

beobachteten Veränderungen durch Musik im rechten Frontallappen (Bruggenwerth et al., 1994; Field et al., 1998; Iwaki et al., 1997). Bruggenwerth berichtet von frontalen Veränderung während des Hörens von Musikstücken mit unterschiedlichem, emotionalen Symbolgehalt, Iwaki von einer frontalen Reaktion auf eine als stimulierend empfundene Musik. Field berichtet von einer Abschwächung der Aktivierung des rechten Frontallappens nach dem Hören von Rockmusik bei depressiven Patienten (vgl. [Tabelle 20](#)).

9.3.2.7.1 Zeitwahrnehmung und Frontale Änderungen

Kolb und Wishaw verbinden die Funktion der präfrontalen Regionen mit dem Kurzzeitgedächtnis und der Fähigkeit „...*die kognitiven Vorgänge, die nötig sind, damit zu der richtigen Zeit und am richtigen Ort die richtigen Bewegungen ausgeführt werden können*“ (Kolb & Whishaw, 1996: 261) zu koordinieren. Musik ist ein besonders gestalteter Zeitraum. Der Verweis auf das kairologische Prinzip der Eigenzeit, welches die persönlich richtige Zeit in der subjektiv erlebten Zeitperspektive thematisiert, läßt eine der persönlichen Identität entsprechende, situative Entscheidung darüber, in welchem metrischen Bezugsrahmen das Musikerleben denn ‚nun‘ stattfinden soll, als eine Qualität der individuellen Eigenbewegung im musikalischen Zeitraum sinnvoll erscheinen.

Da Musik eine zeitliche Bewegungsgestalt darstellt, kann eine Korrelation solcher Prozesse im EEG durchaus erwartet werden. Das α -Band scheint in der topographischen Differenzierung die Richtung der Veränderungen über die Frequenzbänder zu indizieren. Die parietalen α -Veränderungen weisen im EEG darauf hin, daß die Aufmerksamkeit der Person auf die musikalischen Bewegungen im Klangraum gerichtet ist. Dazu gehört beim Musikhören eine neurale Umschaltung in eine andere Vernetzungsstrategie, welche sich hier vielleicht in ihren unterschiedlichen Auswirkungen auf das EEG dieser Versuchsperson darstellt. Im Zusammenhang mit den angestiegenen α -Amplituden nach Cannabiskonsum lassen sich im topographischen EEG Spuren der in [Kapitel 3 oben](#) beschriebenen Veränderungen der Frequenzpräferenzen, Intensitätsveränderungen und die Fokussierung der akustischen Wahrnehmung auf den musikalischen Zeitraum erkennen. Hierzu scheint sich eine verstärkte Interaktion audiovisuell tertiärer Rindenzfelder und präfrontaler Cortexareale einzustellen. Die rechte Frontalregion wurde in einer DC-EEG Untersuchung auch als zeitverarbeitendes Areal beim Musikhören diskutiert (Grossbach, Kuck, Bangert & Altenmüller, 1999). Nach Melges führte die Beschleunigung des inneren Zeitflusses nach Cannabiskonsum zu

einem als verlangsamt wahrgenommenen Zeitverlauf (vgl. 3.2 oben). Durch die cannabisinduzierten Veränderung des metrischen Bezugsrahmens wurden Lautstärkeintensitäten lauter eingeschätzt als erlernt (Globus & al, 1978). Die Amplitudenabschwächung frontaler δ - und θ -Frequenzen und die Zunahme parietaler α - und okzipitaler β_2 -Amplituden im Post-THC-Musik-EEG verweist auf dieses umgekehrt proportionale Verhältnis, welches wir schon aus den Beobachtungen zur cannabisinduziert veränderten Zeitwahrnehmung und aus Untersuchungen zur veränderten auditorischen Metrik kennen. Hier findet sich ein Pedant dieser Perspektivveränderung der Wahrnehmung, welche damit einen temporär gesteigerten Einblick in den Zwischenraum der Töne ermöglicht.

9.3.2.7.2 Aufmerksamkeit und parietale α -Veränderungen

Musik scheint leichter verarbeitet zu werden. Davon ausgehend, daß angestiegene α -Amplituden sich invers zur mentalen Beanspruchung verhalten, eine größere mentale Anstrengung demnach schwache α -Amplituden generiert (Jausovec, 1997a; Jausovec, 1997b; Jausovec, 1998), scheint der Anstieg der links-parietalen α -Amplituden auf eine Erleichterung der Musikverarbeitung hinzudeuten. Dieser Umstand könnte einer durch Cannabis angeregten euphorischen Stimmung entsprechen, in welcher ‚die Dinge einfacher erscheinen‘ und die Person ‚High‘ ist.

Die Verstärkung parietaler α -Aktivität und die Desynchronisierung parietal-okzipitaler Frequenzaktivität, bei leicht veränderter β_2 -Amplitudenaktivität, könnte ein elektrophysiologisches Korrelat der neurophysiologischen Bedingungen für die von Curry beschriebene Hyperfokussierung der Wahrnehmung auf den akustischen Klangraum repräsentieren. Nach Kolb und Wishaw ist die Parietalregion hinter der Körperfühlsphäre (Brodmann Areale 1,2,3) für die Kontrolle des „*mentalen Raumes*“ zuständig. Die Parietalregion integriert die räumlichen Eigenschaften von Reizen, verarbeitet und selektiert visuo-motorische Informationen des Bewegungsraumes, lenkt und koordiniert visuell-räumliche, wahrscheinlich auch auditorisch-räumliche Aufmerksamkeitsvorgänge (Kolb & Whishaw, 1996: 225ff). Diese Sichtweise der Funktionalität des Parietallappens und die hier beobachtete Verstärkung des parietalen α -Fokus‘, würde für die von Curry postulierte Hyperfokussierung der Aufmerksamkeit auf den akustischen Raum (Curry, 1968) und für eine cannabisinduzierten Veränderung der Musikwahrnehmung sprechen. Wenn, wie Altenmüller ausführte (Altenmüller & Beisteiner, 1996), der parietale Cortex einer Steuerung der Aufmerksamkeit und sensorischer Integration vermittelt, läßt sich eine Verbindung der Wirkungen zu den

Veränderungen der Amplitudenaktivität und einer cannabisspezifischen Musikwahrnehmung erklären. Der Parietallappen wurde auch als eine Region benannt, welche einen vermehrten Anteil an Cannabinoidrezeptoren beherbergt (vgl. 7.2 oben). Eine Veränderung nach dem Rauchen ist demnach auch in dieser Region zu erwarten. Interessant ist aber hier, dass sich in Ruhe auf dem α -Band eher eine Abschwächung der Amplituden in der Parietalregion feststellen ließ (vgl. Abbildung 31), hier aber beim Musikhören eine deutliche Zunahme der Amplitudenstärke festzustellen ist.

9.3.2.7.3 Post-THC-Desynchronisierung im Spektrum

Während aber in anderen EEG-Untersuchungen mit Cannabis (zumeist in Ruhe) eher von einem Absinken der Hauptfrequenzen berichtet wurde (vgl. Kapitel 6 oben), zeigt sich hier eher ein Ansteigen und eine Desynchronisierung der Hauptfrequenzen im Post-THC-EEG beim Musikhören. Dass das Musikhören hier nicht die Ursache der Desynchronisierung darstellt, zeigt sich in der Beobachtung, dass das Pre-THC-EEG des Musikhörens eher eine Synchronisierung im Spektralband aufweist als eine Desynchronisierung. Bei dieser Versuchsperson scheint hier demnach ein Hinweis auf die Veränderung der Musikwahrnehmung durch THC im Hirnstrombild vorzuliegen.

9.3.3 Untersuchung von drei weiteren Versuchspersonen

Es folgt die Untersuchung von drei weiteren Freiwilligen in einem Wohnzimmersetting (vgl. 9.2.3.1 oben). Gemessen wurde das Hören der drei Musikstücke, die von der ersten Versuchsperson ausgewählt worden waren.

9.3.3.1 Versuchsperson 2 - Orion -

Auch bei dieser Versuchsperson wurde nach Beseitigung der Artefakte ein Individualmittelwert für die einzelnen Musikstücke und Ruhephasen errechnet, wie auch ein Gruppenmittelwert für Pre/Post Ruhe und Musik erstellt. Die Vorgehensweise gleicht dem Schema 4 der ersten Versuchsperson. Die genauen Werte sowie die Bestimmung der Referenz- und Vergleichsgröße im T-Test lassen sich aus dem Appendix II, Kap. 12.2.4 unten bestimmen.

9.3.3.1.1 Pre- und Post-THC-Ruhe-EEG im topographischen Vergleich

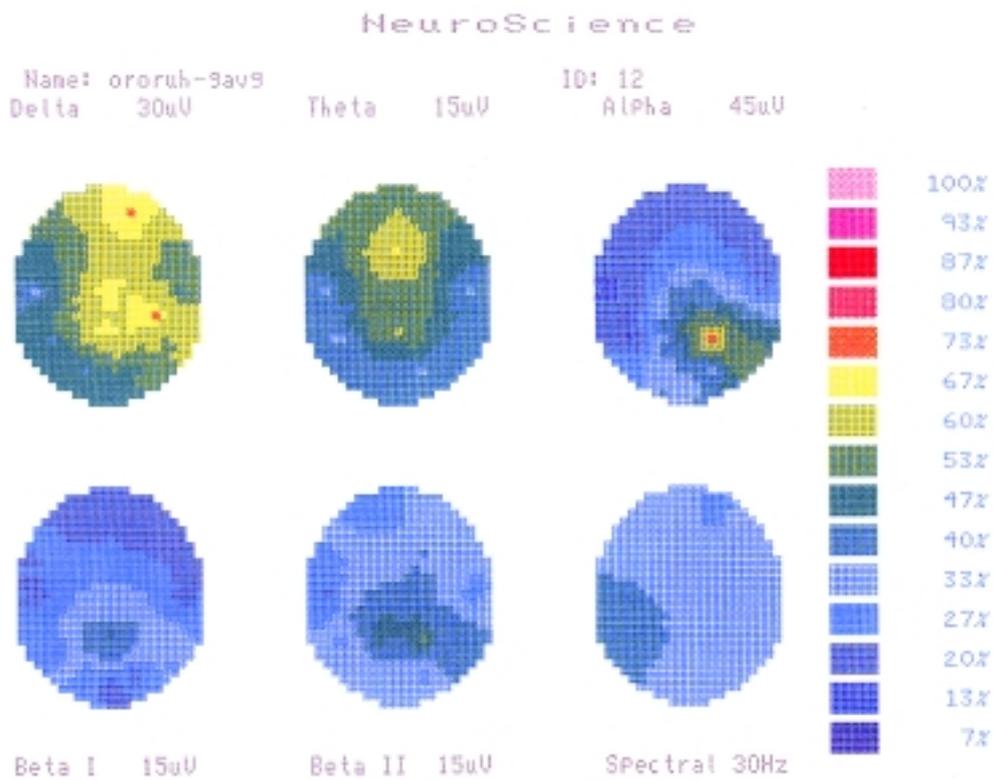


Abbildung 54: ororuh-Gavg, Ruhe ohne Cannabis

Im Pre-THC-Ruhe-EEG läßt sich insgesamt ein Rechtsshift der Amplitudenaktivität auf dem δ -, α - und β_2 -Band erkennen. Die Standardabweichung zeigt nur auf dem δ -Band über dem Vertex eine geringe Abweichung von 5 μ V.

Das θ -Band weist ein Amplitudenmaximum fronto-central auf, welches nach frontal und parietal abfällt. Der α -Fokus, welcher bei der ersten Versuchsperson durchgängig links-parietal und mit geringerer Amplitude zu erkennen war, liegt bei dieser Versuchsperson parietal rechts (P4) mit einer maximalen Amplitude von 36 μ V. Ebenso findet sich die Ausbreitung der β_2 -Amplituden nach parietal rechts.

Im Spektralband dominieren α -Frequenzen bei 10 Hz, nur in der linken Temporalregion dominieren 12 Hz-Frequenzen. Bei VPN1 hingegen fanden wir ein aufsteigendes Spektrum von frontal nach okzipital. Insgesamt läßt dieses Bild auf eine ruhende Person mit geschlossenen Augen und entspanntem Bewegungsapparat schließen.

Kurzüberblick

- Rechtsshift der EEG-Gestalt
- Einheitliches 12 Hz-Spektrum

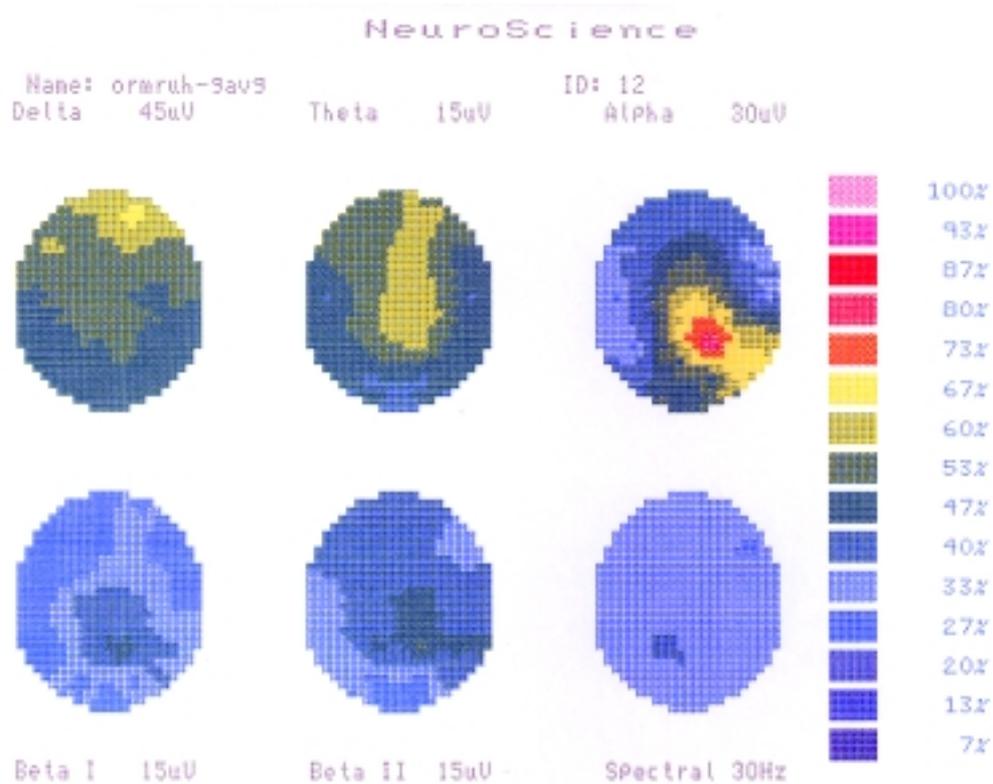


Abbildung 55: ormrüh-Gavg, Ruhe mit Cannabis

Im Gruppenmittelwertbild der Ruhe nach dem Rauchen findet sich eine Abschwächung der Amplituden auf dem α -Band um 6-9 μ V. δ -, θ - und β 2-Band verzeichnen einen minimalen Anstieg der Amplituden, nur im β 1-Band lassen sich Abschwächungen beobachten. Im Spektralband dominieren 10 Hz, d.h. mittlere α -Frequenzen, die gesamte Cortexoberfläche.

Kurzüberblick

- Post-THC- α -Abschwächung
- Synchronisierung auf 10 HZ

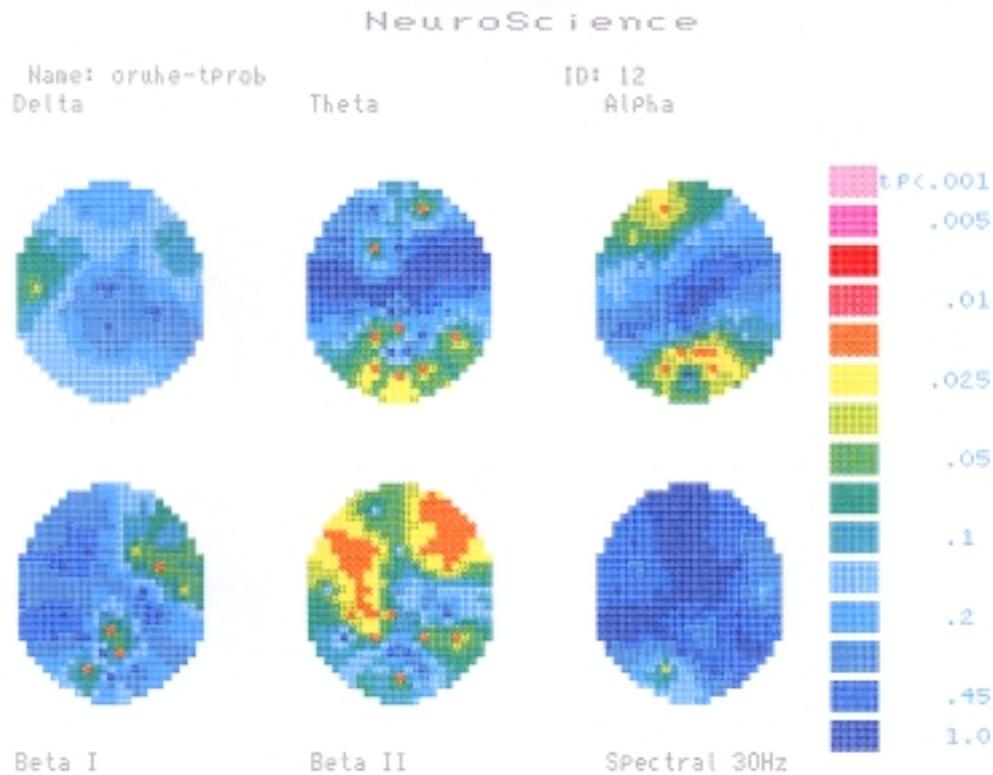


Abbildung 56: oruhe-Tprob; T-Test Pre/Post-THC-Ruhe

Im T-Test lassen sich Veränderungen ($p < .025$) nach dem Rauchen im Vergleich zur Ruhe erkennen. Auf dem β_2 -Band im rechten Frontallappen (FP2-F8-F4), links fronto-central (F7-F3-C3-Cp1) und punktuell auf dem α -Band okzipital finden sich erhöhte Unterschiede.

Kurzüberblick

- Personenspezifische rechtslaterale Dominanzen mit parietalem α -Fokus
- Insgesamt höhere α -Amplituden als bei Versuchsperson 1
- α -Amplituden nach dem Rauchen abgeschwächt und Pre-/Post- α -Spektrum von 10 Hz

9.3.3.1.1 Interpretation

Im Pre-THC-Ruhe-Avg ließ sich eine topographische Ähnlichkeit der β_2 - und α -Wellen beobachten. Die Veränderungen des β_2 -Bandes in der rechten Frontalregion, die Synchronisierung im Spektralband und die Abschwächung der Amplituden auf dem α -Band in Ruhe sind Hinweise auf den Wirkeinsatz von Cannabis und entsprechen einer vertieften Entspannung nach dem Rauchen, was sich auch durch die Veränderung der δ - und θ -Wellen verdeutlicht.

An dieser Person läßt sich die Persönlichkeitssensitivität des topographischen EEGs erkennen, welche eine quasi ‚gespiegelte‘ Version von Versuchspersonen 1 ist, jedoch mit höheren α -Amplitudenwerten und einer α -Dominanz von 10 Hz im Spektrum.

9.3.3.1.2 Hören von Musikstück I (King Crimson)

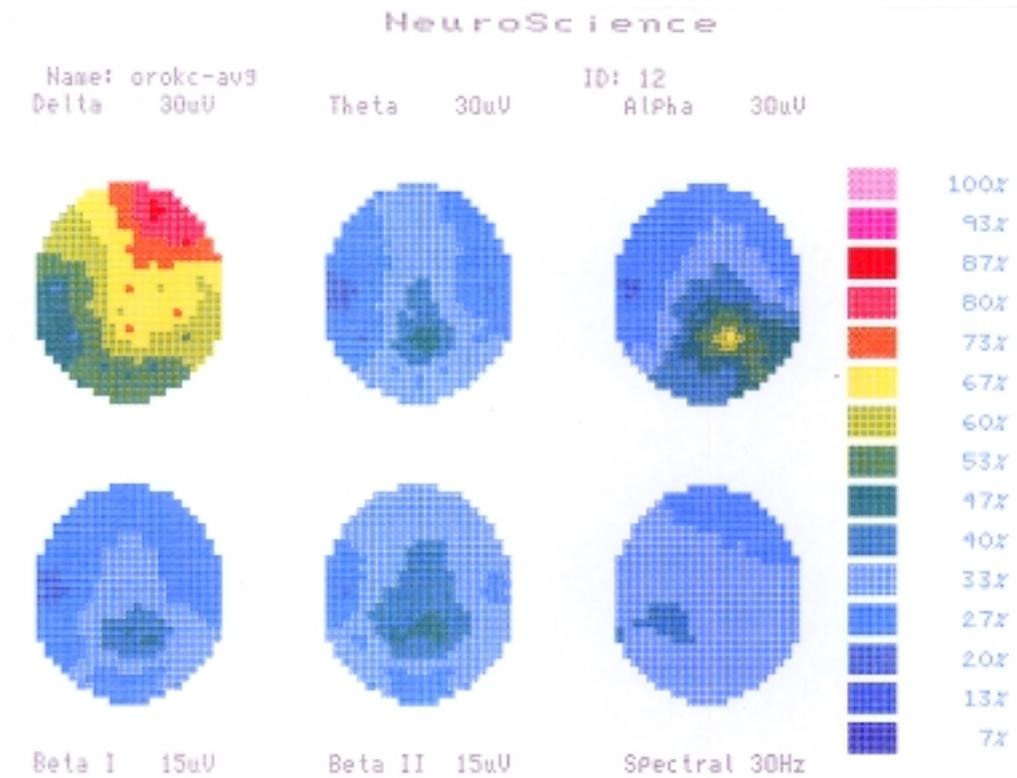


Abbildung 57: orokc-Avg, Hören von King Crimson ohne Cannabis

Im Pre-THC-KingCrimson-Avg sehen wir verstärkte δ -Aktivität im rechten Frontallappen. Die Standardabweichung wies hier Variabilitäten bis zu $6 \mu\text{V}$ auf.

Im Post-THC-KingCrimson-Avg zeigt sich diese Region um $6 \mu\text{V}$ abgeschwächt. Ähnliche Werte erzielte die Post-THC-Abschwächung des θ -Bandes. Das α -Band des Post-THC-KingCrimson-Avg weist im Vergleich zum Post-THC-Ruhe-Gavg eine Erhöhung der Amplitudenwerte um $9 \mu\text{V}$ auf, auch die Ausweitung des α -Fokus hat zugenommen. Das β_2 -Band hat seine Aktivität ebenso ausgeweitet und zwar nach central und nach parietal rechts. Das Spektralband läßt nach dem Rauchen eine Desynchronisierung frontal und linkstemporal-central erkennen.

Kurzüberblick

- Abschwächung von δ - + θ -Band; Post-THC- θ -Abschwächung rechts temporal stärker
- Post-THC- α -Anstieg

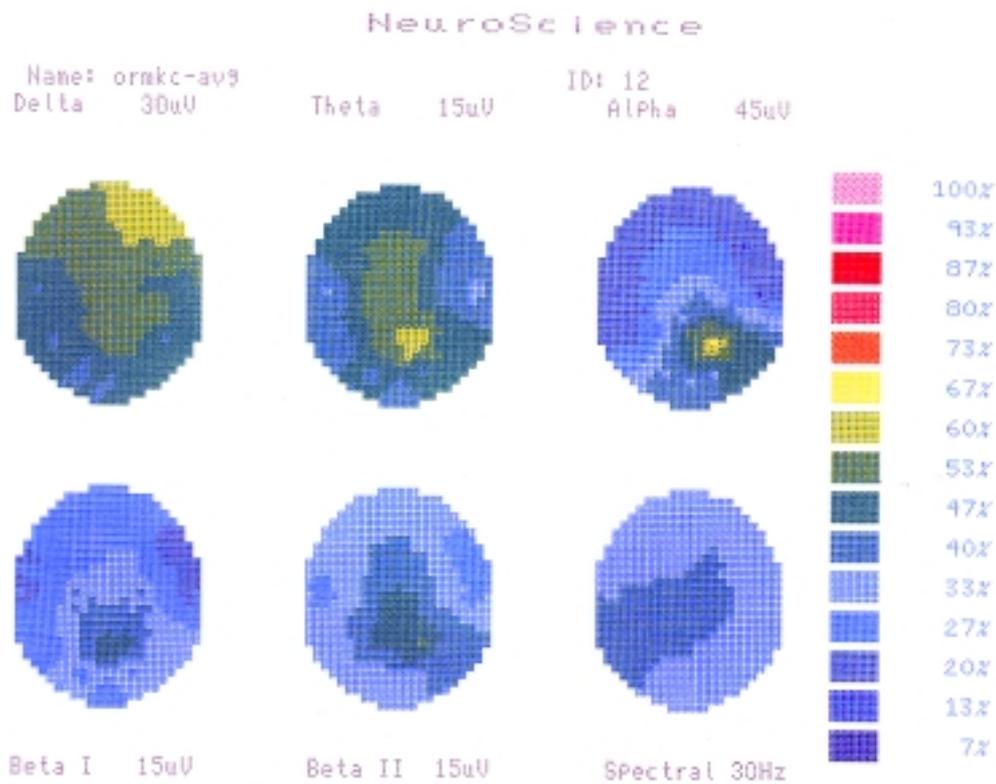


Abbildung 58: ormkc-Avg, Hören von King Crimson mit Cannabis

Im T-Test beider Individualmittelwerte (vgl. [Abbildung 59](#)) finden wir hochsignifikante Veränderungen auf dem θ - und dem α -Band und in den Okzipitalregionen auf beiden β -Bändern rechtslateral. Die α -Veränderungen sind rechts-temporal schwächer. Im Spektralband erkennen wir präfrontal und prämotorisch hochsignifikante Veränderungen der Frequenzgeschwindigkeiten.

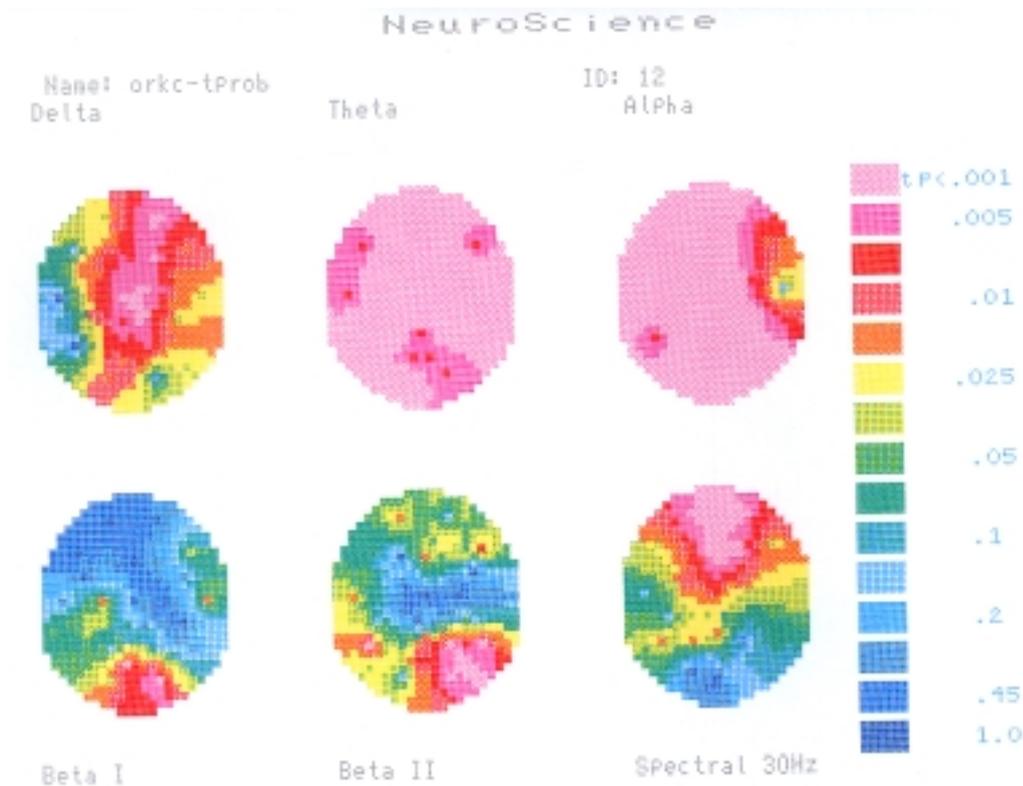


Abbildung 59: orkc-Tprob, T-Test Hören ohne THC gegen Hören mit THC

9.3.3.1.2.1 Interpretation

Der Einsatz der Musik und die Wirkungen von Cannabis hinterlassen auch hier wieder deutliche Veränderungen im Gehirn. Die β -Veränderungen in den Okzipitalregionen lassen veränderte Imagination zur Musik und die präfrontalen Veränderungen auf eine veränderte Bewertung der Situation schließen. Es erscheint nachvollziehbar, daß sich - wie oben bereits diskutiert (vgl. 9.3.2 oben) - bei einem ‚Perspektivenwechsel‘ der Musikwahrnehmung auch die Aktivität des visuellen Cortex verändert. Die Veränderungen des θ -Bandes lassen eine auf eine kurzzeitige Tiefenentspannung, veränderte emotionale Bewertung der Musik und die Veränderungen des α -Bandes auf eine intensive Veränderung des Bewußtseinszustandes der Person während des fünf-minütigen Hörens schließen, welche sich in einem Zustand vertiefter Kontemplation befindet. Nach dem Hören dieses Stückes beschrieb die Person einen fast schlafähnlichen Zustand mit traumähnlichen Bildern.

9.3.3.1.3 Pre-THC-Ruhe-EEG gegen Pre- und Post-THC-KingCrimson-EEG

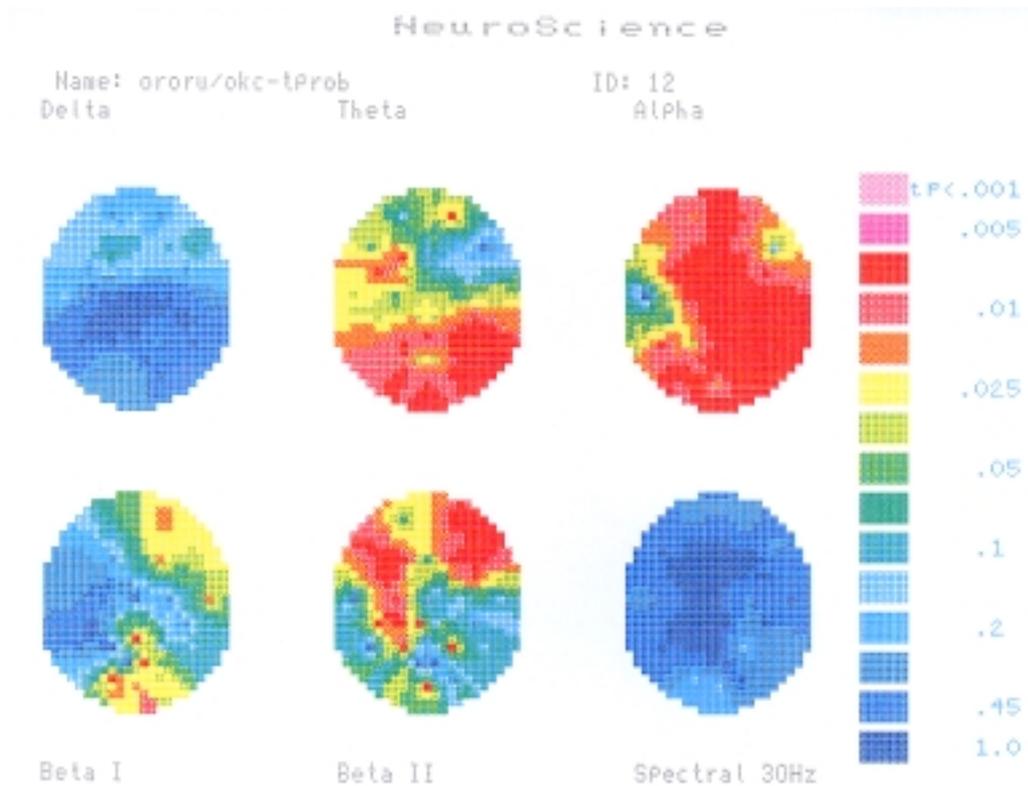


Abbildung 60: ororu/okc-Tprob, Vergleich Pre-THC-Ruhe gegen Pre-THC-KingCrimson

Im Vergleich von Ruhe und Musikhören ohne Cannabis lassen sich globale Veränderungen in der rechten Hemisphäre mit einem Zentrum rechts parietal und präfrontal erkennen. Das α -Band zeigt hier die deutlichsten und weitesten topographischen Veränderungen über die rechte Hemisphäre ($p < .01$). Die α -Veränderungen indizieren einen Wechsel von Ruhe zur Musik.

Kurzüberblick

- Rechtshemisphärische θ -, α - und β_2 -Änderungen beim Musikhören

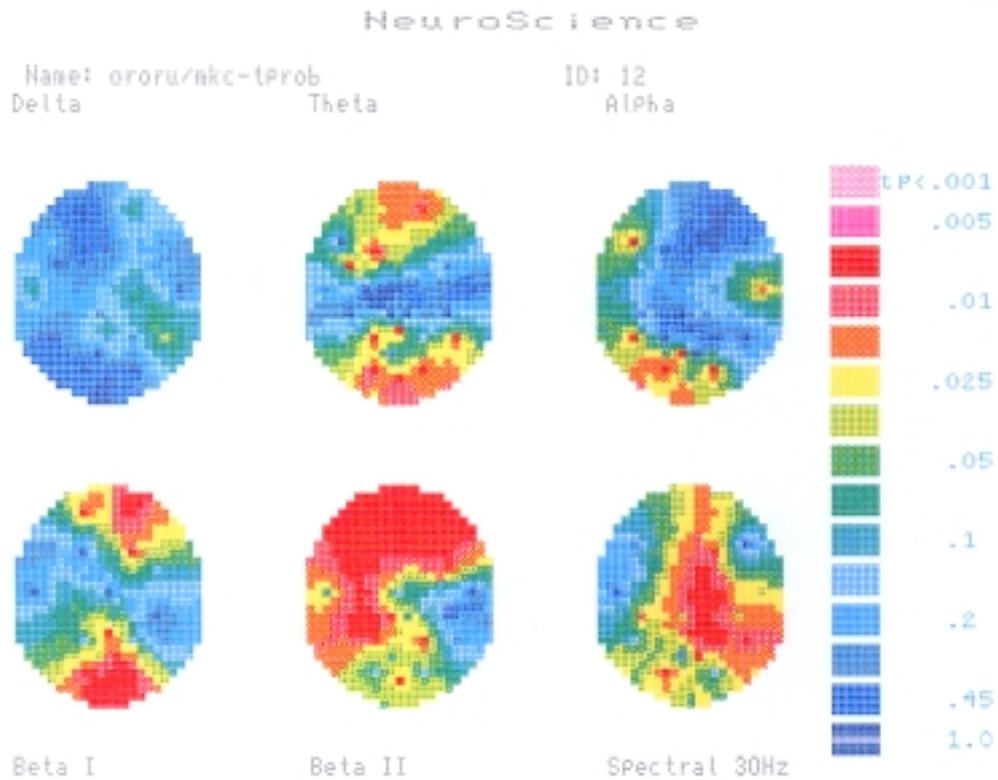


Abbildung 61: ororu/mkc-Tprob, Vergleich Pre-THC-Ruhe gegen Post-THC-KingCrimson

Das Pre-THC-Ruhe-EEG gegen das Post-THC-KingCrimson-EEG zu vergleichen, läßt keine so deutlichen Veränderungen der rechten Hemisphäre erkennen. Es finden sich zunächst auf dem β_2 -Band frontal und dem β_1 -Band okzipital Veränderungen. Insgesamt lassen sich die meisten Veränderungen ($p < .01$) in frontalen und okzipitalen Regionen feststellen. Dies mag bedeuten, daß die Person sich intentional in der Wahrnehmungsperspektive gewandelt hat und die Musik nach dem Cannabiskonsum verändert hört. Im Spektralband sehen wir eine signifikante Veränderung der Frequenzgeschwindigkeiten über dem Vertex und rechts centro-parietal.

Kurzüberblick

- frontal θ -, β_1+2 -Veränderungen und okzipitale θ -, α - und β_1 -Veränderungen

9.3.3.1.4 Gruppenmittelwerte des Hörens ohne und des Hörens mit Cannabis

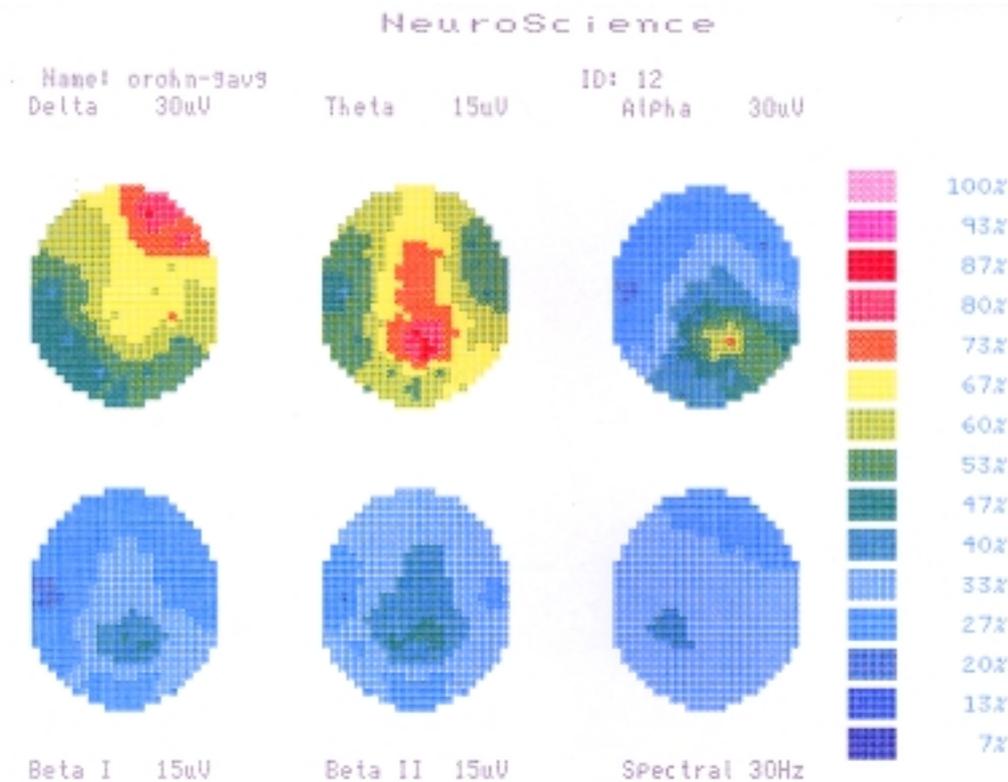


Abbildung 62: orohn-Gavg, Gruppenmittelwert Hören von Musik ohne Cannabis

Beim Hören ohne Cannabis erkennen wir auf dem δ -Band rechts-frontal ein Amplitudenmaximum. Das θ -Band läßt ein Maximum über der parietalen Scheitellinie (Pz) und im Vergleich zu Pre-THC-Ruhe-Gavg (Abbildung 54) eine Ausweitung entlang der Scheitellinie nach frontal erkennen. Das θ -Zentrum wird unterstützt von einer ähnlichen Topographie der β_{1+2} Amplituden.

Der α -Fokus bleibt in seinem Amplitudenmaximum über der rechten Parietalregion beständig, wie schon im Pre-THC-Ruhe-Gavg zu erkennen war, doch ist in den Amplituden leicht abgeschwächt. Im Spektralband dominieren tiefere α -Frequenzen die Frontalregion. Nach posterior finden sich hauptsächlich mittlere α -Frequenzen.

Kurzüberblick

- θ -Zentrum über Central beim Musikhören

9.3.3.1.4.1 Interpretation des zentralen θ -Amplitudenshifts

In den θ - und β -Amplitudenmaxima über der parietalen Scheitellinie verdeutlicht sich beim Musikhören im Vergleich zu den Maxima beider Ruhe-EEGs (Abbildung 54, Abbildung 55) ein Shift der Gehirnaktivität nach posterior. Die Hauptaktivität hat sich beim Musikhören auf dem θ -Band auch in die Parietalregion verlagert.

Dies ließ sich auch im Vergleich der Gruppenmittelwerte von Pre-THC-Ruhe und Pre-THC-Musik erkennen (vgl. 12.2.4.3 unten). Im T-Test konnten auf dem θ - und dem α -Band globale aber schwächer signifikante Veränderungen ($p < .025$) der sensorisch-rezeptiven Regionen beobachtet werden. Im Spektralband ließen sich zudem Veränderungen der Wellengeschwindigkeiten in der rechten vorderen Temporalregion erkennen.

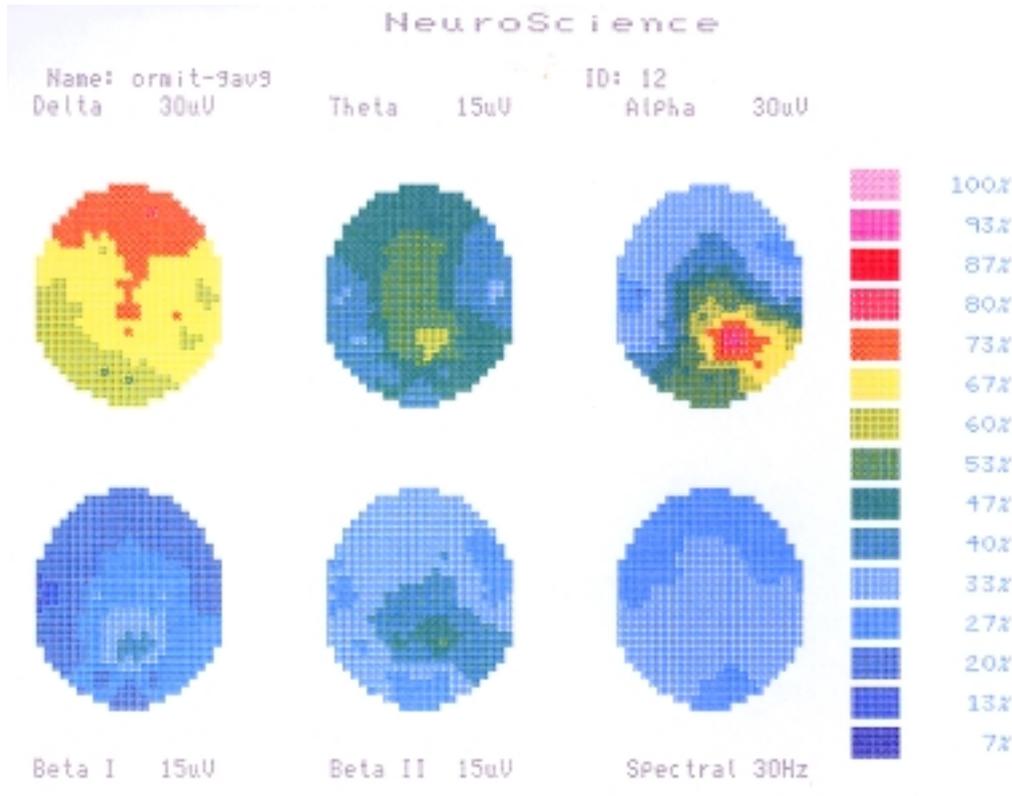


Abbildung 63: ormit-Gav9, Gruppenmittelwert Post-THC-Musik

Das Gruppenmittelwertbild des Post-THC-Musik-Gav9 weist die schon bei der vorherigen Versuchsperson beobachteten Veränderungen der Amplituden auf. Das δ -Band zeigt frontal eine Abschwächung, aber zugleich eine Ausweitung der Amplitudenmaxima.

Insgesamt erscheinen die Amplitudenmaxima im Vergleich zum Hören ohne Cannabis abgeschwächt, doch findet sich auch hier wieder eine deutlich sichtbare Verstärkung und Ausweitung der α -Amplituden um durchschnittlich $4 \mu\text{V}$. Die topographische Gestalt des parietalen α -Fokus hat sich im Vergleich zum Pre-THC-Musik-EEG nicht wesentlich geändert. Im Vergleich zum Post-THC-Ruhe-EEG (vgl. Abbildung 55) läßt sich aber eine Ausweitung des α -Anteiles nach okzipital erkennen. Eben eine solche Ausweitung nach rechts scheint sich auch auf dem β -Band zu vollziehen.

Auch das θ -Band deutet einen minimalen Shift der Aktivität nach rechts an. Das Spektralband läßt auf eine zunehmende Synchronisierung insbesondere der frontalen Aktivität nach dem Rauchen schließen. Im Vergleich zur Pre-THC-Ruhe war nur eine schwache Veränderung des θ - und des β -Bandes in der linken Frontalregion zu erkennen.

Kurzüberblick

- Post-THC-Amplitudenabschwächung von δ und θ
- Post-THC- θ -Abschwächung temporal
- Post-THC-Amplitudenanstieg parietal rechts auf dem α -Band

9.3.3.1.4.2 Diskussion prä- und postsynaptischer Rezeptorenaktivität, EEG-Amplituden und Aufmerksamkeitsveränderungen

Ist es möglich, daß die frontal und parietal beobachteten Veränderungen im EEG Wirkungen der nach Cannabiskonsum vermehrten Cannabinoidrezeptorenaktivität darstellen? Zeigt sich in der frontalen Amplitudenabflachung der δ - und θ -Wellen eine cannabisinduzierte postsynaptische Hemmung bei der Übertragung von elektrischen Signalen? Bedeutet hingegen der parietal zu beobachtende Anstieg der α -Amplituden eine erhöhte Zellkommunikationsbereitschaft durch die Abschwächung von GABA-Effekten? (vgl. 7.1 oben) (Joy et al., 1999: 2.20). Ist es möglich, daß die frontale Ausweitung des δ -Band einerseits eine verstärkte Synchronisierung bei Abflachung der Amplitude darstellt, welche durch postsynaptische CBR-Aktivität hervorgerufen, eine Hemmung der Zellfeuerung und somit der im EEG meßbaren elektrischen Potentiale initiiert, andererseits aber dadurch eine Ausweitung der Synchronisierung bewirkt?

Wie wir in Kapitel 7 oben lesen konnten, scheinen präsynaptische Cannabinoidrezeptoren auf dem Zellkörper die Öffnung von Kalziumkanälen zu bewirken, was eine Verringerung der Zellfeuerungsraten oder der Signalweiterleitung zur Folge hat. In toto würde dies bei Hemmung der GABA-Ausschüttung eine Stimulation der Aktivität im Zellverband bewirken (Joy et al., 1999: 2.20). Dies würde für eine Ausbreitung der Aktivität bei gleichzeitiger Abschwächung der Amplituden sprechen. Denn Cannabinoidrezeptoren an den empfangenden postsynaptischen Dendriten und am Zellkörper scheinen die GABA-Hemmung zu unterstützen und somit erscheint die meßbare Signalstärke abgeschwächt. Ob sich dies so verhält, kann hier nur vermutet werden. Ob dieses Modell auch zur Erklärung der parietal angestiegenen Amplitudenaktivität beiträgt, welche ja nach gegenwärtigem Verständnis für eine verstärkte Summation postsynaptischer Dendritenpotentiale spricht, erscheint fraglich. Eine mögliche Interpretation für das Ansteigen der α -Amplitudenaktivität in der Parietalregion wäre eine erhöhte postsynaptische Aktivität, hervorgerufen durch die cannabisinduzierte veränderte Aufmerksamkeit auf den musikalischen Zeitraum und die von anderen Regionen

frontal, temporal und okzipital hier verstärkt einlaufenden Informationen. Dafür spricht, daß die α -Aktivität auch im Post-THC-Ruhe-EEG abgeschwächt ist.

