

Aus der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie des  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf  
Direktor: Prof. Dr. med. Dieter Naber

**Ecstasy**

-

**Eine Untersuchung zur Modifikation der neuropsychologischen Effekte des  
Missbrauchs durch den Faktor der Intelligenz, des verbalen Leistungsvermögens  
und der kumulierten Dosis**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

Dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg  
vorgelegt von

Gesa Hansen-Prenz  
aus Hamburg

Hamburg, 2006

Angenommen vom Fachbereich Medizin  
der Universität Hamburg am: 06.11.2006

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs  
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: PD Dr. B. Andresen

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter: Prof. Dr. D. Naber

Prüfungsausschuss, 3. Gutachterin: Prof. Dr. H. Richter-Appelt

# Inhaltsübersicht

<b>INHALTSÜBERSICHT</b> .....	<b>I</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>II</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>V</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1 DEFINITION VON ECSTASY .....	1
1.2 KLINISCHE NEUROPSYCHOLOGIE .....	21
1.3 THEORIEN ZU INTELLIGENZ UND KOGNITIVER LEISTUNGSFÄHIGKEIT .....	22
1.4 ARBEITSHYPOTHESE .....	26
<b>2 MATERIAL UND METHODE</b> .....	<b>28</b>
2.1 DAS HAMBURGER ECSTASY-PROJEKT .....	28
2.2 PROBANDENREKRUTIERUNG .....	29
2.3 NEUROPSYCHOLOGISCHE DIAGNOSTIK .....	45
2.4 ZUR AUSWERTUNG .....	54
<b>3 ERGEBNISSE</b> .....	<b>58</b>
3.1 ERGEBNISSE GRUPPEN 1-4 BEI EINTEILUNG NACH IQ .....	58
3.2 ERGEBNISSE GRUPPE 0-3E BEI EINTEILUNG NACH IQ .....	67
3.3 ERGEBNISSE GRUPPE 1-4 BEI EINTEILUNG NACH MWT-B .....	74
3.4 ERGEBNISSE GRUPPE 0-3E BEI EINTEILUNG NACH MWT-B .....	80
<b>4 DISKUSSION</b> .....	<b>87</b>
4.1 VERGLEICH DER ERGEBNISSE MIT DEN AUSSAGEN BEREITS VERÖFFENTLICHTER STUDIEN .....	87
4.2 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE IM HINBLICK AUF LIMITATIONEN .....	100
<b>5 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>103</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>105</b>
<b>DANKSAGUNG</b> .....	<b>114</b>
<b>LEBENS LAUF</b> .....	<b>115</b>
<b>EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG</b> .....	<b>117</b>

# Inhaltsverzeichnis

INHALTSÜBERSICHT .....	I
INHALTSVERZEICHNIS .....	II
TABELLENVERZEICHNIS .....	V
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	VII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	VIII
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 DEFINITION VON ECSTASY .....	1
1.1.1 <i>Geschichte und Verbreitung</i> .....	2
1.1.2 <i>Pharmakologische Aspekte</i> .....	5
1.1.2.1 Toxikologische Aspekte .....	14
1.1.2.2 Neurotoxizität .....	15
1.1.3 <i>Wirkung auf kognitive Vorgänge</i> .....	17
1.2 KLINISCHE NEUROPSYCHOLOGIE .....	21
1.3 THEORIEN ZU INTELLIGENZ UND KOGNITIVER LEISTUNGSFÄHIGKEIT .....	22
1.4 ARBEITSHYPOTHESE .....	26
<b>2 MATERIAL UND METHODE .....</b>	<b>28</b>
2.1 DAS HAMBURGER ECSTASY-PROJEKT .....	28
2.2 PROBANDENREKRUTIERUNG .....	29
2.2.1 <i>Ein- und Ausschlusskriterien</i> .....	29
2.2.2 <i>Wege der Rekrutierung</i> .....	30
2.2.3 <i>Gesamtstichprobe</i> .....	31
2.2.4 <i>Stichprobe der vorliegenden Arbeit</i> .....	32
2.2.4.1 Konsummuster der einzelnen Probandengruppen .....	38
2.2.5 <i>Ablauf der Untersuchungen</i> .....	44
2.3 NEUROPSYCHOLOGISCHE DIAGNOSTIK .....	45
2.3.1 <i>Standardisierte Leistungsprüfungen</i> .....	47
2.3.1.1 MWT-B .....	47
2.3.1.2 WIT-BO .....	48
2.3.1.3 Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene (HAWIE-R) .....	49
Zahlen nachsprechen vorwärts und rückwärts (HAWIE-R ZNS) .....	49
Zahlen-Symbol-Test (HAWIE-R ZST) .....	50
2.3.1.4 LPS .....	50
2.3.1.5 VKT 7 .....	51
2.3.2 <i>Abhängige Variablen</i> .....	51
2.3.2.1 LGT 3 .....	51
2.3.2.2 AVLT .....	51
2.3.2.3 RBMT .....	53
2.4 ZUR AUSWERTUNG .....	54