So ist es möglich, daß die hier über das α -Band indizierten Aufmerksamkeitsveränderungen, eine erhöhte cerebrale Vernetzungsstrategie dieses Assoziationscortexareales darstellen. Hier würden Informationen über die veränderten metrischen Bedingungen in der auditorischen Wahrnehmungsskalierung mit anderen Cortexarealen vernetzt und rückgekoppelt werden, was zu einer Umschaltung der Wahrnehmungsperspektive führt. Dies kann hier vorerst nur vermutet werden und bedarf weiterer Beobachtung.

9.3.3.1.4.3 Vergleich Pre- und Post-THC-Musik-Gavg

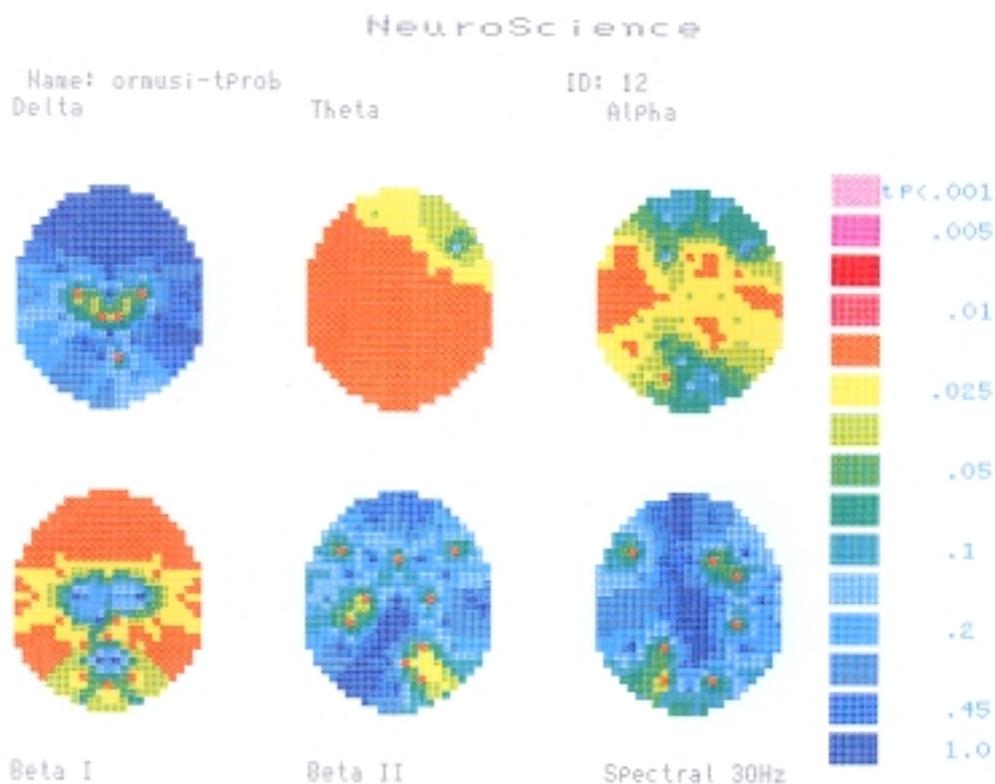


Abbildung 64: *ormusi-Tprob*, Vergleich Pre/Post Hören von Musik

Im Vergleich der Gruppenmittelwerte des Musikhörens vor und nach dem Cannabiskonsum, lassen sich bei dieser Versuchsperson von der prämotorischen Frontalregion bis okzipital Veränderungen ($p < .025$) auf dem θ -Band und auf dem β_1 -Band in frontalen und anterioren Temporalregionen beobachten. Das α -Band weist großflächige Veränderungen der linken, fronto-temporalen Region und topographisch begrenztere Flächen in der rechten Temporalregion auf. Die fronto-temporalen Änderungswahrscheinlichkeiten links auf dem α -Band lassen auf

Veränderungen des motorischen Sprachzentrums und auditorischer Assoziationsfelder in der inferioren frontalen und anterioren Temporalregion schließen.

9.3.3.1.5 Zusammenfassung Versuchsperson 2

Die topographische Grundgestalt des α -Bandes in Ruhe und in der Aktivierung zeigte einen konstant rechts-parietalen α -Fokus bei geschlossenen Augen.

Auch bei dieser Versuchsperson mit lokal anderem α -Fokus war die gleiche Absenkung im Post-THC-Ruhe-EEG und der gleiche Anstieg der α -Amplituden im Post-THC-Musik-EEG zu beobachten. Im Post-THC-Ruhe-EEG war im Vergleich zum Pre-THC-Ruhe-EEG eine Abschwächung der α -Amplituden bis zu 9 μ V und in geringerer Abschwächung auch der β 1-Amplituden zu erkennen (vgl. [Abbildung 55](#)). Im Post-THC-Musik-EEG war hingegen ein Anstieg der α -Amplituden zu beobachten, welcher im Vergleich zum Pre-THC-Musik-EEG eine durchschnittliche Zunahme von 2-4 μ V ausmacht. Der Vergleich Pre-THC-Ruhe und Pre-THC-Musik läßt bei dieser Person auf eine Abschwächung der α -Amplituden durch das Musikhören schließen, was sich auch durch eine erhöhte Unterschiedswahrscheinlichkeit im α -Band in der rechten Parietalregion zeigen ließ (vgl. [Abbildung 60](#)). Insgesamt ließ sich eine ‚Zusammenarbeit‘ des α - und des β 2-Bandes beobachten. Zusammenarbeit heißt hier, daß sich nach Cannabiskonsum die topographischen Ausweitungen in ihrer Gestalt ähnelten.

Die höchsten Unterschiedswahrscheinlichkeiten waren auch hier wieder beim ersten Musikstück zu erkennen. Die Unterschiede von Post-THC-Ruhe und Post-THC-Musik sind nicht so deutlich, wie die Unterschiede von Pre-THC-Ruhe und Pre-THC-Musik (vgl. [Abbildung 60](#)), oder der Vergleich von Pre-THC-Ruhe mit dem Hören des ersten Musikstückes nach dem Rauchen (vgl. [Abbildung 61](#)). Im Verlauf der Hörreihe sinken die Unterschiedswahrscheinlichkeiten ab.

Eine Desynchronisierung des Post-THC-Musik-EEG war bei dieser Versuchsperson im Spektralband nicht beobachten. Bei dieser Person dominierten die tieffrequenteren α -Wellen von 8-10 Hz des EEG-Spektrums sowohl im Pre- als auch im Post-THC-EEG. Die EEG-Veränderungen lassen insgesamt auf ein emotionaleres und bildhafteres Erleben von Musik schließen, was sich ja auch in der rechtshemisphärischen Tendenz des α -Fokus andeutete. Bei der ersten Versuchsperson war nach dem Cannabiskonsum eine deutliche Desynchronisierung der Aktivität erkennen.

Auch bei dieser Untersuchung läßt sich wieder eine Veränderung der Frontal-, Temporal- und Okzipitalregion feststellen. Eine weitere konstante Veränderung im Vergleich zum Ruhe-EEG war die Verschiebung der θ -Amplitudenmaxima beim Post-THC-Musikhören in die rezeptiven Bereiche mit einem Shift der EEG-Gestalt nach rechts (vgl. [Abbildung 54](#) versus [Abbildung 63](#)). Diese Verschiebung war schon im Post-THC-Ruhe-EEG (vgl. [Abbildung 55](#)) beobachten. Ob sich daraus schließen läßt, daß Cannabis eine erhöhte Bereitschaft zur rezeptiven Aufmerksamkeit fördert, kann hier nur vermutet werden.

9.3.3.2 Versuchsperson 3 -Rosa-

Die nächste Versuchsperson (vgl. Appendix II, 12.2.5 unten) war eine 170 cm große, 31jährige Frau, Rechtshänderin und nach eigenen Aussage n Gelegenheitskonsumentin.

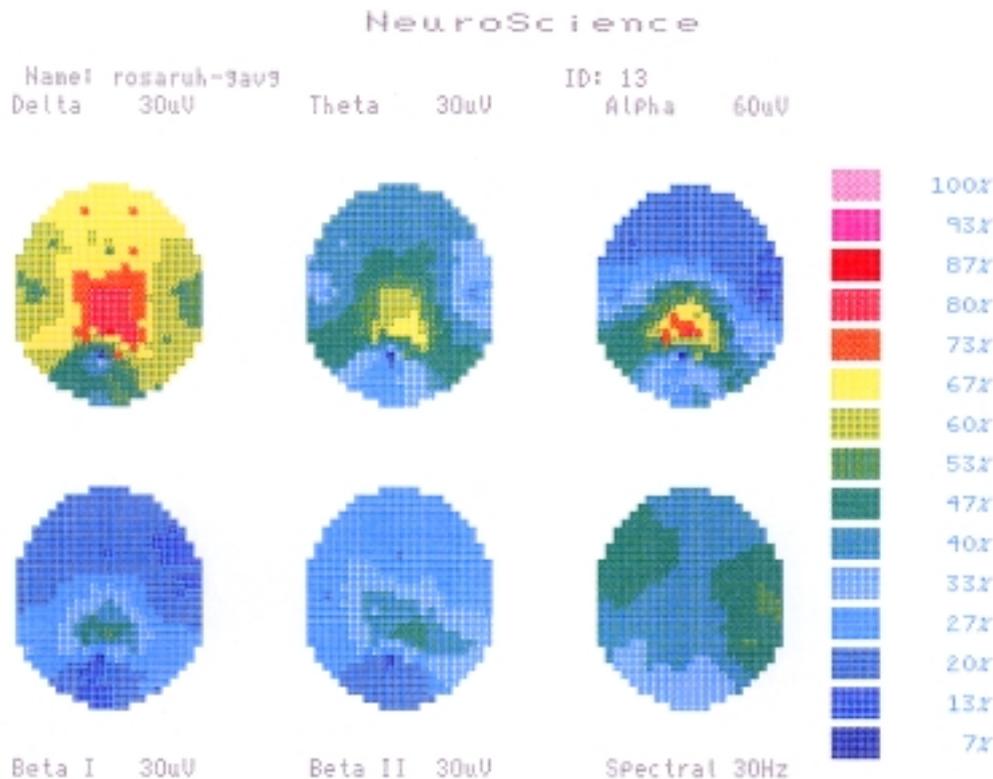


Abbildung 65: rosaruh-Gavg, Ruhe ohne Cannabis

Die topographische EEG-Gestalt dieses Ruhe-EEGs zeigt eine nach central-parietal und am Vertex orientierte Grundgestalt. Das EEG der jungen Frau ist gekennzeichnet durch vergleichsweise stärkere Amplituden, zu erkennen an den höheren Skalierungen. Lagen die Skalierungen des θ - und des β -Bandes bei beiden vorigen Versuchspersonen im Ruhe-EEG bei 15 μ V, so sind diese nun in den Mittelwertdarstellungen auf 30 μ V erhöht. Waren die Skalierungen das α -Bandes zuvor bei 30 oder 45 μ V, so zeigt sich hier eine Skalierung von 60 μ V.

Anders als bei den beiden vorherigen Versuchspersonen ist auf dem δ -Band kein frontales Amplitudenmaximum feststellbar, sondern wir erkennen auf dem δ -Band centro-parietal (CZ, CP1+2, P4) ein Amplitudenmaximum, welches sich nach frontal abschwächt. β 1- und θ -Band zeigen ein ähnliches central-parietales Amplitudenmaximum, wobei das θ -Band in seiner Abschwächung dem Muster auf dem δ -Band ähnelt. In der Parietalregion ist auf dem θ -Band jedoch ein nach rechts- und links-temporal verlaufender Schweif erkennbar.

Ähnlich dreiecksförmig verteilt sich der α -Fokus über dem central-parietalen Vertex und seine Ausbreitung verläuft entlang des parietal-okzipitalen Sulcus, ohne

jedoch in den Okzipitallappen einzuwirken. An diesem Muster orientiert stellt sich auch das β_2 -Band dar. Besonders auffallend ist der nach rechts verschobene Schweif entlang des parietal-okzipitalen Sulcus. Das β_1 -Band konturiert keine Ausweitungen nach parietal-temporal und bleibt mit seinem Amplitudenmaximum central-parietal.

Das Spektralband zeigt eine nach okzipital zunehmende Synchronisierung. Frontal sind hohe α -Frequenzen von 12 Hz dominant, entlang beider Temporalregionen erkennen wir links 14 und rechts 16 Hz und die Okzipitalregion weist 10 Hz α -Frequenzen auf. In der Ruhekondition mit geschlossenen Augen zeigt sich die Okzipitalregion, wie hier im Spektralband deutlich wird, in abgeschwächter Aktivität.

Kurzüberblick

- Stärkere α -Amplituden in Ruhe als VPN 1+2
- EEG-Gestalt mit Gravitationszentrum central-parietal
- Schwache Amplituden okzipital

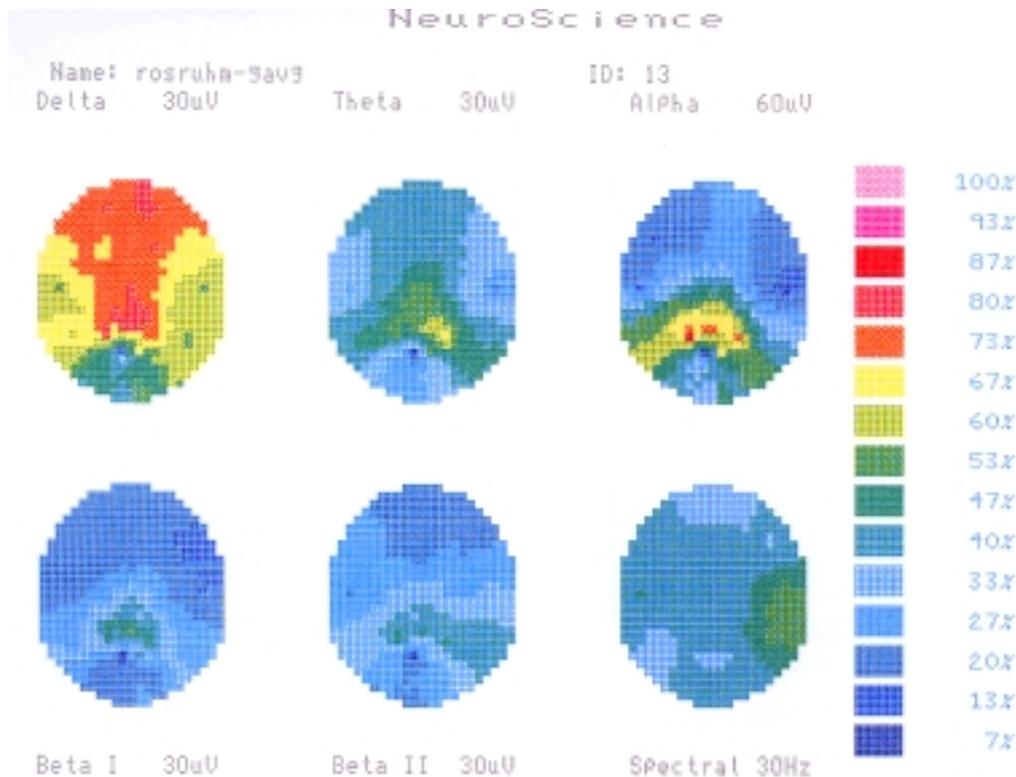


Abbildung 66: *rosruhm-Gavg, Ruhe mit Cannabis*

Im Post-THC-Ruhe-EEG sehen wir eine Zunahme der δ -Amplituden nach frontal.

Das θ -Band lässt sich als abgeschwächt charakterisieren, insbesondere die linke Temporalregion ist hier zu erwähnen.

Das α -Band zeigt eine Dezentralisierung des Amplitudenmaximums und im Unterschied zu den beiden vorherigen Versuchspersonen ist die α -Amplitude nicht abgesenkt, sondern zeigt eher eine verstärkte Ausweitung entlang des Sulcus parietooccipitalis. Zu bemerken ist auch eine verstärkte Einwirkung in die Okzipitalregion hinein.

Das β_1 -Band zeigt entlang der Hinterhauptsfurche eine Abschwächung und der nach links verjüngte Schweif der β_2 -Gestalt hat sich nach parietal und okzipital verbreitert.

Im Spektralband wird die Zunahme der Synchronisation auf dem δ -Band durch tiefere α -Frequenzen (8 Hz) präfrontal indiziert. Okzipital haben höhere α -Wellen zugenommen und auch temporal rechts erkennen wir eine zunehmende Desynchronisierung.

Das Post-THC-Ruhe-EEG präsentiert sich in ähnlicher Gestalt wie das Pre-THC-Ruhe-EEG. Die charakteristische Ausbreitung der Amplituden entlang beider parietal-okzipitalen Sulz erscheint in ihrer Aktivität verstärkt und auch die Okzipitalregion wird bei geschlossenen Augen lebhafter. Dies könnte auf eine gesteigerte bildliche Vorstellungstätigkeit zurückzuführen sein.

Kurzüberblick

- Zunahme frontaler δ -Amplituden
- θ insgesamt, insbesondere temporal abgeschwächt
- α -Amplituden in Post-THC-Ruhe stärker
- Zunahme frontaler Synchronisierung und rechts-temporaler Desynchronisierung

9.3.3.2.1 Hören von King Crimson und der Ruhevergleich

Vom Pre- zum Post-THC-Musik-EEG des ersten Musikstückes sind die schon aus den vorherigen beiden Versuchspersonen bekannten Absenkungen der Amplitudenmaxima über den θ - und β -Bändern erkennbar, nur das δ -Band zeigt - wie schon im Post-THC-Ruhe-EEG (*Abbildung 66*) - verstärkte Amplituden, außer in der Okzipitalregion. Im Post-THC-Musik-EEG sind jedoch verstärkte Aktivitäten beider β -Bänder zu erkennen. Das β_2 -Band hat seinen %-Anteil zudem in die rechte Parietal- und Okzipitalregion ausgeweitet. Das α -Band weist einen Anstieg der Amplituden in der zentralen Parietalregion auf und das Spektralband zeigt sowohl vor als auch nach dem Cannabiskonsum beim Musikhören im Vergleich zu beiden Ruhe-EEGs eine Synchronisierung und Dominanz höherer α -Frequenzen in den Temporalregionen.

Kurzüberblick

- Post-THC-Abschwächung von θ - und β -Amplituden
- Post-THC-Anstieg frontaler δ -Amplituden
- Post-THC-Anstieg parietaler α -Amplituden

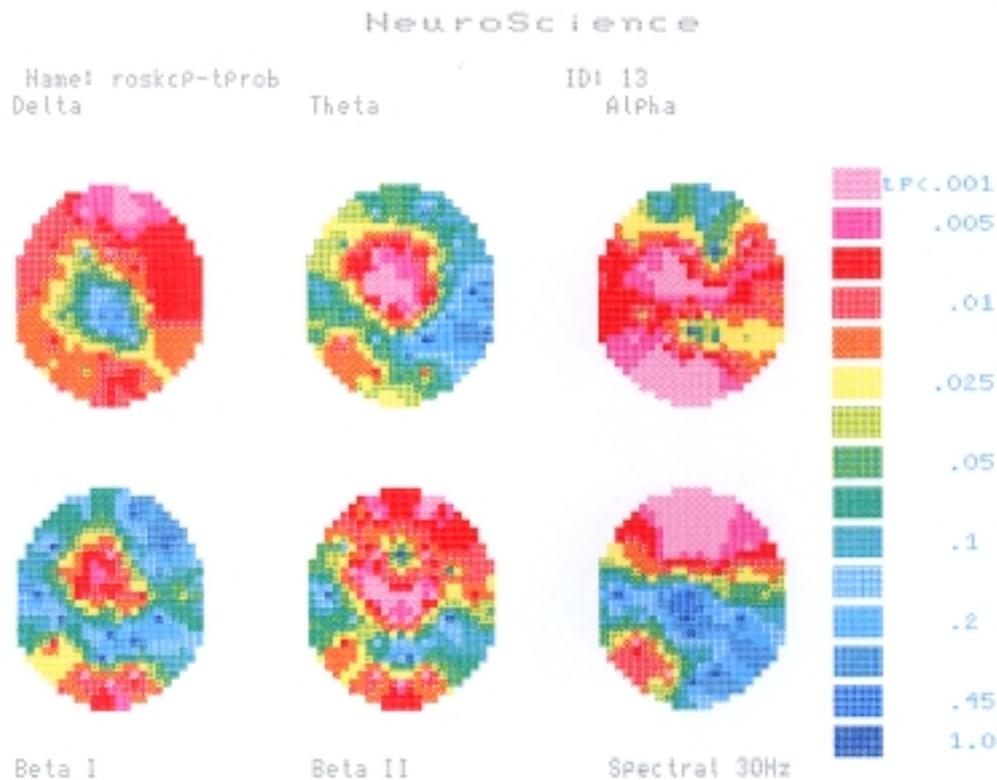


Abbildung 67: roskep-Tprob, Vergleich Pre/Post-THC-KingCrimson

Im T-Test des ersten Musikstückes in der Hörreihe zeigen sich auf dem α -Band hochsignifikante Veränderungen der Okzipitalregionen. Unter der Voraussetzung, das α -Band als einen Indikator für Veränderungen der EEG-Aktivität zu erachten, sind diese Veränderungen konsistent mit der Beobachtung dort verstärkter α - und β - $\%$ -Anteile im Post-THC-KingCrimson-Avg. Beide β -Bänder weisen zudem auch deutliche Unterschiede in der Okzipitalregion auf. Im Spektralband lassen sich weitere hochsignifikante Veränderungen der Hauptfrequenzen in der Frontalregion erkennen, in welcher auch nach dem Cannabiskonsum eine sich verstärkende δ -Aktivität in der Ruhe- und Musikkondition zu beobachten war.

Kurzüberblick

- Hochsignifikante α -Änderungen okzipital; schwächere okzipitale Änderungen β_{1+2}
- Hochsignifikante frontale Veränderungen im Spektrum

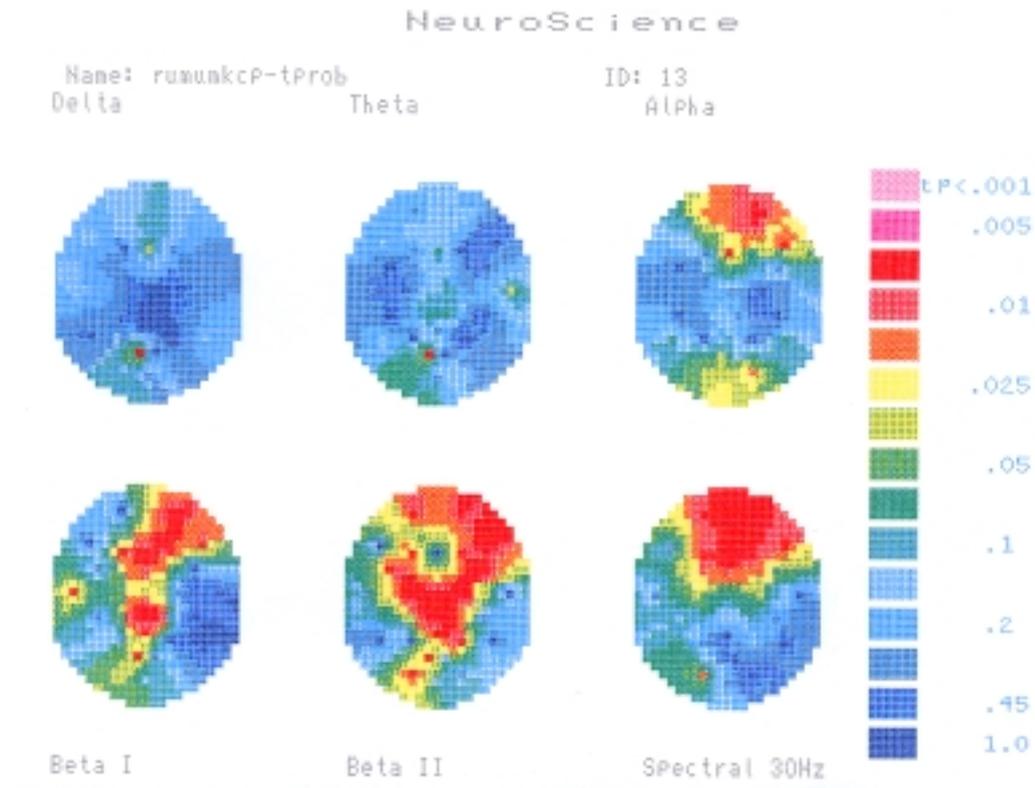


Abbildung 68: rumunkcp-Tprob, Vergleich Pre-THC-Ruhe und Post-THC-KingCrimson EEG

Im Vergleich von Pre-THC-Ruhe und Post-THC-Musik sind beim Hören von Musik auf dem α - und dem β - Band signifikante Veränderungen ($p < .01$) in der rechten Frontalregion erkennbar. Auf dem $\beta 1$ -Band sehen wir frontal rechts Veränderungen, ebenso auf dem $\beta 2$ -Band von frontal rechts entlang der rechten inferioren centralen Cortexregionen bis nach okzipital.

Im Vergleich zur Pre-THC-Ruhe verändert sich beim Post-THC-Musikhören die rechts-frontale α - und β -Aktivität. $\beta 2$ weist noch Veränderungen in der Centralregion auf. Das Spektralband läßt hier deutliche Veränderungen in der Frontalregion erkennen.

Der Einsatz von Musik führte auch bei dieser Versuchsperson zu Veränderungen in den frontalen und okzipitalen Regionen. Diese Regionen scheinen wichtige Assoziationsfelder beim Musikhören sowohl vor als auch nach dem Cannabiskonsum zu sein.

Kurzüberblick

- Signifikante Veränderungen in frontalen und okzipitalen Regionen beim Vergleich von Pre-THC-Ruhe und Post-THC-Musik

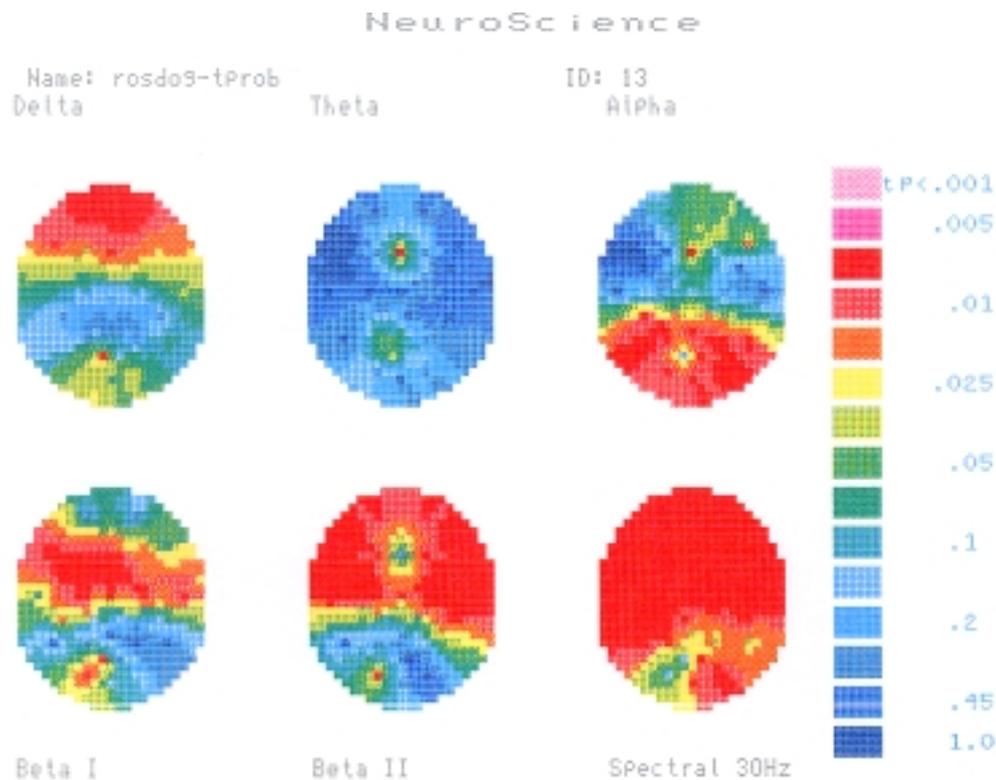


Abbildung 69: rosdog-Tprob, Vergleich Hören Dogbowl vorher/nachher

Beim zweiten Musikstück in der Hörreihe sehen wir im Mittelwertvergleich des Pre-/Post-THC-Musikhörens signifikante Veränderungen ($p < .01$) in den parietalen und okzipitalen Regionen auf den α -Frequenzen. Hier scheint sich eine zunehmende Veränderung der auditorischen Wahrnehmung abzuzeichnen. Auf dem β 2-Band und auf dem δ -Band lassen sich frontal hohe Veränderungswahrscheinlichkeiten ablesen und insbesondere beide vorderen Temporalregionen des β 2-Bandes zeigen hohe Veränderungen. Das Spektralband weist auf deutliche Veränderungen der frontalen Regionen welche lediglich in den Parietalregionen abnehmen.

Kurzüberblick

- Frontale δ - und β 2-Änderungen ($p < .01$)
- Parietale α -Änderungen ($p < .01$)
- Temporale β 2-Änderungen ($p < .01$)
- Globale Frequenzgeschwindigkeitsänderungen im Spektrum ($p < .01$)

9.3.3.2.2 Gruppenmittelwerte Musik vorher/nachher

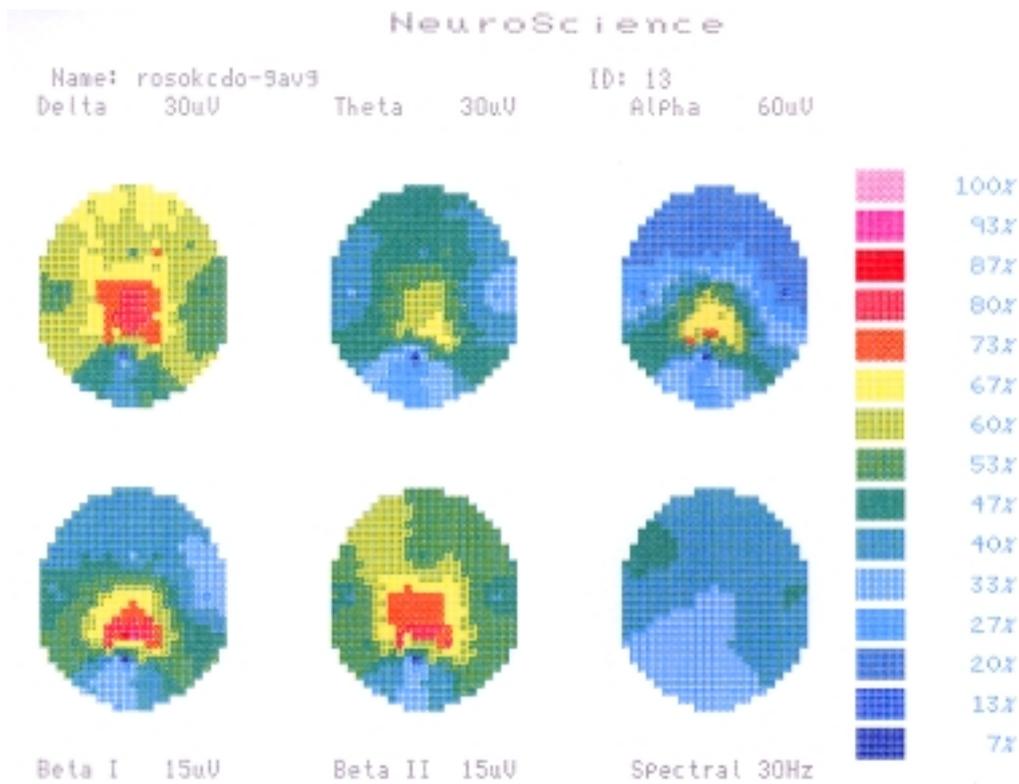


Abbildung 70: rosokcdo-Gav9, Gruppenmittelwert Pre-THC-Musik-EEG

Im Gruppenmittelwertbild des Pre-THC-Musik-Gav9 erkennen wir die auch schon im Ruhe-EEG durchscheinende EEG-Gestalt eines central-parietal angesiedelten Amplitudenmaximums aller Frequenzen beim Musikhören. Die Grenzlinie verläuft entlang des parieto-okzipitalen Sulcus beider Hemisphären und die Okzipitalregion erscheint sehr schwach aktiviert.

Im Vergleich zum Pre-THC-Ruhe-EEG (vgl. [Abbildung 65](#)) zeigen die Amplituden beider β -Frequenzbänder eine topographische Ausweitung nach parietal-temporal entlang des parieto-okzipitalen Sulcus. Das β_2 -Band zeigt eine deutliche Ausweitung in die linke Hemisphäre mit einer Amplitudenzunahme in den frontal-temporalen Regionen. Auf der rechten Seite erkennen wir eine Ausweitung zur posterioren rechts-temporalen Region.

Dieses Aktivierungsmuster einer nach links fronto-temporal ausgeweiteten oder veränderten Aktivität und einer nach posterior rechts-temporal verlagerten Aktivität ließ sich nun schon des öfteren in den Musik-EEGs beobachten.

Dem Spektralband nach zu urteilen, scheint das Musikhören bei dieser Versuchsperson eine Synchronisierung der rezeptiv-analytischen linken Hemisphäre auszulösen. Dort lassen sich tiefere α -Frequenzen beobachten, welche nach temporal und frontal durch höhere α -Frequenzen (12 Hz) abgelöst werden. In der linken fronto-temporalen Region sind β -Frequenzen um 14 Hz zu erkennen.

Kurzüberblick

- Pre-THC-Musik central-parietales Amplitudenmaximum aller Frequenzen

- auf α - und β -Frequenzen topographische Ausweitung nach parietal-temporal entlang des parieto-okzipitalen Sulcus
- Zunahme links-okzipitaler Aktivität

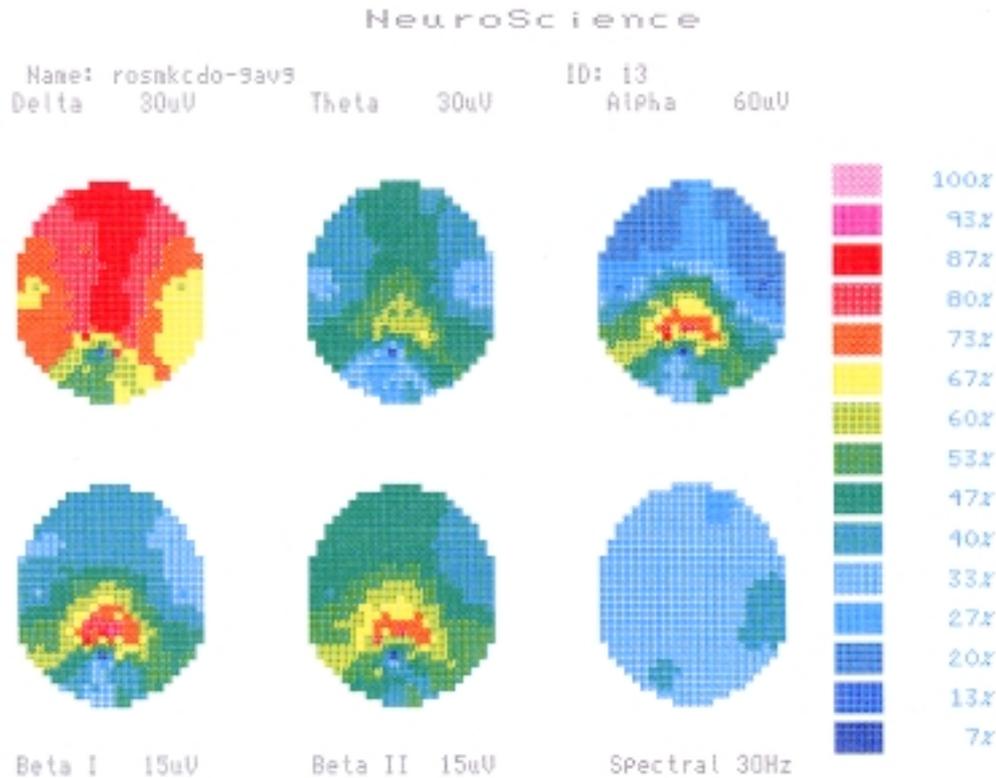


Abbildung 71: rosmkcd0-Gavg, Gruppenmittelwert Post-THC-Musik-EEG

Das Gruppenmittelwertbild des Post-THC-Musik-EEGs läßt sehr starke Veränderungen auf dem δ -Band erkennen. Dabei verläuft entlang der Scheitellinie ein Amplitudenmaximum bis zu beiden präfrontalen Regionen. Dieses Muster zeigte sich durchgängig bei allen Post-THC-EEGs dieser Versuchsperson. Dies läßt auf eine verstärkte Synchronisierung im Post-THC-Musik-EEG schließen.

Im Vergleich zum Pre-THC-Musik-EEG sehen wir im θ -Band und auf den β -Bändern eine leichte Abnahme der Aktivität.

Waren im Spektralband des Post-THC-Ruhe-EEGs noch höhere β -Wellen dominant, dominierten im Verlauf des ‚Hörens mit‘ zunehmend mittlere α -Frequenzen den gesamten Cortex, außer in der rechten hinteren Temporalregion. Dort ließ sich auch im β 2-Band eine gleichbleibende Aktivität erkennen.

Im α -Band sehen wir eine leichte Verstärkung der α - Amplituden um 2 μ V. Die Okzipitalregionen lassen eine leichte Aktivitätszunahme auf allen Frequenzbändern erkennen.

Kurzüberblick

- Starker δ -Amplitudenanstieg frontal und central
- θ -Abschwächung insbesondere temporal
- frontale β 2-Abschwächung
- stärkere Aktivität über alle Bänder in Okzipitalregionen

Der Gruppenmittelwertvergleich von Pre- und Post-THC-Musik-EEG fällt sehr schwach aus. Es sind nur schwache Unterschiede ($p < .1$) in den frontalen und okzipitalen Regionen zu erkennen.

9.3.3.2.3 Zusammenfassung Versuchsperson 3 -Rosa- und Vergleich zu VPN 1+2

Im Ruhe EEG läßt sich schon das topographische Grundmuster (vgl. [Abbildung 65](#)) der Gehirnaktivität in der Aktivierung durch Musik (vgl. [Abbildung 71](#)) erkennen. Dies ist eine sich bisher wiederholende Beobachtung bei allen drei Versuchspersonen. War der α -Fokus bei der ersten Versuchsperson links-parietal und bei der zweiten rechts-parietal verankert, findet sich der α -Fokus hier in der central-parietalen Region. Daran läßt sich die Persönlichkeitssensitivität des EEGs erkennen, aber auch das Problem, hier zu allgemeingültigen Aussagen zu kommen. Intraindividuell sind die Aktivierungen der jeweiligen Personen stimmig und konsistent. Wie schon Petsche konstatierte, läßt sich im EEG mentale Aktivität nachvollziehen und das Musikhören von der Ruheaktivität unterscheiden (Petsche, 1994). Doch es gibt nicht *das* Muster des Musikhörens, sondern immer nur eine persönliche Identität in der cerebralen Hörstrategie beim Musikerleben, wie Aldridge darlegt (Aldridge, 1989). Diese Identität läßt sich hier ansatzweise in ihren EEG-Spuren anhand des α -Fokus' und an der Grundgestalt in Ruhe und Aktivierung nachvollziehen.

Nun, wir erkennen hier wieder, daß die α -Frequenzen im Post-THC-Musik-EEG unabhängig vom topographischen Ort eine Zunahme der Amplitudenaktivität zeigen. Auch bei dieser Versuchsperson demonstriert das α -Band im Post-THC-Musik-EEG höhere Amplituden als im Post-THC-Ruhe-EEG. Die Anhebung der Post-THC-Werte beim Hören des ersten Musikstückes ist hier jedoch nicht so hoch wie bei den anderen beiden Versuchspersonen.

Bei Versuchsperson 3 ließ sich keine Desynchronisierung der parietalen Regionen erkennen, sondern die sensorisch-rezeptiven Areale ließen eher eine Synchronisierung deutlich werden. Auch hieran wird wieder die Unterschiedlichkeit des Musikerlebens deutlich, aber auch die unterschiedlichen Wirkungen von Cannabis. War die erste Versuchsperson eher ein Gewohnheitskonsument, welcher die Wirkungen von Cannabis gut kontrollieren und steuern konnte (Becker, 1973; Weil et al., 1968) (vgl. [Kapitel 2.3.3.1 oben](#)) - was sich vielleicht auch in den Desynchronisierungen zeigte (vgl. [9.3.2 oben](#)) - ist bei dieser Gelegenheitskonsumentin eine deutliche Veränderung in den präfrontalen Zentren

zu beobachten. Die starke Reaktion des δ -Bandes (vgl. [Abbildung 71](#)) läßt auf körperliche Reaktionen schließen. Dies ist konsistent mit dem Bericht der Versuchsperson, daß ihr nach dem Rauchen ein wenig schwindelig geworden wäre. Insgesamt wäre die Musik nach dem Rauchen sehr überwältigend gewesen, und hätte eine völlig andere Hörerfahrung bedeutet als zuvor. Sie hätte sich aber den Wirkungen ausgeliefert gefühlt und ihr hätte es nicht gefallen, diese nicht kontrollieren zu können. Die frontalen δ -Änderungen des Post-THC-Ruhe-Bildes und die hochsignifikanten Veränderungen des frontalen Spektralbandes ($p < .001$) nach dem ersten Stück (vgl. [Abbildung 67](#)) hatten diese Entwicklung schon angedeutet.

Insgesamt lassen sich aus den T-Tests wieder eine starke Vernetzung der frontalen (vgl. [Abbildung 67](#), [Abbildung 68](#), [Abbildung 69](#)) und okzipitalen Regionen erkennen. Auch wenn sich die okzipitale Amplitudenaktivität bei dieser Versuchsperson im Vergleich zu den anderen Arealen eher schwach verhielt, war eine signifikante oder deutliche Veränderung zu erkennen (vgl. insb. [Abbildung 67](#)).

Festzuhalten bleibt auch hier wieder, daß das Ruhe-EEG die Aktivierungsmuster nahezu vorhersagte, die Veränderungen der Gehirnaktivierung beim ersten Musikstück nach dem Rauchen signifikant sind, der α -Fokus beim Post-THC-Musikhören ansteigt, sich im Post-THC-Musik-EEG eine ähnliche topographische Aktivierungsgestalt des β_2 und des α -Bandes beobachten ließ und sich frontale und okzipitale Areale in den Musikkonditionen signifikant veränderten.

9.3.3.3 Versuchsperson 4: - Hadrian -

Die nächste Versuchsperson (vgl. Appendix II, Kap. [12.2.6 unten](#)) war ein rechtshändiger, 22jähriger Amerikaner, der sich selbst als Gewohnheitskonsumenten einschätzte. Auch bei dieser Versuchsperson waren die Veränderungen beim Hören des ersten Musikstückes nach dem Rauchen am höchsten. Die Frequenzdynamiken nahmen tendenziell einen ähnlichen Verlauf und so soll die Darstellung dieser Versuchsperson auf die Ruhe und die Gruppenmittelwerte von Pre- und Post-THC-Musik beschränkt werden.

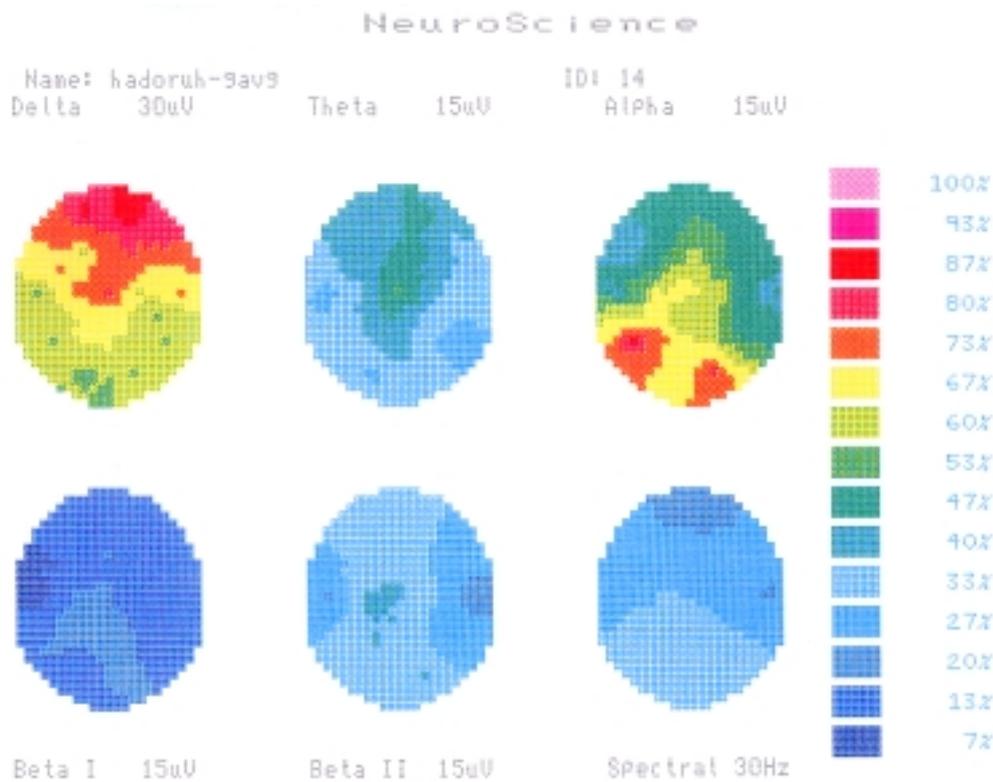


Abbildung 72: hadoruh-Gavg, Gruppenmittelwert Ruhe ohne Cannabis

Das Gruppenmittelwertbild des Pre-THC-Ruhe-EEGs läßt hohe δ - und α -%-Anteile und sehr schwache Aktivitäten des θ - und beider β -Bänder erkennen. Die δ -Aktivität in der Frontalregion weist eine Standardabweichung von 5 μ V auf.

Der α -Fokus erscheint in diesem Mittelwertbild zweigeteilt: Ein Zentrum findet sich in der linken posterioren Temporalregion (T4), erstreckt sich über den gesamten okzipitalen Bereich und zeigt ein weiteres Zentrum rechts okzipital.

Im Spektralband lassen sich präfrontal dominante θ -Frequenzen beobachten, central dominieren tiefere α -Wellen von 8 Hz, parietal und okzipital beherrschen 10 Hz α -Hauptfrequenzen das Bild.

Das Post-THC-Ruhe-EEG läßt die bekannten Amplitudenabschwächungen erkennen, hier besonders deutlich die Abschwächungen auf dem δ - und dem θ -Band.

Im Spektralband läßt sich eine Desynchronisierung der frontalen Regionen beobachten.

Das parietale α -EEG zeigt sich im Vergleich zum Pre-THC-Ruhe-EEG deutlich in Amplituden und Ausweitung verstärkt. Dies unterscheidet diese Person neben den besonders schwachen β -Frequenzen von den drei anderen Personen.