2.4.1	<i>Berechnung eines Intelligenzquotienten</i> .....	54
2.4.2	<i>Einteilung in zwei Gruppen gemäß der Ergebnisse im Test MWT-B</i> .....	55
2.4.3	<i>Varianzanalyse der abhängigen Variablen</i> .....	57
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>58</b>
3.1	ERGEBNISSE GRUPPEN 1-4 BEI EINTEILUNG NACH IQ .....	58
3.1.1	<i>Ergebnisse LGT bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4</i> .....	60
3.1.2	<i>Ergebnisse AVLT 1-5 bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4</i> .....	60
3.1.3	<i>Ergebnisse AVLT 8 bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4</i> .....	61
3.1.4	<i>Ergebnisse RBMT unmittelbar bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4</i> ....	63
3.1.5	<i>Ergebnisse RBMT verzögert bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4</i> .....	65
3.2	ERGEBNISSE GRUPPE 0-3E BEI EINTEILUNG NACH IQ .....	67
3.2.1	<i>Ergebnisse LGT bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> 68	
3.2.2	<i>Ergebnisse AVLT 1-5 bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	70
3.2.3	<i>Ergebnisse AVLT 8 bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	71
3.2.4	<i>Ergebnisse RBMT unmittelbar bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	71
3.2.5	<i>Ergebnisse RBMT verzögert bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	72
3.3	ERGEBNISSE GRUPPE 1-4 BEI EINTEILUNG NACH MWT-B.....	74
3.3.1	<i>Ergebnisse LGT bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4</i> .....	75
3.3.2	<i>Ergebnisse AVLT 1-5 bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4</i> .....	75
3.3.3	<i>Ergebnisse AVLT 8 bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4</i> .....	76
3.3.4	<i>Ergebnisse RBMT unmittelbar bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4</i> 77	
3.3.5	<i>Ergebnisse RBMT verzögert bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4</i> 79	
3.4	ERGEBNISSE GRUPPE 0-3E BEI EINTEILUNG NACH MWT-B .....	80
3.4.1	<i>Ergebnisse LGT bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	81
3.4.2	<i>Ergebnisse AVLT 1-5 bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	82
3.4.3	<i>Ergebnisse AVLT 8 bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	84
3.4.4	<i>Ergebnisse RBMT unmittelbar bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	84
3.4.5	<i>Ergebnisse RBMT verzögert bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum</i> .....	85
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>87</b>
4.1	VERGLEICH DER ERGEBNISSE MIT DEN AUSSAGEN BEREITS VERÖFFENTLICHTER STUDIEN 87	