9.3.3.3.1 Gruppenmittelwerte beim Pre- und Post-THC-Musikhören

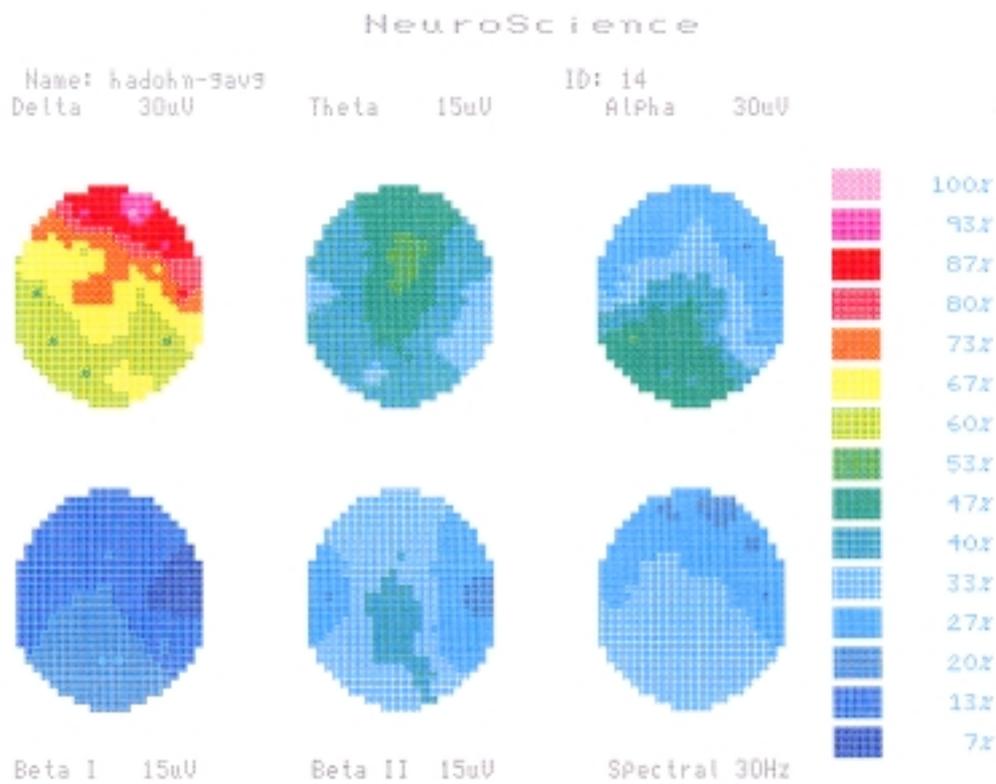


Abbildung 73: hadohn-Gav9, Gruppenmittelwert Hören ohne Cannabis

Das Gruppenmittelwertbild des Pre-THC-Musik-Gav9 läßt eine leichte Zunahme des parietalen α -%-Anteiles erkennen und die Amplituden sind durchschnittlich um 2 μ V stärker als im Pre-THC-Ruhe-EEG.

Die θ -Anteile haben sich centro-central erhöht und auf dem β 2-Band können wir central-parietal eine Zunahme beobachten. Auf dem Spektralband sind noch vereinzelte θ -Spitzen zu erkennen, doch insgesamt zeigt sich eine nach anterior bewegende Zunahme der 10 Hz Hauptfrequenzen.

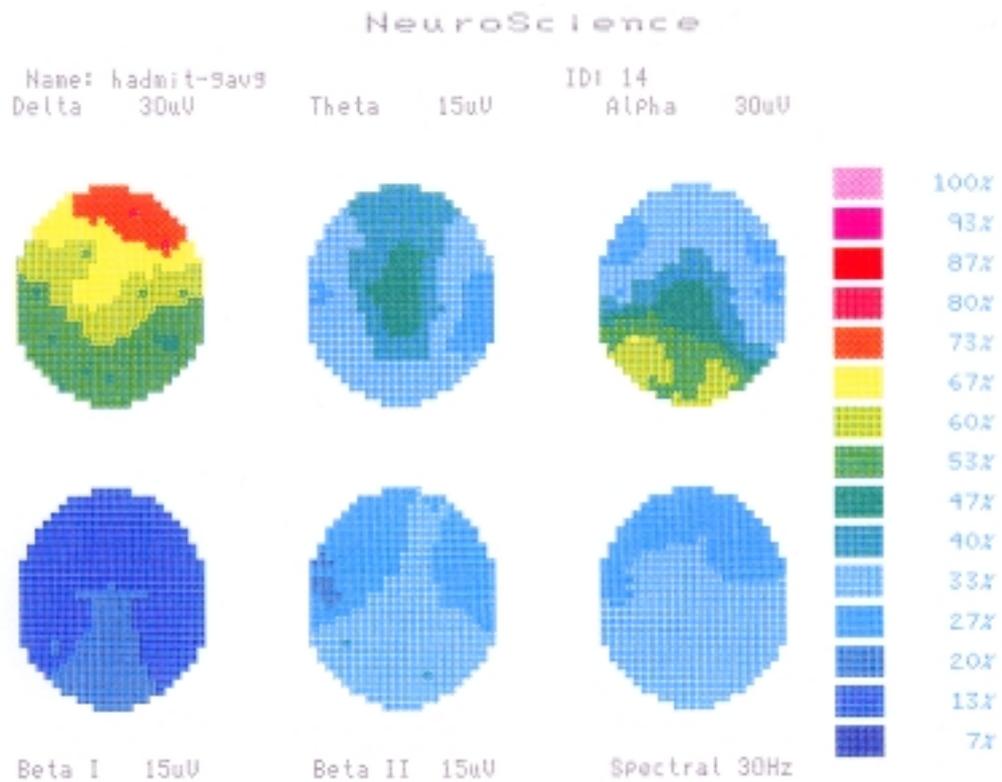


Abbildung 74: hadmit-Gavg, Gruppenmittelwert Hören von Musik mit Cannabis

Nach dem Rauchen erkennen wir eine Abschwächung der Amplituden auf dem δ -, θ - und beiden β -Bändern.

Die α -Amplituden haben sich im Vergleich zum Post-THC-Ruhe-EEG um ca. $7 \mu\text{V}$ verstärkt. Das Muster des α -Fokus orientiert sich dabei an der topographischen Gestalt des Ruhe-EEGs.

Lag das θ -Amplitudenmaximum des Pre-THC-Musikhörens noch über der prämotorischen Frontalregion, hat sich das Zentrum der θ -Werte nun nach central verschoben und θ ist temporal insbesondere rechts deutlich schwächer als im Pre-THC-Musik-Gavg.

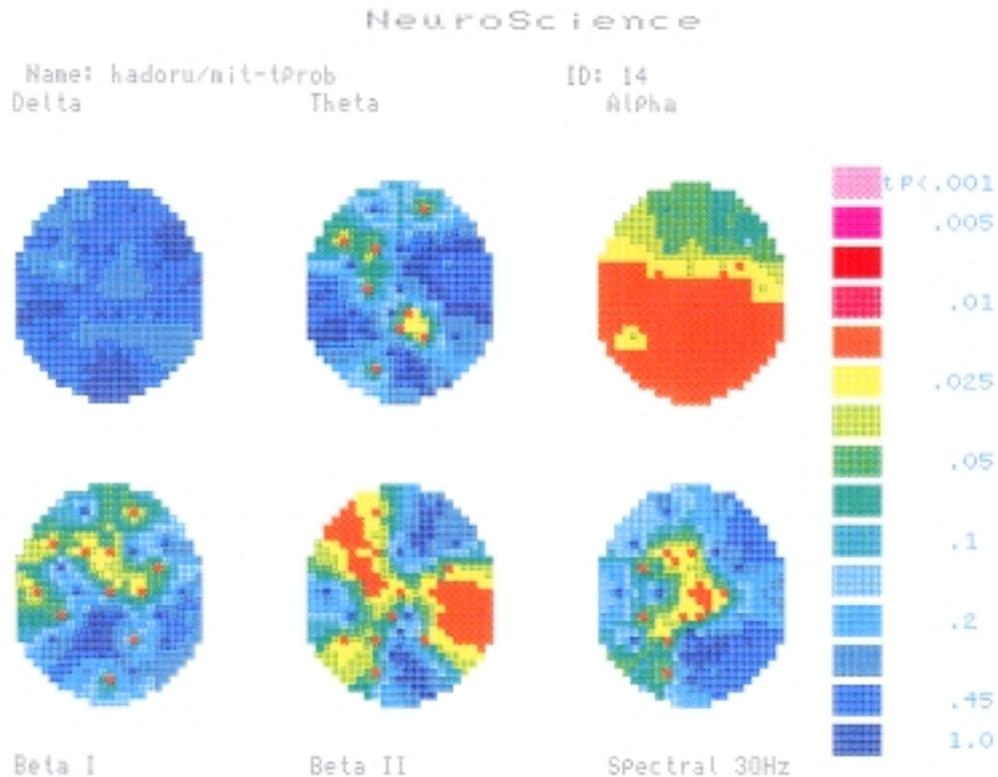


Abbildung 75: hadoru/mit-Tprob Vergleich Pre-THC-Ruhe gegen Post-THC-Musik

Im Vergleich des Pre-THC-Ruhe-EEGs mit dem Post-THC-Musik sind im T-Test Veränderungen von $p < .025$ auf dem posterioren α -Band zu erkennen. Eine weitere Veränderung läßt sich auf dem β -2-Band in der linken Frontalregion und in der rechten Temporalregion erkennen. Hier scheint sich die vordere linke Frontalregion und die rechte Temporalregion als Veränderung zu markieren.

9.3.3.3.2 Zusammenfassung:

Diese Person unterschied sich in ihrer EEG-Grundgestalt von den anderen Personen durch ihren zweigeteilten α -Fokus in der linken hinteren Temporal- und rechten Okzipitalregion und durch den leichten Anstieg der α -Frequenzen im Pre-THC-Ruhe-EEG. Doch auch hier war das Grundmuster sowohl im Post-THC-Ruhe-EEG, im Pre-THC-Musik und im Post-THC-Musik-EEG gleich.

Im Post-THC-Musik-EEG ließ sich im Vergleich zum Post-THC-Ruhe-Gavg ein parietal-okzipitaler Anstieg der α -Amplituden von 7 μ V erkennen.

Im T-Test dieser Versuchsperson konnten keine hochsignifikanten Veränderungen beobachtet werden. Signifikante Veränderungen ($p < .01$) ließen sich im Vergleich zur Ruhe beim ersten Musikstück beobachten und schwächten sich in der Hörfolge ab.

Nach dem Rauchen war auch bei dieser Versuchsperson eine Desynchronisierung in den frontalen Regionen zu erkennen.

9.3.4 Gruppenmittelwerte über alle Versuchspersonen

Die folgenden Bilder zeigen die Gruppenmittelwerte und Signifikanzmappings über alle vier Versuchspersonen (siehe Appendix II, 12.2.7 unten). Dabei wurden von der ersten Versuchsperson die Daten der ersten Untersuchung ausgewählt.

9.3.4.1 Ruhevergleich

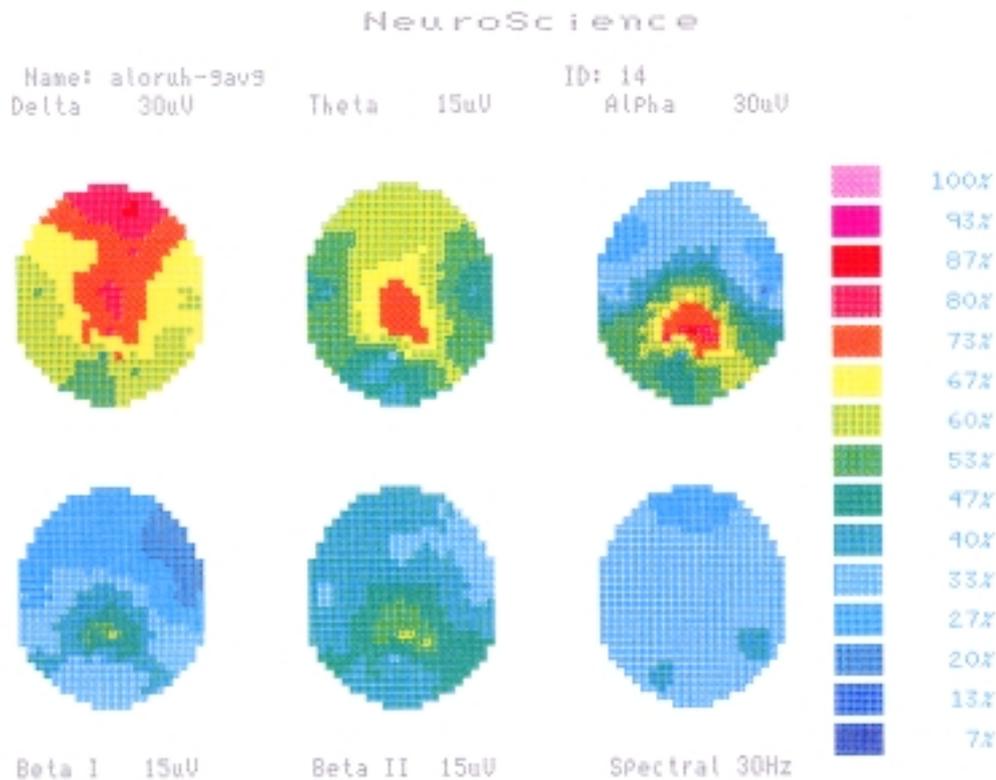


Abbildung 76: aloruh-Gav9, Gruppenmittelwert Ruhe ohne Cannabis (N=4)

Das Gruppenmittelwertbild der Pre-THC-Ruhe charakterisiert sich durch frontale und zentrale Amplitudenmaxima auf dem δ -, und dem θ -Band. Die δ -Aktivitäten streuen in der Frontalregion um 8-9 μ V.

Beide unteren Temporalregionen des θ -Bandes sind sehr schwach aktiviert. Das α - und beide β -Bänder zeigen ihre Amplitudenmaxima leicht nach parietal verschoben. Auf dem Spektralband sehen wir 8 Hz in der Frontalregion und 10 Hz-Frequenzen über den Cortex verteilt, nur unterbrochen von links okzipital und rechts posterior temporal 12 Hz.

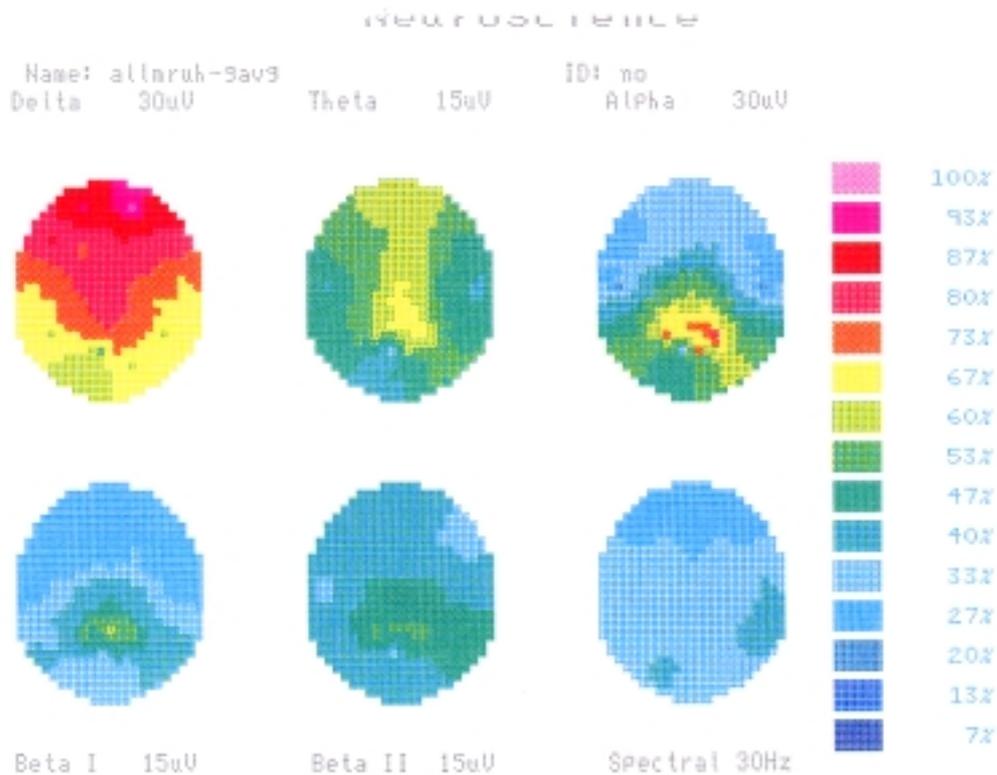


Abbildung 77: allmruh-Gavg, Ruhe mit Cannabis (N=4)

Im Ruhe-EEG nach dem Rauchen zeigen sich alle Frequenzbänder in ihren Amplituden abgeschwächt, nur im δ -Band setzen sich die verstärkten Amplitudenwerte von Versuchsperson 3 (vgl. [Abbildung 71](#)) durch. Auch das α -Band erscheint deutlich in der Aktivität abgeschwächt.

Auf dem β_2 -Band sind zwar die Amplituden abgeschwächt, doch sehen wir eine Zunahme des β_2 -%-Anteiles. Das Spektralband zeigt eine Zunahme der vorderen 8 HZ-Frequenzen nach central. Die rechts-temporalen 12 Hz-Frequenzen haben sich topographisch ausgeweitet.

Der pre/post T-Test ließ hier nur minimale Veränderungen ($p < .2$) frontal links auf dem δ -Band erkennen. Eine Hyperfrontalität von α -Wellen im Pre-THC-Ruhe-EEG, wie Struve sie bei Gewohnheitskonsumenten beobachtet haben wollte (vgl. [6.1.3.4.1 oben](#)) ist in dem hier quantitativ gemittelten Ruhe EEG-Gruppenmittelwertbild nichts zu finden. Drei der Versuchspersonen bezeichneten sich als tägliche Gewohnheitskonsumenten und eine echte Hyperfrontalität von angehobenen α -Wellen setzte sich sowohl hier, als auch in den jeweiligen Einzelfall-EEGs (vgl. [Abbildung 30](#), [Abbildung 32](#), [Abbildung 54](#), [Abbildung 65](#), [Abbildung 72](#)) nicht durch.

9.3.4.2 Mittelwerte und T-Test der einzelnen Musikstücke

Bei der Mittelung der einzelnen Musikstücke über vier Versuchspersonen entstand kein Muster, welches das einzelne Musikstück besonders ausgezeichnet und von den anderen deutlich unterscheidbar gemacht hätte. Wie schon im Ruhe-Gavg zu beobachten, schienen durch die Gruppenmittelwerte die EEG-Gestalten der Einzelpersonen noch deutlich hindurch, so signierte beispielsweise die bei der ersten Versuchsperson beobachtete Desynchronisierung der Parietalregionen (vgl. 9.3.1.3.2 oben) das Spektralband des zweiten Musikstückes, und auf dem α -Band ließ sich das charakteristische EEG-Muster von Versuchsperson 3 deutlich erkennen.

Die Frequenzdynamik ähnelte den Ergebnissen aus den vier Einzelfällen. Abgeschwächte δ -, θ - und β_{1+2} Amplituden, wie auch angestiegene α -Amplituden charakterisieren das Post-THC-EEG der einzelnen Musikstücke. Dies läßt sich anhand der Gruppenmittelwerte im nächsten Abschnitt genauer zeigen.

Die prozeßbezogenen Veränderungen, welche sich zuvor bei den einzelnen Musikstücken noch in den Individualmittelwerten und in den T-Tests erkennen ließen, wurden durch die Mittelung nivelliert und verringerten sich deutlich. Erst bei einer größeren Versuchsgruppe würden sich wahrscheinlich höhere Unterschiede erwarten lassen und sich die statistische Aussagekraft insgesamt erhöhen. Die Veränderungen im T-Test waren nicht so großflächig signifikant wie bei den Einzelpersonen (vgl. 9.3.1, 9.3.3 oben).

Beim ersten Musikstück von *King Crimson*, wo in der Einzelfallbetrachtung bei allen vier Versuchspersonen über größere Flächen signifikante ($p < .01$) bis hochsignifikante ($p < .001$) Unterschiede zu beobachten waren (vgl. [Abbildung 37](#), [Abbildung 38](#), [Abbildung 40](#), [Abbildung 59](#), [Abbildung 67](#)), entstanden durch die Mittelung der vier Personen nur punktuelle und schwächere Änderungswahrscheinlichkeiten. Auf dem α -Band änderte sich die linke Okzipitalregion ($p < .025$). Schließlich finden sich auf dem Spektralband signifikante Änderungen von $p < .01$ an der Elektrode PO2, also zwischen okzipital und parietal der rechten hinteren Hemisphäre. Hier deutet sich möglicherweise eine Veränderung der Aufmerksamkeit bei der Musikwahrnehmung durch eine Umschaltung der spektralen Spitzenfrequenzen des α -Bandes bei 10 Hz an.

Beim zweiten Musikstück von *Dogbowl* waren nicht mal punktuelle Änderungen zu beobachten. Beim dritten Musikstück von *King Missile* waren auf dem α -Band präfrontal und frontal rechts Änderungen von $p < .025$ zu beobachten.

9.3.4.3 Gruppenmittelwert des Musikhörens ohne Cannabis

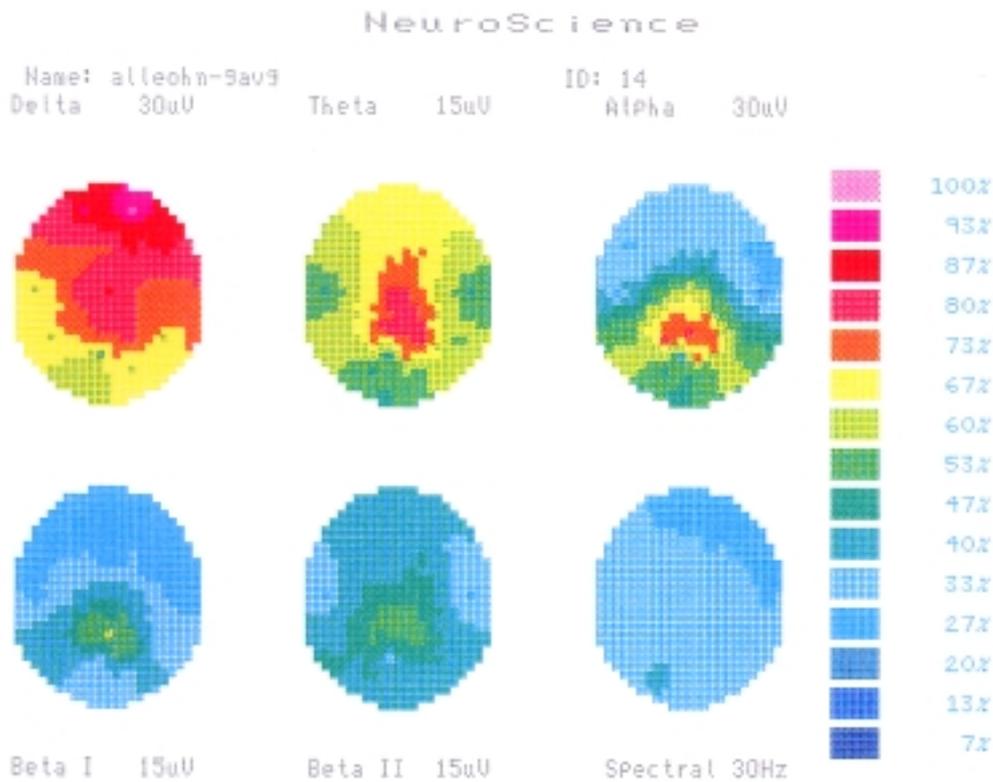


Abbildung 78: alleohn-Gavg, Gruppenmittelwert Musikhören ohne Cannabis (N=4)

Beim Musikhören ohne Cannabis sehen wir im Vergleich zum Pre-THC-Ruhe-Gavg (vgl. [Abbildung 76](#)) angestiegene Aktivitäten des δ -Bandes, welche in der rechten Frontalregion besonders stark ausgeprägt sind. Die Standardabweichung gab hier Abweichungen von $6 \mu\text{V}$ zu erkennen.

Im Vergleich von Ruhe und Aktivierung durch Musik ist beim Musikhören eine Verstärkung der Amplituden auf dem δ - und dem θ -Band zu beobachten. Das θ -Band läßt ein deutliches Amplitudenmaximum über dem Vertex erkennen, welches sich nach frontal ausbreitet und nach parietal abfällt.

Beide β -Bänder zeigen eine insgesamt abgeschwächte Amplitudenstärke, lassen aber ein Gravitationszentrum über central-parietal, also an topographisch gleicher Stelle wie das θ -Band erkennen. Das β_1 -Band zeigt entlang des parietal-okzipitalen Sulcus einen Aktivitäts-,schweif' und das β_2 -Band läßt eine Ausweitung nach frontal und okzipital erkennen. Die Temporalregionen werden auch hier ,ausgespart'.

Das Spektralband läßt rechts-frontal tiefere α -Frequenzen erkennen, welche nach central in eine 10 Hz-Frequenz übergehen. Nur in der linken Okzipitalregion läßt sich ein kleiner Anstieg auf höhere Frequenzen erkennen. Diese α -Frequenzen indizieren hier wieder die Verteilung im Spektrum. Auf dem δ -Band findet sich frontal der stärkste %-Anteil und höhere β -Frequenzen dominierten die Okzipitalregion. Insgesamt läßt sich hier von einem frontal nach okzipital aufsteigendem Spektrum berichten.

Das α -Band läßt deutlich die Summation der Maps von einzelnen Versuchspersonen erkennen und zeigt ein zusammengesetztes Cluster aus den jeweiligen Maps der

Versuchspersonen. Insbesondere das Muster von Versuchsperson 3 scheint deutlich hindurch.

9.3.4.3.1 Interpretation der central-frontalen θ -Aktivität

Die Zentrierung der gesamten Aktivität über dem centralen Vertex mit einer Ausbreitung auf den tiefen Frequenzen nach frontal und präfrontal erinnert an die schon von David beschriebenen Ergebnisse, welcher die Hörwahrnehmung mit einem DC-EEG untersuchte und die über dem Vertex lokalisierbaren Summenpotentiale als eine Fernwirkung auditorischer Aktivität der nach innen gestülpten primären Hörrinde erklärte (David et al., 1969) (vgl. 8.1.2 oben). Wie wir auch hier erkennen können, verflacht die Aktivität zur Frontalregion und fällt rapide zum Okzipitallappen ab. Interessant ist auch die Abschwächung der Aktivität in beiden Temporalregionen, was für die Übertragung dieser Ergebnisse aus dem DC-EEG auf die Aktivitäten auf dem θ -Band sprechen könnte. Doch nicht nur das θ -Band zeigt central-parietal ein Amplitudenmaximum, auch die anderen Frequenzbänder scheinen sich in der Mittelung auf diese Region zu ‚einigen‘

Wie schon bei der ersten Versuchsperson dargestellt (vgl. 9.3.1.2 oben) aktivierte das Musikhören verstärkte frontale und präfrontale Regionen. Auch aus anderen Studien ist eine verstärkte Aktivierung der frontalen und präfrontalen Regionen durch Musik bekannt. So waren bei der Differenzierung von Rhythmusmustern verstärkte δ - und θ -Aktivitäten in der Frontalregion beobachtet worden (Petsche, 1993), auch von stärkeren Aktivierungen der Frontalregionen beim Hören von Melodie und Rhythmus wurde berichtet (Altenmüller & Beisteiner, 1996). Zwei der hier gehörten Rockmusikstücke hatten einen treibenden Rhythmus, eines hatte einen eher getragenen Charakter. Ob sich die verstärkten prä-/ frontal δ -Aktivitäten auf Differenzierungsleistungen bei der Aufmerksamkeit auf innere Prozesse (Harmony et al., 1996) oder auf eine verstärkte Bindung der informationsverarbeitenden Zellverbände durch verstärkte Synchronisierung zurückführen lassen (Jovanov, 1999) wären mögliche Diskussionsfragen. Doch bevor hier bezüglich des δ -Bandes weitere Schlüsse gezogen werden, müßte in weiteren Untersuchungen mit einer größeren Personenzahl und editierbaren EEG-Spuren die Frontalregion auf diese EEG-Reaktion weiter beobachtet werden. Bei allen natürlichen Streuungen und Summierungen, welche die Ursache der prä-/frontal hohen δ -Amplituden sein können, muß jedoch mit in Betracht gezogen werden, daß sich hier trotz aller Sorgfalt bei den eingeschränkten Möglichkeiten der Artefaktkontrolle Augenbewegungen abbilden können (vgl. 9.2.4.5 oben).

Ob sich hingegen generell eine Erhöhung oder Abnahme der Augenbewegungen bei geschlossenen Lidern von Gewohnheitskonsumenten ereignet, müßte genauer untersucht werden, da aus Schlafuntersuchungen von einer cannabisinduzierten Abnahme der REM-Phasen berichtet wird (Karacan et al., 1976). Ob sich möglicherweise REM-Augenbewegungsmuster in den akuten Wirkphasen von Cannabis wiederfinden lassen, wäre eine Untersuchungsfrage für weitere Forschungen (vgl. 5.4.1.1.1 oben). Sandyk diskutiert REM-Schlafmuster im θ -Bereich im Zusammenhang mit Memorisierungsfunktionen in der Hippocampusregion. Da der Hippocampus, wie bereits dargestellt (vgl. 3.3.2, 7.2 oben) in Verbindungen mit Cannabiswirkungen auf Gedächtnis- und Zensurfunktionen in Verbindung gebracht wird, könnten sich möglicherweise interessante Hinweise auf Funktionen eines Phantasiesystems (Emrich, 1990) auffinden lassen.

9.3.4.4 Gruppenmittelwert des Musikhörens mit Cannabis

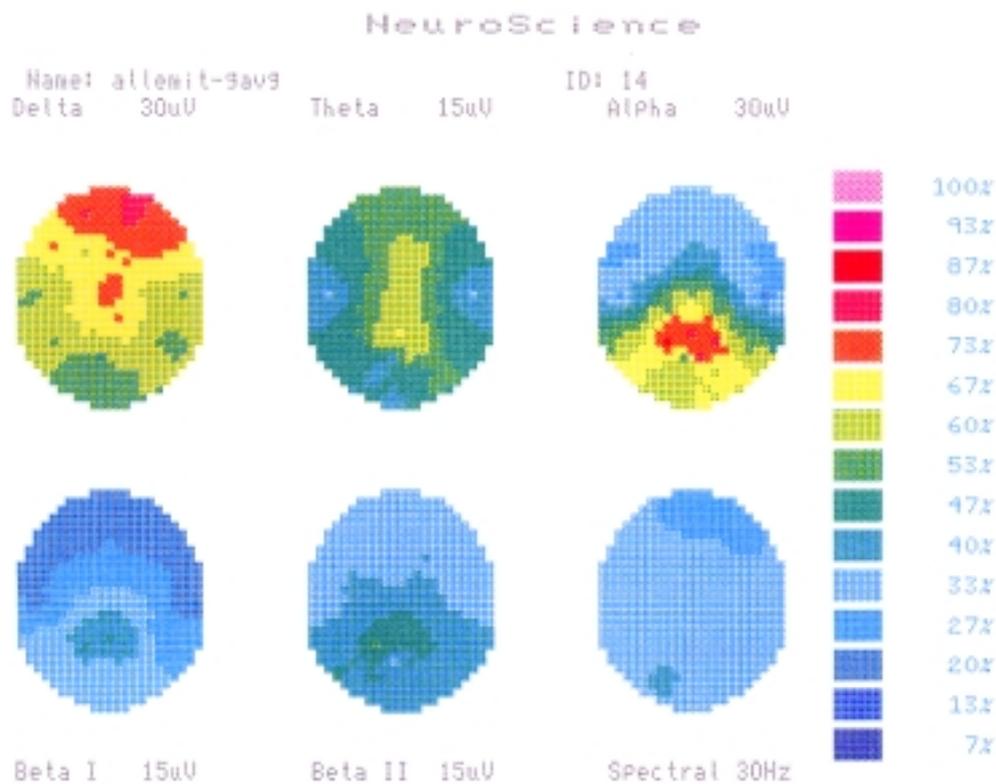


Abbildung 79: allemit-Gavg, Gruppenmittelwert Hören von Musik mit Cannabis (N=4)

In diesem Gruppenmittelwertbild sehen wir eine Abschwächung der Amplitudenwerte über die δ -, θ - und β -Bänder. Diese Auswirkung von Cannabis scheint sich konsistent durch alle Einzelfallstudien wie auch im Gesamtmittelwert abzubilden.

Ebenso konsistent ist der parietale und okzipitale Anstieg der α -Amplituden und die Ausweitung des relativen α -%-Anteiles beim Musikhören nach Cannabiskonsum. Diese Beobachtung zieht sich wie ein roter Faden durch alle Gruppenmittelwerte der Post-THC-Musik-EEGs und läßt sich auch hier wieder beobachten. Beim Post-THC-Musikhören scheint auf dem α -Band die rechte Okzipitalregion stärker als die linke aktiviert zu werden.

Auch im Vergleich zum Pre-THC-Musik-EEG findet sich auf dem δ -Band eine Amplitudenabschwächung um ca. 4 μ V. Die Ausweitung der Aktivität ist insgesamt auch zurückgegangen, behält aber ihr Maximum rechts frontal.

Das θ -Band zeigt die schon im Pre-THC-Musik-Gavg beschriebene EEG-Gestalt, hier sind die temporalen Amplitudenabschwächungen nun sehr deutlich zu beobachten.

Das β 2-Band hat sich in den Frontal- und Centralregionen deutlich abgeschwächt, auch das zuvor im Pre-THC-Musik-EEG zu beobachtende Zentrum der Aktivität über der Parietalregion ist deutlich abgeschwächt und hat sich weiter nach hinten verschoben. Hier hält sich nur in der linken Parietalregion (P3) ein schwacher Peak.

Im Spektralband läßt sich fronto-temporal rechts eine Abnahme der tiefen α -Frequenzen beobachten. Ansonsten ist die Aktivität im Vergleich zu vorher gleichgeblieben. Auch hier erkennen wir wieder die schon beim Pre-THC-Musik-EEG okzipital links zu beobachtende 12 Hz-Frequenz.

9.3.4.4.1 Diskussion frontaler und parietaler Amplitudenveränderungen

In den anterioren Regionen läßt sich eine Amplitudenabschwächung auf dem δ - und θ -Band beobachten. Dies steht im Einklang mit Hanley's Beobachtungen (vgl. [6.1.3.2 oben](#)) welcher auch von frontale Abschwächungen berichtete. Das die Abschwächung der frontalen Amplitudenwerte eine Abschwächung der willensbetonten Ich-Aktivität und ein unkontrollierbares Auflösen in die im Hier und Jetzt fluktuierenden Wahrnehmungsinhalte repräsentieren könnte, wäre eine sehr gewagte Interpretation. Die präfrontalen Bereiche, welche als Entstehungsorte intentionaler Ich-Tätigkeit diskutiert werden (Kolb & Whishaw, 1996) werden hier im EEG durch die FP1+2 Elektroden repräsentiert. Harmony fand eine positive Beziehung von δ -%-Zunahmen und verstärkter Aufmerksamkeit auf interne Prozesse. Die präfrontalen Regionen werden auch als Türöffner der aufsteigenden retikulären Aktivierung bei Aufmerksamkeitsprozessen diskutiert (vgl. [5.4.1 oben](#)). Das die Post-THC-Abschwächung der Amplituden mit einer Abschwächung intentionaler Aufmerksamkeitsleistungen in Verbindung steht, ist möglicherweise ein falscher Analogieschluß bezogen auf die Graphoelemente der quantitativen Pre/Post EEG-Gestalt. Wahrscheinlicher ist eine Umschaltung der Aufmerksamkeit auf eine andere Verarbeitungsstrategie der auditiven Wahrnehmung, bei der die Wahrnehmung auf einen besonderen Bereich fokussiert wird. In der vorliegenden Untersuchung war dies das Musikhören. Davon ausgehend, daß die Amplituden eine

Summation kortikaler Aktivität sind scheint sich der Arbeitsbereich auf das α -Band zu verlagern. Hier scheint sich - unabhängig von der Person - im Post-THC-EEG eine deutliche Zunahme der Amplitudenaktivität beim Musikhören zu ereignen.

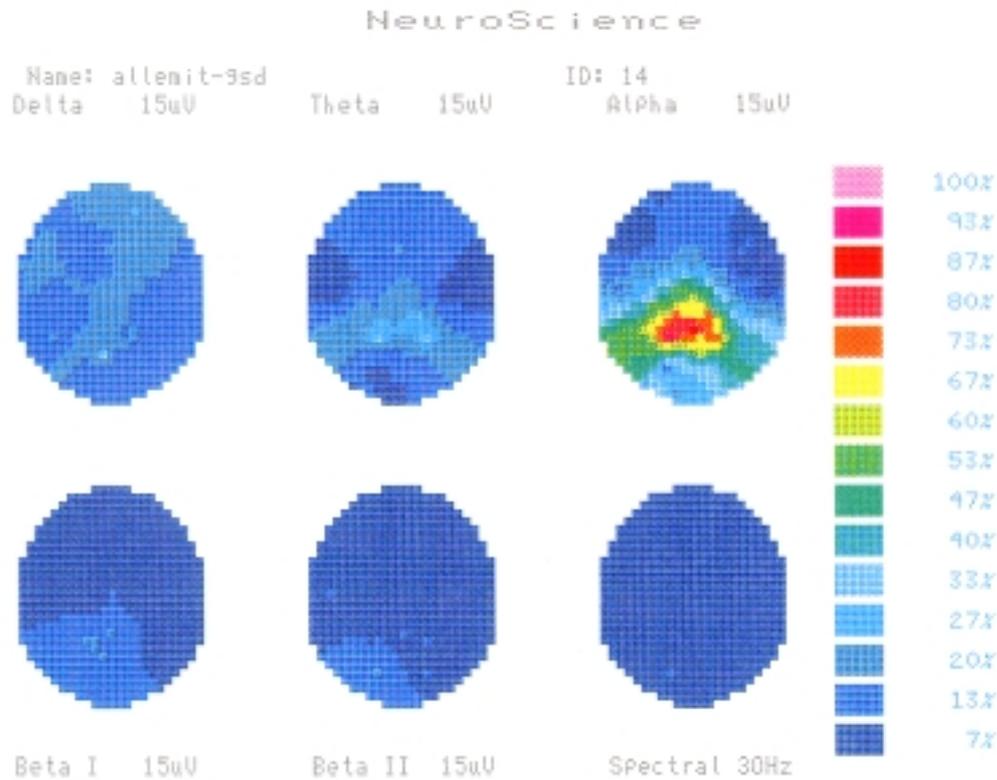


Abbildung 80: allemit-Gsd, (Gruppen-)Standardabweichung Hören von Musik mit Cannabis (N=4)

In diesem Mapping sehen wir die Standardabweichung des Gruppenmittelwertes der Post-THC-Musik EEGs aller Versuchspersonen. Sehr deutlich zu erkennen ist in diesem Bild die Variation des α -Fokus der einzelnen Versuchspersonen. Hieran wird die Persönlichkeitssensitivität des EEGs auf dem α -Band gut nachvollziehbar.

9.3.4.5 Vergleich beider Gruppenmittelwerte und Vergleich zur Ruhe

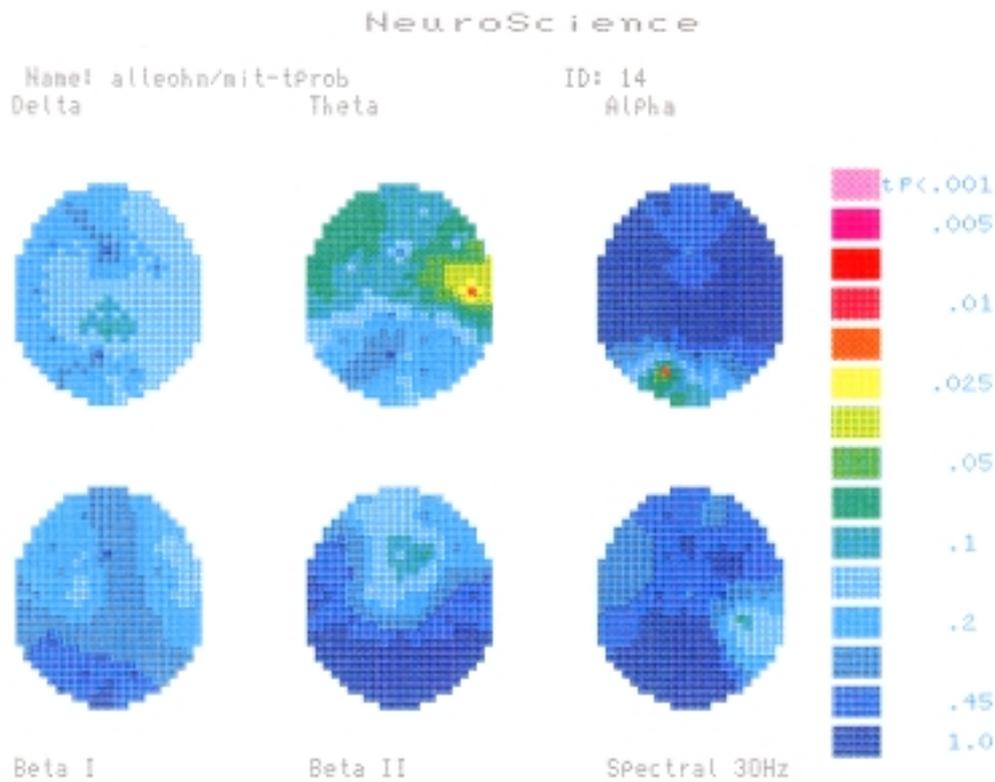


Abbildung 81: alleohn/mit-Tprob, Vergleich Pre/Post-THC-Musikhören (N=4)

In diesem T-Test, welcher uns die Frage beantworten soll, in welchen Regionen beim Musikhören nach dem Cannabiskonsum Veränderungen zu erwarten sind, fallen die Unterschiedswahrscheinlichkeiten im Vergleich beider Gruppenmittelwertbilder relativ deutlich aus.

Auf dem θ -Band sehen wir rechtshemisphärisch Veränderungen ($p < .025$) in der vorderen Temporalregion am Meßpunkt T4 und auf dem α -Band in der linken Okzipitalregion am Meßpunkt O1. Beide Maxima sind am Ort der Elektrode am höchsten, wobei die Unterschiede auf dem θ -Band eine topographisch weitreichendere Ausdehnung (T4 - FTC2, $p < .025$) demonstrieren als die α -Veränderungen in der Okzipitalregion. Auf dem θ -Band fronto-temporal links lassen sich auch noch schwache Unterschiede ($p < .1$) erkennen. Auf dem θ -Band scheinen sich demnach bei allen Versuchspersonen die topographisch weitläufigsten Veränderungen abzubilden.

Die im Post-THC-Musik-EEG (Abbildung 79) okzipital links zu beobachtenden 12 Hz-Frequenzen des Spektralbandes lassen sich gut mit dem auf dem α -Band beobachteten Peak in der Okzipitalregion in Einklang bringen. Diese Region

scheint beim Hören der Musikstücke auf dem α -Band einen erhöhten Anteil von 12 Hz-Frequenzen aufzuweisen.

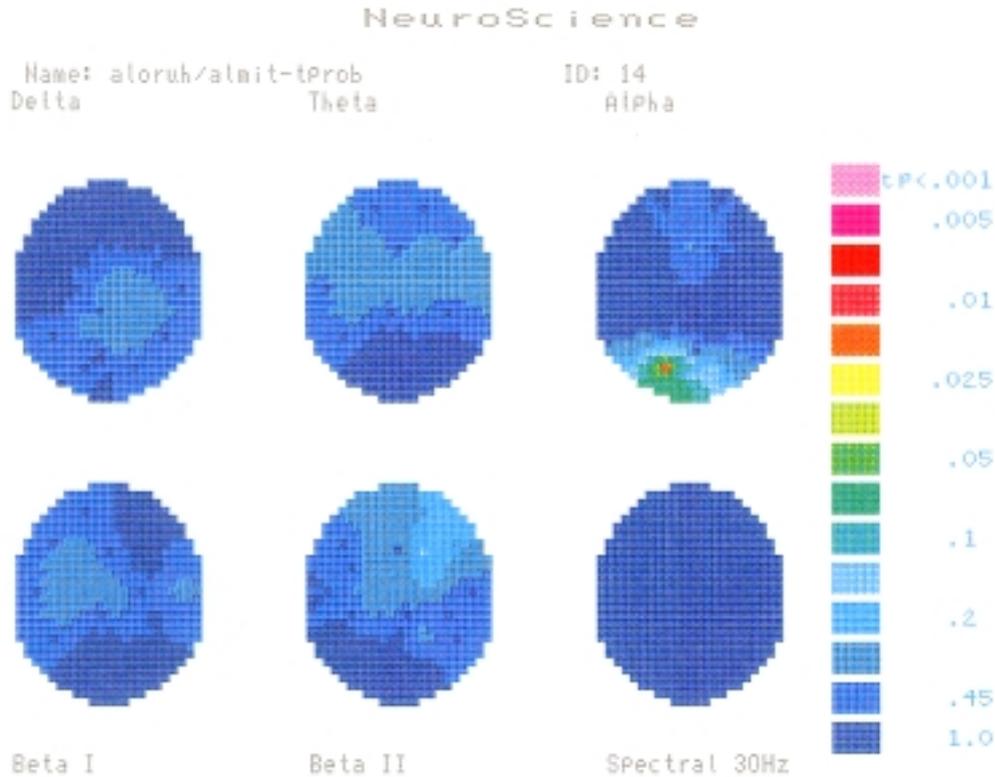


Abbildung 82: aloruh/almit-Tprob, T-Test Pre-THC-Ruhe und Post-THC-Musik (N=4)

Im Vergleich von Pre-THC-Ruhe-EEG und dem Post-THC-Musik-EEG waren kaum Veränderungen zu erkennen. Nur die linke Okzipitalregion des α -Bandes scheint Veränderungen anzuzeigen. Dort erweist sich ein Signifikanzniveau von $p < .025$ an Elektrode O1 und von $p < .1$ in der umliegenden linken Okzipitalregion. Ein ähnliches Muster fand sich schon im Vergleich des Pre-THC-Ruhe-Gavg' und dem Post-THC-KingCrimson-Avg (vgl. [Abbildung 84](#)). Auch bei diesem Vergleich stellte sich die Okzipitalregion mit einer Änderungswahrscheinlichkeit von $p < .025$ dar.

Beim Vergleich von Post-THC-Ruhe und Post-THC-Musik ($p < .1$) ließen sich α -Veränderungen in der linken Okzipitalregion beobachten und β_1 -Veränderungen in der rechten Temporalregion um Elektrode T4 feststellen.

Auch im Vergleich von Pre-THC-Ruhe und Pre-THC-Musik fanden sich Veränderungen in der Okzipitalregion. Hier waren auf dem θ -Band sehr schwache Veränderungen ($p < .2$) in der Okzipital- und der Temporalregion zu bemerken. Lediglich an Elektrode O1 und T4 hob sich die Wahrscheinlichkeit auf $p < .1$. Die

gleiche Wahrscheinlichkeit fand sich in δ an Elektrode F8, auf β_2 an FZ und im Spektralband temporal rechts an T6.

- Die linke Okzipitalregion auf dem α -Band und die rechte Temporalregion auf dem θ -Band scheinen sich als Bereiche herauszustellen, welche bei der durch THC veränderten Musikwahrnehmung eine wichtige Rolle spielen.

9.3.4.6 Zusammenfassung

In der Zusammenfassung der Gruppenmittelwertvergleiche (N=4) zu Ruhe und Aktivierung ergeben sich folgende visuelle und quantitativ ermittelte Veränderungen:

9.3.4.6.1 Absenkungen der δ -, θ -, und β -Aktivität im Post-THC-Musik-EEG

Eine bei allen Personen zuvor und nun hier im Gruppenmittelwert beobachtete Veränderung im Post-THC-Musik-EEG ist die Absenkung der Aktivität auf dem δ -, θ - und beiden β -Bändern. Diese Beobachtung scheint eine der Auswirkungen des Cannabiskonsums zu sein. Die Abschwächung der Amplituden ist eine bekannte Beobachtung in Cannabisuntersuchungen (vgl. [Tabelle 27](#), [Tabelle 28](#)) und scheint ein Effekt herabgesetzter Zellfeuerungsraten zu sein.

9.3.4.6.2 Zunahme des α -%-Anteiles im Post-THC-Musik-EEG in der Parietalregion

Die Zunahme des α -%-Anteils, respektive eines Anstieges der Amplitudenwerte in der Parietalregion ist eine durchgängige Beobachtung bei der visuellen Inspektion der beim Musikhören quantitativ erstellten Hirnstrombilder. In der Ruhephase hingegen war der α -%-Anteil über der Parietalregion deutlich schwächer ausgeprägt.