4.1.1	<i>Visuelles Gedächtnis</i> .....	91
4.1.1.1	LGT .....	91
4.1.2	<i>Verbales Gedächtnis</i> .....	94
4.1.2.1	Unmittelbares verbales Gedächtnis (abhängige Variablen AVLT 1-5 und RBMT unmittelbar) .....	94
4.1.2.2	Verbales Langzeitgedächtnis (abhängige Variablen AVLT 8 und RBMT verzögerte Wiedergabe) .....	96
4.2	BEWERTUNG DER ERGEBNISSE IM HINBLICK AUF LIMITATIONEN .....	100
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>103</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>105</b>
	<b>DANKSAGUNG</b> .....	<b>114</b>
	<b>LEBENS LAUF</b> .....	<b>115</b>
	<b>EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG</b> .....	<b>117</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Sichergestellte Ecstasy-Konsumeinheiten .....	4
Tabelle 2: Serotonin-Rezeptoren und Mechanismus der Informationsübertragung....	9
Tabelle 3: Ringsubstituierte Amphetamine.....	12
Tabelle 4: Gruppeneinteilung 1-4.....	33
Tabelle 5: Schulbildung der Gruppen 1-4.....	34
Tabelle 6: Gruppenaufteilung 0-3E .....	35
Tabelle 7: Schulbildung der Gruppen 0-3E.....	36
Tabelle 8: Konsummuster Ecstasy der Gruppen 3 und 4.....	38
Tabelle 9: Konsummuster Ecstasy der Gruppen 0-3E.....	39
Tabelle 10: Konsummuster Cannabis der Gruppen 2, 3 und 4 .....	39
Tabelle 11: Konsummuster Cannabis Gruppe 0-3E.....	40
Tabelle 12: Konsummuster LSD der Gruppen 2, 3 und 4.....	40
Tabelle 13: Konsummuster LSD der Gruppen 0-3E .....	41
Tabelle 14: Konsummuster Psilocybin der Gruppen 2, 3 und 4.....	41
Tabelle 15: Konsummuster Psilocybin der Gruppen 0-3E .....	42
Tabelle 16: Konsummuster Kokain der Gruppen 2, 3 und 4 .....	42
Tabelle 17: Konsummuster Kokain der Gruppen 0-3E .....	43
Tabelle 18: Konsummuster Amphetamin der Gruppen 2, 3 und 4.....	43
Tabelle 19: Konsummuster Amphetamin der Gruppen 0-3E.....	44
Tabelle 20: Aufteilung der Gruppen 1-4 nach IQ.....	55
Tabelle 21: Aufteilung der Gruppen 0-3E nach IQ .....	55
Tabelle 22: Aufteilung der Gruppen 1-4 nach MWT-B .....	55
Tabelle 23: Aufteilung der Gruppen 1-4 nach MWT-B .....	56
Tabelle 24: Test der Zwischensubjekteffekte Gruppen1-4 bei Aufteilung nach IQ...59	
Tabelle 25: Ergebnisse LGT Firmenschilder Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ...60	
Tabelle 26: Ergebnis AVL T 1-5 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ.....61	
Tabelle 27: Ergebnisse AVL T 8 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ.....62	
Tabelle 28: Ergebnisse RBMT <i>unmittelbar</i> Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ.....64	
Tabelle 29: Ergebnisse RBMT <i>verzögert</i> Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ .....	66

Tabelle 30: Test der Zwischensubjekteffekte bei Gruppen 0-3E und Einteilung nach IQ .....	68
Tabelle 31: Ergebnisse LGT Firmenschilder Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ.....	69
Tabelle 32: Ergebnisse AVLT 1-5 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ.....	70
Tabelle 33: Ergebnisse AVLT 8 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ.....	71
Tabelle 34: Ergebnisse RBMT <i>unmittelbar</i> Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ.....	72
Tabelle 35: Ergebnisse RBMT <i>verzögert</i> Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ.....	73
Tabelle 36: Test der Zwischensubjekteffekte der Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B.....	74
Tabelle 37: Ergebnisse LGT Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B.....	75
Tabelle 38: Ergebnis AVLT 1-5 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B .....	76
Tabelle 39: Ergebnis AVLT 8 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B.....	77
Tabelle 40: Ergebnis RBMT <i>unmittelbar</i> Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B.....	78
Tabelle 41: Ergebnisse RBMT <i>verzögert</i> Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B.....	79
Tabelle 42: Test der Zwischensubjekteffekte Gruppe 0-3E bei Einteilung nach MWT-B.....	81
Tabelle 43: Ergebnisse LGT Firmenschilder Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B.....	82
Tabelle 44: Ergebnisse AVLT 1-5 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B.....	83
Tabelle 45: Ergebnisse AVLT 8 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B.....	84
Tabelle 46: Ergebnisse RBMT <i>unmittelbar</i> Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B.....	85
Tabelle 47: Ergebnisse RBMT <i>verzögert</i> Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B.....	86