9.3.4.6.3 Personenspezifischer α -Fokus in der Parietalregion

Das α -Band läßt personenbezogene, topographische Unterschiede in den Schwerpunkten des α -Fokus erkennen. Dies konnte insbesondere durch die breite Streuung der Aktivitäten in der Standardabweichung gezeigt werden (vgl. [Abbildung 80](#)). Während der Meßphasen schien der α -Rhythmus ein Indikator der EEG-Veränderungen zu sein, welcher sowohl über die Spitzenfrequenzen im Spektralband als auch über die topographische EEG-Gestalt die Richtung der Veränderung der höheren und tieferen Frequenzbänder anzeigte.

9.3.4.6.4 Veränderungen in linker Okzipitalregion und rechter Hemisphäre

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Wahrscheinlichkeitswerte nach Frequenz und Topographie dargestellt. Aus Appendix II, 12.2 unten lassen sich die jeweiligen Reference- und Comparison-Files entnehmen.

Vergleich	Probability File Name	Frequenz	Topography	T-prob	P<.025	p<.01
Pre/Post-THC-Ruhe-Gavg	Allruh	δ	Links frontal (F7, T3)	P<.2		
Pre/Post-THC-Musik-Gavg	Alleohn/mit	θ	Rechts temporal an T4	P<.025	*	
„	„	θ	Rechts temporal an T4 und FTC 2	P<.05		
„	„	θ	Links präfrontal-frontal (F3-T3)	P<.1		
„	„	α	Links okzipital an O1	P<.025	*	
Pre/Post-THC-KingCrimson	Allokc/mkc	Spektral	Rechts PO2	P<.01		*
„	„	α	Links okzipital an O1	P<.025	*	
Pre-THC-Ruhe-Gavg / Pre-THC-Musik-Gavg	Aloruh/alohn	δ	Rechts frontal (F8)	P<.2		
„	„	θ	Rechts temporal (T4) und links okzipital (O1)	P<.2		
„	„	β_2	frontal-central (FZ)	P<.2		
„	„	Spektral	Rechts temporal T6	P<.2		
Pre-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-Musik-Gavg	Aloruh/almit	α	Links okzipital an Elektrode O1	P<.025	*	
„	„	α	Linke Okzipitalregion	P<.1		
Post-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-Musik-Gavg	Almruh/almit	α	Links Okzipital an (O1)	P<.1		
„	„	β_1	Rechts Temporal (T4)	P<.1		
Pre/Post-THC-Dogbowl	Alldog		Global	P<.45		
Pre/Post-THC-King Missile	Allkm	α	Rechts frontal (Fp1+2, F8)	P<.025	*	

Tabelle 23: Signifikanzen Pre/Post-THC-Vergleich (N=4)

Aus der Tabelle wird deutlich, daß sich Post-THC zumeist die linke Okzipitalregion und Regionen der rechten Hemisphäre ändern. Das in Abschnitt 9.2.5.1 gesetzte Signifikanzniveau von p<.01 wurde nur beim Pre/Post-THC-Vergleich des ersten

Musikstückes an der Elektrode PO2, also zwischen der rechten Okzipital- und Parietalregion erreicht. Jedoch fielen die Wahrscheinlichkeitswerte um die Elektrode steil ab.

Anders verhielt sich die Lage auf dem θ -Band an der Elektrode T4. An der Elektrode fand sich eine Änderungswahrscheinlichkeit von $p < .025$ und um die Elektrode sank die Änderungswahrscheinlichkeit großflächig auf $p < .05$ ab. Hier repräsentiert sich somit eine deutlich höhere topographische Veränderung.

Bei dritten Musikstück von *King Missile* finden sich α -Veränderungen von $p < .025$ präfrontal und frontal rechts.

α -Veränderungen in der linken Okzipitalregion von $p < .025$ lassen sich beim Pre/Post-THC-Musikhören und beim Vergleich von Pre-THC-Ruhe und Post-THC-Musik feststellen. Diese Region änderte sich in drei Vergleichspaaren.

Die linke Okzipitalregion auf dem α -Band und die rechte Temporalregion auf dem θ -Band scheinen sich als Bereiche herauszustellen, welche bei der durch THC veränderten Musikwahrnehmung eine wichtige Rolle spielen.

9.3.4.6.5 Alpha-Veränderungen in der linken Okzipitalregion

Im T-Test des Vergleichs der Pre-THC-Ruhe und des Post-THC-Musik-EEGs ([Abbildung 82](#)) wie auch beim Vergleich des Pre/Post Musikhörens ([Abbildung 81](#)) ließ sich eine deutliche Veränderung ($p < .025$) in der linken Okzipitalregion beobachten. Diese Region wies auch im Spektralband beider Pre/Post Musik-EEGs eine erhöhte Frequenzgeschwindigkeit auf (vgl. [Abbildung 79](#)). In der Okzipitalregion ist demnach bei allen Versuchspersonen eine topographische Veränderung des EEGs beim Musikhören nach dem Cannabiskonsum zu beobachten. Die okzipitalen Veränderungen verweisen auf Veränderungen im visuellen Assoziationscortex. Diese Region sollte bei weiteren Untersuchungen verstärkt beobachtet werden.

9.3.4.6.6 Theta-Veränderungen in der rechten Temporalregion

Beim Musikhören ohne Cannabis ließ das θ -Band im visuellen Vergleich zur Ruhe einen Anstieg des %-Anteils erkennen, um im Post-THC-Musik-EEG wieder eine Abschwächung unterhalb des Ruheniveaus aufzuweisen. Im Post-THC-Musik-EEG sahen wir zudem eine deutliche Abnahme der Amplituden in beiden Temporalregionen. Im T-Test des Pre/Post Musikhörens waren schließlich die deutlichsten Veränderungen ($p < .025$) in der anterioren rechten Temporalregion um

T4 zu erkennen (vgl. [Abbildung 83](#)). Auch im Vergleich von Post-THC-Ruhe und Post-THC-Musik-EEG war in dieser Region auf dem β 1-Band eine erhöhte Änderungswahrscheinlichkeit ($p < .1$) zu beobachten. So war demnach bei allen Versuchspersonen in der rechten Temporalregion eine Veränderung beim Musikhören nach dem Cannabiskonsum zu verzeichnen. Diese Region wäre eine mögliche ‚region of interest‘ (ROI) für kombinierte Verfahren mit EEG und PET bei einer weiterführenden Untersuchung ähnlicher Fragestellung.

9.3.4.7 Diskussion der temporalen und okzipitalen Änderungen

In Abschnitt [9.2.5.1](#) wurde für diese Untersuchung als Signifikanzniveau ein Wert von $p < .01$ festgelegt. Obwohl es uns in dieser explorativen Untersuchung vorrangig darum geht festzustellen, ob sich überhaupt etwas ändert – somit auch Veränderungen von $p < .025$ und darunter möglicherweise bemerkenswert sind – müssen streng genommen alle Regionen unterhalb dieses Signifikanzniveaus eher als zufällige Veränderungen einer situations- und persönlichkeitsbedingten Variabilität der Musikwahrnehmung der vier Versuchspersonen betrachtet werden. Wenn also auch in anderen Untersuchungen EEG-Veränderungen in okzipitalen und temporalen Regionen gefunden wurden, müßte sich eine cannabisinduzierte Veränderung der Musikwahrnehmung durch eine besondere Funktionalität auszeichnen.

Nun, nach dem T-Test zu urteilen, scheinen sich bei allen Versuchspersonen auf dem θ -Band die rechte Temporalregion und auf dem α -Band die hintere, linke Okzipitalregion zu verändern. Im Vergleich zur Ruhe war beim Musikhören eine stärkere θ -Abschwächung in beiden Temporalregionen sowohl vor (vgl. [Abbildung 78](#)) als auch nach dem Rauchen (vgl. [Abbildung 79](#)) zu beobachten. Bringt sich möglicherweise in den höheren θ -Änderungswahrscheinlichkeiten der rechten Temporalregion ein besonderer Hinweis auf cannabispezifische Effekte beim Musikhören zum Ausdruck?

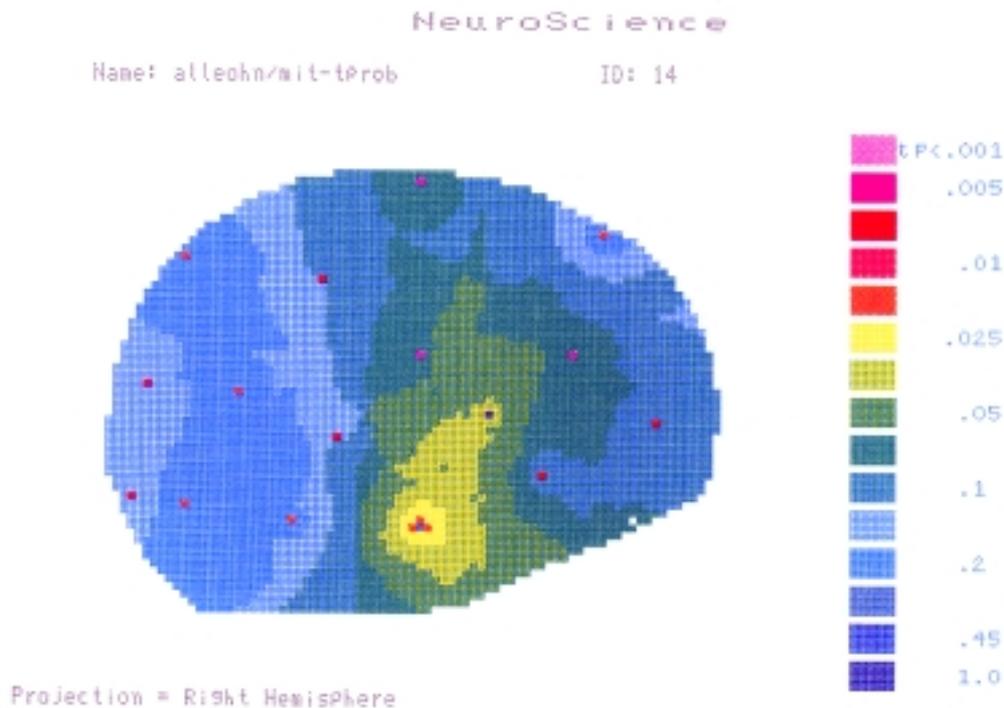


Abbildung 83: alleohn/mit-Tprob, Vergleich Pre/Post-THC-Musik - Theta rechtslateral (N=4); rote Punkte=Elektrodenpositionen

9.3.4.7.1 Veränderungen der Temporalregion

Nach Kolb & Wishaw ist die rechte Temporalregion vornehmlich der Musikverarbeitung zuzuordnen (Kolb & Wishaw, 1996). Musikverarbeitung ist aber kein klar lateralisiertes Phänomen mit einer deutlichen cerebralen Dominanz, wie schon in Kapitel 8.1 diskutiert. In den oben diskutierten EEG-Untersuchungen sind bei der Musikwahrnehmung jedoch vermehrt Veränderungen der rechten Hemisphäre beobachtet worden (vgl. Tabelle 20). Die Frequenzbänder variierten dabei allerdings, doch wurden die meisten Veränderungen in der rechten Temporalregion beobachtet (Duffy et al., 1981) (Auzou et al., 1995; Bruggerwerth et al., 1994; David et al., 1989a; Petsche, 1994).

In der vorliegenden Untersuchung lassen sich im Pre-/Post-Vergleich der Gruppenmittelwerte aller Versuchspersonen Unterschiede in der rechten Temporalregion feststellen. So scheint diese Region zunächst eine wichtige Funktion bei der Musikverarbeitung zu haben. Im visuellen Pre/Post-Vergleich fielen aber zudem Post-THC-Abschwächungen der θ -Amplituden über dem Vertex und beiden Temporalregionen auf und der T-Test zeigte rechts-temporale Veränderungen des θ -Bandes von $p < .025$. Aus diesen Beobachtungen läßt sich schließen, daß sich hier cannabisinduzierte Veränderungen der Musikwahrnehmung

abbilden und sich demnach die auf dem θ -Band abbildenden Aktivitäten des auditorischen Systems in der Temporalregion und den darunterliegenden subalternen Strukturen verändern.

Für die Veränderung der subalternen Strukturen und der damit verbundenen Erinnerung und Bewertung der Aktivitäten in den primären auditorischen Feldern spricht das θ -Band. Da sich Veränderungen in der rechten Hemisphäre zeigen und das θ -Band als ein Repräsentant für emotionale Veränderungen diskutiert wird (Bruggenwerth et al., 1994; Gutjahr et al., 1994; Kabuto, Kageyama & Nitta, 1993; Krupitsky & Grinenko, 1997; Schacter, 1977; Shimai, 1992; Surakka, Tenhunen-Eskelinen, Hietanen & Sams, 1998) (vgl. 8.2 oben), spricht es hier für eine emotional veränderte Bewertung der Musik nach Cannabiskonsum. Das θ -Band bildet einerseits synchronisierte Aktivitäten der Cortexareale ab, aber auch Summationen elektrophysiologisch zugänglicher Aktivitäten darunterliegender limbischer Strukturen. Hohe Cannabinoidrezeptordichten, welche in der Hippocampusregion, den Basalganglien, im Gyrus cinguli, der Amygdala und dem Hypothalamus gefunden wurden (vgl. 7.2 oben) sorgen hier für cannabisinduzierte EEG-Veränderungen.

9.3.4.7.2 Veränderungen der Okzipitalregion und kognitive Strategien

Walker berichtete von einer positiven Korrelation des aufmerksamen Hörens von Musik und der Zunahme von α -Anteilen in der rechten Okzipitalregion (Walker, 1977: 484), auch Konovalov fand Veränderungen der rechten Okzipitalregion (Konovalov & Otmakhova, 1984). α -Zunahmen in rechter und linker Okzipitalregion bei Musikern (Behne et al., 1988) und beim Hören von angenehmer, zufriedenstellender Musik (Kabuto et al., 1993) sind bekannt (vgl. Abschnitt 8.2 oben).

Die Zunahme von α -Anteilen in der rechten Okzipitalregion scheint sich nach Cannabiskonsum noch zu verstärken (vgl. *Abbildung 78* vs. *Abbildung 79*), und die Zunahme von α -Amplituden über der Parietalregion läßt eine Fixierung der Aufmerksamkeit auf den mentalen Raum der audiovisuellen Musikbewertungen vermuten. Dabei scheint die Musikverarbeitung – wie schon in Abschnitt 9.3.1.2.3 oben andiskutiert - durch das Cannabis-,High‘ erleichtert zu sein. Angestiegene α -Amplitudenwerte wurden als Kennzeichen effizienter kognitiver Strategien bei der Lösung komplexer Aufgaben korreliert (Jausovec, 1997b).

Woods sieht in den temporären Wahrnehmungsveränderungen eine Umstellung der kognitiven Strategie. Durch eine Erweiterung des Aufmerksamkeitsfokus‘ werden mehr Informationen gleichzeitig verarbeitet und dabei wird auch scheinbar irrelevante Information miteinbezogen (in Solowij, 1998: 189). Da Neuronen in höheren Assoziationsfeldern des Cortex ein weitreichendes rezeptives Feld haben, würde ihre weiter gestreute Informationsselektion eine Erweiterung des Wahrnehmungsfeldes zur Folge haben. Woods schlug vor, daß die Aufmerksamkeitsauswahl im höheren Assoziationscortex stattfinden und beginnen würde (in Solowij, 1998: 235). Der Gebrauch einer solchen Strategie könnte eine größere kognitive Flexibilität reflektieren, und Cannabiskonsumenten könnten eine solche Strategie durch die Cannabiswirkungen erlernen. Hier könnte nun eine längere Debatte darüber geführt werden, welche Strategien Menschen benutzen, um auf neue Ideen oder veränderte Perspektiven zu kommen. Sich durch Drogen ‚zu inspirieren‘ ist dabei eine bekannte Strategie (Krippner, 1985; Kupfer, 1996a; Kupfer, 1996b; Masters & Houston, 1971) Warum es für einen Musikhörer oder Musiker interessant sein mag, sich durch Cannabis in eine andere Wahrnehmungsperspektive zu versetzen, ist möglicherweise durch die in Teil I dieser Arbeit referierten Forschungsergebnisse nachvollziehbarer geworden.

Die Veränderungen in der Okzipitalregion könnten eine Veränderung der auditorischen Wahrnehmungsperspektive (vgl. Globus & al, 1978)) während einer cannabisinduzierten Hyperfokussierung der Wahrnehmung auf den akustischen Raum (Curry, 1968) repräsentieren. In den Zapfen und Stäbchen der Retina wurden Cannabinoidrezeptoren gefunden und ihre Rolle in der Modulation der Signalübertragung zum visuellen Cortex hinsichtlich der Bedeutung für die Entwicklung visueller Strategien diskutiert (Straiker et al., 1999a; Straiker, Maguire, Mackie & Lindsey, 1999b). Im Temporallappen befindet sich zudem ein visuelles Assoziationsfeld. Der Schluß liegt nahe, daß Cannabis, wie schon von Baudelaire beschrieben, audiovisuelle Synästhesieeffekte hervorruft und sich dementsprechend bei der Musikwahrnehmung im topographischen EEG auch Veränderungen der Aktivität in den visuellen Regionen zeigen.

9.3.4.7.3 Veränderungen rechts parietal-okzipitaler Frequenzgeschwindigkeiten

In der vorliegenden Arbeit zeigten sich bei der Musikwahrnehmung vor und nach THC gleichbleibend okzipital links α -Frequenzen von 12 Hz im Spektralband (vgl. [Abbildung 79](#)), jedoch Post-THC mit einer stärkeren topographischen Ausweitung. Krause und Klimesch sehen in den höheren α -Frequenzen eine Repräsentation von

Gedächtnis- und Differenzierungsvorgängen (Klimesch, 1996; Klimesch, 1999; Krause et al., 1999). So scheinen die okzipitalen Post-THC α -Änderungen mehr lokale rezeptive Felder mit einzubeziehen und Hinweise auf eine veränderte Gedächtnis- und Selektionsfunktion in der Hyperfokussierung der Wahrnehmung auf den musikalischen Zeitraum abzubilden.

Wie aus **Tabelle 28** zu entnehmen ist, verlangsamte sich in der rechten Okzipitalregion die α -Geschwindigkeit in Pre/Post-Ruheuntersuchungen (Rodin & Domino, 1970; Roth et al., 1973; Volavka et al., 1973; Volavka et al., 1971; Volavka et al., 1977). Interessanterweise findet sich bei allen vier Versuchspersonen nur im Pre/Post-THC-Vergleich des ersten Musikstückes eine signifikante Veränderung von $p < .01$ an der zwischen rechts parietal und okzipital liegenden Elektrode PO2 im Spektrum. Ob sich darin die bereits diskutierte ‚Umschaltung‘ auf eine andere Wahrnehmungsperspektive zum elektrophysiologischen Ausdruck bringt? Wird dies durch die veränderte Beteiligung okzipitaler, also visueller Regionen noch bestätigt?

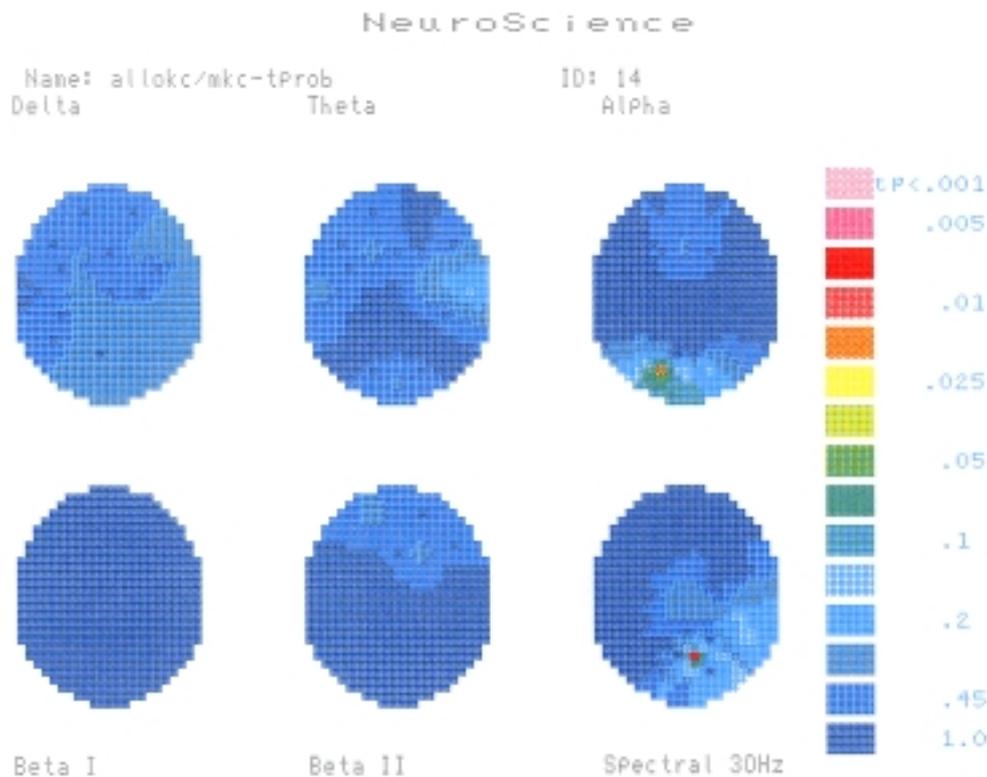


Abbildung 84: allok/mkc-tprob, Pre/Post T-Test erstes Musikstück (N=4)

Im Vergleich der Spektren von Ruhe und dem ersten Musikstück von King Crimson läßt sich bei *King Crimson* eine Absenkung der Frequenzgeschwindigkeit in der

linken Okzipitalregion von 12 auf 10 Hz beobachten. Die signifikante Veränderung ($p < .01$) der Wellengeschwindigkeit an der Elektrode PO2 beim Post-THC-Hören des ersten Instrumentalmusikstückes deutet auf eine ‚Umschaltung‘ der Wahrnehmungsperspektive durch eine rechtshemisphärische Veränderung des parietalen und okzipitalen Informationsaustausches im Prozeß der Musikwahrnehmung. Beim zweiten Musikstück von Dogbowl, einem Song mit Gesang und Text, hatte sich die Frequenzgeschwindigkeit in der linken Okzipitalregion schließlich auf 12 Hz erhöht.

10 Schlußfolgerungen und Ausblick

Im vergangenen ‚Jahrzehnt des Gehirns‘ war die Entdeckung des Cannabinoidrezeptorensystems in Gehirn und Immunsystem eine der aufregendsten Entdeckungen, welche einerseits die Cannabiswirkung auf Wahrnehmung und Verhalten verortbarer macht, aber auch Einblicke in ein bisher unbekanntes physiologisches System eröffnet (vgl. Kapitel 7 oben). Die Forschung steckt hier noch in den Kinderschuhen, muß sich zudem gegen ein mit dem Gegenstand verknüpftes ‚schlechtes Image‘ behaupten (Huber, 1994) und je nach Themenstellung durch aufwendige Genehmigungsverfahren hangeln. Dieses schlechte Image entstand, wie wir im zweiten Kapitel lesen konnten, auch auf Kosten der Jazzmusiker und ihrer Musik. Das Dilemma der Musiker ihren Marihuanakonsum sowohl als Genuß und Rausch, aber auch als Inspirationsquelle zu erfahren, der Konsum für die künstlerische Praxis also - je nach Musiker - auch ein Zugewinn an Intensität der emotionalen Performance, ein erweitertes rhythmisches Skalieren im musikalischen Zeitraum und eine qualitative Veränderung des Aufmerksamkeitsfokus bedeutete (vgl. 2.3.3 oben), ließ sich in dieser Arbeit in Teil I durch eine Zusammenfassung (Kap. 4 oben) bisheriger Forschungsergebnisse nachvollziehbarer machen.

In dieser Arbeit konnten Zusammenhänge der Cannabiswirkungen und einer veränderten Musikwahrnehmung aufgezeigt werden. Post-THC-EEG-Veränderungen in Ruhe und in verschiedenen Testaufgaben waren bekannt (vgl. 6.3), doch eine spezifische Untersuchung der cannabisinduzierten EEG-Veränderungen beim Musikhören wurde bislang nicht explizit vorgenommen. Eine solche Untersuchung liegt hiermit nun vor.

10.1 Conclusio

Die vorliegende Untersuchung brachte vielversprechende Einsichten in die cerebrale Aktivierung während des Musikhörens nach Cannabiskonsum. In der Einzelfallstudie ließ sich die individuelle EEG-Grundgestalt in der Folgeuntersuchung reproduzieren, auch die Reaktionen auf Cannabis zeigten sich bei den anderen drei Versuchspersonen annähernd einheitlich in Ruhe und Aktivierung. Das EEG ließ interindividuelle Unterschiede in der EEG-Gestalt erkennen. In Post-THC-Ruhe sanken die α -Amplituden ab, beim Post-THC-Musikhören stiegen die Amplituden noch stärker an als beim Pre-THC-Musikhören. Die Post-THC-Veränderungen waren beim ersten Musikstück in der Hörreihe bei allen Versuchspersonen am

höchsten und schwächten sich bei den folgenden Songs ab. Auch wenn hier nur vier Versuchspersonen untersucht wurden, können wir davon ausgehen, daß wir es mit korrelierten physiologischen Daten zu tun haben und das diese auch in einem für eine explorative Studie verträglichen Ausmaße verlässlich sind.

10.1.1 Lebenswelt und Authentizität des Datenmaterials

Die Untersuchung wurde nicht in einem Labor, sondern in der konsumtypischen Situation eines Wohnzimmer, also in der gewohnten Lebenswelt der Versuchspersonen durchgeführt. Auch unter diesen Umständen war es möglich, ein EEG aufzuzeichnen, welches Auskunft über die Veränderungen im Gehirn gibt. Da unter hierbei die Abbildungswahrscheinlichkeit einer phänomennahen physiologischen Situation höher ist als in einem Laborexperiment mit günstigeren technischen Voraussetzungen, vermittelt sich über diese, an einem qualitativen Methodenverständnis orientierte Untersuchung Authentizität von Datenmaterial, Person und Situation.

In dieser Untersuchung konnte (nach Baudelaire) die auf die erste euphorische Rauschphase folgende meditative, psychedelische Wirkphase von Cannabis beim Musikhören mit dem EEG gemessen werden. Psychedelisch wirksame Substanzen interagieren mit dem Set und Setting der Situation, in der die Menschen sich befinden.

Die Durchführung der Untersuchung im privaten Umfeld gewährleistete Erlebnismuster des Musikhörens, welche nah an der realen Situation der Lebenswelt sind. Die Personen mußten keinen Testparcour durchführen, da es nicht unbedingt zu den kulturellen Gepflogenheiten der Cannabiskultur gehört, Testbatterien abzarbeiten. Sie hörten Musik und kiffen, wie sonst auch, und wurden dabei mit einer elektrophysiologischen Meßmethode wissenschaftlich begleitet. So konnte ein Minimum an Beeinträchtigung durch Technologie erreicht werden und die Datenqualität ließ Vergleichsmöglichkeiten zwischen Ruhe, Musik und den Substanzwirkungen zu. Interessanterweise fanden sich gerade in den Untersuchungen, welche sich in ihrem Design an der Interdependenz von Set, Setting und Substanz orientierten (vgl. Curry, 1968; Globus & al, 1978; Hess, 1973; Koukkou & Lehmann, 1976; Tart, 1971; Thaler et al., 1973; Waskow et al., 1970; Weil et al., 1968) die für die vorliegende Untersuchung wertvollsten Ergebnisse und Vergleichsmöglichkeiten.

Die daraus ablesbaren Tendenzen könnten nun in einer Laboruntersuchung überprüft werden. Eine blinde Auswertung der entstehenden Daten wäre dabei

wünschenswert. Diese Untersuchung hatte keine blinde Placebo-Struktur, d.h. sowohl dem begleitenden Untersucher als auch den Versuchspersonen war klar, daß THC geraucht wurde, eine bekannte Wirkung einsetzen und dabei Musik gehört würde.

10.1.2 Parietale Veränderungen und intraindividuelle Stabilität

Auch wenn die Anzahl der untersuchten Personen sehr klein war (N=4) und für eine Verallgemeinerung der Beobachtungen im statistischen Sinne keine ausreichende Grundlage vorhanden ist, lassen sich aus den vorliegenden Hirnstrombildern Tendenzen erkennen.

Die Einzelfallstudie mit Folgeuntersuchung ermöglichte Einblicke in die prozesshaften Veränderungen des Musikhörens während der Meßphasen. Der Charakter der Musikstücke und die Unterscheidung von kontemplativer Musik und einer Musik mit Text und treibendem Rhythmus ließ sich im EEG nachvollziehen. Die Vermutung, daß Cannabis eine Linkslateralisierung der parietalen α -Aktivität hervorruft (Fachner et al., 1995) konnte sich in der Untersuchung der anderen Versuchspersonen nicht bestätigen. Die Linkslateralisierung war ein individuelles Phänomen, welches sich jedoch in der Folgeuntersuchung wiederholte. Auch die intraindividuell typische topographische EEG-Grundgestalt des EEGs in Ruhe, die auffällige Desynchronisierung im Spektrum und in den cannabisinduzierten Veränderungen beim Musikhören war in beiden Untersuchungen zu erkennen (vgl. 9.3.2).

Bei den anderen Versuchspersonen (vgl. 9.3.3) war der α -Fokus jedoch anders gelagert und das EEG hatte eine andere Grundgestalt, doch zeigte sich, daß α -Anteil und -Fokus bei allen Versuchspersonen parietal nach dem Rauchen verstärkt war.

Die interindividuell deutlich unterschiedlichen EEG-Gestalten des Ruhe EEGs erwiesen sich bei allen 4 Versuchspersonen als intraindividuell stabil, d.h. ihre topographische Grundgestalt blieb in Ruhe und in Aktivierung durch Substanz und Musik ähnlich. Die gemittelten topographischen Amplitudengestalten zeigten aber beim Pre-/Post Hören von Musik deutliche Veränderungen über die Frequenzbänder. Amplitudenstärke und die relative Häufigkeit der jeweiligen Frequenz änderten sich dynamisch im Verhältnis zu Ruhe, Musikhören und Cannabiskonsum.

Waren die α -Amplituden im Post-THC-Ruhe-EEG noch schwächer ausgeprägt, stiegen die durchschnittlichen parietalen Amplitudenmaxima bis zu 4 μ V über die

Werte des Musikhörens ohne Cannabis an. Dies ließ sich bei allen 4 Versuchspersonen beobachten und scheint ein deutlicher Effekt der Cannabiswirkungen beim Musikhören zu sein. Es müßte überprüft werden, ob sich auch bei weiteren Personen ein Anstieg der parietalen α -Amplituden beim Musikhören wiederholt.

Ist dieser Anstieg der parietalen α -Amplituden ein Zeichen für ein erleichtertes Hören von Musik, ein „High“-Sein, welches eine Umschaltung und eine Hyperfokussierung der Wahrnehmung auf den akustischen Raum erzeugt? Führt dieser Vorgang in parietalen Regionen auf dem α -Band zu einer Erhöhung der Amplitudenwerte und einem Anwachsen der relativen Häufigkeit der α -Frequenzen? Es müßten weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um eine statistische Gewissheit über die Konstanz dieser Beobachtung zu gewinnen.

10.1.3 Veränderungen in der rechten Temporalregion und auditorische Veränderungen

In der vorliegenden Untersuchung ließen sich bei 4 Versuchspersonen Veränderungen im Bereich des rechten Temporallappens beobachten. Diese Beobachtung läßt einen Schluß auf Veränderungen der Musikverarbeitung in der rechten Hemisphäre zu, zudem verweist dies auch in begrenztem Maße auf Veränderungen der emotionalen Verarbeitung von Musik im limbischen System. Da emotionale Zustände die Informationsauswahl beeinflussen, kann durch die Kopplung von Wahrnehmung und Emotion im Hippocampus eine temporäre Schwächung der Wahrnehmungsfunktionen angenommen werden. In visuellen Tests von Emrich konnte auf eine Schwächung der Zensurleistungen der Hippocampusformation bei der Auswahl der Wahrnehmungsinhalte geschlossen werden (vgl. 3.3). Dies führte beim Musikhören zu einem erweiterten Wahrnehmungsfokus und im Sinne der von Curry postulierten Hyperfokussierung der Wahrnehmung zu einem veränderten Figur-Grundverhältnis, da Informationen dem Bewußtsein zugänglich sind, welche sonst zensiert und aussortiert werden. Auch die akustischen Informationen haben im „High“-Zustand eine andere Bedeutung und werden vom auditorischen System anders bewertet.

In auditorischen Untersuchungen konnte ein dosisabhängiger Anstieg der Präferenz für höhere Frequenzen beobachtet werden (de Souza et al., 1974). Akustische Ereignisse in der Umwelt scheinen eine andere Qualität zu bekommen (Tart, 1971) und die prosodischen Anteile der Sprache werden intensiver fokussiert (Rodin et al., 1970; Weil & Zinberg, 1969) (vgl. 2.3.3). Bei Hörgeschädigten konnte sogar eine

Verbesserung der Sprachwahrnehmung beobachtet werden (vgl. 3.4.2.3 oben). Lautstärkeverhältnisse wurden subjektiv in einem erweiterten metrischen Bezugsrahmen skaliert (Globus & al, 1978) und in rhythmischen Vorgängen scheinen differenziertere Nuancen möglich zu sein (vgl. 3.1 oben). Lautstärkeintensitäten wurden falsch eingeschätzt (Caldwell et al., 1969a) und in Untersuchungen, welche Aufmerksamkeitsleistungen prüften, wurde von einem Anwachsen des Fehlalarm berichtet (Moskowitz, 1974). Die veränderte Figur-Grundrelation führte hier offensichtlich zu einem Anwachsen der Tonimagination.

10.1.4 Veränderte Zeitwahrnehmung

Ein weiterer wichtiger Aspekt der veränderten Musikwahrnehmung ist das veränderte Verhältnis zur Zeit (vgl. 3.2, 3.5 oben). War die Auswahl von akustischen Informationen ohne Cannabis auf eine Zeitmatrix synchronisiert, welche sich im Sinne sozialer Konventionen an chronologischen, seriellen geophysikalischen Zeitsequenzen orientiert, erscheint in einem nach kairologischen Zeitverhältnissen organisierten Wahrnehmungsvorgang die feldbezogene Qualität der akustischen Sinnesreizung durch die Umschaltung der Aufmerksamkeit nach Cannabiskonsum subjektiv präsenter. Durch Alteration der Figur-Grundbeziehungen können scheinbar unwichtige Informationen besondere Bedeutung gewinnen und zu neuen Mustern führen, also insbesondere in der Improvisation eine Inspirationsquelle für Musiker sein, welche sie durch ihre Instrumentalfähigkeiten nutzen können. Da zeitliche Strukturen bezüglich ihrer Dauer als gedehnt wahrgenommen werden und sich die zeitliche Perspektive zugunsten einer Fokussierung auf die Gegenwart wandelt, entsteht ein verstärkter Einblick in den Zwischenraum der Töne und ein weiter gespannter Überblick über die Klangstrukturen. Die von Woods beschriebenen erweiterten rezeptiven Felder fanden ihre physiologische Entsprechung in den hier beobachteten räumlichen Ausdehnungen parietaler α -Wellen und Veränderungen in okzipitalen und temporalen Regionen.

10.1.5 Okzipitalregion und erweiterte Ein- und Übersicht in Klangstrukturen

Welche spezifische Rolle die Okzipitalregion bei diesen Vorgängen hat, deren deutliche Veränderungen ($p < .025$) in der linken Okzipitalregion bei allen Versuchspersonen nachzuweisen waren und ob diese den Ein- oder Überblick über die Klangstrukturen repräsentiert, müßte durch bildgebende Verfahren genauer untersucht werden.

Veränderung in der rechten Okzipitalregion ist eine häufige Beobachtung in EEG-Untersuchungen beim Musikhören (vgl. 8.2 oben). Möglicherweise ist die hier beobachtete Veränderung in der linken Okzipitalregion Teil einer cerebralen Hörstrategie, welche okzipitale, temporale und parietale Regionen vernetzt, aber durch Cannabis auf ein anderes Funktionslevel synchronisiert werden, was auch die angestiegenen α -Amplituden plausibel erscheinen läßt. Insbesondere aber die signifikante Veränderung ($p < .01$) der Frequenzgeschwindigkeit an der Elektrode PO2 und die abgesenkten α -Frequenzen während des ersten Musikstückes (vgl. 9.3.4.2, 9.3.4.6.4) zwischen der rechten Okzipital- und Parietalregion deutet auf eine neurale Umschaltung in der Wahrnehmungsstrategie. Dies sollte durch Kohärenzanalysen und Verknüpfungen von PET mit dem EEG weiter untersucht werden.

Der EEG-Befund der Veränderung okzipitaler α -Tätigkeit wie auch der parietale Anstieg der α -Amplituden scheint eine Umschaltung der Aufmerksamkeitsstrategie auf den audiovisuellen Raum zu repräsentieren. Der Anteil an Informationen über den Sound, über die Klanghülle der Töne mit ihren instrumententypischen Formantenstrukturen und den Nachhallzeiten der natürlichen, gebundenen oder artifiziellen Orte, in welchen die Klänge gespielt, evtl. aufgezeichnet und durch Modulatoren bearbeitet werden, wird durch Cannabis scheinbar temporär in Qualität und Quantität der Wahrnehmungsinhalte erweitert. Dabei werden kreuzmodale Verarbeitungsmuster angeregt und musikbegleitende visuelle Imaginationen scheinen vorübergehend durch eine intensivere Wahrnehmung der Musikbewegungen im musikalischen Zeitraum lebhafter zu werden, so daß bei Vorgabe einfacher Sinustöne und kontrastiertem weißen Rauschen Töne herausgehört wurden, welche nicht physikalisch vorhanden, aber durch die Alteration der Figur-Grundbeziehungen imaginiert werden können. Dies kann zu einem veränderten Komponieren führen und einen freien Umgang mit Musik begünstigen. Insbesondere in improvisierter Musik läßt sich mit den veränderten Zeitebenen, metrischen Verhältnissen und akustischen Räumen besonders gut experimentieren.

10.1.6 Euphorie und Bewegungsbereitschaft

Cannabis scheint auf die Koordination und Wahrnehmung von Bewegungsverhaltensweisen zu wirken. Nach dem Rauchen waren in den motorisch-intentionalen Regionen Veränderungen zu beobachten und die parietalen α -Veränderungen wurden von Lukas als eine antizipatorische Bewegungsbereitschaft interpretiert, welche durch einen Stimmungswechsel hervorgerufen wurde (vgl.

6.2.3 oben). Es konnten Veränderungen in der Wahrnehmung des Körperschemas mit dem EEG korreliert werden, bei welchen in der rechten Parietal- und Okzipitalregion ein höherer Anteil von α -Wellen erkennbar wurde (vgl. 6.2.4 oben). Auch wenn die Ableitung im Sitzen eher eine kontemplative Wirkphase adäquat abbilden kann, so scheint die euphorisierende Qualität von Cannabis eher Bewegungsbereitschaft anzusprechen. Es hat den Anschein, daß Cannabis den Ausdruckscharakter der Bewegung zu intensivieren hilft, was sich sowohl auf das Instrumentalspiel der Musiker als auch auf die durch Rhythmus noch forcierte Tanzbereitschaft des Publikums auswirken konnte (vgl. Mezzrow Kap. 2.3 oben). Der Jazz war in seinen Anfangstagen zuerst eine populäre Tanzmusik, welche viele Menschen begeisterte und in Partylaune versetzte. In den Jazzclubs entstand eine direkte Verbindung von Publikum und Musikern durch ein gemeinsames tänzerisch bewegtes Erleben der Intensität von Musikperformance.

Die veränderte Bewegungsbereitschaft ließ sich im EEG-Brainmapping auch durch diskrete Veränderungen prä- und postzentraler Regionen verorten und durch signifikante Veränderungen in den somato-sensorischen Regionen (vgl. 9.3.1.5.3 oben) topographisch nachvollziehbar machen. Die starke Ansammlung von Cannabinoidrezeptoren in bewegungssteuernden Regionen scheint einer trainierten Feinmotorik beim Instrumentalspiel einen temporär erweiterten Skalierungsrahmen der Ausdrucksintensitäten zu eröffnen. Somit könnte der Cannabiskonsum einem Musiker, welcher die Wirkungen auf die auditorische Wahrnehmung schätzt und mit ihren Wirkungen spielen kann, ein ‚Vorteil‘ sein.

Auch für Musikhörer, welche die Wirkungen von Cannabis kennen, kann das bewußte Hören von Musik unter Cannabiseinfluß einen vertiefenden Einblick in musikalische Vorgänge und in die eigene Art zu Hören sein. Während der Handelnde im Spiel aber in Bewegung ist, erlebt der Hörende die Bewegung innerlich, was hier im EEG zu den deutlichen Änderungen führte.

10.2 Verbesserungsvorschläge

1.) Zunächst ist eine Untersuchung in der Lebenswelt erstrebenswert, da für eine Untersuchung einer Erlebnisqualität die Abbildungswahrscheinlichkeit von kontingentem Datenmaterial höher ist. Dazu wurde ein Minimum an Technologie verwandt, um durch die Applikation entsprechender Meßapparaturen die Erlebnisqualität nicht zu beeinträchtigen. Es konnte ein Setting realisiert werden, welches sich an der Lebenswelt und nach dem Phänomen und nicht an der Meßtechnologie orientiert.

Doch bei der eingesetzten Untersuchungstechnologie des EEG-Brainmapping sind artefaktfreie Samples für eine Analyse unerlässlich. Zur Kontrolle von Artefakten sollten Muskel- und Augenbewegungen überprüfbar sein. Zudem sollten die EEG-Spuren im nachhinein für die Artefaktanalyse editierbar sein. Dies war in der Feldstudie nur begrenzt möglich und demnach ist die Qualität der verwandten Daten trotz Videoprotokoll nicht einwandfrei. Beispielsweise hätte ein Konfidenzintervall im δ -Bereich von $90\mu\text{V}$ für die visuelle Artefaktanalyse besser sein können. Deshalb sollten in einem Laborversuch zusätzlich zum EEG ein EOG, EMG und EKG abgenommen und die einzelnen EEG-Spuren auf einem optischen Laufwerk editierbar aufgezeichnet werden. Trotzdem haben wir jetzt durch die vorliegende explorative Feldstudie die Möglichkeit die gewonnen Ergebnisse mit einer Laborstudie zu überprüfen, da nun eine erste physiologische Untersuchung des Musikhörens unter Cannabiseinfluß vorliegt.

2.) In einem Labor könnten die Untersuchungen in einem Faradayischen Käfig durchgeführt werden. Auch wenn der NeuroScience Brainmapper für den Einsatz am Krankenbett oder in einer Intensivstation ausgerüstet ist und durch Filtersysteme elektromagnetische Felder wie die 50 HZ-Felder weitestgehend eliminiert werden können, bleibt eine Restwahrscheinlichkeit einer Feldbeeinflußung. Dies läßt sich im Labor weitestgehend vermeiden.

3.) In dieser Untersuchung wurde pro Person eine Substanzmenge von 0.3 Gr. verwendet. Für eine Laboruntersuchung wäre es empfehlenswert die Dosierung nach dem Körpergewicht der Person zu richten. So kann eine einheitliche Dosierung je nach Körpergewicht erzielt werden. Zudem sollte die Substanzqualität genauestens überprüfbar sein und in einem Labor auf ihre Bestandteile untersucht werden können. Selbstverständlich sollten alle Untersuchungen zunächst mit derselben Substanz durchgeführt werden. Danach könnte eine mögliche Interaktion von Sortenqualitäten mit der Musikwahrnehmung unterschieden werden (vgl. [6.1.1.4 oben](#)).

4.) In der vorliegenden Untersuchung hatten zwar alle vier Versuchspersonen versichert keine neurologischen oder sonstige Erkrankungen zu haben, doch vor einer Laboruntersuchung sollte eine ärztliche Routineuntersuchung der Versuchspersonen durchgeführt werden, um den Gesundheitszustand zu beurteilen.

5.) In dieser Untersuchung wurden die Versuchspersonen nicht systematisch zu ihren Erlebnissen befragt. Es wurde nur ein offenes Interview nach der Untersuchung durchgeführt, in welchem die Versuchspersonen ihren Zustand

während der Messungen schildern sollten. In einer Laboruntersuchung sollten die Versuchspersonen mit einem Fragebogen, wie dem APZ von Dittrich (1985) oder dem SDEQ (Waskow et al., 1970) befragt werden. So lassen sich psychometrische Daten mit physiologischen Daten korrelieren. Dabei sollte eine an dem Drogenwirkprofil orientierte Zeiteinteilung vorgenommen werden.

6.) In der vorliegenden Untersuchung wurde das Ruhe-EEG aus den einminütigen Ruhephasen vor den jeweiligen Musikstücken berechnet. In einer folgenden Laboruntersuchung sollte zunächst eine Pre/Post-Ruhevergleich durchgeführt werden, in welchem Pre/Post-THC ein 10 Minuten langes EEG aufgezeichnet wird. Dann sollte an einem neuen Datum nochmals eine Ruhephase von 10 Minuten aufgezeichnet werden, bevor die drei Musikstücke in gleicher Abfolge wie in dieser Untersuchung gehört werden. Die Person steht in den Ruhephasen nicht unter dem Eindruck der zuvor gehörten Musik und aus den zuvor aufgezeichneten Ruhe-EEGs lassen sich eher die tonischen Anteile der Persönlichkeit erkennen. Zudem können situationsbedingte Schwankungen der Aktivierung differenziert werden. Zusätzlich lassen sich in einem solchen Verfahren die absoluten Ruhephasen mit den Ruhephasen vor den Musikstücken vergleichen.

10.3 Zusammenfassung der Forschungsvorschläge

Es war die Absicht in dieser Arbeit einen Überblick über vorhandenes Material zu einer durch Cannabiskonsum veränderten Musikwahrnehmung zu erstellen und in einer explorativen Untersuchung nach Spuren der durch Cannabis veränderten Musikwahrnehmung im Hirnstrombild zu suchen. Aus beiden Bereichen ließ sich bedeutsames Material gewinnen, welches weiterer Forschung bedarf um die durch eine Substanz hervorgerufenen Veränderungen in einen physiologisch nachvollziehbaren Verständnishorizont einzugliedern.

Eine logische Schlußfolgerung wäre nun mit einer größeren Anzahl von Versuchspersonen unter Laborbedingungen die Ergebnisse zu überprüfen.

- Unterschieden sich Laborergebnisse von den Untersuchungen im Feld?
- Entstehen im T-Test noch großflächigere Unterschiedswahrscheinlichkeiten?
- Wiederholen sich die parietalen α -Zunahmen?
- Weiterhin links okzipitale und rechts temporale Veränderungen?

10.3.1 Musikwissenschaftlich orientierte Themen

Der Vergleich von zwei unterschiedlichen Zuständen der Musikwahrnehmung bringt modellhafte Einsichten in den Vorgang der Musikwahrnehmung im Allgemeinen.

Wir können den Wahrnehmungsprozess und seine elektrophysiologisch zugänglichen Daten aufzeichnen und dabei im Mittelwert einerseits dem Wahrnehmungsmodus entsprechende ähnliche EEG-Gestalten, möglicherweise Abbildungen der globalen Hörstrategie der Person, feststellen, aber auch die Veränderungen des ‚Aufmerksamkeitsfokus‘ experimentell durch eine pharmakologisch wirksame Substanz herbeiführen und vergleichbar abbilden. Die Modellpsychosenforschung ist eine bekannte Methodik, in welcher psychedelisch wirksame Substanzen zum Studium mentaler Alterationen und Entfremdungen eingesetzt werden (vgl. 2.4.2 oben). Hier lassen sich methodische Anleihen machen, um durch die Untersuchung von zwei verschiedenen Zuständen der Wahrnehmung des selben Musikstückes Vergleichsmöglichkeiten zu erlangen. Die nun bereits vorhandenen Daten können genutzt werden um den Zustand einer Cannabis-induzierten Musikwahrnehmung zu erkennen und die Unterschiede in der Hörstrategie durch die Veränderungen in den jeweiligen Arealen zu korrelieren.

10.3.1.1 Unterscheidung von Songs und Instrumentalmusik

Im Vergleich von Instrumentalmusik und den Songs (vgl. 9.3.1.3 oben) zeigten sich Unterschiede im EEG. Das topographische EEG läßt demnach auch Unterschiede in der cerebralen Verarbeitung von Songs mit Gesang und Texten und Instrumentalmusik nachweisen. Dies könnte in weiteren Untersuchungen gezielt überprüft werden und wäre auch für medizinisch/therapeutische Fragen von Interesse (vgl. 10.3.1.4 unten).

Daran anschließend soll an die unter 2.2.3 oben geforderte qualitative Analyse von sogenannten Drogensongtexten erinnert werden. Verstehende Ansätze einer interpretativen Soziologie (Schütze, 1980), wie die Verfahrensweise der Ethnomethodologie, bieten hier Möglichkeiten die prosodischen Anteile der in ihrer Bedeutung subkulturell kodifizierten Slangbegriffe auf ihre Genese unter sozialstrukturellen Bedingungen zu analysieren (vgl. 3.4.2.3.3 oben).

10.3.1.2 Musikalische Episoden, Befragung und EEG-Epochen

In dieser Untersuchung konnten die unterschiedlichen Qualitäten der Musikstücke nur begrenzt berücksichtigt werden. Auf verschiedene musikalische Episoden und Qualitäten innerhalb der Musikstücke konnte durch die Mittelwertbildung keine Rücksicht genommen werden. Es hätte zwar eine Episode ausgewählt und die Sub-Averages (vgl. 9.2.5 oben) der entsprechenden Passagen verglichen werden können. Doch dafür wäre eine zeitsynchrone Aufzeichnungsmöglichkeit von EEG und Musik

Voraussetzung gewesen (vgl. 10.3.3.1 unten). Da in dieser Untersuchung nur eine Annäherung möglich gewesen wäre, wurde darauf zunächst verzichtet.

Für eine Laboruntersuchung wäre es interessant die Versuchspersonen nach dem Hören zu ihrem Musikerleben zu befragen, es könnten konkrete Episoden ausgewählt und besprochen, werden und die jeweiligen Phasen im EEG genauer betrachtet werden (vgl. 6.2.4 oben). Hierbei könnten beispielsweise solche Passagen aus Musikstücken betrachtet werden, welche allgemein hin als besonders psychedelisch bezeichnet werden, d.h. sich kompositorisch auf eine Interaktion von Drogenwirkung und Musikstruktur beziehen. Dazu könnte auf die Untersuchungen von Thomas Böhm rekurriert werden, welcher die Beatles-Platte Sgt. Pepper... auf psychedelische Musikpassagen und hierbei insbesondere auf den Verfremdungsgrad durch Studiotekniken untersuchte (Böhm, 1997). Jene Passagen, wie beispielsweise die markante Auflösung der harmonischen und rhythmischen Grundstruktur des Musikstückes „A Day in the Life“ (vgl. 3.5.3 oben), wären eine mögliche Auswahl für eine vergleichende Pre/Post Untersuchung.

10.3.1.3 Unterscheidung von Musikern und Nichtmusikern

Eine interessante Pre/Post-THC-Untersuchung könnte eine Unterscheidung von Musikern und Nichtmusikern werden. Dabei läßt sich auf einen breiten empirischen Datenschatz an EEG-Untersuchungen zurückgreifen (vgl. 8.2.4 oben).

Zudem ließe sich mit einer solchen Untersuchung auch befragen, wie und unter welchen Umständen Musikern der Konsum von Cannabis in der Ausübung ihrer Tätigkeit nützlich oder schädlich sein kann (vgl. 2.3.4 oben). Erste Ansätze einer solchen Befragung von Musikern über die Wirkungen von Substanzen auf ihre Kreativität finden sich bei (Boyd, 1992). Abgesehen davon findet sich bislang keine neuere Untersuchung, welche Musiker explizit zu ihren cannabisinduzierten Hör- und Spielerfahrungen beim Musikhören und Musikmachen befragt.

10.3.1.4 Literaturanalyse / Befragung zur veränderten Musikwahrnehmung

In Kapitel 2 und 3 wurde versucht, vorhandene cannabisbezogene Aussagen zum Jazz und insbesondere Forschungsergebnisse zu cannabisinduzierten auditorischen Wahrnehmungsveränderungen zusammenzustellen.

Bis auf die dargestellten Ergebnisse gibt es bisher keine explizit auf Veränderungen der Musikwahrnehmung bezogene Befragung von Cannabiskonsumenten. Sehr interessant wäre auch eine Befragung von Toningenieuren und Mixern in Studios.

Ein mögliches Projekt wäre ein offenes Interview und ein Fragebogen, in welchem auch Tart's Rating-Items (vgl. 3.5 oben) verwendet und somit überprüft würden.

Eine dezidierte Literaturanalyse von vorhandenem Printmaterial mit Interviews, Biographien und Literaturzeugnissen, welche auf Aussagen zur veränderten Musikwahrnehmung fokussiert, liegt derzeit noch nicht vor und wäre ein mögliches Forschungsprojekt. Ebenso fand sich keine umfassende musikwissenschaftliche Betrachtung der Verwendung von Cannabis in der Musikgeschichte.

10.3.1.5 Divergente und konvergente Aufmerksamkeitsprozesse bei künstlerischen Prozessen

Die Frage einer durch psychoaktive Substanzen temporär erzeugten Umstrukturierung von Wahrnehmung und Denkstrategien ist ein bekanntes Thema der Kreativitätsforschung. Im Abschnitt 3.6 oben wurde kurz die Problematik von konvergenten und divergenten kognitiven Strategien andiskutiert. Dabei wurde die Untersuchung von Solowij und die Beurteilung von Langzeitschädigungen durch Cannabiskonsum angeschnitten. Bei ihrer Untersuchung entstand die Frage, ob die cannabisinduzierten Hörerfahrungen sich möglicherweise durch eine Umstrukturierung kognitiver Strategien auf die Beurteilung von richtigen und falschen Hörerwartungen auswirken. Dies wurde bisher nicht weiter untersucht, doch für die Übertragung der Hörerfahrung spricht die Fähigkeit von Musikern, eine Musik zu komponieren, wie sie gern unter dem Einfluß von psychoaktiven Substanzen gehört werden möchte (vgl. 3.5 oben).

Für eine medizinische Beurteilung von subtilen kognitiven Veränderungen haben sich Verfahren etabliert, welche die an logischen Prinzipien orientierte Folgerichtigkeit eines konvergenten Denkens präferieren. Aus der Kreativitätsforschung wissen wir, das für kreative Vorgänge ein konvergentes Denken nur eine der möglichen Strategien darstellt. Divergente Denkstile kennzeichnen sich durch eine Veränderung des Aufmerksamkeitsfokus⁶, um dadurch eine veränderte Sichtweise des Wahrnehmungskontextes zu erzeugen. Auf dem Hintergrund einer solchen Denkart lesen sich subtile kognitive Veränderungen möglicherweise nicht als cannabisinduzierte kognitive Defizite, sondern als erlernte Veränderungen des Denkstiles (vgl. 3.4.2.4 oben). Diese Fragen zu Kreativität und Denkstil müßten auf dem bereits diskutierten Hintergrund der EEG-Untersuchungsbefunde der angestiegenen α -Amplituden (vgl. 5.4.2.2, 9.3.2.7.2 oben) intensiver beforcht werden.

10.3.1.6 Gammaband und visuelles System bei der Post-THC-Musikwahrnehmung

Mit dem Neuroscience BrainImager besteht die Möglichkeit eigene Frequenzbereiche (User-Bands) zu definieren. So hätte beispielsweise auch ein Bereich von 30–40 Hz definiert und dadurch der untere Anteil des Gammabandes ausgewertet werden können. Das Gammaband wird als ein möglicher Kandidat der Darstellung von Bindungsvorgängen diskutiert (vgl. 5.4.2.4 oben), insbesondere bei der visuellen Verarbeitung. Da sich in der vorliegenden Untersuchung signifikante Veränderungen im linken visuellen Cortex ergaben, wären Ergebnisse, welche das Gammaband bei der Post-THC-Musikwahrnehmung berücksichtigen für weitere Untersuchungen von Interesse.

10.3.1.7 Weitere Untersuchung okzipitaler und temporaler Regionen

Die Veränderungen in Temporal- und Okzipitalregion (vgl. 9.3.4.6.4 oben) verlangen nach einer gezielteren Untersuchung dieser Regionen mit dreidimensional hochauflösender räumlicher Darstellung (vgl. 10.3.3.3 unten).

So ließe sich die Aktivität des Hippocampus im Verhältnis zum θ -Band genauer untersuchen (vgl. 9.3.4.6.6 oben). Es wäre zudem möglich, daß die in Abschnitt 9.3.4.6.5 beschriebenen okzipitalen Veränderungen beim Musikhören Aktivitäten im oder Interaktionen mit dem tiefergelegenen Cerebellum abbilden. Da das Cerebellum auch als zeitverarbeitendes Areal diskutiert wird (vgl. 3.2 oben), könnten sich hier auch solche Reaktionen abbilden. Ein Grund für diese Vermutung sind die Ergebnisse von Mathew, welcher Zeitwahrnehmungsveränderungen und Cannabiswirkungen im Cerebellum durch Messungen des cerebralen Blutflusses korrelierte (Mathew et al., 1998).

10.3.2 Medizinische Themen

Die folgenden Vorschläge sind auf therapeutische Anwendungsmöglichkeiten und auf weitere Grundlagenforschung bezogen. Die vorliegenden Ergebnisse ermutigen zu einer Anwendung von Cannabis als Medizin bei Hörschädigungen. Medizinische Grundlagenforschung könnte bezüglich der REM-Phasen, Narkolepsie und cannabisinduzierte visuelle Alterationen betrieben werden. Zudem bieten die Rezeptorfunde (vgl. 7.2) vertiefte Einblicke in cannabisinduzierte EEG-Veränderungen.

10.3.2.1 Cannabis als Medizin bei Hörschädigungen?

In den Abschnitten, in denen über Songtexte (vgl. 2.2 oben), veränderte Sprachproduktion (vgl. 2.3.3 oben) und verbesserte Sprachwahrnehmung berichtet wurde, entstanden Hinweise auf Forschungsbedarf zur Vertiefung der aufgeworfenen Fragen. Am deutlichsten waren die Hinweise auf therapeutische Möglichkeiten bei Hörgeschädigten, welche Post-THC deutlich verbesserte Sprachtests zeigten (vgl. 3.4.2.3 oben). Auch wenn sich dies nur in einer wissenschaftlichen Arbeit demonstrierte, wäre für die medizinische Nutzung von Cannabis hier ein immenser Forschungsbedarf zur Überprüfung notwendig. So könnten beispielsweise hörgeschädigte Konsumenten befragt, Pre-/Post-Sprachtests mit Hörgeschädigten, etc. durchgeführt werden. Hinweise auf Veränderungen auditorischer Funktionen (vgl. 3.4 oben) konnten in der vorliegenden Arbeit dargestellt werden und im Brainmapping ließen sich Hinweise auf Unterschiede in der Verarbeitung von Instrumentalmusik und Songs herausarbeiten (vgl. 9.3.1.3, 9.3.4.2 oben). Tart's Hinweise auf ein verbessertes Hören von Songtexten (vgl. 3.5.1 oben) scheint eine physiologisch faßbare Größe zu sein.

10.3.2.2 Offene/Geschlossene Augen und REM-Phasen

Die vorliegende EEG-Untersuchung wurde - wie bei EEG-Untersuchungen zumeist üblich - mit geschlossenen Augen vorgenommen. Die α -Anteile sind dabei naturgemäß verstärkt. Bei einer weiteren Untersuchung wäre es interessant zu sehen, wie sich die parietalen Verhältnisse auf dem α -Band bei offenen Augen gestalten. Daran anschließend sollte auf die unter Kap. 5.4.1.1.1 und 9.3.4.3.1 oben aufgeworfenen Fragen zur Funktion von möglicherweise cannabisinduzierten REM-Anteilen während der Rauschphasen mit traumähnlichen Erlebnisinhalten eingegangen werden.

10.3.2.3 Anstieg/Abschwächung der Aktivität durch prä- und postsynaptische Cannabinoidrezeptoren ?

Es konnte beobachtet werden, daß sich im Post-THC-EEG die Amplitudenwerte in manchen Regionen abschwächten und wiederum in anderen Regionen erhöhten. Die Abschwächung der Amplitudenwerte wurde als Aktivität der postsynaptischen Cannabinoidrezeptoren interpretiert. Die angestiegenen Amplituden und Frequenzhäufigkeiten hingegen könnten auch auf präsynaptische Cannabinoidrezeptorentätigkeit zurückzuführen sein (vgl. 9.3.3.1.4.2 oben).

So lassen sich möglicherweise die bisher unterschiedlichen Post-THC-EEG-Befunde (vgl. 6.1 oben) auch auf eine topographisch und aufgabenspezifisch unterschiedliche Aktivierung von prä- und postsynaptischen Cannabinoidrezeptoren zurückführen. Dies könnte in weiteren Untersuchungen überprüft werden.

10.3.3 Erweiterte Aufzeichnungs- und Auswertungsverfahren

Der Wunsch nach verbesserten technologischen Untersuchungsverfahren zielt nahezu jede Schlußfolgerung, welche die Grenzen der zuhandenen Möglichkeiten weitestgehend ausgeschöpft hat..

10.3.3.1 Spontan-EEG Ruhennormdatenbank und AEP

Um mit dem Neuroscience BrainImager weitere Spontan-EEG-Untersuchungen und Vergleiche mit dem Z- oder U- Test durchzuführen, wäre es hilfreich einen EEG-Ruhe Normwert für einen Abgleich der Individualwerte zu errechnen. Dazu müßte eine ausreichende Anzahl von Versuchspersonen im Ruhe EEG untersucht werden. Die Erstellung einer solchen Datenbank mit dem Neuroscience BrainImager wäre ein mögliches Projekt für weitere Forschungen, doch entstehen durch solche Referenzwerte nur statistisch stabilere Werte, der ideographische Zusammenhang mit dem Erleben bleibt diesen nomothetischen Ansätzen kaum zugänglich.

Desweiteren könnten mit dem Neuroscience BrainImager AEP-Untersuchungen (vgl. 5.3.4 oben; 3.6) durchgeführt werden. Untersuchungen, welche das Musikhören mit dem AEP koppeln und Pre/Post auf mögliche akute cannabisinduzierte Veränderungen der neuronalen Filtersysteme untersuchen, gibt es nicht.

10.3.3.2 Zeitsynchrone Aufzeichnung und Playback

Idealerweise würden in einer Folgeuntersuchung alle Daten durch einen Timecode synchronisierbar sein und beim ‚Playback‘ alle Daten parallel abrufbar sein. Dies verlangt hohe Rechenkapazität, Speicherplatz und ein am Multimediatechnikprogramm „Macromedia Director“ orientiertes ‚Mischpult‘ von audiovisuellen Daten mit physiologischen Daten. Bestenfalls könnten dabei Videoprotokoll, Musikpassage und physiologische Daten parallel betrachtet und statistisch ausgewertet werden.

10.3.3.3 Bessere räumliche Auflösung - Kombination von EEG und PET

Das EEG hat eine nahezu zeitsynchrone Auflösung und das hier verwendete Brainmappingverfahren ermöglicht zweidimensionale topographische Darstellungen. Für eine optimale Darstellung der cerebralen Veränderungen sollte

eine Kombination von hoher zeitlicher Auflösung mit dem EEG und räumlicher Auflösung - mit beispielsweise einem PET-Scan - möglich sein. Eine derzeit im Bereich der EEG-Forschung oft genutztes Verfahren ist LORETA (Low Resolution Brain Electromagnetic Tomography) ein EEG und PET kombinierendes Verfahren, welches eine gute räumliche und zeitliche Auflösung ermöglicht. Dadurch wären viele hier nur vermutbare Zusammenhänge zu subalternen Strukturen und Gravitationszentren durch bildhafte Korrelation möglich.

10.3.3.4 Kohärenzanalyse

Selbstverständlich wären Untersuchungen der EEG-Kohärenz von frontalen, temporalen und okzipitalen Arealen beim Musikhören unter Cannabiseinfluß von Interesse. In der vorliegenden Untersuchung wurde von Veränderungen in diesen Regionen berichtet. Auf dem Hintergrund der vorliegenden Untersuchung könnten Vorschläge für eine besondere Beobachtung von folgenden Elektroden gemacht werden: FP1+2, T4+6, P3+4 und O1+2. Dabei wären insbesondere die Veränderungen/Kohärenzzunahmen der rechten Temporalregion von Interesse. Auch hier gibt es Untersuchungen (vgl. 8.2 oben), welche mit Ergebnissen einer veränderten Musikwahrnehmung verglichen werden können.

10.4 Schlußbemerkung

Nun, in dieser Untersuchung haben sich durch Cannabis temporäre Veränderungen im Hirnstrombild beim Musikhören gezeigt und diese Änderungen stehen bei vier Personen bei einer Wahrscheinlichkeit von $p < .025$ in linker Okzipital- und rechter Temporalregion mit dem Rauschverlauf und der Musik in Verbindung. Wir haben Datenmaterial betrachtet, welches charakteristische Züge aufweist und ein an der Literatur überprüfbares Ergebnis aufweist. Die Ergebnisse bezeugen ein cannabisinduziert verändertes, individuelles Wahrnehmen der Musik im musikalischen Zeitraum. Mögliche veränderten Bezugsrahmen des Hörens sind diskutiert und dargestellt worden, und konnten in einer lebensweltnahen Situation aufgezeichnet werden.

Der Leser mag sich nun nach Massgabe seiner Vorstellungen anhand des folgenden Materiales eines Besseren belehren lassen und eine (andere) Meinung bilden.

Wuppertal den 7.1. 2001

Jörg Fachner

11 Literaturliste

Abel, E. L. (1979). A comprehensive guide to the cannabis literature. Westport, Conn.: Greenwood Press.

Abood, M. E., & Martin, B. R. (1992). Neurobiology of marijuana abuse. Trends Pharmacol Sci, 13(5), 201-6.

Adams, I. B., & Martin, B. R. (1996). Cannabis: Pharmacology and toxicology in animals and humans. Addiction, 91(11), 1585-1614.

Aldrich, C. K. (1944). The effect of synthetic Marihuana-like compound on musical talent. Public Health Report, 59, 431-435.

Aldridge, D. (1989). A phenomenological comparison of the Organisation of music and the self. The arts in psychotherapy, 16(2), 91-97.

Aldridge, D. (1996). Music therapy and research in medicine. London: Jessica Kingsley Publishers.

Aldridge, D. (1998). Life as jazz: hope, meaning, and music therapy in the treatment of life-threatening illness. Advances in Mind-Body Medicine, 14(4), 271-282.

Allentuck, S., & Bowman, K. (1942). Psychiatric aspects of marihuana intoxication. In D. Solomon (Ed.), The Marihuana papers, (1966 ed., pp. 411-416). Indianapolis: Bobbs-Merrill, Indianapolis, Ind.

Altenmüller, E., & Beisteiner, R. (1996). Musiker hören Musik: Großhirnaktivierungsmuster bei der Verarbeitung rhythmischer und melodischer Strukturen, Musikpsychologie - Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie, (pp. 89-109). Wilhelmshaven: Florian Noetzel.

Altenmüller, E., Gruhn, W., Parlitz, D., & Kahrs, J. (1997). Music Learning Produces Changes in Brain Activation Patterns: A Longitudinal DC-EEG Study. International Journal of Arts Medicine, 5(Number 1).

Ames, F. (1958). A clinical and metabolic study of acute intoxication with cannabis sativa and its role in the model psychosis. J Ment Sci, 104, 972-999.

Ames, F. R., & Castle, D. J. (1996). Cannabis, mind, and mirth. Eur Psychiat, 11(7), 329-334.

Andrews, G., & Vinkenoog, S. (1967). The book of grass; an anthology on Indian hemp. New York,: Grove Press.

Ashton, H. (1992). Brain function and psychotropic drugs. Oxford: Oxford University Press.

Auzou, P., Eustache, F., Etevenon, P., Platel, H., Rioux, P., Lambert, J., Lechevalier, B., Zarifian, E., & Baron, J. C. (1995). Topographic EEG activations during timbre and pitch discrimination tasks using musical sounds. Neuropsychologia, 33(1), 25-37.

Bachman, J., Benowitz, N., Herning, R., & Jones, R. (1979). Dissociation of autonomic and cognitive effects of THC in man. Psychopharmacology, 61(2), 171-5.

Baker, J. R. (1999). Encyclopedia of psychoactive plants, by C. Ratsch. Amer Anthropol, 101(3), 688-689.

Barber-Kersovan, A. (1991). Turn on, Tune in, Drop out: Rockmusik zwischen Drogen und Kreativität. In H. Rösing (Ed.), Musik als Droge? Zu Theorie und Praxis bewußtseinsverändernder Wirkungen von Musik, (Vol. 1, pp. 89-104). Mainz: Villa Musica.

- Basar, E., & Schürmann, M. (1996). Alpha Rhythms in the Brain: Functional Correlates. News Physiol. Sci., *11*(April), 90-96.
- Basar, E., Schurmann, M., BasarEroglu, C., & Karakas, S. (1997). Alpha oscillations in brain functioning: An integrative theory. Int J Psychophysiol., *26*(1-3), 5-29.
- BasarEroglu, C., Struber, D., Kruse, P., Basar, E., & Stadler, M. (1996a). Frontal gamma-band enhancement during multistable visual perception. Int J Psychophysiol., *24*(1-2), 113-125.
- BasarEroglu, C., Struber, D., Schurmann, M., Stadler, M., & Basar, E. (1996b). Gamma-band responses in the brain: A short review of psychophysiological correlates and functional significance. Int J Psychophysiol., *24*(1-2), 101-112.
- Baudelaire, C. (1988). Die künstlichen Paradiese - Die Dichtung vom Haschisch (Hannelise Hinderberger, Trans.). (Vol. 14). Zürich: Manesse Verlag.
- Baumeister, R. F. (1984). Acid rock: a critical reappraisal and psychological commentary. J Psychoactive Drugs., *16*(4), 339-45.
- Beatles. (1967). Sgt. Peppers Lonley Hearts Club Band [Langspielplatte]. Hayes, UK: E.M.I. Electrola.
- Becker, H., S. (1973). Außenseiter: Zur Soziologie abweichenden Verhaltens. Frankfurt a. Main: Fischer.
- Becker, H. S. (1966). Marihuana - A Sociological Overview. In D. Solomon (Ed.), The Marihuana Papers, (pp. 65-102). Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Becker-Carus, C. (1971). Relationships between EEG, Personality and vigilance. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., *30*, 519-526.
- Becker-Carus, C., Heyden, T., & Ziegler, G. (1979). Psychophysiologische Methoden. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
- Behne, K. E., & Lehmkuhl, P. (1987). EEG-Korrelate des Musikerlebens, Teil 1: Forschungsstand und Untersuchungsplan. In K. E. Behne, G. Kleinen, & H. de la Motte-Haber (Eds.), Musikpsychologie, (pp. 49-64). Wilhelmshaven: Florian Nötzel.
- Behne, K. E., Lehmkuhl, P., & Hassebrauck, M. (1988). EEG-Korrelate des Musikerlebens, Teil II. In K. E. Behne, G. Kleinen, & H. de la Motte-Haber (Eds.), Musikpsychologie, (pp. 95-106). Wilhelmshaven: Florian Nötzel.
- Behr, H.-G. (1982). Von Hanf ist die Rede. Basel: Sphinx Verlag.
- Behr, H.-G. (1985). Drogenpolitik in der BRD. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Behrendt, J. E. (1974). Das Jazzbuch - von Rag bis Rock. (4 ed.). Frankfurt /Main: Fischer Taschenbuch Verlag.
- Benn, G. (1960). Provoziertes Leben. Berlin.
- Bente, D. (1973). Differentielle und generelle Wirkungen psychotroper Pharmaka auf das menschliche EEG. In T. A. Ban, J. R. Boissier, G. J. Gessa, H. Heilmann, L. Hollister, H. E. Lehmann, I. Munkvad, H. Steinberg, A. Sulser, & O. Vinar (Eds.), Psychopharmacology, Sexual Disorders and Drug Abuse, (pp. 149-156): North-Holland Publishing Company.
- Benzon, W. L. (1993). Stages in the evolution of music. J Soc Evol Syst., *16*(3), 273-296.
- Berlyne, D. E., & al, e. (1967). Effect of auditory pitch and complexity on EEG desynchronisation and on verbally expressed judgement. Cannabis J Psychol., *21*, 346-367.
- Birbaumer, N., & Schmidt, R. F. (1999). Biologische Psychologie. Berlin: Springer Verlag.
- Blätter, A. (1990). Kulturelle Ausprägungen und die Funktion des Drogengebrauchs. (1 ed.). Hamburg: Wayasbah Verlag.

- Blätter, A. (1995). Die Funktionen des Drogengebrauchs und ihre kulturspezifische Nutzung. Curare, 18(2), 279-290.
- Blaukopf, K. (1984). Musik im Wandel der Gesellschaft - Grundzüge der Musiksoziologie. München: dtv/Bärenreiter.
- Böhm, T. (1997). Beatles und LSD. Zum Einfluß von Drogen auf den musikalischen Kompositionsprozeß. Unpublished Magisterarbeit, Universität Gießen, Gießen.
- Böhm, T. (1999). Was ist Psychedelic Rock? Zum Einfluß von Drogen auf die Musik am Beispiel der Beatles und LSD. Beiträge zur Populärmusikforschung, 24, 7-25.
- Bonny, H. L., & Pahnke, W. N. (1972). The Use of Music in Psychedelic (LSD) Psychotherapy. Journal of Music Therapy, IX(Summer), 64-87.
- Bösel, R. (1981). Physiologische Psychologie. Berlin, New York: de Gruyter.
- Bourguignon, E. (1973). Religion, Altered States of Consciousness and Social Change. Ohio: University Press.
- Boyd, J. (1992). Musicians in Tune. New York: Fireside, a Simon & Schuster imprint.
- Brauchli, P., Michel, C. M., & Zeier, H. (1995). Electrocortical, autonomic, and subjective responses to rhythmic audio- visual stimulation. Int J Psychophysiol, 19(1), 53-66.
- Braude, M. C., & Szara, M. (1976). The Pharmacology of Marihuana. New York: Raven Press.
- Brenner, J. H. (1972, 9-13/11/1970). Drugs and Society. Paper presented at the Drug Abuse, Ann Arbor, Michigan.
- Broadbent, D. E. (1958). Perception and Communication. New York: Pergamon.
- Brown, B. B. (1970). Recognition of aspects of consciousness through an association with Alpha activity represented by a light signal. Psychophysiology, 6, 442-452.
- Bruggenwerth, G., Gutjahr, L., Kulka, T., & Machleidt, W. (1994). Music induced emotional EEG reactions. Eeg-Emg-Z Elektroenz Elektrom, 25(2), 117-125.
- Bruya, M. A., & Severtsen, B. (1984). Evaluating the effects of music on electroencephalogram patterns of normal subject. J Neurosurg Nurs, 16(2), 96-100.
- Buytendijk, F. J. J. (1967). Prolegomena einer anthropologischen Physiologie. Salzburg: Otto Müller Verlag.
- Buytendijk, F. J. J. (1972). Allgemeine Theorie der menschlichen Haltung und Bewegung. (Reprint 1972 , Deutsch 1956, Holländisch 1948 ed.). Berlin: Springer.
- Caldwell, D. F., Myers, S. A., Domino, E. F., & Merriam, P. E. (1969a). Auditory and visual threshold effects of marihuana in man. Percept Mot Skills, 29(3), 755-9.
- Caldwell, D. F., Myers, S. A., Domino, E. F., & Merriam, P. E. (1969b). Auditory and visual threshold effects of marihuana in man: addendum. Percept Mot Skills, 29(3), 922.
- Cambor, G. (1962). Creative Jazz musicians: a clinical study. Psychiatry, 25(1), 1.
- Campbell, K. A., Foster, T. C., Hampson, R. E., & Deadwyler, S. A. (1986). delta 9-Tetrahydrocannabinol differentially affects sensory-evoked potentials in the rat dentate gyrus. J Pharmacol Exp Ther, 239(3), 936-40.
- Casswell, S., & Marks, D. F. (1973). Cannabis and temporal disintegration in experienced and naive subjects. Science, 179(75), 803-5.
- Chiarenza, G. A. (1991). A critical review of physiological and clinical aspects of movement related brain macropotentials in humans. Ital. J. Neurol. Sci., 12, 17-30.

Coenen, A. M. L. (1998). Neuronal phenomena associated with vigilance and consciousness: From cellular mechanisms to electroencephalographic patterns. Conscious Cogn, 7(1), 42-53.

Cohen, S., & Stillman, R. C. (1976). The Therapeutic Potential of Marihuana. New York: Plenum Medical Book Company.

Colasanti, B. K. (1990). A comparison of the ocular and central effects of delta 9-tetrahydrocannabinol and cannabigerol. J Ocul Pharmacol, 6(4), 259-69.

Cropley, A. (1982). Kreativität und Erziehung. München: UTB Reinhardt.

Curry, A. (1968). Drugs in Rock and Jazz Music. Clinical Toxicology, 1(2), 235-244.

David, E. (1983). Beeinflusst die Vigilanz das EEG-Spektrum, somatosensorisch ausgelöste Potentiale und die subjektive Bewertung von Schmerzreizen? In J. Kugler & V. Leutner (Eds.), Vigilanz - Ihre Bestimmung und Beeinflußung, (pp. 91-101). Basel: Wissenschaftlicher Dienst Roche.

David, E. (1989). Musikwahrnehmung und Hirnstrombild. In H. Petsche (Ed.), Musik - Gehirn - Spiel, (pp. 91-102). Basel: Birkhäuser.

David, E. (1990, 20.-30. 9.). Wie versteht das Gehirn, was es hört? Paper presented at the Festival des Hörens, Erlangen.

David, E., Berlin, J., & Klement, W. (1983). Physiologie des Musikerlebens und seine Beziehung zur trophotropen Umschaltung im Organismus. In R. Spintge & R. Droh (Eds.), Musik in der Medizin - Neurophysiologische Grundlagen, Klinische Applikationen, Geisteswissenschaftliche Einordnung, (pp. 33-48). Berlin: Springer-Verlag.

David, E., Finkenzeller, P., Kallert, S., & Keidel, W. D. (1969). Akustischen Reizen zugeordnete Gleichspannungsänderungen am intakten Schädel des Menschen. Pflügers Archiv, 309, 362-367.

David, E., Keidel, W. D., Kallert, S., Bechtereva, N. P., & Bundsen, P. V. (1977). Decoding Processes in the Auditory System and Human Speech Analysis. In E. F. Evans & P. P. Wilson (Eds.), Psychophysics and Physiology of Hearing, (pp. 509-517). London: Academic Press.

David, E., Pfothner, M., Birken, E., & David, L. (1989a). Localisation of Auditory Evoked Potentials in Man during Awakeness and Sleep. Int J Neuroscience, 47, 41-45.

Davidson, R. J., & Hugdahl, K. (1996). Baseline asymmetries in brain electrical activity predict dichotic listening performance. Neuropsychology, 10(2), 241-246.

Davis, A., & Pieper, W. (1993). Die psychedelischen Beatles (Werner Pieper, Trans.). Löhrbach: Werner Piepers MedienExperimente.

de Souza, M. R., Karniol, I. G., & Ventura, D. F. (1974). Human tonal preferences as a function of frequency under delta8-tetrahydrocannabinol. Pharmacol Biochem Behav, 2(5), 607-11.

Deegener, G. (1978). Neuropsychologie und Hemisphärendominanz. (1 ed.). (Vol. 3). Stuttgart: Ferdinand Enke.

Deliyannakis, E., Panagopoulos, S., & Huott, A., D. (1970). The influence of haschisch on the human EEG. Clin. EEG, 1, 128-140.

Devane, W. A., Dysarz, F. A., Johnson, M. R., Melvin, L. S., & Howlett, A. C. (1988). Determination and characterization of a cannabinoid receptor in rat brain. Molecular Pharmacology, 34, 605-613.

Devane, W. A., Hanus, L., Breuer, A., Pertwee, R. G., Stevenson, L. A., Griffin, G., Gibson, D., Mandelbaum, A., Etinger, A., & Mechoulam, R. (1992). Isolation and structure of a brain constituent that binds to the cannabinoid receptor. Science, *258*, 1946-1949.

Dinnerstein, A. e. a. (1966). The interaction of drugs with placebos in the control of pain and anxiety. Perspectives in Biology and Medicine, *10*, 103-117.

Dinnerstein, A. J. (1968). Marijuana and perceptual style: a theoretical note. Percept Mot Skills, *26*(3), Suppl:1016-8.

Dittrich, A. (1975). Zusammenstellung eines Fragebogens (APZ) zur Erfahrung abnormer psychischer Zustände. Z. Klin. Psychol. Psychother., *23*, 12-20.

Dittrich, A. (1985). Ätiologie-unabhängige Strukturen veränderter Wachbewußtseinszustände Ergebnisse empirischer Untersuchungen über Halluzinogene I. und II. Ordnung. sensorische Deprivation, hypnagoge Zustände hypnotische Verfahren sowie Reizüberflutung. Stuttgart: Enke.

Dobkin deRios, M., & Katz, F. (1975). Some relationships between music and hallucinogenic ritual: The "jungle gym" in consciousness. Ethos, *3*(1), 64-76.

Doblin, R. (1998). Dr. Leary's concord prison experiment: A 34-year follow-up study. J Psychoactive Drug, *30*(4), 419-426.

Dodrill, C. B. (1997). Myths of neuropsychology. Clin Neuropsychol, *11*(1), 1-17.

Dornbush, R., Clare, G., Zaks, A., Crown, P., Volavka, J., & Fink, M. (1972). 21-Day administration of marihuana in male volunteers. In M. F. Lewis (Ed.), Current Research in Marihuana, (pp. 115-128). New York: Academic Press.

Douse, M. (1973). Contemporary Music, Drug Attitudes and Drug Behaviour. Australian Journal of Social Issues, *8*(1), 74-80.

Duffy, F. H. (1986). Topographic Mapping of Brain Electric Activity. Boston: Butterworths.

Duffy, F. H., Bartels, P. H., & Burchfiel, J. L. (1981). Significance probability mapping: an aid in the topographic analysis of brain electrical activity. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, *51*(5), 455-62.

Eagle, C. T. (1972). Music and LSD: an empirical study. Journal of Music Therapy, *9*(Spring), 23-36.

Eckel, K. (1982). Der Anteil der Sinnesphysiologie an der menschlichen Hörwelt. In G. Harrer (Ed.), Grundlagen der Musiktherapie und Musikpsychologie, (2 ed., pp. 55-85). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.

EEG-Gesellschaft, D. (1985). Mindestanforderungen für die Durchführung von EEG-Ableitungen in Klinik und Praxis. EEG-Labor, *7*, 178.

Eichel, G. R., & Troiden, R. R. (1978). The domestication of drug effects: The case of marihuana. J Psychedelic Drugs, *10*(2), 133-136.

Eisner, B. (1997). Set, setting and matrix. J Psychoactive Drug, *29*(2), 213-216.

Empson, J. (1986). Human Brainwaves - The psychological Significance of the Electroencephalogramm. Houndmills: Macmillan Press.

Emrich, H. M. (1990). Psychiatrische Anthropologie - Therapeutische Bedeutung von Phantasiesystemen. (1 ed.). (Vol. 71). München: Pfeiffer.

Emrich, H. M. (1996). Bedeutung und Gefühl - Zur Neurobiologie der Wahrnehmungs-Emotions-Kopplung. Geburtshilfe und Frauenheilkunde, *56*(1), M6-M8.

Emrich, H. M., Weber, M. M., Wendl, A., Zihl, J., Von Meyer, L., & Hanish, W. (1991). Reduced Binocular Depth Inversion as an Indicator of Cannabis-Induced Censorship Impairment. Pharmacology, Biochemistry & Behaviour, 40, 689-690.

Fachner, J., David, E., & Pfotenhauer, M. (1995). EEG-Brainmapping in veränderten Bewußteinszuständen unter Cannabiseinwirkung beim Hören ausgewählter Musikstücke - ein Fallbeispiel. Curare - Zeitschrift für EthnoMedizin, 18(2), 331-358.

Fassbender, C. (1993). Funktionsteilung im Cortex. In H. Bruhn, R. Oerter, & H. Rösing (Eds.), Musikpsychologie, (pp. 622-630). Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.

Feinberg, I., Jones, R., Walker, J., Cavness, C., & Floyd, T. (1976). Effects of marijuana extract and tetrahydrocannabinol on electroencephalographic sleep patterns. Clin Pharmacol Ther, 19(6), 782-94.

Fernandes-Guardiola, A., Salgado, A., Contreas, C. M., Condes, M., Gonzales-Estrada, T., Solis, A., Calvo, J. M., & Ayala, F. (1976). Multiunit activity and polygraphic recordings of the pharmacological effects of Delta-9-Tetrahydrocannabinol. In M. C. Braude & S. Szara (Eds.), The Pharmacology of Marijuana, (pp. 335-343). New York: Raven Press.

Field, T., Martinez, A., Nawrocki, T., Pickens, J., Fox, N. A., & Schanberg, S. (1998). Music shifts frontal EEG in depressed adolescents. Adolescence, 33(129), 109-16.

Fink, M. (1976). Effects of acute and chronic inhalation of hashish, marijuana, and delta 9-tetrahydrocannabinol on brain electrical activity in man: evidence for tissue tolerance. Ann N Y Acad Sci, 282, 387-98.

Fink, M., Volavka, J., Panaiyotopoulos, C. P., & Stefanis, C. (1976). Quantitative EEG-Studies of marijuana, Delta-9-Tetrahydrocannabinol and hashish in man. In M. C. Braude & S. Szara (Eds.), The pharmacology of marijuana, (pp. 383-391). New York: Raven Press.

Fischer, R. (1971). A Cartography of the Ecstatic and Meditative States. Sciens, 174, 897-904.

Fitzpatrick, D., & Eviatar, A. (1980). The effect of alcohol on central auditory processing (comparison with marijuana). J Otolaryngol, 9(3), 207-14.

Fried, R. (1990a). Integrating music in breathing training and relaxation: I. Background, rationale, and relevant elements. Biofeedback Self Regul, 15(2), 161-9.

Fried, R. (1990b). Integrating music in breathing training and relaxation: II. Applications. Biofeedback Self Regul, 15(2), 171-7.

Galanter, M., Weingartner, H., Vaughan, T. B., Roth, W. T., & Wyatt, R. J. (1973). 9 - Transtetrahydrocannabinol and natural marijuana. A controlled comparison. Arch Gen Psychiatry, 28(2), 278-81.

Gautier, T. (1877). Le Hachich, Œuvres complètes, (Neudruck Genf 1978 ed., pp. 47-56). Paris.

Gelpke, R. (1982). Vom Rausch im Orient und Okzident. (Ungekürzte Ausgabe 1982 ed.). Frankfurt a. M.: Klett-Cotta im Ullstein Taschenbuch Verlag.

Gerlic, I., & Jausovec, N. (1999). Multimedia: Differences in cognitive processes observed with EEG. Educ Technol Res Dev, 47(3), 5-14.

Giger, A. (1995). Bewußtseinsdesign mit Cannabis - Das Portrait der Hanfkultur. Curare, 18(2), 325-329.

Giger, A., & Fuß, A. H. (1994). Unser gutes Kraut - Das Portrait der Hanfkultur. (1 ed.). CH - Solothurn / D- Löhrbach: Nachtschatten Verlag / MedienXperimente.

- Giulianotti, R. (1997). Drugs and the media in the era of postmodernity: An archaeological analysis. Media Cult Soc, 19(3), 413.
- Globus, G. G., & al, e. (1978). Effects of Marihuana induced Altered state of Consciousness on Auditory Perception. Journal of Psychedelic Drugs, 10(1), 71-76.
- Grinspoon, L. (1971). Marihuana reconsidered. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Grinspoon, L., & Bakalar, M. (1994). Marihuana - Die verbotene Medizin (F. Kunhke, Trans.). (2 ed.). Frankfurt a.M.: 2001 Verlag.
- Grof, S. (1983). LSD-Psychotherapie (Wolfgang Krege, Trans.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Grof, S. (1992). Jenseits des Gehirns: Neue Dimensionen in der Psychologie und Psychotherapie. In C. Räsch (Ed.), Das Tor zu den inneren Räumen, (1 ed., pp. 79-94). Südergelleresen: Verlag Bruno Martin.
- Grof, S. (1993). Topographie des Unbewußten (G.H. Müller, Trans.). (6 ed.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Grof, S. (1995). Theta-Increase during LSD intoxication, .
- Grossbach, M., Kuck, H., Bangert, M., & Altenmüller, E. (1999, 17-19. 9. 1990). Verarbeitung musikalischer Zeitstrukturen. Paper presented at the Musikalische Wahrnehmung und ihr Kontext, Karlsruhe.
- Grotenhermen, F., & Huppertz, R. (1997). Hanf als Medizin - Wiederentdeckung einer Heilpflanze. (1 ed.). Heidelberg: Karl F. Haug Verlag.
- Gutjahr, L., Bruggenwerth, G., Guvenc, O., Wilcken, C., Machleidt, W., & Hinrichs, H. (1994). Effect of Old-Oriental music in the EEG. Eeg-Emg-Z Elektroenz Elektrom, 25(2), 126-129.
- Hager, S. (Ed.). (1994). High Times Greatest Hits - Twenty Years of Smoke in your Face. New York: St. Martins Press.
- Hai, H., & Rippchen, R. (1994). Hanf-Handbuch. (Vol. 173). Löhrbach / Solothurn Schweiz: Werner Pieper's Medienexperimente / Nachtschatten-Verlag.
- Hall, W., Solowij, N., & Lemon, J. (1994). The health and psychological consequences of cannabis use. (Vol. 25). Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Hanfblatt. (1996,). Hasch-Lexikon. Hanfblatt - Das Magazin für Hanfkultur, 4, 51-78.
- Hanley, J., Tyrrell, E. D., & Hahn, P. M. (1976). The therapeutic aspects of marihuana: computer analyses of electroencephalographic data from human users of Cannabis sativa. In S. Cohen & R. C. Stillman (Eds.), In: Cohen S, Stillman RC, ed. The therapeutic potential of marihuana, (pp. 187-204). New York: Plenum Medical Book Company.
- Harmony, T., Fernandez, T., Silva, J., Bernal, J., DiazComas, L., Reyes, A., Marosi, E., Rodriguez, M., & Rodriguez, M. (1996). EEG delta activity: An indicator of attention to internal processing during performance of mental tasks. Int J Psychophysiol, 24(1-2), 161-171.
- Hartman, D. M., & Golub, A. (1999). The social construction of the crack epidemic in the print media. J Psychoactive Drug, 31(4), 423-433.
- Hathaway, A. D. (1997). Marijuana and lifestyle: exploring tolerable deviance. Deviant Behav, 18, 213-232.
- Healey, J. (1986). Hippocampal Kindling, Theta-Resonance and Psi. Journal of the American Society of Psychological Research, 53, 487-500.
- Herer, J. (1993). Die Wiederentdeckung der Nutzpflanze Hanf (2001, Trans.). (Deutsch 1993, 30. Auflage ed.). Frankfurt a. M.: 2001-Verlag.

- Herkenham, M. (1995). Localization of cannabinoid receptors in brain and periphery. In P. RG (Ed.), Cannabinoid Receptors, (pp. 145-166): Academic Press Limited.
- Herkenham, M., Lynn, A. B., Johnson, M. R., Melvin, L. S., De Costa, B. R., & Rice, K. C. (1990). Cannabinoid receptor localisation in brain. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 87, 1932-6.
- Hess, P. (1973). Experimentelle Untersuchung akuter Haschischeinwirkung auf den Menschen. Unpublished Inaugural-Dissertation, Ruprecht-Karl-Universität Heidelberg, Heidelberg.
- Hess, P. (1992). Die Bedeutung der Musik für Set und Setting in veränderten Bewußtseinszuständen. In H. C. Leuner & M. Schlichting (Eds.), Jahrbuch des Europäischen Collegiums für Bewußtseinsstudien 1992, (1 ed., pp. 133-140). Berlin: VWB - Verlag für Wissenschaft und Bildung.
- Hess, P. (1995). Medizinische und Psychiatrische Aspekte von Cannabis. In M. Schlichting & H. C. Leuner (Eds.), Jahrbuch des Europäischen Collegiums für Bewußtseinsstudien, (1 ed., pp. 157-178). Berlin: VWB - Verlag für Wissenschaft und Bildung.
- Hess, P. (1995a). Licht und Schatten - Hanf aus medizinisch-psychiatrischer Sicht. In R. Cosack & R. Wenzel (Eds.), Das Hanf-Tage-Buch - Neue Beiträge zur Diskussion über Hanf, Cannabis, Marihuana, (1 ed., pp. 25-44). Hamburg: Wendepunkt.
- Hess, P. (1996). Licht- und Schattenseite von Cannabis - aus medizinisch-psychiatrischer Sicht. In J. Neumeyer (Ed.), Cannabis, (1 ed., pp. 53-68). München: Packeispresse Verlag Hans Schickert.
- Hicks, R. E., Gualtieri, C. T., Mayo, J. P., Jr., & Perez-Reyes, M. (1984). Cannabis, atropine, and temporal information processing. Neuropsychobiology, 12(4), 229-37.
- Hirshkowitz, M., Earle, J., & Paley, B. (1978). EEG alpha asymmetry in musicians and non-musicians: a study of hemispheric specialization. Neuropsychologia, 16(1), 125-8.
- Höhle, S., Müller-Ebeling, C., Rätsch, C., & Urchs, O. (1986). Rausch und Erkenntnis - Das Wilde in der Kultur. München: Knaur-Verlag.
- Hollister, L. E., Overall, J. E., & Gerber, M. L. (1975). Marihuana and setting. Arch Gen Psychiatry, 32(6), 798-801.
- Hollister, L. E., Sherwood, S. C., & Cavasino, A. (1970). Marihuana and the human electroencephalogramm. Pharmacological Research communications, 2(4), 305-308.
- Hollstein, W. (1981). Die Gegengesellschaft. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch.
- Howlett, A. C., Johnson, M. R., Melvin, L. S., & Milne, G. M. (1988). Nonclassical cannabinoid analgetics inhibit adenylate cyclase: development of a cannabinoid receptor model. Molecular Pharmacology, 33, 297-302.
- Howlett, A. C., Qualy, J. M., & Khachatrian, L. L. (1986). Involment of G_i in the inhibition of andenylate cyclase by cannabimimetic drugs. Molecular Pharmacology, 29, 307-313.
- Huber, E. (1994). Heilen statt strafen. In L. Grinspoon & J. Bakalar (Eds.), Marihuana - die verbotene Medizin, (2 ed., pp. IX-X). Frankfurt A.M.: 2001.
- Huestis, M. A., Sampson, A. H., Holicky, B. J., Henningfield, J. E., & Cone, E. J. (1992). Characterization of the absorption phase of marijuana smoking. Clin Pharmacol Ther, 52(1), 31-41.
- Hughes, J. R. (1995). The EEG in Psychiatry: An Outline with Summarized Points and References. Clin Electroencephalogr, 26(2), 92-101.
- Hughes, J. R. (1996). A Review of the Usefulness of the Standard EEG in Psychiatry. Clinical Electroencephalography, 27(1), 35-39.
- Huxley, A. (1980). Die Pforten der Wahrnehmung (Herberth E. Herlitschka, Trans.). (9 ed.). München: R. Pieper & Co. Verlag.