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sichergestellte Ecstasy-Konsumeinheiten in Deutschland .....	4
Abbildung 2: Serotonerge Synapse.....	6
Abbildung 3: G-Protein vermittelte Signaltransduktion .....	8
Abbildung 4: Ringsubstituierte Amphetamine.....	12
Abbildung 5: Abbau der Ecstasy-Analoga durch Cytochrom p450 Isoenzyme .....	13
Abbildung 6: Cattells Intelligenzmodell .....	24
Abbildung 7: Ergebnisse AVLT 8 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ.....	63
Abbildung 8: Ergebnisse RBMT <i>unmittelbar</i> Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ..	65
Abbildung 9: Ergebnisse RBMT <i>verzögert</i> Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ .....	67
Abbildung 10: Ergebnisse LGT Firmenschilder Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ.....	69
Abbildung 11: Ergebnisse RBMT <i>verzögert</i> Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ.	73
Abbildung 12: Ergebnisse RBMT <i>unmittelbar</i> Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B.....	78
Abbildung 13: Ergebnisse RBMT <i>verzögert</i> Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B.....	80
Abbildung 14: Ergebnisse AVLT 1-5 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B..	83
Abbildung 15: Ergebnisse RBMT <i>verzögert</i> Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B.....	86

## Abkürzungsverzeichnis

5-HIAA	5-Hydroxyindolessigsäure (5-hydroxyindoleacetic acid)
5-HT	5-Hydroxytryptamin (Serotonin)
A	Abstinente Probanden
AE	Aktuelle Ecstasykonsumenten
AVLT	Auditory Verbal Learning Test
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BKA	Bundeskriminalamt
BMG	Bundesministerium für Gesundheit, heute BMGS
BtM-Gesetz	Betäubungsmittel-Gesetz
DOB	4-Bromo-2,5-Dimethoxy-Amphetamin
DOE	2,5-Dimethoxy-4-Ethyl-Amphetamin
DOI	2,5-Dimethoxy-4-Jod-Amphetamin
DOM	4-Methyl-2,5-Dimethoxy-Amphetamin
EE	Ehemalige Ecstasykonsumenten
EMQ	Everyday Memory Questionnaire
GABA	Gamma-Amino-Buttersäure
GDP	Guanosindiphosphat
GTP	Guanosintriphosphat
HAWIE	Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene
IQ	Intelligenzquotient
KE	Konsumeinheiten
LGT	Lern- und Gedächtnistest
LPS	Leistungsprüfungssystem
LSD	Lysergsäurediethylamid
M	Mittelwert
MAO	Monoaminoxidase
MDA	Methylendioxyamphetamin
MDEA	Methylendioxyethylamphetamin
MDMA	Methylendioxymetamphetamin
NO	Stickstoffmonoxid
PET	Positronenemissionstomographie
PMQ	Prospective Memory Questionnaire

RBMT	Rivermead Behavioural Memory Test
SD	Standard Deviation (Standard-Abweichung)
SERTs	Serotonin reuptake sites
SPSS	Statistical Package for Social Science
TAP-GN bzw. GA	Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung Subtests go-no go, geteilte Aufmerksamkeit, Englisch: Test for Attentional Performance
THC	Tetrahydrocannabinol
TMA	3,4,5-Trimethoxy-Amphetamin
TMT A bzw. B	Trail Making Test Subtest A oder B
TOL	Tower of London Test
VKT 7	Verbaler Kreativitätstest Subtest 7
VLMT	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest
WAIS-R	Wechsler Adult Intelligence Scale- Revised
WIT BO	Wilde Intelligenztest Subtest Beobachtung
WIT ER	Wilde Intelligenztest Subtest Eingekleidete Rechenaufgaben
XTC	Ecstasy
ZNS	Zahlen nachsprechen
ZNS	Zentrales Nervensystem
ZST	Zahlen-Symbol-Test