INCB. (1998). REPORT OF THE INTERNATIONAL NARCOTICS CONTROL BOARD FOR 1997 (Sales No. E.98.XI.1 ISBN 92-1-148103-1 ISSN 0257-3717). Wien: International Narcotics Control Board. <http://www.incb.org/e/ar/1997/index.htm>

Isbell, H., Gorodetzky, C. W., Jasinski, D., Claussen, U., Spulak, F. v., & Korte, F. (1967). Effects of (--)delta-9-trans-tetrahydrocannabinol in man. Psychopharmacologia, *11*(2), 184-8.

Itil, T. M. (1968). Electroencephalography and pharmakopsychiatry. In F. A. Freyhan, N. Petrowitsch, & P. Pichot (Eds.), Modern Problems of Pharmacopsychiatry, (Vol. I, pp. 163-194). Basel: Karger Verlag.

Itil, T. M., Marasa, M. S., Saletu, B., Davis, R. N., & Mucciardi, A. N. (1975). Computerized EEG: Predictor of Outcome in schizophrenia. J. Nerv. Ment. Dis., *160*, 188-203.

Iwaki, T., Hayashi, M., & Hori, T. (1997). Changes in alpha band EEG activity in the frontal area after stimulation with music of different affective content. Percept Mot Skills, *84*(2), 515-26.

Jacobs, G. D., Benson, H., & Friedman, R. (1996). Topographic EEG mapping of the relaxation response. Biofeedback Self-Regul., *21*(2), 121-129.

Jasper, H. H. (1958). The ten twenty electrode System of the International Federation. Electroenceph. clin. Neurophysiol., *10*, 371.

Jausovec, N. (1997a). Differences in EEG activity during the solution of closed and open problems. Creativity Res J, *10*(4), 317-324.

Jausovec, N. (1997b). Differences in EEG alpha activity between gifted and non-identified individuals: Insights into problem solving. Gifted Child Quart., *41*(1), 26-32.

Jausovec, N. (1998). Are gifted individuals less chaotic thinkers? Pers Individ Differ., *25*(2), 253-267.

Jelkmann, W., & Sinowatz, F. (1996). Physiologie - Kurzlehrbuch. (1 ed.). Köln: Deutscher Ärzte Verlag.

John, E. R., Pritchep, L., Fridman, J., & Easton, P. (1988). Neurometrics: Computer-assisted differential diagnosis of brain dysfunctions. Science, *239*, 162-169.

Jones, R. T. (1971). Tetrahydrocannabinol and the marijuana induced social "high", or the effects of mind on marijuana. Ann. N.Y. Acad. Sci., *191*, 155-165.

Jones, R. T., Benowitz, N. L., & Herning, R. I. (1981). Clinical relevance of cannabis tolerance and dependence. J Clin Pharmacol., *21*(8-9 Suppl), 143S-152S.

Jones, R. T., & Stone, G. C. (1970). Psychological studies of marijuana and alcohol in man. Psychopharmacologia, *18*(1), 108-17.

Jovanov, E. (1999). On the Methodology of EEG Analysis During altered State of Consciousness, (Vol. 1999,): VXM/21st Link.

Joy, J. E., Watson, S. J., & Benson, J. A. (1999). Marijuana and Medicine: Assessing the Science Base. Washington, D.C.: National Academy Press.

Julien, R. M. (1997). Drogen und Psychopharmaka (Th. Apweiler S. Hartung, Trans.). (7 ed.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Kabuto, M., Kageyama, T., & Nitta, H. (1993). EEG power spectrum changes due to listening to pleasant music and their relation to relaxation effects. Nippon Eiseigaku Zasshi, *48*(4), 807-18.

- Karacan, I., Fernandez-Salas, A., Coggins, W. J., Carter, W. E., Williams, R. L., Thornby, J. I., Salis, P. J., Okawa, M., & Villaume, J. P. (1976). Sleep electroencephalographic-electrooculographic characteristics of chronic marijuana users: part I. Ann N Y Acad Sci, 282, 348-74.
- Karakas, S., & Basar, E. (1998). Early gamma response is sensory in origin: a conclusion based on cross-comparison of results from multiple experimental paradigms. Int J Psychophysiol, 31(1), 13-31.
- Katz, R., & Dobkin deRios, M. (1971). Whistling in Peruvian Ayahuasca Healing Sessions. Journal of American Folklore, 84(333), 320-327.
- Keidel, W. D. (1975). Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Kelly, G. A. (1955). The psychology of personal constructs, vols I and II. New York: Norton.
- Kimmens, A. (Ed.). (1977). Tales of Hashish: A Literary Look at the Hashish Experience. New York: William Morrow.
- Kimura, D. (1967). Functional asymetry of brain in dichotic listening. Cortex, 3(2), 167ff.
- Kleiber, D., Soellner, R., & Tossmann, P. (1998). Cannabiskonsum in der BRD. Entwicklungstendenzen, Konsummuster und Einflußfaktoren. Weinheim: Juventa.
- Klimesch, W. (1996). Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. Int J Psychophysiol, 24(1-2), 61-100.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Res Brain Res Rev, 29(2-3), 169-95.
- Klimesch, W., Schimke, H., & Pfurtscheller, G. (1993). Alpha frequency, cognitive load and memory performance. Brain Topogr, 5(3), 241-51.
- Koeck, R. (1976). Das Problem der ethnomethodologischen Indifferenz. Soziale Welt, 27, 261-277.
- Kolb, B., & Wishaw, I. Q. (1996). Neuropsychologie. Heidelberg: Spektrum Verlag.
- Konovalov, V. F., & Otmakhova, N. A. (1984). EEG manifestations of functional asymmetry of the human cerebral cortex during perception of words and music. Hum Physiol, 9(4), 250-5.
- Koukkou, M., & Lehmann, D. (1976). Human EEG spectra before and during cannabis hallucinations. Biol Psychiatry, 11(6), 663-77.
- Koukkou, M., & Lehmann, D. (1978). Correlations between cannabis-induced psychopathology and EEG before and after drug ingestion. Pharmakopsychiatr Neuropsychopharmakol, 11(5), 220-7.
- Krause, C. M., Porn, B., Lang, A. H., & Laine, M. (1999). Relative alpha desynchronization and synchronization during perception of music. Scand J Psychol, 40(3), 209-215.
- Krause, C. M., Pörn, B., Lang, A. K., & Laine, M. (1997). Relative alpha desynchronisation and synchronisation during speech perception. Cognitive Brain REsearch, 5, 295-299.
- Krippner, S. (1977). Research in creativity and psychedelic drugs. Int J Clin Exp Hypn, 25(4), 274-90.
- Krippner, S. (1985). Psychedelic drugs and creativity. J Psychoactive Drugs, 17(4), 235-45.
- Krupitsky, E. M., & Grinenko, A. Y. (1997). Ketamine psychedelic therapy (KPT): A review of the results of ten years of research. J Psychoactive Drug, 29(2), 165-183.

Kupfer, A. (1996a). Die künstlichen Paradiese - Rausch und Realität seit der Romantik. Stuttgart: J.B. Metzler.

Kupfer, A. (1996b). Göttliche Gifte - Kleine Kulturgeschichte des Rausches seit dem Garten Eden. Stuttgart Weimar: J.B. Metzler.

LaBarre, W. (1977). Anthropological Views of Cannabis. Reviews of Anthropology, 4, 237-250.

Laing, R. D. (1969). Phänomenologie der Erfahrung. (1 ed.). Frankfurt a. M.: Suhrkamp Verlag.

Lamnek, S. (1979). Theorien abweichenden Verhaltens. München: Wilhelm Fink Verlag.

Lancet. (1995). Deglamorising cannabis. Lancet, 346(8985), 1241.

Leary, T. (1997). Denn sie wußten was sie tun (Org. Title: Flashbacks, An Autobiography 1983) (Susanne G. Seiler, Trans.). (German 1986 / 1995 / 1997 ed.). München: Heyne Verlag.

Leary, T., Metzner, R., & Alpert, R. (1964). The Psychedelic Experience. A Manual based on the Tibetan Book of Death: Oxford University Press.

Leary, T., & Wilson, R. A. (1981). Neuropolitik - Die Soziobiologie der menschlichen Metamorphose. Basel: Sphinx-Verlag.

Lee, M. A., & Shalin, B. (1992). Acid Dreams. (2 ed.). New York: Grove Press.

Leonard, N. (1962). Jazz and the White Americans: The Acceptance of a New Art Form. Chicago: University of Chicago Press.

Leuner, H. C. (1962). Die experimentelle Psychose. Berlin Göttingen Heidelberg: Springer.

Leuner, H. C. (1981). Halluzinogene. Psychische Grenzzustände in Forschung und Psychotherapie. Stuttgart Bern Wien: Huber.

Lewin, L. (1924). Phantastica. Die betäubenden und die erregenden Genußmittel. Für Ärzte und Nichtärzte. Berlin: Stilke.

Liedgren, S. R., Odkvist, L. M., Davis, E. R., & Fredrickson, J. M. (1976). Effect of marihuana on hearing. J Otolaryngol, 5(3), 233-7.

Liggenstorfer, R. (Ed.). (1991). Neue Wege in der Drogenpolitik (2 ed.). Solothurn: Nachtschattenverlag.

Low, M. D., Klonoff, H., & Marcus, A. (1973). The neurophysiological basis of the marijuana experience. Can Med Assoc J, 108(2), 157-65.

Ludlow, F. H. (1857). Der Haschisch Esser (Org. Title: The Hash Eater). (Sphinx Ausgabe 1981). Basel: Sphinx Verlag.

Lukas, S., Mendelson, J., Amass, L., & R, B. (1989). Behavioral and EEG studies of acute cocaine administration: comparisons with morphine, amphetamine, pentobarbital, nicotine, ethanol and marijuana. NIDA Res Monogr, 95, 146-51.

Lukas, S. E. (1988). Similarities between the EEG and behavioral effects of acutely administered morphine, amphetamine, pentobarbital, nicotine, ethanol and marijuana in human subjects, The Pharmacologist, (Vol. 30, pp. A196).

Lukas, S. E. (1991). Brain electrical activity as a tool for studying Drugs of Abuse. In N. K. Mello (Ed.), Advances in Substance Abuse, Behavioral and Biological Research, (Vol. 4, pp. 1-88). Greenwich CT: JAI Press.

- Lukas, S. E., Mendelson, J. H., Amass, L., & Smith, R. (1986). Plasma Delta-9-Tetrahydrocannabinol levels during marijuana-induced EEG and behavioral effects in human subjects. The Pharmacologist, *28*, 534.
- Lukas, S. E., Mendelson, J. H., & Benedikt, R. (1995). Electroencephalographic correlates of marijuana-induced euphoria. Drug Alcohol Depend, *37*(2), 131-40.
- Lukas, S. E., Mendelson, J. H., Benedikt, R. A., & Jones, B. (1985). Marijuana-Induced Changes in EEG and P300 evoked potentials in male volunteers. The Pharmacologist, *27*, 235.
- Lukas, S. E., Sholar, M., Kouri, e., Wines, J. D., & Mendelson, J. H. (1994). Marijuana smoking increases plasma Cocaine levels in male volunteers. Pharmacol. Biochem. Behav., *48*, 715-721.
- Lutzenberger, W., Elbert, T., Rockstroh, B., & Birbaumer, N. (1985). Das EEG - Psychophysiologie und Methodik von Spontan-EEG und ereigniskorrelierten Potentialen. Berlin: Springer.
- Lyttle, T., & Montagne, M. (1992). Drugs, music, and ideology: a social pharmacological interpretation of the Acid House Movement. Int J Addict, *27*(10), 1159-77.
- Machleidt, W., Gutjahr, L., & Mügge, A. (1989). Grundgefühle: Phänomenologie, Psychodynamik, EEG-Spektralanalytik. (Vol. 57). Berlin: Springer Verlag.
- Margolis, J. S., & Clorfene, R. (1969). A child's garden of grass (The official handbook for marijuana users). [North Hollywood, Calif.]: Contact Books.
- Mark, A. (1986). Adolescents discuss themselves and drugs through music. Journal of Substance Abuse Treatment, *3*(4), 243-249.
- Mark, A. (1988). Metaphoric lyrics as a bridge to the adolescent's world. Adolescence, *23*(90), 313-23 .
- Marks, L. E. (1975). On colored-hearing synesthesia: cross-modal translations of sensory dimensions. Psychol Bull, *82*(3), 303-31.
- Martin, B. R. (1986). Cellular effects of cannabinoids. Pharmacological Reviews, *38*, 45-74.
- Martin, G., & Pearson , W. (1995). Summer of Love - The making of Sgt. Pepper. London: Pan Books - Macmillan.
- Martz, R. e. a. (1972). The Effect of Marijuana on auditory thresholds. J Auditory Res, *12*, 146-148.
- Maslow, A. (1943). A Theory of Human Motivation. Psychological Review, *50*, 370-396.
- Masters, R. E. L., & Houston, J. (1971). Psychedelische Kunst. (Taschenbuchausgabe ed.). München/Zürich: Droemersch Verlaganstalt Th. Knaur Nachf.
- Mathew, R. J., & Wilson, W. H. (1993). Acute changes in cerebral blood flow after smoking marijuana. Life Sci, *52*(8), 757-67.
- Mathew, R. J., Wilson, W. H., Turkington, T. G., & Coleman, R. E. (1998). Cerebellar activity and disturbed time sense after THC. Brain Res, *797*(2), 183-9.
- Matsuda, L. A., Bonner, T. I., & Lolait, S. J. (1992). Cannabinoid receptors: which cells, where, how, and why? NIDA Res Monogr, *126*, 48-56.
- Matsuda, L. A., Lolait, S. J., Brownstein, M. J., Young, A. C., & Bonner, T. I. (1990). Structure of a cannabinod receptor and functional expression of the cloned cDNA. Nature, *346*, 561-564.

- Matthes, J., Meinefeld, W., Schütze, F., Springer, W., & Weymann, A. (1980). Alltagswissen, Interaktion und gesellschaftliche Wirklichkeit. (5. Auflage ed.). Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Matussek, M., & Petersen, I. (1983). A method for assessing alertness fluctuations from EEG Spectra. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 55, 108-113.
- Maurer, K. (Ed.). (1989). Topographic mapping of EEG and evoked potentials. Berlin: Springer.
- McCartney, P. (1998). Marginalien. Rolling Stone, March 1998, pp. 12.
- McKee, G., Humphrey, B., & McAdam, D. W. (1973). Scaled lateralization of alpha activity during linguistic and musical tasks. Psychophysiology, 10(4), 441-3.
- Mechoulam, R., & Burstein, S. H. (1973). Marijuana; chemistry, pharmacology, metabolism and clinical effects. New York,: Academic Press.
- Mechoulam, R., & Gaoni, Y. (1967). Recent advances in the chemistry of hashish. Fortschr Chem Org Naturst, 25, 175-213.
- Mechoulam, R., Hanus, L., & Martin, B. R. (1994). Search for endogenous ligands of the cannabinoid receptor. Biochem Pharmacol, 48(8), 1537-44.
- Melechi, A. (Ed.). (1997). Psychedelia Britannica (1 ed.). London: Turnaround.
- Melges, F. T., Tinklenberg, J. R., Hollister, L. E., & Gillespie, H. K. (1970). Marihuana and temporal disintegration. Science, 168(935), 1118-20.
- Melges, F. T., Tinklenberg, J. R., Hollister, L. E., & Gillespie, H. K. (1971). Marihuana and the temporal span of awareness. Arch Gen Psychiatry, 24(6), 564-7.
- Mendelson, J. H., Rossi, A. M., & Meyer, R. E. (1974). The use of marihuana; a psychological and physiological inquiry. New York,: Plenum Press.
- Merica, H., & Fortune, R. D. (1997). A neuronal transition probability model for the evolution of power in the sigma and delta frequency bands of sleep EEG. Physiol Behav, 62(3), 585-589.
- Metzner, R. (1992). Molekulare Mystik: Die Rolle psychoaktiver Substanzen bei der Transformation des Bewußtseins. In C. Räsch (Ed.), Das Tor zu den inneren Räumen, (1 ed., pp. 63-78). Südergelleresen: Verlag Bruno Martin.
- Mezzrow, M. (1946a). Really the Blues. (1993 ed.). London: Flamingo / Harper Collins Publishers.
- Mezzrow, M. (1946b). Really the Blues - Die Tüte und die Tröte (Werner Pieper, Ed Reavis, Wolf D. Rogosky, Trans.). Löhrbach: Werner Pieper's MedienXperimente.
- Miles, B. (1997). Paul McCartney - Many Years from now. New York: Henry Hold.
- Mitkov, V., Moldovanska, P., & Roglev, M. (1981). The effect of music on brain electrical activity and hemodynamics and on some vegetative parameters. Folia Med, 23(3-4), 41-6.
- Molle, M., Marshall, L., Wolf, B., Fehm, H. L., & Born, J. (1999). EEG complexity and performance measures of creative thinking. Psychophysiology, 36(1), 95-104.
- Montagne, M. (1987). Drug taking and artistic creativity. Soc Pharmacol, 1, 339-355.
- Moore, W. H., Jr. (1979). Alpha hemispheric asymmetry of males and females on verbal and non- verbal tasks: some preliminary results. Cortex, 15(2), 321-6.
- Moreau de Tours, J. J. (1845). Du haschisch et de l' aliénation mentale. Etudes psychologiques. (réédition Genève, Slatkine 1980 ed.). Paris: Fortin et Masson.
- Morrow, R. S. (1966). The Clinical Study, Psychological Aspects: Psychophysical and other Functions. In D. Solomon (Ed.), The Marihuana Papers, Book Three: The Marihuana

Problem in the City of New York (La Guardia Report), (4. by Courtesy of Bobbs-Merrill Inc. ed., pp. 333-339). New York: Signet Books/New American Library.

Moskowitz, H. (1974). Effects of marihuana on auditory signal detection. Psychopharmacologia, 40(2), 137-45.

Muller, M. M., Elbert, T., & Rockstroh, B. (1997). Visually induced gamma band responses in the human EEG - Expression of cortical stimulus representation? Z Exp Psychol, 44(1), 186-212.

MullerVahl, K. R., Kolbe, H., Schneider, U., & Emrich, H. M. (1998). Cannabinoids: possible role in patho-physiology and therapy of Gilles de la Tourette syndrome. Acta Psychiat Scand, 98(6), 502-506.

Murphy, L., & Bartke, A. (1992). Marijuana/Cannabinoids: Neurobiology and Neurophysiology. Boca Raton: CRC Press.

Musto, D. (1997). Busted - America's war on marijuana, (Vol. 1999,): Frontline Online. <http://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/shows/dope/interviews/musto.html>

Neundörfer, B. (1995). EEG-Fibel - Das EEG in der ärztlichen Praxis. (4 ed.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.

NeuroScience. NEUROSCIENCE BRAIN IMAGER Operators' Manual (Version 7.0 / 7.32). San Diego.

NORML (1999). War Against Marijuana Consumers (Vol. 1999, <http://www.norml.org/legal/index.shtml>)

Nowlis, D. P., & Kamiya, J. (1970). Control of EEG alpha rhythms through auditory feedback and associated mental activity. J. Psychophysiol., 6, 476-484.

Nowotny, H. (1993). Eigenzeit - Entstehung und Strukturierung eines Zeitgefühls. (1 ed.). Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

Oeken, F.-W., Plath, P., & Federspil, P. (1993). Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde. (7 ed.). Berlin: Ullstein Mosby.

Ohlsson, A., Lindgren, J. E., Wahlen, A., Agurell, S., Hollister, L. E., & Gillespie, H. K. (1980). Plasma delta-9 tetrahydrocannabinol concentrations and clinical effects after oral and intravenous administration and smoking. Clin Pharmacol Ther, 28(3), 409-16.

Osborne, K., & Gale, A. (1976). Bilateral EEG differentiation of stimuli. Biol Psychol, 4(3), 185-96.

Otto, E. (1967). The effect of instructions influencing the levels of alertness on the EEG activity. In I. Nedecky (Ed.), Mechanisms of Orienting Reactions in Man, (pp. 351-365). Bratislava: Slovak Academy of Science Publication House.

Paskewitz, D. A. (1977). EEG alpha activity and its relationship to altered states of consciousness. Ann N Y Acad Sci, 296, 154-61.

Penfield, W. (1954). Mechanisms of voluntary movement. Brain, 77, 1-17.

Perez-Reyes, M., Di Guiseppi, S., Davis, K. H., Schindler, V. H., & Cook, C. E. (1982). Comparison of effects of marihuana cigarettes to three different potencies. Clin Pharmacol Ther, 31(5), 617-24.

Pertwee, R. G. (1992). In Vivo interactions between psychotropic cannabinoids and other drugs involving central and perepheral neurochemical mechanisms. In L. Murphy & A. Bartke (Eds.), Marijuana/Cannabinoids: Neurobiology and Neurophysiology, (pp. 165-218). Boca Raton: CRC Press.

- Petsche, H. (1987b). Gehirnvorgänge beim Musikhören und deren Objektivierung durch das EEG. In K. E. Behne, G. Kleinen, & H. de la Motte-Haber (Eds.), Musikpsychologie, (Vol. 4, pp. 7-28). Wilhelmshaven: Florian Nötzel.
- Petsche, H. (1993). Zerebrale Verarbeitung. In H. Bruhn, R. Oerter, & H. Rösing (Eds.), Musipsychologie, (pp. 630-38). Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.
- Petsche, H. (1994). The EEG while listening to music. Eeg-Emg-Z Elektroenz Elektrom, 25(2), 130-137.
- Petsche, H., Kaplan, S., vonStein, A., & Filz, O. (1997). The possible meaning of the upper and lower alpha frequency ranges for cognitive and creative tasks. Int J Psychophysiol, 26(1-3), 77-97.
- Petsche, H., Pockberger, H., & Rappelsberger, P. (1987a). EEG-Studies in Musical Perception and Performances. In R. Spintge & R. Droh (Eds.), Musik in der Medizin - Music in Medicine, (pp. 53-80). Berlin: Springer.
- Pfurtscheller, G., Stancak, A., & Neuper, C. (1996). Event-related synchronization (ERS) in the alpha band - An electrophysiological correlate of cortical idling: A review. Int J Psychophysiol, 24(1-2), 39-46.
- Phelps, M. S., Mazziotta, J. C., & Huang, S. C. (1982). Study of cerebral function with positron computed tomography. Journal of cerebral blood flow and metabolism, 2, 113-162.
- Pieper, W. (1996). The Sky is high (& so am I) [Compact Disc]. Löhrbach: Werner Piepers MedienXperimente.
- Plucker, J. A., & Dana, R. Q. (1998). Creativity of undergraduates with and without family history of alcohol and other drug problems. Addict Behav, 23(5), 711-714.
- Powell, R. R. (1999). Recent trends in research: A methodological essay. Libr Inform Sci Res, 21(1), 91-119.
- Predelli, S. (1998). Utterance, interpretation and the logic of indexicals. Mind Lang, 13(3), 400-414.
- Pritchard, W. S., Kriebel, K. K., & Duke, D. W. (1996). Application of dimension estimation and surrogate data to the time evolution of EEG topographic variables. Int J Psychophysiol, 24(3), 189-195.
- Rapp, T. (1997, 10.7.). Hasch bringt die Raver in Ekstase. die tageszeitung (Taz), pp. 3.
- Rätsch, C. (1986). Musique Fantastique. In S. Höhle, C. Müller-Ebeling, C. Rätsch, & O. Urchs (Eds.), Rausch und Erkenntnis - Das Wilde in der Kultur, . München: Knaur-Verlag.
- Rätsch, C. (1992a). Setting - Der ort der psychedelischen Erfahrung im ethnographischen Kontext. In H. C. Leuner & M. Schlichting (Eds.), Jahrbuch des Europäischen Collegiums für Bewußtseinsstudien 1992, (pp. 123-132). Berlin: VWB - Verlag für Wissenschaft und Bildung.
- Rätsch, C. (Ed.). (1992b). Das Tor zu inneren Räumen. Südergellsen: Verlag Bruno Martin.
- Rätsch, C. (1992c). Die heiligen Pflanzen unserer Ahnen. In C. Rätsch (Ed.), Das Tor zu den inneren Räumen, (1 ed., pp. 95-104). Südergelleresen: Verlag Bruno Martin.
- Rätsch, C. (1995a). Hanf als Heilmittel. (4 ed.). Löhrbach / Solothurn Schweiz: Werner Pieper's Medienexperimente / Nachtschatten-Verlag.
- Rätsch, C. (1995b). Einleitung: Sucht und veränderte Bewußtseinszustände im Kulturvergleich. Curare, 18(2), 271-277.
- Rätsch, C. (1995d). Die Hanfkultur - Eine kulturanthropologische Betrachtung. In H. C. Leuner & M. Schlichting (Eds.), Jahrbuch des europäischen Collegiums für Bewußtseinsstudien 1995, (pp. 113-146). Berlin: VWB - Verlag für Wissenschaft und Bildung.

- Rätsch, C. (1995e). Ritueller Gebrauch psychoaktiver Substanzen im modernen Mitteleuropa. Curare - Journal for Ethnomedicine, 18(2), 297-324.
- Ray, W. J. (1990). The electrocortical System. In J. T. Cacioppo & L. G. Tassinary (Eds.), Principles of Psychophysiology, (pp. 385-412). Cambridge: Cambridge University Press.
- Reed, H. B. C. (1974). Cognitive Effects of Marihuana. In J. H. Mendelson, A. M. Rossi, & R. E. Meyer (Eds.), The use of marihuana; a psychological and physiological inquiry, (pp. 107-114). New York: Plenum Press.
- Rippchen, R. (1995a). Das Haschisch-Urteil '94 des Bundesverfassungsgerichts. Löhrbach: Werner Piepers MedienXperimente.
- Rippchen, R. (1995b). Das Recht auf Rausch. (Vol. 149). Löhrbach, BRD / Solothurn, Schweiz: Werner Piepers MedienXperimente / Nachtschatten Verlag.
- Roberts, D. F., Henriksen, L., & Christenson, P. G. (1999). Substance Use in Popular Movies and Music, (Vol. 1999,). Washington: White House Office of National Drug Control Policy
U.S. Department of Health and Human Services' Substance Abuse and Mental Health Services Administration.
- Robinson, J. P., Pilskaln, R., & Hirsch, P. (1976). Protest rock and drugs. J Commun, 26(4), 125-36.
- Rockstroh, B., Watzl, H., Kowalik, Z. J., Cohen, R., Sterr, A., Muler, M., & Elbert, T. (1997). Dynamical aspects of the EEG in different psychopathological states in an interview situation: a pilot study. Schizophr Res, 28(1), 77-85.
- Rodin, E. A., & Domino, E. F. (1970). Effects of acute marijuana smoking on the EEG. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 29(3), 321.
- Rodin, E. A., Domino, E. F., & Porzak, J. P. (1970). The marihuana-induced "social high". Neurological and electroencephalographic concomitants. Jama, 213(8), 1300-2.
- Roederer, J. G. (1993). Physikalische und Psychoakustische Grundlagen der Musik. Berlin: Springer.
- Roth, W. T., Galanter, M., Weingartner, H., Vaughan, T. B., & Wyatt, R. J. (1973). Marijuana and synthetic 9-trans-tetrahydrocannabinol: some effects on the auditory evoked response and background EEG in humans. Biol Psychiatry, 6(3), 221-33.
- Rousseau, J. J. (1762). Emile - oder Über die Erziehung (Ludwig Schmidt, Trans.). (6. unveränderte Auflage 1983 ed.). (Vol. 115). Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Rubin, V., & Comitas, L. (1975). Ganja in Jamaica. The Hague: Mouton.
- Schachter, S., & Singer, S. (1962). Cognitive, social and psychological determinants of emotional state. Psychological Review, 69, 379-399.
- Schacter, D. L. (1977). EEG Theta-Waves and Psychological Phenomena: A Review. Biological Psychology, 5, 47-82.
- Schandry, R. (1998). Lehrbuch Psychophysologie - körperliche Indikatoren psychischen Geschehens. (3 (Studienausgabe 1998) ed.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schmettau, A. (1970). Zwei EEG Merkmalsverbände und ihre psychologischen Korrelate. Ergebnisse einer Zusammenhanganalyse mittels automatischer Intervallanalyse. Z. EEG-EMG, 1, 169-182.
- Schmidbauer, W., & vom Scheidt, J. (1998). Handbuch der Rauschdrogen. (2 (Erstausgabe 1971) ed.). Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch.

- Schneider, W. (1995). Risiko Cannabis ? Bedingungen und Auswirkungen eines kontrollierte und sozial-integrativen Gebrauchs von Haschisch und Marihuana. (1 ed.). (Vol. 5). Berlin: VWB - Verlag für Wissenschaft und Bildung.
- Schuster, V. (1984). What happens when we listen to music ? Musiktherapeutische Umschau, 5, 197-205.
- Schütze, F. (Ed.). (1980). Alltagswissen, Interaktion und gesellschaftliche Wirklichkeit Bd.1+2. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Schwartz, E., & Feinglass, S. J. (1973). Popular Music und Drug Lyrics: Analysis of a Scapegoat, US National Commission on Marijuana and Drug Abuse, (Vol. II, pp. 718-746). Washington: USGPO.
- Schwendtner-Berlin, H., Berlin, J., David, L., Fachner, J., Böving, S. F., David, E., Erdmann, W., & Januszewski, E. (1995). Gesetzmäßigkeiten in der Psychologie veränderter Bewußtseinszustände. Curare, 18(2), 361-368.
- Segalowitz, S. J., & Plantery, P. (1985). Music draws attention to the left and speech draws attention to the right. Brain Cogn, 4(1), 1-6.
- Sergant, J. (1996). Human Brain Mapping. In R. Pratt & R. Spintge (Eds.), MusicMedicine, Volume 2, (pp. 24-49). Saint Louis: MMB Music Inc.
- Seyfeddinipur, N. (1975). [Clinical and electroencephalographic observations during the acute action of hashish (author's transl)]. MMW Munch Med Wochenschr, 117(12), 477-82.
- Shapiro, H. (1988). Drugs & Rock'n Roll (D. Voigt, Trans.). (Dt. Edition 1989 ed.). Wien: Hannibal Verlag.
- Shapiro, H. (1998). Sky High - Drogenkultur im Musikbuisineß (Peter Hiess, Trans.). (2 ed.). St. Andrä-Wördern: Hannibal.
- Sharma, S., & Moskowitz, H. (1972). Effect of marihuana on the visual autokinetic phenomenon. Percept Mot Skills, 35(3), 891-4.
- Shimai, S. (1992). Emotion and identification of environmental sounds and electroencephalographic activity. Fukushima J Med Sci, 38(1), 43-56.
- Simon, J. (1977). Creativity and altered states of consciousness. Am J Psychoanal, 37(1), 3-12.
- Sloman, L. (1979). Reefer madness : the history of marijuana in America. Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Solomon, D. (1966). The Marihuana papers. (4 Signet Books published by The New American Library ed.). Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Solowij, N. (1998). Cannabis and cognitive functioning. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.
- Spadone, C. (1991). [Neurophysiology of cannabis]. Encephale, 17(1), 17-22.
- Spector, M. (1974). Chronic vestibular and auditory effects of marijuana. Laryngoscope, 84(5), 816-20.
- Springer, S. P., & Deutsch, G. (1987). Linkes - Rechtes Gehirn. Funktionelle Asymetrien. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften.
- Starks, M. (1981). Marihuana Potenz. Linden: Volksverlag.
- Stefanis, C., Dornbush, R., & Fink, M. (1977). Hashish: Studies of Long Term Use. New York: Raven Press.
- Stillman, R. C., Wolkowitz, O., Weingartner, H., Waldman, I., deRenzo, E., & Wyatt, R. J. (1977). Marihuana: differential effects on right and left hemisphere functions in man. Life Sci, 21, 1793-1800.

- Stockings, G. T. (1966). A New Euphoriant for Depressive Mental States. In Solomon (Ed.), The Marihuana Papers, (4 Signet Books published by The New American Library ed., pp. 417-430). Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Straiker, A., Stella, N., Piomelli, D., Mackie, K., Karten, H. J., & Maguire, G. (1999a). Cannabinoid CB1 receptors and ligands in vertebrate retina: localization and function of an endogenous signaling system. Proc Natl Acad Sci U S A, 96(25), 14565-70.
- Straiker, A. J., Maguire, G., Mackie, K., & Lindsey, J. (1999b). Localization of cannabinoid CB1 receptors in the human anterior eye and retina. Invest Ophthalmol Vis Sci, 40(10), 2442-8.
- Struve, F. A. (1984). Clinical Electroencephalography as an assessment method in psychiatric practice. In R. C. W. Hall & T. P. Beresford (Eds.), Handbook of Psychiatric Diagnostic Procedures, (2 ed., pp. 1-48). New York: Spectrum Publications.
- Struve, F. A., & Straumanis, J. J. (1990). Electroencephalographic and evoked potential methods in human marihuana research: historical review and future trends. Drug Development Research, 20, 369-388.
- Struve, F. A., Straumanis, J. J., & Patrick, G. (1994). Electroencephalographic and evoked potential methods in human marihuana research: a replication study and initial discriminant function analysis. Clinical Encephalography, 25, 63-75.
- Struve, F. A., Straumanis, J. J., Patrik, G., & Price, L. (1989). Topographic Mapping of Quantitative EEG Variables in Chronic Heavy Marihuana Users: Empirical Findings with Psychiatric Patients. Clinical Encephalography, 20(1), 6-23.
- Surakka, V., Tenhunen-Eskelinen, M., Hietanen, J. K., & Sams, M. (1998). Modulation of human auditory information processing by emotional visual stimuli. Brain Res Cogn Brain Res, 7(2), 159-63.
- Szabo, B., Dorner, L., Pfreundtner, C., Norenberg, W., & Starke, K. (1998). Inhibition of GABAergic inhibitory postsynaptic currents by cannabinoids in rat corpus straitum. Neuroscience, 85, 395-403.
- Szasz, T. (1978). Das Ritual der Drogen. Wien: Europaverlag.
- Taeger, H.-H. (1988). Spiritualität und Drogen - Interpersonelle Zusammenhänge von Psychedelika und religiös-mystischen Aspekten in der Gegenkultur der 70er Jahre. (1 ed.). Markt Erlbach: Raymond Martin.
- Taqi, S. (1969). Approbation of Drug Usage in Rock and Roll Music. Bulletin on Narcotics, 21(4), 29-35.
- Taqi, S. (1972). The Drug Cinema. Bull Narc, 24, 19-28.
- Tart, C. (1971). On Being Stoned, A psychological Study of Marihuana Intoxikation. Palo Alto: Science and Behaviour Books.
- Tart, C. T. (1970). Marijuana intoxication common experiences. Nature, 226(247), 701-4.
- Tassinari, C. A., Ambrosetto, G., Peraita-Adrados, M. R., & Gastaut, H. (1976). The neuropsychiatric syndrome of delta 9-tetrahydrocannabinol and cannabis intoxication in naive subjects: a clinical and polygraphic study during wakefulness and sleep. In M. Braude & S. Szara (Eds.), Pharmacology of marihuana, (Vol. 1, pp. 357-75). New York: Raven Press.
- Taylor, S. E., Pham, L. B., Rivkin, I. D., & Armor, D. A. (1998). Harnessing the imagination - Mental simulation, self-regulation, and coping. Amer Psychol, 53(4), 429-439.
- Thaler, S., Fass, P., & Fitzpatrick, D. (1973). Marihuana and Hearing. Can J Otolaryng, 2, 291-295.

Thaut, M. H., & de l'Etoile, S. K. (1993). The effects of music on mood - state-dependent recall. Journal of Music Therapy, 30(2), 70-80.

Tinklenberg, J. R., Roth, W. T., & Kopell, B. S. (1976). Marijuana and ethanol: differential effects on time perception, heart rate, and subjective response. Psychopharmacology (Berl), 49(3), 275-9.

Tribe, T. a. (1997). Kiffer-Musik... Musikwoche, 5(17), 17.

Ungerleider, J. T., & Andrysiak, T. (1981). Bias and the cannabis researcher. J Clin Pharmacol, 21(8-9 Suppl), 153S-158S.

Vitz, P. C. (1972). Preference for tones as a function of frequency (hertz) and intensity (decibels). Percept Psychophysics, 11, 84-88.

Volavka, J., Crown, P., Dornbush, R., Feldstein, S., & Fink, M. (1973). EEG, heart rate and mood change ("high") after cannabis. Psychopharmacologia, 32(1), 11-25.

Volavka, J., Dornbush, R., Feldstein, S., Clare, G., Zaks, A., Fink, M., & Freedman, A. M. (1971). Marijuana, EEG and Behaviour. Ann. N.Y. Acad. Sci., 191, 206-215.

Volavka, J., Dornbush, R., Feldstein, S., & Fink, M. (1972). Effects of Delta-9-Tetrahydrocannabinol on EEG, Heart rate and mood. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 33, 453.

Volavka, J., Fink, M., & C.P., P. (1977). Acute EEG-Effects of Cannabis preparations in Long Term Hashish Users. In C.Stefanis, R. Dornbush, & M. Fink (Eds.), Hashish: Studies of Long Term Use, (pp. 79-89). New York: Raven Press.

Wagner, M. J. (1975). Brainwaves and biofeedback: A brief history. Implications for music research. Journal of Music Therapy, 12(2), 46-58.

Wagner, M. J., & Menzel, M. B. (1977). The effect of music listening and attentiveness training on the EEG's on musicians and nonmusicians, Journal of Music Therapy. Silver Spring, Maryland, USA: National Association for Music Therapy, Silver Spring, Maryland, USA.

Walker, J. L. (1977). Subjective reactions to music and brainwave rhythms. Physiological Psychology, 5(4), 483-89.

Waskow, I. E., Olsson, J. E., Salzman, C., & Katz, M. M. (1970). Psychological effects of tetrahydrocannabinol. Arch Gen Psychiatry, 22(2), 97-107.

Weber, K. (1974). Veränderungen des Musikerlebens in der experimentellen Psychose (Psylocibin) und ihre Bedeutung für die Musikpsychologie. In G. H. W.J. Revers, W.C.M. Simon (Ed.), Neue Wege der Musiktherapie, (pp. 201-225). Düsseldorf, Wien: Econ Verlag.

Weil, A. (1998). The Natural Mind. (3 ed.). Boston: Houghton Mifflin.

Weil, A. T., & Zinberg, N. E. (1969). Acute effects of marijuana on speech. Nature, 222(192), 434-7.

Weil, A. T., Zinberg, N. E., & Nelsen, J. M. (1968). Clinical and psychological effects of marijuana in man. Science, 162(859), 1234-42.

Weil, G. M., Metzner, R., & Leary, T. (Eds.). (1965). The Psychedelic Reader. New York: University Books.

Weingarten, E., Sack, F., & Schenkein, J. (1976). Ethnomethodologie - Beiträge zu einer Soziologie des Alltagshandelns. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Wentworth, H. (1967). Dictionary of American slang. New York: T. Y. Crowell.

Whiteley, S. (1997). Altered Sounds. In A. Melechi (Ed.), Psychedelia Britannica, (pp. 120-142). London: Turnaround.

Wikler, A., & Lloyd, B. (1945). Effect of smoking marihuana cigarettes on cortical electrical activity. Fed. Proc., 4, 141-142.

Williams, E. G., Himmelsbach, C. K., Wikler, A., & Ruble, D. C. (1946). Studies on marihuana and pyrahexyl compound. Public Health Rep., 61, 1059-1085.

Wilson, R. A. (1988). Der neue Prometheus. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch-Verlag.

Winick, C. (1959). The Use of Drugs by Jazz Musicians. Social Problems, 7, 240-253.

Winick, C., & Nyswander, M. (1961). Psychotherapy of successful Musicians who are drug addicts. American Journal of Orthopsychiatry, 31, 622-636.

Winterer, G., Schmidt, L. G., Frick, K., & Ulrich, G. (1994). ["Neuroadaptation" in long-term cannabis abuse. A clinical and electroencephalographic case study]. Nervenarzt, 65(9), 635-7.

Wolfe, T. (1989). The Electric Cool Aid Acid Test. New York.

Zimmer, L. E., & Morgan, J. P. (1997). Marijuana myths, marijuana facts : a review of the scientific evidence. New York: Lindesmith Center.

Zinberg, N., & Weil, A. (1969, 11.5. 1969). The effects of marihuana on human beings. New York Times, pp. in H.G. Behr "Von Hanf ist die Rede", S. 242/3.

12 Appendix

12.1 Appendix I – Tabellarische Zusammenfassungen

12.1.1 Tabellarische Zusammenfassung auditorischer Untersuchungen.

Tabelle 24: Auditorische Untersuchungen I

Autor	Versuchspersonen	Design	Dosis	Verfahren	Aufgabe	Setting	Ergebnisse	Bemerkungen
Morrow 1944	54 Vpn, davon 36 erfahrene User			Schwellwerte - Frequenzbänder	Tonschwellen auf-/abwärts erkennen		keine Verbesserungen	
Williams 1946	12			Schwellwerte	Ton erkennen		bei 3 VPN Cannabisinduzierte Verbesserung der Hörleistungen bei 1000 + 2000 Hz	
Caldwell 1969	20 erfahrene User	pre/post; Controls; Person als eigene Kontrolle	Joint ca. 7 mg Δ^9 -THC; („ <i>subject controlled amount</i> “ → <i>high</i> “)	Schwellwerte: Absolut; Intensität; Frequenz	Intensitätsunterschiede von zwei Tönen hören (2ter Ton 30 ms später)	sterile, neutrale Laboratmosphäre	* minimale Intensitätsschwellwertveränderungen nachher bei 1000Hz (p<.01)	Versuchspersonen berichteten von subjektiv verbesserter Hörleistung („ <i>Acuity</i> “)
Martz 1972	8	pre/post; Placebo kontrolliert	Smoke: 50 μ g/kg	Bekey Thresholds; Oktavintervalle von 125 - 8000 Hz; mittlere Oktavintervalle von 75 – 6000 Hz;	Tonschwelle bestimmen		keine signifikanten Unterschiede zu vorher bessere Schwellwerte: 1000Hz: Linkes Ohr→6 von 8 Vpn; Rechtes Ohr→5 von 8 Vpn 6000Hz Linkes Ohr→6 von 8 Vpn; Rechtes Ohr→2 von 8 Vpn	Verbesserungen bei hohen Frequenzen
Spector 1974	K.A.; Heavy Users; Age 18-40;	chronic users vs controls	nicht notwendig Chronic user from 3 × a Week to many times a day	Schwellwerte Frequenzen: 250 Hz - 8000 Hz	Wann hört die Vpn den Ton?; ab DL 20 dB entsteht Signifikanz	Schall isolierter Raum;	„no auditory differences were noted“ (S. 819)	Veränderungen vestibulärer Funktionen bei chronischen Konsumenten werden

Apendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

Autor	Versuchs- personen	Design	Dosis	Verfahren	Aufgabe	Setting	Ergebnisse	Bemerkungen
	EXP: 3 a Week - x- times a day							berichtet: torsion, nystagmus, caloric test (S. 816)

Legende: K.A = keine Angaben; Vpn = Versuchspersonen; DL = Difference Level; EXP = Experience; pre/post = vorher/nachher; dB = Dezibel (Bezugnahme siehe Text)

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

Tabelle 25: Auditorische Untersuchungen II

Autor	Versuchspersonen	Design	Dosis	Verfahren	Aufgabe	Setting	Ergebnisse	Bemerkungen
De Souza 1974	25 male students	pre/post; Doppelblind; Placebo-kontrolliert; Cannabis induzierte "tonal preference as a function of frequency";	Synthetisches Δ^8 -THC oral: placebo, 5, 10, 20, 40 mg;	A) Pulsrate messen; B) Zeiteinschätzung (60 Sek.) mit/ohne Feedback C) Tonale Präferenzen bestimmen D) 60, 80, + 120 Minuten Post-THC: offenes + psychometrisches Interview	A) Meßsituation B) 10x ein 60 Sek. Intervall einschätzen C) 56 Tonpaare vergleichen/bevorzugten Ton nennen D) Gefühle + Empfindungen schildern; Fragebogen: Items von 0-4 graduieren	teilweise schallisoliertes Laboratorium; Lichtsignalkommunikation; Instruktionen; C) 2 Tasten für 1. + 2. Ton	A) Pulsrate steigt an B) Dosisabhängige Zunahme der (Zeit-) Fehleinschätzungen; Unterschiede zum Placebodurchgang erst ab 20 mg THC (S. 608) C) <u>vorher</u> : Präferenzbereich 210, 400 + 750Hz (U-Shape); <u>nachher</u> : placebo + 5mg Δ^8 -THC keine Veränderung des "U-Shape" ab 20 mg Δ^9 -THC Bedingung höhere Präferenzen für höhere Töne, ab 10 mg insb. f. 5000 Hz ($p < 0.05$ zu placebo); Einige spontane verbale, subjektive Präferenzbekundungen (S. 609) Frequenzdiskriminierungsfähigkeit bleibt ungetrübt; basale sensorisch auditorische Funktionen bleiben intakt (S. 610)	Tonpräferenzen durch Paarvergleich ist komplexer als reine Frequenzdiskriminierung; Präferenzurteile begünstigt durch einen hedonistischen Relaxationszustand; THC wirkt auf Verstärkung, Motivation und Aufmerksamkeit; bevorzugte (höhere ?) Töne bewirken stärkere EEG-Synchronisation = Relaxation (S. 611)

Legende: Sek. = Sekunden; S. = Seite; Hz = Hertz; dB = Dezibel; SL= Soundlevel; S/N Signal-Rauschabstand; mg = Milligramm (Bezugnahme siehe Text)

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

Tabelle 26: Auditorische Untersuchungen III

Autor	Versuchspersonen	Design	Dosis	Verfahren	Aufgabe	Setting	Ergebnisse	Bemerkungen
Moskowitz 1974	23 males	pre/post; 5x5 Latin Square: no Treatment + placebo + 3 THC-Mengen; Signalerkennungstheorie	Placebo, 0, 50, 100, 200 µg/kg THC	<u>Linkes Ohr:</u> Signalerkennungsaufgabe zufällig gestreuten 1-Sec 1000 Hz -Ton in "Noise Bursts" a 3 Sec erkennen <u>Rechtes Ohr:</u> Digit Recall Test; Subjective Drug Effects Questionnaire; Pulsrate	Aufmerksamkeit: A) konzentriert: - Einen präsenten oder absenten Ton heraus-hören; B) geteilt: - Ton + Digits erkennen parallel zu Noise-Bursts	Sessel; Schallisolierte Kammer; Intercom; Kopfhörer	Marihuana: * dosisabhängige Beeinträchtigung komplexer auditorischer Signalerkennung bei A) + B); Beeinträchtigung stärker bei B) * Anstieg der Fehler und des "Falschen Alarms" * Wirkort demnach nicht in den basalen sensorischen Funktionen sondern in der Aufmerksamkeit und ZNS	Placebo: * 19 von 23 Personen glaubten Placebo wäre Marihuana und hatten erhöhte Pulsraten * Leichte User waren stärker beeinträchtigt als stärkere, Reverse Tolerance? - 1000Hz Ton
Liedgren 1976	30	pre/post; Placebo kontrolliert	„Soziale Dosis“: 8 mg THC geraucht	A) Frequenzschwellerunterschiede (Luft und Mastoid) B) Sprachwahrnehmungsschwellwerte und Diskriminierung C) Auditorische Impedanzmessung	A) Oktavintervalle 250-8000Hz erkennen B) Standardwortliste 25 Wörter bei 40dB SL C) Mittelohrdruck, Stapediusreflex, Hammerbeweglichkeit, Funktion der Eustachischen Röhre, Compliance	Schallisolierter Raum	A) keine Unterschiede (± 5 db) B+C) keine Unterschiede	Nachher: A) Töne wurden als lauter empfunden; B) langsamere Reaktionen der Vpn, Testverlauf dauerte länger als üblich
Fitzpatrick 1973/1980	11 Vpn (7 males, 4 females) 2 hörgeschädigte Personen	Per/post Vergleich; Keine Placebokontrolle; Follow-up-Studie	Selbstgewählte Dosis, Vpn als eigene Kontrolle, eigene Einschätzung des „High“-Zustandes	A) Tonschwellwerte von 250-8000 kHz (Knochenleitung und Luft); B) Spracherkennungsschwellwerte bestimmen, (Worte live gesprochen und vom Tape im Follow-up); W-22 Wortlisten I-IV, Form A+B C) Rosenberg Tone Decay Test; D) Bekesy Thresholds;	B) W-22 Wortliste Wörter erkennen bei: 1) 40db SL 2) 10db SL 3) 40 dB Noise und -20dB SL S/N und -12 dB SL S/N im Follow-up	Konsum fand im privaten Raum statt, Untersuchung im Klinikbereich (k.A. zur Ausstattung des Raumes)	* Spracherkennung in Vorstudie und Follow-up signifikant verbessert ($p < 0.005$) in Kondition B2 + B3 per/post Differenzscore: B2) 28.5% Verbesserung der Worterkennung bei 10 dB SL im Follow-up B3) Spracherkennung bei 40 dB Noise SL mit -12db S/N verbesserte sich um 41.6 % D) Bekesy Schwellwerte uneinheitlich verändert A) +C) Keine Veränderungen	Noise Level war um 6 db lauter als in der Alkoholkondition (Untersuchung von 1980) Worte ‚life‘ und vom Audioband

Legende: Sek. = Sekunden; S. = Seite; Hz = Hertz; dB = Dezibel; SL= Soundlevel; S/N Signal-Rauschabstand; mg = Milligramm (Bezugnahme siehe Text)

12.1.2 Visuelle EEG Auswertung

Tabelle 27: Visuelle Studien akuter cannabisinduzierter EEG-Veränderungen, (vgl. Struve & Straumanis, 1990: 374/5)

Studie	Größe	Vorerfahrung	Dosis	Studiendesign	Topographie	Ergebnisse
Wikler et al. 1945	18 Patienten	unklar	2-3 Marihuana-zigaretten	Pre-/Post THC-EEG; nonblind	Okzipital	α -Frequenz: unverändert (72 %), abgeschwächt (17 %), angestiegen (11 %); α -Prozentanteil: unverändert (56 %) abgeschwächt (44,4 %)
Williams et al. 1946	18 Patienten	längerer, starker Konsum	1-4 Marihuana-zigaretten	Pre-/Post THC-EEG; nonblind	Okzipital	α -Frequenz: angestiegen (44 %) abgeschwächt (56 %); α -Prozentanteil abgeschwächt (83 %) und angestiegen (17 %)
Ames et al. 1958	10 Mitarbeiter eines medizinischen Institutes	keine	4-7 Cannabispräparatkapseln oral (1 Kapsel ca. 4 mg THC) eine hohe Dosis ca. 200 mg THC	Pre-/Post THC-EEG; nonblind Modellpsychosenforschung	parasagittal und temporal bipolar applizierte EEG-Elektroden	Weniger beständige α -Rhythmen (3 Fälle) leichte temporale EEG-Verlangsamung (2 Fälle) Anstieg der α -Frequenz (1 Fall) (10→11 Hz) Keine Änderung (4 Fälle) Hochdosierte Vpn: verlangsamte α -Hauptfrequenz auf 8 Hz
Deliyannakis et al. 1970	27 Soldaten	„Haschisch-abhängig“	Dosis unklar, Haschisch	Post-THC EEG vs.: Non Drug-EEG und Tabak-EEG nonblind	bipolare Ableitung, 6 Elektrodenpaare	Keine EEG-Veränderungen (28 %) Anhaltende α -Blockade (36 %), Abgeschwächte langsame Wellen (16%), Angestiegene α -Amplituden und α -%-Anteil
Rodin et al. 1970	10 Medizinstudenten	Leicht bis Moderat; Erfahrungen mit Psychedelika	2-3 Marihuana zigaretten (300mg); THC-Anteil ca. 0.2-0.5 %	Pre-/Post THC-EEG; nonblind,	Elec.-Pos.: Post parietal-okzipital	In visueller Analyse kaum Unterschiede von Pre-/Post-EEG ‘Eindruck’ einer angestiegenen α -Menge und abgesenkter α -Frequenz

Visuelle Studien I - Legende: Vpn = Versuchspersonen; PhD = Dokortitel; c/s= cycles per second; gr = Gramm; mg/kg = Milligramm pro Kilo Körpergewicht; Elec.-Pos.= Elektrodenposition, CZ = centro-central, (ALLE UNTERSUCHUNGEN MIT GESCHLOSSENEN AUGEN)

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

Studie	Größe	Vorerfahrung	Dosis	Studiendesign	Topographie	Ergebnisse
Jones und Stone 1970	5 Studenten; 4 Studienabsolventen, 1 PhD	Täglicher Konsum	Oraler Cannabis-extrakt (0.9 % THC) 1-2 Marihuanazigaretten a 0.5 g (0.9 % THC \approx 4,5 mg THC)	Single-Blind (VPN) plazebokontrolliertes EEG bei: - orales THC /Placebo - Gerauchtes THC /Placebo und Vergleich gegen Alkohol in "counterbalanced order" Scientific-like Setting: sterile Laboratmosphäre (S.116)	EEG: CZ und rechtslaterale O2 Ableitung	Beide Dosisformen produzierten: angestiegene nieder-amplitudige β -Wellenmengen, abgeschwächte α -Aktivitäts Menge, Absinken der α -Hauptfrequenzen Versuchspersonen konnten die Dosis nicht richtig einschätzen, keine „reverse Tolerance“? "Speeding up of an internal Clock" (S. 114)
Hollister et al. 1970	16 Studenten	Unklar, einige waren unerfahren	400-500 μ g/kg Δ^9 -THC oral	pre-/Post THC-EEG nonblind; 9 Versuchspersonen später Placebo-Test 2 Kanal EEG (Grass, Model IIID) nach 10/20, Keine lokalen Angaben	„Minimal flattening of anterior Lead tracings“ (p. 307) posterior Verlangsamung	Verlangsamung ("paroxysmal") des α -Rhythmus auf 7 Hz während maximaler THC-Wirkung
Heath 1972	1 Psychiatriepatient	längerer, starker Konsum	1 x 1.25 gr Marihuana-Zigarette	Pre-/post EEG nach THC; Tabak, Alkohol, Amphetamine, nonblind;	implantierte Tiefen-Elektroden	Hochamplitudiges δ in septalen Ableitungen; Effekt maximal in subjektiven "Schüben", keine Veränderungen im Scalp-EEG, Tabak und Alkohol - keine Änderung, Amphetamine - angestiegene β -Wellen
Tassinari et al. 1973	7 normale Freiwillige	Unklar	30-40 mg THC geraucht oder oral	Pre-/Post THC-EEG; nonblind		Keine EEG-Veränderungen beobachtet
"	3 normale Freiwillige	Unklar	130-140 mg THC oral	Pre-/Post THC-EEG; nonblind		Leicht höhere α -Amplitudenwerte bei 2 Versuchspersonen
Tassinari et al. 1974	7 normale Freiwillige	Unklar	oral THC 0.7-1 mg/kg	Pre-/Post THC-EEG; nonblind		Leichter Anstieg der α -Amplitude Verlangsamte α -Verminderung beim Augenöffnen

Visuelle Studien II - Legende: Vpn = Versuchspersonen; PhD = Dokortitel; c/s= cycles per second; gr = Gramm; mg/kg = Milligramm pro Kilo Körpergewicht; Elec.-Pos.= Elektrodenposition, CZ = centro-central, (ALLE UNTERSUCHUNGEN MIT GESCHLOSSENEN AUGEN)

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

Studie	Größe	Vorerfahrung	Dosis	Studiendesign	Topographie	Ergebnisse
Tassinari et al. 1976	7 Studenten	Cannabis unerfahren	oral THC 0.7-1 mg/kg	Pre-/Post THC-EEG; nonblind	EEG-Elektroden nach 10/20: Vertex, beidseitig Temporal	α -Amplitudeanstieg und Frequenzverlangsamungen (0.5 c/s) bei 4 Versuchspersonen Anhaltende α -wellen nach dem Augen-öffnen bei 2 Versuchspersonen (Schläfrigkeit)
Tassinari et al. 1976	2 Studenten	Cannabis unerfahren	oral THC 0.7 mg/kg und 0.9 mg/kg	Pre-/Post THC-EEG; nonblind		EEG-Veränderungen nicht spezifiziert
Tassinari et al. 1976	2 Studenten	1 Cannabis unerfahren (a) 1 Erfahrener (b)	10 g Haschisch oral THC: (a) 1 mg/kg, (b) 1.4 mg/kg (\approx 70 mg THC bei einer 70 kg Vpn)	Pre-/Post THC-EEG; nonblind		EEG-Veränderungen nicht spezifiziert

Visuelle Studien III - Legende: Vpn = Versuchspersonen; PhD = Dokortitel; c/s= cycles per second; gr = Gramm; mg/kg = Milligramm pro Kilo Körpergewicht; Elec.-Pos.= Elektrodenposition, CZ = centro-central, (ALLE UNTERSUCHUNGEN MIT GESCHLOSSENEN AUGEN)

12.1.3 Quantitative EEG Auswertung

Tabelle 28: Quantitative EEG Studien und Befindlichkeitskorrelate unter Berücksichtigung des Untersuchungssettings (vgl. Struve & Straumanis, 1990: 377ff)

Studie	Sample	Erfahrung	Dosis	Setting	Studiendesign	Quantitative EEG-Resultate	Bemerkung
Rodin et al. 1970	10 Medizinstudenten	Ja	2-3 300mg Marihuana Zigaretten, THC-Anteil 1.3 % Urteil der VPN: "durchschnittliche Qualität"	Laborversuch, keine Angaben zur Einrichtung; Testbatterie; Interviews;	Pre/Post-THC EEG; Einzeldosis, nonblind; *Spektralanalyse	Anstieg der α -Power (Amplituden) * verlangsamte α -Frequenz von 12 und 11 auf 9-10 Hz (Elektrodenpositionen: " <u>right occipital-right parietal</u> ")	In Interviews und Assoziationstests veränderte sich die Prosodie der Sprache zu einem "Sing-Song-Type Pattern" (p. 1302)
Hollister et al. 1970	8	Unklar	Orales THC 400-500 μ g pro kg Körpergewicht	Laborversuch; Liegend mit EEG-Elektroden	Pre/Post-THC EEG, *Spektralanalyse 'peak activity samples'; Einzeldosis, plazebokontrolliert, Einzelblind	Angestiegene α -Synchronisation * Minimale α -Verlangsamung auf 8.73 Hz (Elektrodenposition: " <u>nach 10/20 Konvention</u> ", posterior, nicht spezifiziert)	"On the whole the tracings were consistent with the drowsy sleepy state of the subjects, both without and with drug, ..." (S.307)
Volavka et al. (1971)	10	Ja	1 Marihuana Zigarette ,High: 22.5 mg THC Low: 7.5 mg THC Kontrollierte Rauchprozedur	Laboratmosphäre nicht spezifiziert EEG liegend abgeleitet mit Nadelelektroden eingeschränkte verbale Kommunikation	Pre/Post-THC EEG; multiple Dosis, plazebokontrolliert, Doppelblind	# Dosisabhängiger, schneller Wirkeinsatz und kurze Wirkdauer mit: 1. Anstieg des prozentualen α -Anteiles 2. Abschwächung des prozentualen β -Anteiles (EEG: rechts okzipital O2; Cz)	# Hat den "Rapid Onset" im EEG gesehen, doch das Bandgerät wurde erst nach 20 Minuten eingeschaltet... "In our Study, we obtained records starting 20-38 min after smoking commenced, and we believe we have missed the immediate direct effects of cannabis inhalation" (S.213) Im Abstrakt heißt das: "An EEG effect of rapid onset and short duration was detected by computer analysis" (S.214)

QEEG I - Legende: Vpn = Versuchspersonen; gr = Gramm; mg/kg = Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht; Elec.-Pos. = Elektrodenposition, CZ = centro-central ;SDEQ = Subjective Drug Effects Questionair; K.A = keine Angaben (ALLE UNTERSUCHUNGEN MIT GESCHLOSSENEN AUGEN)

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

Studie	Sam- ple	Erfah- rung	Dosis	Setting	Studiendesign	Quantitative EEG-Resultate	Bemerkung
Volavka et al. (1973)	14	Ja	3 Präparationen: 1. Marihuana 2. Haschisch 3. THC-Dosis 20 mg kontrolliert geraucht	Laboratmosphäre nicht spezifiziert EEG liegend abgeleitet Wachheitskontrolle: Knopf gedrückt halten, beim Loslassen ertönt ein Wecksignal Alle 5 Min quantifizierende Befragung der ‚High‘- + ‚Pleasantness‘-empfindungen	Pre/Post-THC EEG, Einzeldosis, Plazebokontrolliert, Doppelblind; EEG-Parameter: (i) %-Anteil, (ii) Centroide, (iii) Regressionsanalyse von α und ‚High‘	1. Anstieg des prozentualen α -Anteiles 2. Absinken der α -Frequenz 3.) Angestiegener α -%-Anteil korreliert positiv mit dem subjektiven ‚High‘ 4.) Abschwächung des prozentualen β -Anteiles 5.) EEG Effekt innerhalb von 10 Minuten sichtbar und Abschwächung innerhalb von 20-40 Minuten (EEG: rechts okzipital O2-vertex Cz)	” The EEG profile of a acute cannabis effects is defined as an increase in the amount of α and a decrease in β in the first 10 min after smoking - a finding which replicates our previous experiments” (S. 21)
Low et al. (1970)	75	ja	1 Marihuana-Zigarette Hohe Dosis: 9.1 mg THC Niedrige Dosis: 4.8 mg THC, kontrolliert geraucht	K.A.	Pre/Post-THC EEG, multiple Dosis, Plazebokontrolliert, Einzelblind Placebo N=28 Hohe Dosis N=29 Niedrige Dosis N=18	1: Niedrige Dosis: Nicht-signifikanter ”Trend zu einem Ansteigen der α -Signalstärke und Absinken der α -Frequenz 2. Abschwächung von α (EEG: mittlere okzipitale Elektrode gegen linkes Ohr)	
Roth et al. (1973)	12	ja	Marihuana-Zigarette mit 10 mg THC; 10 mg synthetisches THC zu unwirksamen Blättern	Laborversuch, SDEQ-Fragebogen, Bequemer Stuhl, Raum leicht abgedunkelt; Monotone Hintergrundgeräusche (S. 230)	Pre/Post-THC EEG, Einzeldosis, plazebokontrolliert, Doppelblind;	Ansteigen der α -Amplitudenwerte während 2.5 Min. EEG nach einem psychologischen Test (EEG: mittlere okzipitale Elektrode gegen linkes Ohr)	AEP Untersuchung (1000 Hz Ton + Noise) parallel zum EEG AEP’s ”seem to document objectively an increased ability to ‚tune-out‘ the outside world during intoxication” (S.232)

QEEG II - Legende: Vpn = Versuchspersonen; gr = Gramm; mg/kg = Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht; Elec.-Pos.= Elektrodenposition, CZ = centro-central ;SDEQ = Subjective Drug Effects Questionair; K.A = keine Angaben (ALLE UNTERSUCHUNGEN MIT GESCHLOSSENEN AUGEN)

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

Studie	Sam- ple	Erfah- rung	Dosis	Setting	Studiendesign	Quantitative EEG-Resultate	Bemerkung
Hanley et al. (1976)	18	ja	Marihuana-Zigaretten mit 2.2 mg THC (unklare Anzahl) auch hohe Dosierungen	21 Tage dauernde Studie, jeden Tag rauchen + Tests in Labors	Pre/Post-THC EEG, Einzeldosis, nonblind	Abschwächung der α -Frequenz * Signalstärke des EEGs insgesamt abgeschwächt (EEG: 8 Elektroden F7+8, T3+4, P3+4, O1+2)	* sehr aufwendig durchgeführte, aber vorsichtig interpretierte Computeranalyse Struve interpretierte Ergebnisse als Zeichen für eine Absenkung der Hauptfrequenzen zu θ (Struve, 1990)
Fernandez-Guardiola et al. (1976)	10	ja	oral 250 mg/kg THC	K.A.	Pre/Post-THC EEG, Einzeldosis, nonblind	Abschwächung des prozentualen α -Anteiles Anstieg der θ -Wellen	
Volavka et al. 1977	20	ja	1. Marihuana mit 78 mg THC 2. 100 mg THC solo 3. Hasch mit 90 mg THC 4. Hasch mit 180 mg THC kontrolliertes Rauchen	Umfangreiche Laboruntersuchung, 5 Tage mit jeweils einer Dosis; liegend, Augen geschlossen, Wachheitskontrolle: Knopf gedrückt halten, beim Loslassen ertönt ein Wecksignal	Pre/Post-THC EEG, multiple Dosis, plazebokontrolliert, Doppelblind; EEG-Spektralanalyse und relativer %-Anteil ermittelt	1. Anstieg des prozentualen α -Anteiles bei hohen Dosierungen 2. Abstieg der α -Frequenz 3. Abschwächung des prozentualen α -Anteiles 4. Abschwächung des prozentualen θ -Anteiles 5. Alle EEG-Veränderungen vorübergehend (EEG: rechter okzipitaler , Vertex)	Langzeitkonsum wurde untersucht Einfluß von Cannabidiol auf THC-Effekte wurde als inhibierend diskutiert
Lukas 1995	18	ja	niedrige Dosis: 1.26 % THC-Anteil pro Zigarette Hohe Dosis: 2.53% THC-Anteil pro 850 mg Zigarette	EEG sitzend abgeleitet, Joystick in linker Hand, Braunüle im rechten Arm, Kommunikation über Gegensprechanlage, Standardisierte Rauchprozedur	pre- vs. Post-THC EEG plazebokontrolliert, Stimmungskontrolle nicht verbal Stimmungskorrelation von EEG und Signalmeldungen (Euphorie) EEG Spektralanalyse, Timecode, Blutabnahme	Angestiegene α -Signalstärke, insbesondere um P3 Anstieg des α -Index α -Aktivität korrelierte mit Euphoriephasen (EEG C3+4, P3+4)	Diskutiert eine Cannabinoidrezeptor unabhängige, endogene Euphorieentstehung, da der α -Rhythmus im Hypothalamus generiert würde und den kortikalen Input herunterregelt

QEEG III - Legende: Vpn = Versuchspersonen; gr = Gramm; mg/kg = Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht; Elec.-Pos.= Elektrodenposition, CZ = centro-central ;SDEQ = Subjective Drug Effects Questionair; K.A = keine Angaben (ALLE UNTERSUCHUNGEN MIT GESCHLOSSENEN AUGEN)

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

Tabelle 29: Überblick EEG-Untersuchungen mit Cannabis und Musik

Autor	VPN	Vorerfahrung	Dosis	Setting	Studiendesign	EEG-Resultate	Bemerkung
Hess 1973	25 (14 m; 11 fem)	10 keine 5 (<5) 3 (<10) 3 (<20) 4 (>20) 3 täglich verschiedene andere Drogenerfahrungen	Ca. 20 mg THC	Laborversuch mit psychedelischem Setting "praxisnahe Bedingungen" (p. 2) * Musikhören der Lieblingsmusik, auch von Musikvorgabe Flimmerlicht Einige VPN beklagten "Klinik atmosphäre" und Druck der Elektrodenhaftung	Pre- vs. Post-THC-EEG nonblind Visuelle Auswertung - 19 Elektroden (10/20- Ableitung) - 8 EEG-Spuren uni- polar/bipolare EEG- Programme - Musikleitung sowohl uni- als auch bipolar)	Vigilanzbezogener Verlauf der EEG- Veränderungen: 1. Latenzphase (von ca. 10-20min) 2. Erregungsstadium (Muskelartefakte, Schluckbewegungen, Gelächter) 3.) Entspannung (Anstieg des prozentualen α - Anteiles) 4.) Versenkung (α -Verlangsamung, gelegentliche θ -Wellen) 5.) Ermüdung (Abflachung der Kurven, Spindeln) THC-, 'Rush'-sequenzen mit Zunahme der Amplitudenwerte 6.) Schlaf (verschwinden der α -Wellen) * Post-THC-EEG: Anstieg des frontalen und temporalen relativen α -%-Anteils * Leichter Anstieg der EEG-Dysrhythmien * Absinken der α -Frequenzen während des kontemplativen Zuhörens * Deutlichste α -Zunahme während der Hyperventilation	* während des Musikhörens waren die Haschischeffekte am stärksten (p.32) * Musikempfinden intensiviert, detailliertere Wahrnehmung, Zeitempfinden verändert, VWB durch Musik steuerbar * Hypersensibilisierung der Sinne durch Bewußtseinseingung
Koukkou 1976/8	12	6 mehr 6 weniger	200 μ g/kg	Sensitives Setting (Vorbereitung auf die Sitzung; 3 Std. liegend, angenehme Einrichtung, Messungen mit leichter Popmusik) Signalgeber drücken bei besonderen Erfahrungen	Pre- vs. Post-EEG auf Persönlichkeitsfaktoren untersuchen, Korrelation der Centroidwerte und APZ- Fragebogenkategorien Befindlichkeits-korrelierte EEG-Samples, Spektralanalyse "Centroide" aus verschieden definierten Frequenzbändern	Verlangsamung der α -Frequenzen und größerer θ - Anteil im post THC-EEG Visuelle Halluzinationen erzeugten mehr θ -Anteile, weniger α -Anteile und etwas mehr β -Anteile, als Körperbildstörungen Centroide differieren signifikant zwischen Ruhe, visuellen Halluzinationen und Körperbildstörungen - Visuelle Post-THC Erfahrungen = 8.85 Hz + 16.85 Hz - Body Image Disturbances Post-THC = 9.32 Hz + 16.32 Hz	,Eignungstest' für Modellpsychosenfor- schung Pre -THC EEG hat Voraussagewert für Post-THC-EEG-Verlauf "Subjects with a high tendency to cannabinol induced experiences exhibited resting spectra before and after Cannabis with

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

					<p>1.) 2-13Hz 2.) 13-26Hz Alle Signale mit Timecode Ruhe EEG mit offenen/geschlossenen Augen</p>	<p>Tiefere α/θ-Centroide und höhere β-Werte bei visuellen Erfahrungen im Vergleich zum Ruhe-EEG Langsamere θ-Centroide und höhere α-Centroide im THC-Ruhe-EEG prädisponieren zu intensiveren cannabisinduzierten visuellen Erfahrungen (EEG rechts temporal-parietal-okzipital gegen links-parietal)</p>	<p><i>higher modal α-frequencies (reminiscent of subjects with high neuroticism scores) than subjects with a low tendency” (p.663)</i></p>
Autor	VPN	Vorerfahrung	Dosis	Setting	Studiendesign	EEG-Resultate	Bemerkung

12.1.4 Musik und EEG-Befunde

Tabelle 30: EEG und Musik

LATERALISATIONSUNTERSUCHUNGEN					
Autor	Design	VPN	Task	Ergebnisse	Interpretation
(Osborne & Gale, 1976) "Bilateral EEG differentiation of stimuli"	Spontan-EEG (Visuelle Auswertung) EEG Vergleich von Stimuli	?	Jeweils 15 Präsentation a 9 Sek. von: A: Worten B: Musik C: Arithmetik D: Abstrakte Bilder	A+C aktivieren die linke Gehirnhälfte Musik aktivierte die rechte Gehirnhälfte stärker D: zeigte keine lateralen Aktivitätsshifts	Musik wird stärker rechtshemisphärisch verarbeitet, ohne interhemisphärische Differenzen zu induzieren
(Konovalov & Otmakhova, 1984) "EEG manifestations of functional asymmetry of the human cerebral cortex during perception of words and music"	8 Kanal Spontan EEG Samples (Ableitung <u>monopolar okzipital / rolandische Region</u>) Geschlossene Augen <ul style="list-style-type: none"> Vergleich Ruhe EEG vs. Sprache/ Musik EEG-Asymmetrie der Amplituden 	A) 20 je 10 Rechtshändige Frauen/Männer B) 16 je 9 male / female	A) 10 Worte hören/memorieren B) 10 Sekunden Gitarrenmusik (Ivanov-Kramskij) hören/memorieren	Musik war schwerer zu memorieren α -Rhythmus insb. okzipital zeigt deutlichere Reaktionsmuster A+B) θ -Rhythmus zeigte keine interhemisphärischen Unterschiede B) Veränderung von θ stärker (Abschwächung) A+B) Unterschiede der α -Asymmetrien α -Asymmetrie okzipital beim Musikhören (links mehr α -Power) leichte α -Asymmetrie rolandischer Regionen	Sprachverarbeitung und Worterinnerung ist ein mehr linkshemisphärischer Prozeß Musikverarbeitung beansprucht beide Hemisphären
VIGILANZBEZOGENE UNTERSUCHUNGEN					
Autor	Design	VPN	Task	Ergebnisse	Interpretation
(Walker, 1977) "Subjective reactions to music and brainwave rhythms"	Spontan-EEG; Vergleich zum Ruhe EEG; <u>2 okzipitale Elektroden: O1+2 (Reference C1+2)</u> A: Korrelation von Subjektivem	24 Musiker und Nicht-Musiker	Hören von (1) Klassikmusik (2) Rockmusik	Korrelationen: <ul style="list-style-type: none"> A: Geringeres Gefallen von (1) führte zu stärkeren Aktivierungen des O1 δ-Bandes; A: Subjektiv erlebte Entspannung (1) korrelierte mit Anstieg linkslateraler θ-Aktivität, rechts abgeschwächter α- + und stärkere β-Aktivität; A: (2) keine signifikanten Korrelationen 	

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

	Erleben, und EEG Vergleich unterschiedlicher Musik B: Vergleich Nicht-Musiker und Musiker			von Erleben und EEG; Korrelation von hoher Aufmerksamkeit und starker O2 δ -Anteil • B: Signifikante Korrelationen von Erleben + EEG bei Nicht-Musikern, (Fokus: δ - + θ -Band)	
(Mitkov et al., 1981) “The effect of music on brain electrical activity...”	Spontan EEG	A) 30 Ø 24,7 Jahre B) 30 Ø 42,8 Jahre	Hören von 1.) Disco-Musik 2.) Mozart („Kleine Nachtmusik“)	A) Klassik: 46,7% keine Veränderung; 26,7% unregelmäßiges EEG; 23% Synchronisierung; 3,3% Desynchronisierung Disco: 63 % keine Änderung; 26, 7 % unregelmäßiges EEG; 10% Synchronisiertes EEG (Verlangsamung) B) Klassik: 50% keine Änderung; 30% unregelmäßig; 16,7% Synchronisierung; 3,3% Desynchronisierung Disco: 23,4% keine Änderungen; 33,3 % Unregelmäßig; 33,3% Synchronisierung; 10%Desynchronisierung	Die meisten EEG-Veränderungen entstanden beim Hören von Disco-Musik
(Bruya & Severtsen, 1984) “Evaluating the effects of music on electroencephalogram patterns of normal subject”	Spontan EEG mit offenen (EO) und geschlossenen (EC) Augen jeweils 5 Minuten Musik hören Vergleich der Musikfolge A+B K.A. zu Elektrodenpositionen Visuelle Auswertung	A) 24 B) 23	Hörfolge: A) 1. New Age Musik (St. Halpern) 2. Klassik (Chopin) B) 1. Chopin 2. Halpern jeweils 5 Minuten EO; 5 Minuten EC	Vermehrte β -Wellen bei offenen Augen, vermehrte α -Wellen bei geschlossenen Augen	“no one particular type of music can be identified as therapeutic for all patients” (p. 99)
(Fried, 1990a; Fried, 1990b) “Integrating music in breathing training and relaxation”	Spontan EEG		Atmungstechniken zur Entspannung, Phantasieren, verschiedene Arten Musik zu hören	• Abgeschwächter relativer θ -Anteil und angestiegener α -Anteil; Bestimmte Musik vertieft die Atmung und beschleunigt Entspannung	Musik verstärkt “hypometabolic counterarousal state”; Musik als Unterstützung bei Counterarousal-Techniken

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

MUSIK UND EMOTION					
Autor	Design	VPN	Task	Ergebnisse	Interpretation
(Bruggenwerth et al., 1994) <i>“Music induced emotional EEG reactions”</i>	Spontan EEG, Spektralanalyse A: Musikstücke a 4 Minuten B: MANOVA zwischen 2 Musikstücken und den EEG-Veränderungen Korrelation von subjektivem Erleben, Fragebogen und EEG (10 Elektroden: <u>F3+4, C3+4, T3-6, O1+2</u>)	A: 13 B: 8	A: Emotionale Reaktionen auf ausgewählte Musik beschreiben B: Musikerleben	A: Bartok: Angst Ungvary: Aggression Mozart: Freude B: 1.) <u>Bartok</u> vs. Mozart: Bei “Angst” schnellere (11-12.5 Hz) frontale α -Aktivität und insg. angestiegener %-Anteil; Abschwächung des temporalen und okzipitalen θ - und β - %-Anteiles 2.) <u>Ungvary</u> vs. Mozart: bei “Aggression” frontal höherer %-Anteil bei schnellen (11-12.5 Hz) und mittleren (9-11 Hz) α -Frequenzen; Temporal abgeschwächter α - %-Anteil langsamer (7.5-9 Hz) α -Frequenzen; insg. größere α -Bandweite; stärkerer $\beta + \theta$ - %-Anteil 3.) Bartok vs. Ungvary: abgeschwächte frontale α -Power, stärkere β -Aktivität und α -Bandweite • EEG-Unterschiede in Temporalregionen am stärksten	Unterschiedliche Wirkungen von affektiv getönter Musik auf das EEG; Integration der Ergebnisse in Machleidts Emotionstheorie; Konkrete Lokalisierung des Hörens von Musik schwer möglich, Musikhören ist nicht Summe der physikalisch-akustischen Wahrnehmungen, sondern ein holistischer Vorgang; Langsame α -Aktivität korreliert mit kreativen Leistungen und “Aha-Erlebnis”; schnellere α -Aktivität bei Beobachtungsvorgängen
(Gutjahr et al., 1994) <i>“Effect of Old-Oriental music in the EEG”</i>	Spontan EEG mit Wiederholungsmessung, Spektralanalyse (8 Elektroden <u>F3+4, C3+4, O1+2, F5+6, T7+8</u>)	13	Zwei Musikstücke hören: A.) Flöte B.) Gesang + Ud	Subjektive Reaktionen: A: neugierige Aufmerksamkeit; Erfahrungsbereitschaft B: heitere Gelassenheit EEG: A: deutlich höhere langsamere und mittlere α - %-Anteile, niedrigere α -Bandbreite außer frontal links	Differenzierung eines intentionalen und eines freudigen Grundgefühls nach Machleidt
(Iwaki et al., 1997) <i>„Changes in α band EEG activity in the frontal area after stimulation with music of different affective content“</i>	Spontan EEG; (12 Kanäle: <u>Fp1+2, F7+8, Fz, C3+4, Pz, T5+6, O1+2</u>) Kohärenzwerte; Baseline, premusic rest, Musikhören,	10 Studenten	Stimulierende (Holst, “Mars”) und beruhigende (Holst, “Venus”) Musik hören	Kaum Veränderungen auf anderen Frequenzbereichen, nur in α -2 (9.6-11.4 Hz); α -2-Amplituden während Ruhe schwächer als in Baseline; • α -2-Amplituden werden beim Hören beider Stücke stärker; • Interhemisphärische Kohärenzwerte von	Enge Beziehung zwischen der interhemisphärischen Informationsübertragung in frontalen Arealen und positiver Aufmerksamkeit auf stimulierende Musik

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

	postmusic rest; EEG-Fokus auf α - 2-Band (9.6- 11.4Hz)			F7+8 auf α -2 stiegen nur bei der stimulierenden Musik an	
(Field et al., 1998) "Music shifts frontal EEG in depressed adolescents"	Jeweils 3 Minuten Spontan EEG: Baseline, Musik, Post-Musik; (Elektroden: F3, F4, P3, P4, Cz als Ref.)	14 chronisch depressive männliche Patienten; Kontrollgrup pe 14 weibliche depressive Patienten	23 Minuten Rockmusik hören;	Aktivierung des rechten Frontallappens während und nach dem Musikhören abgeschwächt; Keine beobachtbaren oder berichteten Gruppenunterschiede bezüglich der Stimmung	positive Affekte aktivieren stärker den linken Frontallappen; Depression oder negative Affekte erzeugen stärkere Aktivierung des rechten Frontallappens; Musik hat einen positiven Einfluß auf die Stimmung von depressiven Personen
MUSIKWISSENSCHAFTLICH GEPRÄGTE FRAGESTELLUNGEN					
Autor	Design	VPN	Task	Ergebnisse	Interpretation
(Petsche, 1993) „Zerebrale Verarbeitung“	Spontan EEG, Kohärenzanalyse von Amplitude und Elektrodenpaar	75	1988: Hören eines Mozart-Quartetts (KV 458) 1991 Rhythmusmuster differenzieren	1988: Signifikante Kohärenzveränderungen im Bereich von 18-24 Hz zwischen den beidseitigen hinteren Schläfenregionen; (fronto-temporal) Stärkere Kohärenz bei vorgebildeten Musikhörern 1991: Stärkere EEG-Reaktionen im Stirnhirnbereich im δ -+ θ -Band	Hinweis auf Aktivierung musikalischer Gedächtnisinhalte
(Auzou et al., 1995) "Topographic EEG activations during timbre and pitch discrimination tasks using musical sounds"	16 Spontan-EEG- Elektroden Mapping: <u>Fp1+2</u> , <u>F3+4</u> , <u>T3-6</u> , <u>P3+4</u> , <u>O1+2</u>	18	<ul style="list-style-type: none"> 5 Tasks: A: 2 passive Höraufgaben B: 3 Diskriminationsaufgaben: 1. Pitch 2+3. Timbre Ruhe EEG gegen Aktivierung vergleichen 	A: Pre/Post Vergleich zeigte Veränderungen in den primären auditorischen Zentren (Temporallappen) B: rechtslaterale anteriore und posteriore EEG-Veränderungen	Vernetzung rechts- temporaler und rechts- frontaler Regionen bei der Verarbeitung akustischer Informationen bei auditorischen Gedächtnistests
(Altenmüller & Beisteiner, 1996) „Musiker hören Musik: Großhirnaktivierungsmus“	DC-EEG (<u>10</u> , <u>F3+4</u> , <u>F7+8</u> , <u>T3+4</u> , <u>T5+6</u> , <u>P3+4</u>) - Mittelwert pro	19 (10m/9w) rechtshändig	Mentale Musikverarbeitung a) Tonbandanweisung b) 4 Sek. Musikreize	- Melodie- + Rhythmhören erzeugen maximale Aktivierung frontal (F3+4), geringer fronto-temporal (F7+8) und parietal (P3+4)	DC-EEG bei Musikern: - Hören v. Mel. u. Rhyth. aktiviert frontale, fronto- temporale und parietale

Appendix I: Tabellarische Zusammenfassungen

<p>ter bei der Verarbeitung rhythmischer und melodischer Strukturen“</p>	<p>Person u. Bedingung - Grand-Average - Aktivierungsmuster 1) der Rhythmus- und 2) Melodieverarbeitung erfassen Kontrollbedingung</p>		<p>hören und insg. (40x) c) Aufgaben* mental durchführen (22 Sek.) d) Befragung subj. Einschätz.; kognit. Strategien 1) Rhythmus i) hören u. Metrum bilden ii) mental vorstellen u. fortsetzen 2) Melodie i) analytisch hören u. “Krebs bilden” ii) hören u. kreativ fortsetzen iii) hören u. mnestisch korrekt fortführen</p>	<p>- topographische Veränderungen bei mentaler Verarbeitung 1) i) Anstieg frontal (F3+4) fronto-temporal (F7+8), parietal (P3+4) ii) Abschwächung Frontal, gleichbleibend parietal, ansteigend temporal hinten (T5+6) besonders links (T5); - signif. Veränderungen zur Kontrollbedingung hinten temporal rechts (T6, p< 0.01) und links (T5, p< 0.05); schwache Tendenz zur linkslateralen Verarb. v. Rhythmus in Grand-Average; 2) i) größte globale Aktivierung; - Trend zu stärkerer Aktivierung linksfrontaler Regionen im Vergleich zum Rhyth. - Analytische und kreative Aufg. tendieren zur Linkslateralisation, signif. Veränderungen (p<0.01) über frontalen (F3+4), fronto-temporalen (F7+8) und vorderen temporalen (T3+4) Regionen; signif. Unterschiede zwischen analytisch u. mnestisch parietal (P3+4) und links temporal hinten (T5) insb. bei analyt. Aufg.,</p>	<p>Regionen - Rhythmusvorstellung aktiviert hintere Temporalregionen (T5+6) - Rhythmusverarbeitung tendenziell linkshemisphärisch, - melodische Verarbeitung erzeugte höhere bilaterale parieto-temporale Aktivierungen, mit Tendenz linkslateral - Gedächtnisaufgaben erscheinen rechtslateral verarbeitet zu werden</p>
<p>Autor</p>	<p>Design</p>	<p>VPN</p>	<p>Task</p>	<p>Ergebnisse</p>	<p>Interpretation</p>
<p>(Altenmüller et al., 1997) “Music Learning Produces Changes in Brain Activation Patterns: A Longitudinal DC-EEG Study”</p>	<p>DC-EEG -16 Elektroden</p>	<p>Drei Gruppen (N=3) A: Verbale Instruktionen B: Musik spielen C: Control</p>	<p>Bewertung einer Musikphase in einem 5-Wochen Training erlernen</p>	<p>A: Anstieg der Aktivitäten in der linken fronto-temporalen Region B: Anstieg der Aktivitäten in der rechten frontalen und bilateralen parietal region</p>	<p>Musikalische Expertise beeinflusst die Gehirnaktivität in Abhängigkeit zu den Lernstrategien</p>

12.2 Appendix II - Personendaten und Ergebnisse

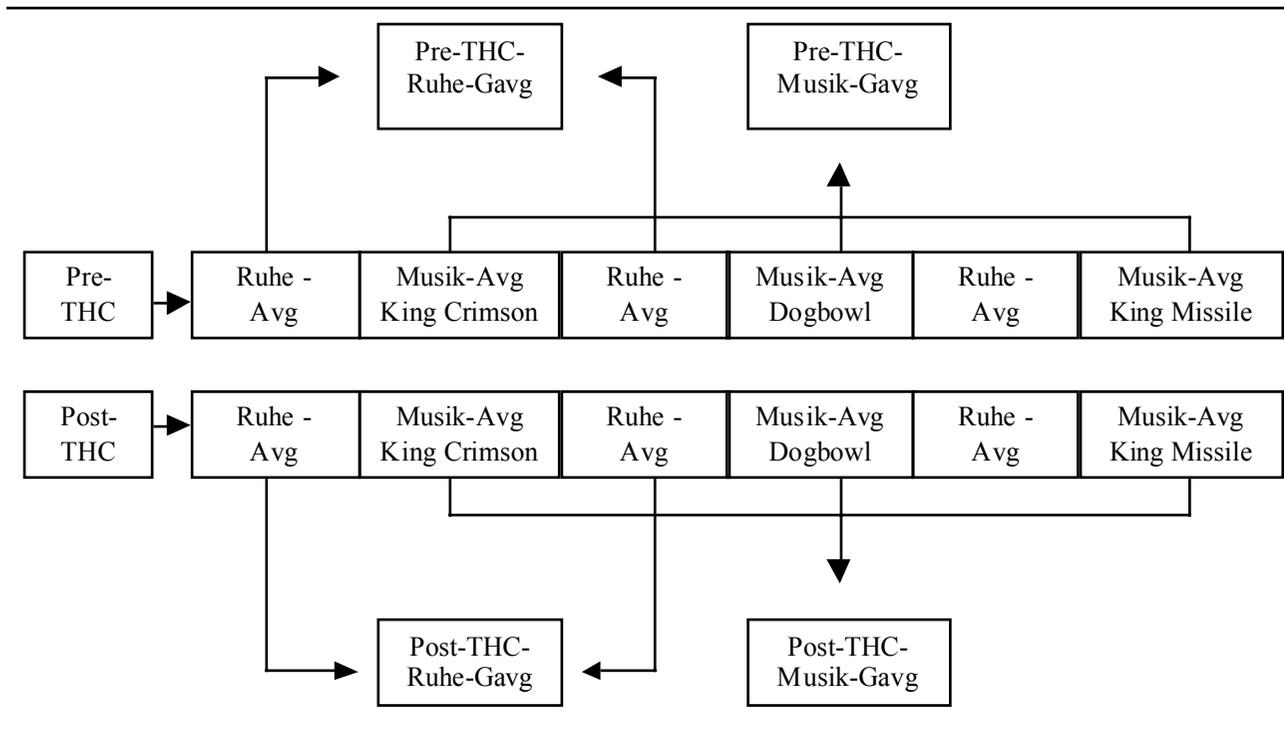
In Appendix II lassen sich die Personendaten und Ergebnisse tabellarisch übersehen. Die Darstellung in den Tabellen erfolgt nach der Nummernfolge in 12.2.2. Nicht alle der zu Beginn in 12.2.2 bezifferten Vergleichspaare werden bei den Versuchspersonen dargestellt.

12.2.1 Subjects

Name	Kürzel	ID	Alter	Sex	Länge	Händigkeit	Dosis
Rosa	Ro	13	31	Female	170	R	0.3
Carlo1	Ca1	No	26	Male	179	R	0.3
Carlo2	Ca2	1	28	Male	179	R	0.3
Orion	Or	12	27	Male	182	R	0.3
Hadrian	Had	14	22	Male	182	R	0.3

12.2.2 Nummern und Schema der Vergleichspaare des T-Testes

Nr.	Reference	Comparison
1.)	Pre-THC-Ruhe	Post-THC-Ruhe
2.)	Pre-THC-Musik-Gavg	Post-THC-Musik-Gavg
3.)	Pre-THC-KingCrimson-Avg	Post-THC-KingCrimson-Avg
4.)	Pre-THC-Ruhe-Avg (Ruhe vor KC)	Post-THC-KingCrimson Avg (nur bei Carlo 1)
5.)	Pre-THC-Ruhe-Gavg	Pre-THC-KingCrimson-Avg
6.)	Pre-THC-Ruhe-Gavg	Post-THC-KingCrimson-Avg
6a)	Post-THC-Ruhe-Gavg	Post-THC-KingCrimson-Avg
7.)	Pre-THC-Ruhe-Gavg	Post-THC-Musik-Gavg
8.)	Pre-THC-Ruhe-Gavg	Post-THC-Musik-Gavg
9.)	Post-THC-Ruhe-Gavg	Post-THC-Musik-Gavg
10.)	Pre-THC-Dogbowl-Avg	Post-THC-Dogbowl-Avg
11.)	Pre-THC-KingMissile-Avg	Post-THC-KingMissile-Avg



Schema 12: Vergleichspaare T-Test Versuchsperson 1

12.2.3 Versuchsperson 1 – ‚Carlo‘

12.2.3.1 Kürzel (Beispiel):

Ca / car1 o. 2 = Versuchsperson Carlo, erster / zweiter Untersuchungsstrang

ru / ruh = Ruhephase

o / ohn / oh = ohne Cannabis

m / mi / mit = mit Cannabis

kc = King Crimson

do = Dogbowl

km = King Missile

12.2.3.2 Untersuchungsstrang 1: Carlo 1

12.2.3.2.1 Maps und File Namen Carlo 1

Time	Frames used	Anzahl	Sample Länge	Funktion	Musik	Stoned ?	AVG	Gavg
20.07	0, 11, 13-8, 21-40	28	1:10	Ruhe	Pre K.C.	NO	Calrukc	Calohnruh
20.14	3, 6-8, 11-8, 21-33, 35-55, 57-62, 64-9, 72-83, 85-96 (93)	92	3:50	Musik	K.C.	„	Calokc	Calohn
20.20	1, 3-13, 17-21,	17	0:42,5	Ruhe	Pre Dogbowl	„	Calrudo	Calohnruh
20.21	8-14, 16-8, 20-1, 31-41, 43, 49	25	1:02,5	Musik	Dogbowl	„	Calodo	Calohn
20.28	1-3, 5-61,	60	2:30	Musik	King Missile	„	Calokm	Calohn
Rauchen								
20.58	0-8, 13-5, 25, 28-31	17	0:42,5	Ruhe		Yes	Calrumkc	Calmitruh
21.06	1-11, 13-19, 22-6, 29-67, 69-97	91	3:47,5	Musik	K.C.	„	Calmkc	Calmit
21.13	13, 15-6, 18, 20-28	13	0:32,5	Ruhe	Pre Dogb	„	Calrumdo	Calmitruh
21.14	11-25,27-32, 34-51	39	1:37,5	Musik	Dogbowl		Calmdo	Calmit
21.18	7, 9-10, 19-24, 26-32, 34-35, 38-43, 45-47, 53-54, 56, 58-62	35	1:27,5	Musik	K.M.		Calmkm	Calmit

12.2.3.2.2 Topographische Darstellung Carlo 1

Kondition	File Name	Ergebnis
Ruhe ohne Cannabis	Ca1ohnruh-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • θ-Amplitudenmaxima über Vertex • α-Gravitätszentrum parietal links • Desynchronisierung nach okzipital
Ruhe mit Cannabis	Ca1mitruh-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Absinken der gesamten Amplitudenmaxima, insbesondere θ • höhere α-Frequenzen und Absinken (ca. 10 μV) der α-Amplituden • Absinken der β-Frequenzen und Shift von okzipital links nach parietal links
King Crimson ohne Cannabis	Ca1okc	<ul style="list-style-type: none"> • Deutlicher Anstieg von Amplitude und %-Anteil des θ-Bandes • nach anterior links parietal verlagerter α-Fokus • Anstieg der α-Amplitude um 2 μV und der β1-Amplituden bei Musik
King Crimson mit Cannabis	Ca1mkc-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivitätsmuster ist gleich geblieben, EEG-Korrelation der Hörstrategie der Person • Empirisch bekannte Amplitudenabschwächung besteht über δ-, θ- und β-Frequenzbereiche • Desynchronisierung der Hauptfrequenzaktivität zugunsten von α über dem gesamten Cortex, aufsteigende α-Frequenzen im Spektrum • Im Vergleich zum Hören ohne Cannabis Anstieg der α-Aktivität in der P3 Region, im Vergleich zur Ruhe mit Cannabis starker Anstieg der α-Amplituden; es bestehen stärkere Interaktionen zwischen optischen und akustischen Zentren
Dogbowl ohne Cannabis	Ca1odo-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme von θ über dem Vertex • Zunahme von okzipitaler β2-Aktivität
Dogbowl mit Cannabis	Ca1mdo-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • Abschwächung der Amplitudenaktivität • frontaler Rechtsshift tieferer δ- + θ-Frequenzen und Linksshift parietal-okzipital • Abnahme von θ-Frequenzen über den Temporalregionen • α-Amplitudenzunahme von durchgängig 2 bis lokal 4 μV • Im Spektrum Beschleunigung der Frequenzgeschwindigkeit von bis zu 6 Hz in temporalen und lateralen Teilen motorisch-intentionaler Regionen; entlang der Temporal- und Okzipitalregion insgesamt eine Dominanz der β-2 Frequenzen um 18 Hz und bei O1 bis 22 Hz
King Missile ohne Cannabis	Ca1okm-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • θ-Band verstärkte frontale und centrale Aktivierungen • β2-Band ähnliches, okzipitales Muster wie beim vorherigen Musikstück
King Missile mit Cannabis	Ca1mkm-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • Abschwächung der Amplitudenaktivität über δ-, θ- und β1-Frequenzbänder • θ-Abschwächungen in Temporalregionen • Ausweitung linkslateraler β-Aktivität • Anhebung der α-Amplituden um 2 μV • Linkslaterale Dominanz von β-Frequenzen im Spektrum • Unterschiedliche EEG-Reaktion auf Instrumentalmusik und Musik mit Gesang
Hören von Musik ohne Cannabis	Ca1ohn-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Entspannung dominiert in motorisch-intentionalen Regionen auf dem θ-Band, • starker δ-Anteil als Zeichen von Synchronisierungsvorgängen bei der Verlagerung der Aufmerksamkeit auf innere Prozesse • linksparietal-okzipitaler Shift der dominanten Verarbeitung auf α- und β-bändern, β1 zeigt Aktivierung in Regionen sensorischer Sprachverarbeitung (Texte?)