# 1 Einleitung

## 1.1 *Definition von Ecstasy*

Ecstasy ist ein Sammelbegriff für mehrere Substanzen eines ähnlichen Wirkungsspektrums. Die psychotrope Substanzklasse der ringsubstituierten Metamphetaminderivate beinhaltet MDMA (3,4-Methylenedioxyethylamphetamin), den bekanntesten Vertreter, MDE (3,4-Methylenedioxyethylamphetamin), MDA (3,4-Methylenedioxyamphetamin), die eigentliche Muttersubstanz und MBDB (N-Methyl-1,1,3-benzodioxol-5-yl-2-butanamin). Der Begriff Ecstasy wird im Folgenden in dieser Arbeit für diese Substanzen, insbesondere jedoch für MDMA, benutzt.

Die in den letzten Jahren in Deutschland sichergestellten Ecstasy-Tabletten enthielten am häufigsten MDMA oder MDE. Dass MDMA ein hochpotentes Neurotoxin ist, wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen (z.B. Ricaurte 1988, Steele 1994, Battaglia 1987).

Die Substanzen dieser Wirkstoffgruppe führen zu einer Anflutung von Serotonin im synaptischen Spalt und hemmen die präsynaptische Wiederaufnahme von Neurotransmittern in folgender Größenordnung: Serotonin>Dopamin>Noradrenalin (vgl. Gouzoulis-Mayfrank 1999). Die subjektiv als angenehm empfundenen Effekte von Ecstasy, die auch zur Prägung des Begriffes der „Entaktogene“ geführt haben, sind unter anderem Angstfreiheit, Glücksgefühle, Harmonie mit sich selbst und anderen, Selbstakzeptanz und erhöhte Bereitschaft zur Kommunikation (vgl. Gouzoulis-Mayfrank et al. 1996). Der Begriff „Entaktogene“ setzt sich aus den griechischen Wurzeln „en“ und „gen“ und der lateinischen Wurzel „tactus“ zusammen und geht auf den amerikanischen Chemiker Nichols zurück. Seine Definition lautet: *„Diese Substanzen wirken wohl so, dass sie es dem Therapeuten bzw. dem Patienten ermöglichen, den inneren Kern zu berühren, und sich mit schmerzlichen emotionalen Erlebnissen auseinander zu setzen, die sonst schwer erreichbar sind. Ich halte das lateinische Wort „tactus“ für geeignet als Teil des neuen Begriffes, da das Wort „Takt“ eine sensible und behutsame Art der Kommunikation impliziert, die der Entstehung von Abwehr entgegenwirkt. Ergänzt durch die griechische Wurzel „en“ (innen) und „gen“ (entstehen lassen) entsteht der Name „Entaktogen“ mit der Bedeutung des Ermöglichens*

*einer Berührung des eigenen Inneren“* (Nichols 1986, Übersetzung von Gouzoulis-Mayfranck E. in Thomasius R, 1999).

Dass Ecstasy nicht die harmlose Partydroge ist, für die manch einer sie halten mag, belegen vielerlei Studien. Zum Teil dramatische Fallberichte über akute und subakute Komplikationen, mit zum Teil tödlichem Ausgang untermauern den Verdacht. Es wurde bereits über ein der malignen Hyperthermie ähnliches Syndrom, kardiovaskuläre Zwischenfälle, epileptische Anfälle und teilweise fulminant verlaufende Hepatitiden berichtet (vgl. von Schrenck, Theune et al. 2000).