Appendix II: Personendaten und Ergebnisse

		<ul style="list-style-type: none"> Auf den β-Bändern zeigen sich analytisch-kognitive Rezeptionsvorgänge Spektrum: Ansteigen der Hauptfrequenzgeschwindigkeit von frontal 6 Hz über central 8 Hz bis parietal 12 Hz und okzipital 16 Hz
Hören von Musik mit Cannabis	Calmit-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> Abschwächung der Amplitudenwerte Parietaler α-Amplitudenanstieg und Ausweitung des α-Fokus θ-Abschwächungen in den Temporalregionen Desynchronisierung im posterioren Spektrum
Kondition	File Name	Ergebnis

12.2.3.2.3 T-Test Vergleich Carlo 1

Nr.	Kondition	Reference	Comparison	T-prob	Signifikanz
1	Pre- /Post-THC-Ruhe-Gavg	Calohnruh (Gavg)	Calmitruh (Gavg)	Caloru/mru (Gavg)	$P < .1$ θ links/rechts global, nicht präfrontal α präfrontal β_2 frontal rechts
2	Pre- /Post-THC-Musik-Gavg	Calohn (Gavg)	Calmit (Gavg)	Calmus (Gavg)	$P < .025$ δ global θ global von frontal bis parietal α frontal rechts (FP2, F4+8, FTC2)
3	Pre-/Post-THC-King Crimson	Calokc (IndAvg)	Calmkc (IndAvg)	Calkc (IndAvg)	$P < .001$ δ centro-parieto-okzipital θ global α partiell L+R temporal (L: T5, R: T4 + TCP2) β_1 fronto-temporal β_2 global
4a	Pre-THC-Ruhe / Pre-THC-King Crimson	Calrukc (IndAvg)	Calokc (IndAvg)	Caloru/okc (IndAvg)	$P < .001$ β_2 okzipital (O1+2, OZ)
4b	Pre-THC-Ruhe / Post-THC-King Crimson	Calrukc (IndAvg)	Calmkc (IndAvg)	Caloru/mkc (IndAvg)	$P < .001$ δ links fronto-temporal-central θ global nicht links parieto-temporal β_1 fronto-central links β_2 global $P < .01$ α R+L temporal Spektrum okzipital links und frontal
4c	Post-THC-Ruhe / Post-THC-King Crimson	Calrumkc (IndAvg)	Calmkc (IndAvg)	Calmrukc/mkc	$P < .005$ θ parietal (P3+4, PZ) β_1 global, nicht parietal β_2 präfrontal entlang Vertex
5	Pre-THC-Ruhe-Gavg /	Calohnruh	Calokc	Calohru/okc	$P < .01$

Appendix II: Personendaten und Ergebnisse

	Pre-THC-King Crimson	(Gavg)	(IndAvg)		α präfrontal β1 frontal rechts superior (F4+8) β2 frontal rechts inferior (F8 + FP2) Spektral superior central-parietal
6	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-King Crimson	Ca1ohnruh (Gavg)	Ca1mke (IndAvg)	Ca1ohru/mkc (IndAvg)	$P < .01$ θ- bilateral superior central-parietal-okzipital β2 rechts inferior frontal bis okzipital links temporal (T3+5) bis inferior okzipital (O1, Oz) spektral rechts superior temporal nach central
7	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Pre-THC-Musik-Gavg	Ca1ohnruh (Gavg)	Ca1ohn (Gavg)	Ca1oru/omu (Gavg)	$P < .05$ α frontal rechts β1 fronto-temporal rechts
8	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-Musik-Gavg	Ca1ohnruh (Gavg)	Ca1mit (Gavg)	Ca1oru/mmu (Gavg)	$P \leq .5$ δ central-okzipital, θ frontal-parietal, α frontal links, β 1+2 frontal rechts
9	Post-THC-Ruhe-Gavg / Post- THC-Musik-Gavg	Ca1mitruh (Gavg)	Ca1mit (Gavg)	Ca1mru/mmu (Gavg)	$P < .05$ θ frontal α okzipital fronto-temporal links
10	Pre- / Post-THC- <i>Dogbowl</i>	Ca1odo (IndAvg)	Ca1mdo (IndAvg)	Ca1dogb (IndAvg)	$P < .025$ δ global θ frontal bis parietal rechts β1 parietal und okzipital Spektrum frontal und beidseitig temporal
11	Pre- / Post-THC- <i>King Missile</i>	Ca1okm (IndAvg)	Ca1mkm (IndAvg)	Ca1km (IndAvg)	$P < .01$ δ rechts temporal θ frontal, fronto-temporal β1 rechts temporal, entlang des somato-sensorischen Cortex Spektrum fronto-temporal links, temporal rechts
Nr.	Kondition	Reference	Comparison	T-prob	Signifikanz

12.2.3.3 Untersuchungsstrang 2 Carlo 2

12.2.3.3.1 Rohdaten und File Namen Carlo 2

Time	Frames used	Anzahl	Sample Länge	Funktion	Musik	Stoned ?	AVG	Gavg
20.56	5-18, 20-101	96	4:00	Musik	King Crimson	NO	Ca2okc	Ca2ohn
21.06	3-12, 15-47, 50-4	48	2:00	Musik	Dogbowl	NO	Ca2odo	Ca2ohn
21.14	0, 2-45, 48-53	51	2:07,5	Musik	King Missile	NO	Ca2okm	Ca2ohn
Rauchen								
21.38	1, 5-15, 18-94, 99-102	93	3:52,5	Musik	King Crimson	YES	Ca2mkc	Ca2mit
21.50	1-52	52	2:10	Musik	Dogbowl	YES	Ca2mdo	Ca2mit
21.58	3-18, 20,-45, 48-50	35	1:37;5	Musik	King Missile	YES	Ca2mkm	Ca2mit
Ruhephasen								
Time	Frames used	Anzahl	Sample Länge	Funktion	Musik	Stoned ?	AVG	Gavg
20.50	2-10	9	0:22,5	Ruhe	Pre K.C.	NO	Ca2ohru IndAvg	Ca2ohru
21.10	1, 3-6, 9-10	7	0:17,5	Ruhe	Pre K.M.	NO	Ca2ohru IndAvg	Ca2ohru
21.32	3-10	8	0:20	Ruhe	Pre KC	YES	Ca2miru IndAvg	Ca2miru
21.45	0-1, 4-9	8	0:20	Ruhe	Pre Dog	Yes	Ca2miru IndAvg	Ca2miru
21.41	3-11	9	0:22,5	Ruhe	Pre KM	Yes	Ca2miru IndAvg	Ca2miru

12.2.3.3.2 Topographische Darstellung Carlo 2

Kondition	File Name	Ergebnis
Ruhe mit Cannabis	Ca2miru-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Abschwächung der Amplitudenaktivität über alle Frequenzbänder • Spektralband aufsteigende Desynchronisierung
King Crimson mit Cannabis	Ca2mkc-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • α-Amplitudenzunahme • δ Frontalregion verstärkt. • Abschwächung der Amplituden im θ- und β-Band • Spektralband frontal Synchronisierung
Dogbowl mit Cannabis	Ca2mdo-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • Anstieg parietaler α-Amplituden und -Anteile • Ähnliche topographische EEG-Gestalt wie in der ersten Untersuchung von VPN 1 • Verstärkte Desynchronisierung im Spektrum von frontal nach okzipital
King Missile mit Cannabis	Ca2mkm-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • Post-THC-Anstieg des α-%- und α-Amplitudenanteils • Post-THC-Desynchronisierung im Spektrum
Hören mit Cannabis	Ca2mit-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Anhebung und Ausweitung der α-Amplituden um 2 μV • Amplitudenanhebung auf dem β2-Band • Desynchronisierung im parietal-okzipitalen Spektrum

12.2.3.3.3 T-Test Carlo 2

Nr.	Kondition	Reference	Comparison	T-prob	Signifikanz
1	Pre- /Post-THC-Ruhe-Gavg	Ca2ohru	Ca2miru	Ca2omru	<u>P<.025</u>
2	Pre- /Post-THC-Musik-Gavg	Ca2ohn	Ca2mit	Ca2r	<u>P<.025</u> θ über centalem Vertex $\beta 1$ links temporal, rechts fronto-temporal $\beta 2$ links temporal und okzipital
3	Pre-/Post-THC- <i>King Crimson</i>	Ca2okc	Ca2mkc	Ca2kc	P<.001 θ central Rechtsshift, α okzipital Rechtsshift, $\beta 1$ frontal bis rechtslateral parieto-temporal $\beta 2$ okzipital nach linkstemporal-parietal
7	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Pre-THC-Musik-Gavg	Ca2ohru	Ca2ohn	Ca2oh/ru	<u>P<.025</u> α central, links fronto-temporal $\beta 1$ frontal
8	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-Musik-Gavg	Ca2ohru	Ca2mit	Ca2oru/mi	<u>P<.025</u> (großflächig) $\beta 1$ frontal bis parietal $\beta 2$ frontal links, okzipital-parietal links
9	Post-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-Musik-Gavg	Ca2miru	Ca2mit	Ca2mru/mi	<u>P<.025</u> α temporal-okzipital links (T5) $\beta 1$ frontal links $\beta 2$ temporal links
10	Pre-THC-Dogbowl / Post-THC- <i>Dogbowl</i>	Ca2odo	Ca2mdo	Ca2dog	<i>P<.01</i> α -Veränderungen rechts-frontal und okzipital δ und Spektralband links fronto-temporale Änderungen δ -, α -, $\beta 2$ - und Spektralband okzipitale Änderungen
11	Pre-THC-KingMissile / Post-THC- <i>King Missile</i>	Ca2okm	Ca2mkm	Ca2km	<i>P<.01</i> θ frontal rechts $\beta 1$ rechts frontal bis parietal-temporal $\beta 2$ okzipital

12.2.3.4 T-Test Vergleich Carlo 1 + 2

Kondition	Reference	Comparison	T-prob	Signifikanz
Pre-THC-Musikhören-Gavg	Ca1ohn	Ca2ohn	Ca1+2ohn	<u>P<.025</u> δ global θ global α links temporal (t5, tcp1) Streifen frontal-central (fp1, fz,f8) β 1 rechtslateral okzipital-parietal β 2 rechtslateral Spektral linkslateral
Post-THC-Musikhören-Gavg	Ca1mit	Ca2mit	Ca1+2mit	<u>P<.025</u> α links temporal-parietal-okzipital (t5, tcp1, p3, po1, o1) θ Keil frontal (ftc1, f7, fp1, fz, f4, f8) β linker, hinterer Quadrant (nicht p3 + cp1), halber rechter vorderer Quadrant
Pre-THC-Ruhe-Gavg	Ca1ohnruh	Ca2ohru	Ca1+2oruh	<u>P<.05</u> θ rechter hinterer Quadrant, α rechts central, β 1 frontal, spektral central nach links okzipital
Post-THC-Ruhe-Gavg	Ca1mitruh	Ca2miru	Ca1+2mru	<u>P<.05</u> δ frontal, θ frontal und rechtslateral, α links-temporal, spektral links fronto-temporal (f7, ftc1, T3 + P3)
Pre-THC-King Crimson	Ca1okc	Ca2okc	Ca1+2okc	P<.001 δ global, θ global nicht frontal-central (Fz, fp1+2), β 1 okzipital β 2 rechtslateral, frontal links, links parieto-okzipital spektral frontal-central
Post-THC-King Crimson	Ca1mkc	Ca2mkc	Ca1+2mkc	P<.001 α links temporal (t3, c3, tcp1 + p4), β linkstemporal-parietal-okzipital (t3,c3, cz, cp2, p4, po2, o2) spektral okzipital (o1+2, Oz)

12.2.4 Versuchsperson 2 – ‚ORION‘

12.2.4.1 Rohdaten und File Namen Vpn 2

Time	Frames used	Anzahl	Sample Länge	Funktion	Musik	Stoned ?	AVG	Gavg
18.18	4-10	7	0:17,5	Ruhe	Pre kc	no		Ororuh
18.18	20-116	96	4:00		KC	no	OrokC	Orohn
18.29	3-10	8	0:20	Ruhe	Pre dog	no		Ororuh
18.29	21-70	70	2:55		Dogbowl	no	Orodo	Orohn
18.36	3-10	8	0:20	Ruhe	Pre km	no		Ororuh
18.36	23-58, 63-69	36	1:30		KM	no	Orokm	Orohn
Rauchen								
18.56	2-10	9	0:22,5	Ruhe	Prekc	Yes		Ormruh
	21-38, 40-118	97	4:02,5		KC	Yes	Ormkc	Ormit
19.08	2-3, 6-10	7	0:17,5	Ruhe	Pre Dogb	Yes		Ormruh
	21-31, 33-43, 45-71	49	2:02,5		Dogbowl	Yes	Ormdo	Ormit
19.16	3-10	8	0:20	Ruhe	Pre KM	Yes	Ormkm	Ormit
	26-30, 33, 37, 48-70	20	0:50		KM	Yes		

12.2.4.2 Topographische Darstellung Vpn 2

Kondition	Filename	Ergebnisse
Ruhe ohne Cannabis	Ororuh-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Rechtsshift der EEG-Gestalt • Einheitliches 12 Hz-Spektrum
Ruhe mit Cannabis	ormruh-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Post-THC-α-Abschwächung • Synchronisierung auf 10 HZ
King Crimson mit Cannabis	Ormkc-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • Abschwächung von δ-, + θ-Band; Post-THC-θ-Abschwächung rechts temporal stärker • Post-THC-α-Anstieg
Musikhören ohne Cannabis	Orohn-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • θ-Zentrum über Central beim Musikhören
Musikhören mit Cannabis	Ormit-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Post-THC-Amplitudenabschwächung von δ und θ • Post-THC-θ-Abschwächung temporal • Post-THC-Amplitudenanstieg parietal rechts auf dem α-Band

12.2.4.3 T-Test Vpn 2

Nr.	Kondition	Reference	Comparison	T-prob	Signifikanz
1	Pre- /Post-THC-Ruhe-Gavg	Ororuh	Ormrüh	Oruhe	$P < .025$ θ okzipital O1, OZ, O2 α frontal links, okzipital $\beta 2$ frontaler Quadrant rechts, fronto-temporal-central (F7-CP1)
2	Pre- /Post-THC-Musik-Gavg	Orohn	Ormit	Ormusi	$P < .025$ θ global, nicht frontal rechts α links temporal $\beta 1$ frontal parietal-temporal
3	Pre-/Post-THC-King Crimson	Orokc	Ormkc	Orkc	$P < .001$ δ Vertex Linie nach frontal θ global α links, nicht rechts fronto-temporal $\beta 1$ okzipital rechts $\beta 2$ parieto-okzipital rechts
5	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Pre-THC-King Crimson	Ororuh (Gavg)	Orokc	Ororu/okc	$P < .005$ θ rechts temporal-parietal-okzipital α global, nicht F8 + links temporal $\beta 2$ frontal
6	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-King Crimson	Ororuh (Gavg)	Ormkc	Ororu/mkc	$P < .01$ θ okzipital $\beta 1$ präfrontal rechts, okzipital $\beta 2$ frontal bis central, links superior temporal Spektrum Vertex
6a	Post-THC-Ruhe / Post-THC-King Crimson	Ormrüh (Gavg)	Ormkc	Ormru/mkc	$P < .025$ θ fronto-temporal links $\beta 1$ F8 $\beta 2$ rechts central-parietal, temporal-central-parietal
7	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Pre-THC-Musik-Gavg	Ororuh (Gavg)	Orohn (Gavg)	Ororu/ohn	$P < .025$ θ central-parietal-okzipital α global, nicht frontal rechts und okzipital-temporal links $\beta 1$ präfrontal, okzipital rechts, temporal links (t5) $\beta 2$ okzipital rechts
8	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-Musik-Gavg	Ororuh (Gavg)	Ormit (Gavg)	Ororu/mit	$P < .025$ θ frontal links (F7) $\beta 2$ frontal links
10	Pre- / Post-THC-Dogbowl	orodo	ormdo	ordog	$P < .01$ α global, nicht links parietal und okzipital
11	Pre- / Post-THC-King Missile	orokm	ormkm	orkm	$P < .01$

Appendix II: Personendaten und Ergebnisse

					β1 frontal (F3+FZ+FP1), central rechts um C4
Nr.	Kondition	Reference	Comparison	T-prob	Signifikanz

T-Test Vpn 2

12.2.5 Versuchsperson 3 – ‚Rosa‘

12.2.5.1 Rohdaten und File Namen Vpn 3

Time	Frames used	Anzahl	Sample Länge	Funktion	Musik	Stoned ?	AVG	Gavg
19.04	3-9	7	0:17,5	Ruhe	Pre KC	No	rosruhkep	rosaruh
19.06	22-118	97	4:02,5	Musik	King Crimson	No	rosokep	rosokcdo
19.12	3-5 + 7-9	6	0:15	Ruhe	Pre Dog	No	rosruodop	rosaruh
19.12	29-78	50	2:05	Musik	Dogbowl	No	rosodop	rosokcdo
19.19	2-10	9	0:22,5	Ruhe	Pre KM		rosruhokm	rosaruh
19.19	24-73	50	2:05	Musik	King Missile	No		
Rauchen				Rauchen				
19.36	4-10	7	0:17,5	Ruhe	Pre K.C.	YES	rosrumkep	rosaruhm
19.36	24-120	97	4:02,5	Musik	King Crimson	YES	rosmkep	rosmkcdo
19.47	2-10	9	0:22,5	Ruhe	Pre DogBowl	YES		rosaruhm
19.47	23-74	52	2:10	Musik	DogBowl	YES	rosmdop	rosmkcdo

12.2.5.2 Topographische Darstellung Vpn 3

Kondition	File Name	Ergebnis
Ruhe ohne Cannabis	Rosaruh-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Stärkere α-Amplituden in Ruhe als VPN 1+2 • EEG-Gestalt mit Gravitationszentrum central-parietal • Schwache Amplituden okzipital
Ruhe mit Cannabis	Roruhm-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme frontaler δ-Amplituden • θ insgesamt, insbesondere temporal abgeschwächt • α-Amplituden in Post-THC-Ruhe stärker • Zunahme frontaler Synchronisierung und rechts-temporaler Desynchronisierung
Hören von King Crimson mit Cannabis	Rosmkcp-Avg	<ul style="list-style-type: none"> • Post-THC-Absinken von θ- und β-Amplituden • Post-THC-Anstieg frontaler δ-Amplituden • Post-THC Anstieg parietaler α-Amplituden
Musikhören ohne Cannabis	Rosokcdo-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Pre-THC-Musik central-parietales Amplitudenmaximum aller Frequenzen • auf α- und β-Frequenzen topographische Ausweitung nach parietal-temporal entlang des parieto-okzipitalen Sulcus • Zunahme links-okzipitaler Aktivität
Musikhören mit Cannabis	Rosmkcdo-Gavg	<ul style="list-style-type: none"> • Starker δ-Amplitudenanstieg frontal und central • θ-Abschwächung insbesondere temporal • frontale β2-Abschwächung • stärkere Aktivität über alle Bänder in Okzipitalregionen

12.2.5.3 T-Test Vpn 3

Nr.	Kondition	Reference	Comparison	T-prob	Signifikanz
1.)	Pre/Post-THC-Ruhe-Gavg	rosaruh	rosaruhm	rosruhe	P<.05
2.)	Pre/Post-THC-Musik-Gavg	rosokcdo	rosmkcdo	rrosamu	P<.1 δ global nicht superior parietal-okzipital θ rechts okzipital parietal α frontal β 1 linkshemisphärisch okzipital + central β 2 frontal
3.)	Pre-/Post-THC-KingCrimson-Gavg	rosokcp	rosmkcp	roskcp-Tprob	P<.001 α -Änderungen okzipital; central β 1+2 schwächere okzipitale Änderungen Spektrum frontale Veränderungen
4.)	Pre-THC-RuheKC-Avg Pre-THC-KingCrimson-Avg	/ rosruhkep	rosokcp	rumuokc	P<.01 α - + θ linke Frontalregion β 1 frontal rechts und parietal-central β 2 frontal rechts entlang der rechten inferioren Cortexregionen bis parietal, links temporal posterior
5.)	Pre-THC-Ruhe-Gavg Pre-THC-KingCrimson-Avg	/ rosaruh	rosokcp	rumuokcp	P<.01 θ linke Frontalregion α frontal-central β 1 temporal-parietal β 2 L+R parieto-okzipital-temporal Spektralband Global, nicht rechts anterior und links posterior
6)	Pre-THC-Ruhe-Gavg Post-THC-King Crimson	/ rosaruh	rosmkcp	rumumkcp-Tprob	P<.01 α rechts frontal β 1 Frontal rechts β 2 Frontal rechts und central Spektralband Frontalregion
10.)	Pre/Post-THC Dogbowl	rosodop-Avg	rosmdop-Avg	rosdog	P<.01 δ - und β 2 frontal α parietale β 2 temporal Spektrum globale Frequenzgeschwindigkeitsänderungen

12.2.6 Versuchsperson 4 – ‚Hadrian‘

12.2.6.1 Rohdaten und File Namen Vpn 4

Time	Frames used	Anzahl	Sample Länge (min)	Funktion	Musik	Stoned ?	AVG	Gavg
23.22	2-11	10	0:25	Ruhe		No		Hadoruh
23.22	22-41, 48, 50-1, 67,69,72, 76-7, 81-2, 104, 113,118	33	1:22,5		King Crimson	No	hadokc	Hadohn
23.37	4-11	8	0:20	Ruhe		No		Hadoruh
23.37	22-4, 26-9, 31-6, 38-40, 43, 48-52, 55-60, 65-6, 68-9, 73	33	1:22,5		Dogbowl	No		Hadohn
23.46	3-11	9	0:22,5	Ruhe		No		Hadoruh
23.46	22-4,26-8,31-43,45-8,55,57, 62-70	34	1:25		King Missile	No		Hadohn
Rauchen								
00.07	-----			Ruhe		Yes		
00.07	21-2, 25, 31-42, 47-56, 58-75, 78-84, 87-8, 93-5, 97-9, 101-117	75	3:07,5		King Crimson	Yes	hadmkc	Hadmit
00.18	3-10	8	0:20	Ruhe		Yes		Hadmruh
	25-30, 32, 34-5, 37-60, 62-65, 67-72	43	1:47,5		Dogbowl	Yes		Hadmit
00.25	4-10	7	0:17,5	Ruhe		Yes		Hadmruh
	22-6, 29-48, 50-5, 60-70	42	1:45		King Missile	Yes		Hadmit

12.2.6.2 Topographische Änderungen Vpn 4

Nr.	Reference	Comparison	File Name	T-prob
1.)	hadoruh-Gavg	hadmruh-Gavg	hadruh	$P < .5$
2.)	hadohn-Gavg	hadmit-Gavg	hadmusik	$P < .025$ θ links inferior okzipital temporo frontal β links frontal superior central α links inferior temporal-okzipital (T3, O1, OZ)
3.)	hadokc-Avg	hadmkc-Avg	hadkc	$P < .01$ α rechts superior (O2, TCP2, F4) lateral $\beta 1$ links posterior temporal (T5, TCP1) inferior okzipital (O2) rechts schmaler Streifen von okzipital (O2 nach central-parietal $\beta 2$ temporal (T4 +6)
7.)	Ruhe ohne hadoruh-Gavg	hadohn-Gavg	Hadoru/ohn	$P < .025$ θ links temporal (T3 + 5, TCP1), rechts okzipital parietal (P4, T6) α central, central-parietal
8.)	Ruhe ohne hadoruh-Gavg	Musik mit hadmit-Gavg	Hadoru/mit	$P < .025$ $\beta 2$ rechts temporal (T4, T6, TCP2), links keilförmig von frontal nach central (FP1, F7, F3, FTC1) α global von central nach okzipital

12.2.7 Alle T-Test

Nr.	Kondition	Reference	Comparison	Probability File Name	T-prob
1.)	Pre/Post-THC-Ruhe-Gavg	Aloruh (Gavg)	Allmruh (Gavg)	Allruh	$P < .2$ δ frontal links
2.)	Pre/Post-THC-Musik-Gavg	Musik ohne	Musik mit	Alleohn/mit	$P < .025$ Temporal Rechts (T4) Okzipital (O1)
3.)	Pre/Post-THC-KingCrimson-Gavg	Allokc (Gavg)	Allmkc (Gavg)	Allokc/mkc	$P < .01$ Spektral PO2 $P < .025$ α okzipital links (O1)
7.)	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Pre-THC-Musik-Gavg	Aloruh-Gavg	Allemit-Gavg	Aloruh/alohn-Tprob	$P < .2$ δ frontal rechts (F8) θ temporal rechts (T4) und okzipital (O1) $\beta 2$ FZ Spektral T6
8.)	Pre-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-Musik-Gavg	Aloruh-Gavg	Allemit-Gavg	Aloruh/almit-Tprob	$P < .025$ an Elektrode O1 $P < .1$ in linker Okzipitalregion.
9.)	Post-THC-Ruhe-Gavg / Post-THC-Musik-Gavg	Allmruh-Gavg	Allemit-Gavg	Almruh/almit-T-prob	($p < .1$) α links Okzipital (O1) $\beta 1$ ($p < .1$) rechts Temporal (T4)
10.)	Pre/Post-THC-Dogbowl	Dogbowl ohne	mit	Alldogb	$P < .45$
11.)	Pre/Post-THC-KingMissile	King Missile ohne	mit	Allkm	$P < .025$ α frontal rechts (Fp1+2, F8)

12.3 Appendix III Labortest

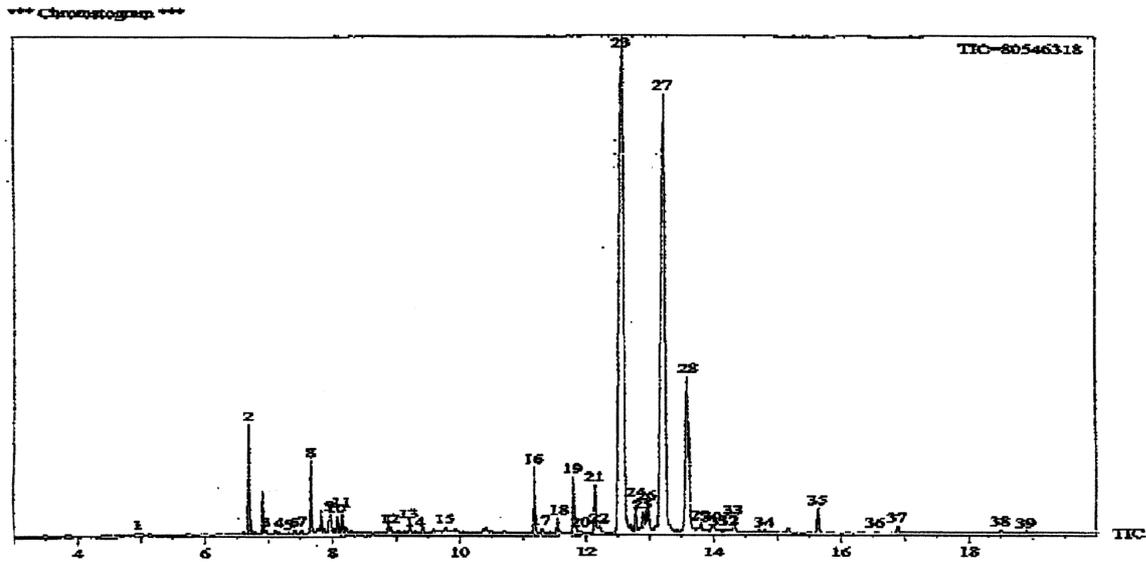


Abbildung 85 Legende Chromatogramm: 23 = CBD-Anteil; 27 = Anteil Δ^9 -THC; 28 = CBG-Anteil

12.4 Appendix IV: Listen und Verzeichnisse

12.4.1 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: "HERR MOREAU IM TÜRKISCHEN KOSTÜM, EIN KLAVIER TRAKTIEREND. FEDERZEICHNUNG VON THEOPHILE GAUTIER, LAUT HANDSCHRIFTLICHEM ZUSATZ UNTER HASCHISCH ENTSTANDEN" (BEHR, 1982: 133).....	20
ABBILDUNG 2: „ASSASSIN OF YOUTH – MARIHUANA“ IN (HERER, 1993: 67).....	52
ABBILDUNG 3: AUS CALDWELL 1969.....	95
ABBILDUNG 4: TONALE PRÄFERENZEN NACH CANNABISKONSUM (DE SOUZA ET AL., 1974).....	98
ABBILDUNG 5: "TYPES OF RESULTS" - VERÄNDERTE FREQUENZPRÄFERENZMUSTER, DOMINANTES POST-THC-MUSTER B (DE SOUZA 1974).....	98
ABBILDUNG 6: VERGLEICH SCHWACHER/STARKER CANNABISKONSUM (MOSKOWITZ, 1974).....	101
ABBILDUNG 7: VERÄNDERTE INTENSITÄTSMETRIK (GLOBUS & AL, 1978).....	107
ABBILDUNG 8: AUDITORISCHE PHÄNOMENE (TART, 1971: 75).....	110
ABBILDUNG 9: EEG WELLENBEREICHE MIT ANGABE DER DURCHSCHNITTSFREQUENZ (BILDQUELLE: SCHMIDT / THEWS, "PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN" 26. AUFLAG. 1995 S. 134 ABB. 6-6).....	125
ABBILDUNG 10: „ANALOG-DIGITALWANDLUNG. DAS SIGNAL(F/T) WIRD IN REGELMÄßIGEN ABSTÄNDEN ZUR ZEIT T1, T2, T3, ...ABGETASTET UND IN DIGITALER FORM (D.H. ALS ZAHL) GESPEICHERT.“ AUS (BIRBAUMER & SCHMIDT, 1999: 495).....	126

Appendix IV: Verzeichnisse

ABBILDUNG 11: EEG-SPEKTRUM AUS (BÖSEL, 1981: 185)	127
ABBILDUNG 12: ELEKTRODENPOSITIONEN NACH DER 10/20 KONVENTION (AUS BECKER-CARUS ET AL., 1979: 109).....	130
ABBILDUNG 13: BIPOLARE UND UNIPOLARE ABLEITUNG (AUS NEUNDÖRFER, 1995: 12)	131
ABBILDUNG 14: "SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER ENTSTEHUNG RHYTHMISCHER EEG-WELLEN. LINKS: DARSTELLUNG DER NEURONALEN SCHALTKREISE IN THALAMUS UND KORTEX. RECHTS: DIE RESULTIERENDEN AKTIVITÄTEN" (AUS BIRBAUMER & SCHMIDT, 1999: 494)	133
ABBILDUNG 15: AROUSAL UND PERFORMANCE.....	136
ABBILDUNG 16: VERLANGSAMUNG DER α -HAUPTFREQUENZEN NACH CANNABISKONSUM (AUS RODIN ET AL., 1970).....	159
ABBILDUNG 17: VERÄNDERUNG DES RELATIVEN α -%-ANTEILES NACH CANNABISKONSUM [ELEC.POS.: O2-CZ] (AUS DORNBUSH ET AL., 1972: 123)	163
ABBILDUNG 18: AUS LUKAS 1995, 135.....	175
ABBILDUNG 19: AUS LUKAS 1995, 136.....	176
ABBILDUNG 20: EEG-UNTERSCHIEDE VON PERSONEN MIT HOHEN UND NIEDRIGEN VISUELLEN HALLUZINATIONEN.....	181
ABBILDUNG 21: CENTROIDVERTEILUNG BEI VISUELLEN HALLUZINATIONEN UND KÖRPERBILDEMPFINDUNGSSTÖRUNG.....	182
ABBILDUNG 22: EEG-UNTERSCHIEDE BEI VISUELLEN HALLUZINATIONEN ZU RUHE-, EYES CLOSED- UND LEARNING- EPOCHEN.....	183
ABBILDUNG 23: CANNABINOIDREPTOREN (AUS JOY ET AL., 1999).....	192
ABBILDUNG 24: CANNABINOIDE UND ZELLKOMMUNIKATION (AUS JOY ET AL., 1999: FIG 2.3).....	192
ABBILDUNG 25 LOKALISATION VON GEHIRNREGIONEN MIT HOHER REZEPTORDICHTE (AUS JOY ET AL., 1999)	195
ABBILDUNG 26: AEP-ANTWORT AUF MUSIKFRAGMENTE (AUS DAVID, PFOTENHAUER, BIRKEN & DAVID, 1989A).....	203
ABBILDUNG 27: MELODIE UND TONFOLGE IM AEP (DAVID, 1990)	204
ABBILDUNG 28: 28 ECI-ELEKTRODENPOSITIONEN, ZUSATZELEKTRODEN GRAU	232
ABBILDUNG 29: DIE ERSTE FUNKTIONALE EINHEIT DES CORTEX - DIE SENSORISCHE EINHEIT. B. DIE ZWEITE FUNKTIONALE EINHEIT DES CORTEX - DIE MOTORISCHE EINHEIT.	235
ABBILDUNG 30: CA1OHNRU-GAVG; GRUPPENMITTELWERT PRE-THC-RUHE-EEG	246
ABBILDUNG 31: CA1MITRUH-GAVG, GRUPPENMITTELWERT POST-THC-RUHE-EEG	247
ABBILDUNG 32: CA2OHRU-AVG, PRE-THC-RUHE-EEG FOLGEUNTERSUCHUNG	249
ABBILDUNG 33: CA2MIRU-AVG, POST-THC-RUHE-EEG FOLGEUNTERSUCHUNG	250
ABBILDUNG 34: CA1OKC-AVG, PRE-THC-KING CRIMSON-AVG.....	251
ABBILDUNG 35: CA1ORU/OKC-TPROB, VERGLEICH RUHE UND MUSIK.....	253
ABBILDUNG 36: CA1MKC-AVG, POST-THC-KING CRIMSON-AVG.....	254

Appendix IV: Verzeichnisse

ABBILDUNG 37: CA1ORU/MKC-TPROB, VERGLEICH DER MITTELWERTUNTERSCHIEDE RUHE OHNE UND HÖREN MIT CANNABIS.....	259
ABBILDUNG 38: CA1KC-TPROB, VERGLEICH DER MITTELWERTUNTERSCHIEDE BEIM HÖREN ‚OHNE‘/‘MIT‘..	261
ABBILDUNG 39: CA2OKC-AVG, PRE-THC-KINGCRIMSON-AVG DER FOLGEUNTERSUCHUNG.....	265
ABBILDUNG 40: CA2KC-TPROB; T-TEST HÖREN KINGCRIMSON VORHER/NACHHER	266
ABBILDUNG 41: CA1ODO-AVG, PRE-THC-DOGBOWL-AVG.....	267
ABBILDUNG 42: CA1MDO-AVG, DOGBOWL MIT CANNABIS	269
ABBILDUNG 43: CA1DOGP-TPROB, T-TEST DOGBOWL PRE/POST.....	270
ABBILDUNG 44: CA2DOGB-TPROB; T-TEST HÖREN VON DOGBOWL VORHER/NACHHER.....	273
ABBILDUNG 45: CA1OKM-AVG, PRE-THC-KINGMISSILE-AVG.....	274
ABBILDUNG 46: CA1MKM-AVG, HÖREN VON KING MISSILE MIT CANNABIS	275
ABBILDUNG 47: CA1KM-T-PROB, T-TEST HÖREN KINGMISSILE VORHER/NACHHER	276
ABBILDUNG 48: CA1OHN-GAVG, GRUPPENMITTELWERT HÖREN VON MUSIK OHNE CANNABIS	278
ABBILDUNG 49: CA1ORU/OMU-TVAL, VERGLEICH T-WERTE RUHE GEGEN PRE-THC-MUSIK.....	281
ABBILDUNG 50: CA1MIT-GAVG, GRUPPENMITTELWERT HÖREN MIT CANNABIS.....	282
ABBILDUNG 51: CA1MUS-TPROB, VERGLEICH HÖREN OHNE/MIT CANNABIS.....	284
ABBILDUNG 52: CA2OHN-GAVG, PRE-THC-MUSIK GRUPPENMITTELWERT DER FOLGEUNTERSUCHUNG....	287
ABBILDUNG 53: CA2MIT-GAVG, POST-THC-MUSIK GRUPPENMITTELWERT DER FOLGEUNTERSUCHUNG....	288
ABBILDUNG 54: ORORUH-GAVG, RUHE OHNE CANNABIS	295
ABBILDUNG 55: ORMRUH-GAVG, RUHE MIT CANNABIS.....	296
ABBILDUNG 56: ORUHE-TPROB; T-TEST PRE/POST-THC-RUHE.....	297
ABBILDUNG 57: OROKC-AVG, HÖREN VON KING CRIMSON OHNE CANNABIS.....	298
ABBILDUNG 58: ORMKC-AVG, HÖREN VON KING CRIMSON MIT CANNABIS.....	299
ABBILDUNG 59: ORKC-TPROB, T-TEST HÖREN OHNE THC GEGEN HÖREN MIT THC.....	300
ABBILDUNG 60: ORORU/OKC-TPROB, VERGLEICH PRE-THC-RUHE GEGEN PRE-THC-KINGCRIMSON.....	301
ABBILDUNG 61: ORORU/MKC-TPROB, VERGLEICH PRE-THC-RUHE GEGEN POST-THC-KINGCRIMSON.....	302
ABBILDUNG 62: OROHN-GAVG, GRUPPENMITTELWERT HÖREN VON MUSIK OHNE CANNABIS.....	303
ABBILDUNG 63: ORMIT-GAVG, GRUPPENMITTELWERT POST-THC-MUSIK.....	304
ABBILDUNG 64: ORMUSI-TPROB, VERGLEICH PRE/POST HÖREN VON MUSIK.....	306
ABBILDUNG 65: ROSARUH-GAVG, RUHE OHNE CANNABIS.....	309
ABBILDUNG 66: ROSRUHM-GAVG, RUHE MIT CANNABIS	310
ABBILDUNG 67: ROSKCP-TPROB, VERGLEICH PRE/POST-THC-KINGCRIMSON	312
ABBILDUNG 68: RUMUMKCP-TPROB, VERGLEICH PRE-THC-RUHE UND POST-THC-KINGCRIMSON EEG....	313
ABBILDUNG 69: ROSDOG-TPROB, VERGLEICH HÖREN DOGBOWL VORHER/NACHHER.....	314
ABBILDUNG 70: ROSOKCDO-GAVG, GRUPPENMITTELWERT PRE-THC-MUSIK-EEG.....	315
ABBILDUNG 71: ROSMKCDO-GAVG, GRUPPENMITTELWERT POST-THC-MUSIK-EEG.....	316
ABBILDUNG 72: HADORUH-GAVG, GRUPPENMITTELWERT RUHE OHNE CANNABIS	319

Appendix IV: Verzeichnisse

ABBILDUNG 73: HADDOHN-GAVG, GRUPPENMITTELWERT HÖREN OHNE CANNABIS	320
ABBILDUNG 74: HADMIT-GAVG, GRUPPENMITTELWERT HÖREN VON MUSIK MIT CANNABIS	321
ABBILDUNG 75: HADORU/MIT-TPROB VERGLEICH PRE-THC-RUHE GEGEN POST-THC-MUSIK	322
ABBILDUNG 76: ALORUH-GAVG, GRUPPENMITTELWERT RUHE OHNE CANNABIS (N=4)	323
ABBILDUNG 77: ALLMRUH-GAVG, RUHE MIT CANNABIS (N=4).....	324
ABBILDUNG 78: ALLEOHN-GAVG, GRUPPENMITTELWERT MUSIKHÖREN OHNE CANNABIS (N=4).....	326
ABBILDUNG 79: ALLEMIT-GAVG, GRUPPENMITTELWERT HÖREN VON MUSIK MIT CANNABIS (N=4).....	328
ABBILDUNG 80: ALLEMIT-GSD, (GRUPPEN-)STANDARDABWEICHUNG HÖREN VON MUSIK MIT CANNABIS (N=4).....	330
ABBILDUNG 81: ALLEOHN/MIT-TPROB, VERGLEICH PRE/POST-THC-MUSIKHÖREN (N=4)	331
ABBILDUNG 82: ALORUH/ALMIT-TPROB, T-TEST PRE-THC-RUHE UND POST-THC-MUSIK (N=4).....	332
ABBILDUNG 83: ALLEOHN/MIT-TPROB, VERGLEICH PRE/POST-THC-MUSIK - THETA RECHTSLATERAL (N=4); ROTE PUNKTE=ELEKTRODENPOSITIONEN.....	337
ABBILDUNG 84: ALLOKC/MKC-TPROB, PRE/POST T-TEST ERSTES MUSIKSTÜCK (N=4)	340
ABBILDUNG 85 LEGENDE CHROMATOGRAMM: 23 = CBD-ANTEIL; 27 = ANTEIL Δ^9 -THC; 28 = CBG-ANTEIL	413

12.4.2 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: ‚DROGENTEXT‘-ANALYSE VON SCHWARTZ 1973 (IN SHAPIRO, 1988: 195)	41
TABELLE 2: IDENTITÄTSBEZOGENE AUSSAGEN	71
TABELLE 3: MUSIKBEZOGENE AUSSAGEN.....	73
TABELLE 4: DURCHSCHNITTLICHE RESPONSE SEASHORE-TEST (ALDRICH, 1944: 432).....	85
TABELLE 5: SEASHORE-TESTERGEBNISSE EINES PROFESSIONELLEN SAXOPHONSPIELERS.....	85
TABELLE 6: SEASHORE-RHYTHM-TEST; VERGLEICH HEAVY / CASUAL USERS (REED, 1974: 111/2).....	86
TABELLE 7: VERGLEICH SEASHORE RHYTHM SCALE IN ALDRICH/REED	87
TABELLE 8: ZUSAMMENFASSUNG DER FREQUENZBEZOGEN ERGEBNISSE.....	100
TABELLE 9 WORTERKENNUNG BEI 10 DB SL (HÖRGESCHÄDIGTE VERSUCHSPERSON).....	104
TABELLE 10 WORTERKENNUNG BEI 40DB SL NOISE MIT SIGNALRAUSCHABSTAND VON -12 DB (HÖRGESCHÄDIGTE VERSUCHSPERSON).....	104
TABELLE 11: DIE VIER WICHTIGSTEN FREQUENZBÄNDER DES EEGS (SCHANDRY, 1998).....	125
TABELLE 12: ELEKTROPHYSIOLOGISCHE INDIKATOREN DER AKTIVIERTHEIT PSYCHISCHE ZUSTÄNDE UND IHRE KORRELATE IM EEG, ERLEBEN UND VERHALTEN (AUS BECKER-CARUS ET AL., 1979: 116)	137
TABELLE 13: EEG & ASW NACH JOVANOVA	138
TABELLE 14: CENTROID-WERTE BEIDER ERFAHRUNGEN	183
TABELLE 15: VERGLEICH ZWISCHEN RUHE UND ERFAHRUNG	184

Appendix IV: Verzeichnisse

TABELLE 16: PRE/POST THC-EEG-VERÄNDERUNGEN DER HAUPTFREQUENZBEREICHE (N=25 VERSUCHSPERSONEN) NACH (HESS 1973, 18/9).....	186
TABELLE 17: CANNABINOIDREZEPTOREN IM GEHIRN(NACH (JOY ET AL., 1999).....	194
TABELLE 18: SIGNIFIKANTE EFFEKTE (P<.01) ALS NACHWEIS MUSIKSPEZIFISCHER AUSWIRKUNGEN IM EEG (BEHNE ET AL., 1988: 103).....	209
TABELLE 19: MUSIKFRAGMENTE IM EEG.....	216
TABELLE 20: TOPOGRAPHIE, EEG UND MUSIK.....	216
TABELLE 21: VERSUCHSPERSONEN.....	230
TABELLE 22: FREQUENZBEREICHE NEUROSCIENCE BRAINIMAGER.....	233
TABELLE 23: SIGNIFIKANTE VERÄNDERUNGEN IM PRE/POST-THC-VERGLEICH.....	334
TABELLE 24: AUDITORISCHE UNTERSUCHUNGEN I.....	379
TABELLE 25: AUDITORISCHE UNTERSUCHUNGEN II.....	381
TABELLE 26: AUDITORISCHE UNTERSUCHUNGEN III.....	382
TABELLE 27: VISUELLE STUDIEN AKUTER CANNABISINDUZierter EEG-VERÄNDERUNGEN, (VGL. STRUVE & STRAUMANIS, 1990: 374/5).....	383
TABELLE 28: QUANTITATIVE EEG STUDIEN UND BEFINDLICHKEITSKORRELATE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES UNTERSUCHUNGSSETTINGS (VGL. STRUVE & STRAUMANIS, 1990: 377FF).....	386
TABELLE 29: ÜBERBLICK EEG-UNTERSUCHUNGEN MIT CANNABIS UND MUSIK.....	389
TABELLE 30: EEG UND MUSIK.....	391

12.4.3 Schemata

SCHEMA 1: VERSUCHSABLAUF.....	229
SCHEMA 2 QUADRANTENSHEMA.....	235
SCHEMA 3: INDIVIDUAL- UND GRUPPENMITTELWERTE EINER PERSON.....	241
SCHEMA 4: VERSUCHSPHASEN UND MITTELWERTBILDUNG DER EINZELFALLSTUDIE, UNTERE REIHE WIE OBERE.....	245
SCHEMA 5: VERGLEICH RUHE UND MUSIK.....	253
SCHEMA 6: VERGLEICH RUHE OHNE UND MUSIK MIT CANNABIS.....	258
SCHEMA 7: VERGLEICH HÖREN OHNE UND HÖREN MIT CANNABIS.....	261
SCHEMA 8: VERGLEICH RUHE MIT UND MUSIK MIT CANNABIS.....	264
SCHEMA 9: REFERENZ DUNKELGRAU, COMPARISON HELLGRAU.....	280
SCHEMA 10: REFERENZ DUNKELGRAU, COMPARISON HELLGRAU.....	283
SCHEMA 11: REFERENCE DUNKELGRAU, COMPARISON HELLGRAU.....	286
SCHEMA 12: VERGLEICHSPAARE T-TEST VERSUCHSPERSON 1.....	397

Danksagungen

Bedanken muß und möchte ich mich bei folgenden Personen:

- *Zunächst bei meinen freiwilligen Versuchspersonen, ohne welche diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre*
- *Meinem Mentor Prof. Dr. David Aldridge dafür ein solches Thema anzunehmen und mir Zeit zum Fertigstellen der Arbeit zu lassen*
- *Prof. Dr. Eduard David, dafür mir die Möglichkeit zu geben, die Untersuchungen mit dem Gerät durchführen zu können und mein Interesse an physiologischen Methoden zu wecken*
- *Christine Gottschalk-Batschkus dafür, mich zu ermutigen das Thema öffentlich vorzutragen*
- *Beim Korrekturlesen hat mir Dirk Jessewitsch sehr viel geholfen, ebenso Dr. Mark Batschkus, Wolfgang Schmid, Winfried Janssen und Tinka Tewes*
- *Dr. Franjo Grotenhermen und Matthias Bröckers für ihre Hinweise und Bereitschaft mich zu unterstützen*
- *Ebenso Ingo und Frank für ihre wichtigen Hinweise und Hilfestellungen*
- *Simone und Tina haben sehr unter meinem permanenten Ruhebedürfnis gelitten, aber am meisten bestimmt Tinka, Sorry !*
- *Meinen Eltern, die schon kaum mehr wußten, wie ihr Sohn aussieht*