### **1.1.1 Geschichte und Verbreitung**

Ecstasy ist ein Sammelbegriff für mehrere Substanzen ähnlichen Wirkungsspektrums. Heute sind diese Stoffe fast ausnahmslos dem Betäubungsmittelgesetz unterstellt, sind also per definitionem keine Designerdrogen mehr (vgl. Schmidt-Semisch 1996). Als Designerdrogen werden psychoaktive Substanzen bezeichnet, die hinsichtlich ihrer Rauschwirkung bekannten illegalen Drogen ähneln, aufgrund einer leicht abgeänderten Molekularstruktur aber nicht vom Betäubungsmittelgesetz erfasst werden (vgl. Thomasius R. und Kraus D. 1999).

Die Geschichte der Synthese des MDMA (3,4-Methylendioxyamphetamin) reicht weit zurück. Bereits im Jahr 1898 synthetisierte Haber erstmalig das MDMA (vgl. Fromberg 1992), das 1912 von der Firma Merck patentiert wurde. Nach der ersten industriellen Fertigung wurde die Substanz zunächst nicht weiter erfolgreich verwendet und verschwand wieder aus der Fertigung (vgl. Thomasius R., Kraus D 1999). In den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde MDMA erneut entdeckt. Mit Unterstützung der Armee der Vereinigten Staaten von Amerika wurden toxikologische Experimente zur Wirkung des Stoffes durchgeführt. Die Forschungsgruppe um den Chemiker Nichols forderte MDMA und MBDB (N-Methyl-1,1,3-benzodioxol-5-yl-2-butanamin) einer neuen Substanzklasse, den so genannten Entaktogenen, zuzuordnen, da sie sich in ihrer Wirkung deutlich von den chemisch verwandten Amphetaminen und Halluzinogenen unterschieden (Nichols 1986). Erst in den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelte sich die Substanz von einem bisher psychotherapeutisch genutzten Hilfsmittel (vgl.

Bravo, Grob 1989) zu dem Rausch- und Genussmittel, das wir heute mit Ecstasy verbinden. Am 1. Februar 1986 wurde MDMA von der UNO-Betäubungsmittelkommission in die „Tabelle 1 des Abkommens über psychotrope Stoffe“ aufgenommen. Wenig später folgte die Klassifikation als Stoff „ohne medizinischen Wert mit hohem Missbrauchspotential“ durch die amerikanische Kontrollbehörde DEA (Drug Enforcement Administration). In Deutschland wurde MDMA am 1. August 1986 in die Anlage 1 des Betäubungsmittelgesetzes aufgenommen. Seit dem 28. Januar 1991 gehört der dann populärer werdende Stoff MDE (3,4-Methylenedioxyethylamphetamin) auch zu den illegalen Drogen. Dies gilt seit dem 1. Januar 1996 auch für MBDB (vgl. Thieé 1996).

Die Kriminalitätsstatistik des Bundeskriminalamtes macht deutlich, dass die Delikte im Zusammenhang mit Amphetaminen, einschließlich Ecstasy seit einigen Jahren stetig ansteigen (vgl. BKA, 2002). Die sichergestellten Mengen an Ecstasy steigen kontinuierlich, ein großer Anteil ist dabei für den nordamerikanischen bzw. australischen Markt bestimmt, Deutschland kommt eine große Rolle als Transitland von in Osteuropa hergestelltem Ecstasy zu. Interessant ist weiterhin, dass die Anzahl der Sicherstellungen sich in den letzten Jahren kaum verändert hat, dass aber die sichergestellten Mengen immer höher werden (vgl. BKA, 2001).

Offensichtlich entstehen mehr und mehr Produktionsstätten im osteuropäischen Raum. So wurden im Jahr 2001 beispielsweise größere Mengen Ecstasy-Tabletten aus Litauen sichergestellt, dies spricht für eine Ausweitung der Produktion in den baltischen Staaten. Eine einfache Zeitreihe der Jahre 1987 bis 2001 zeigt, was für eine enorme Entwicklung die Verbreitung von Ecstasy genommen hat. Dabei sollte man sich vor Augen halten, dass es sich hier nur um sichergestellte Konsumeinheiten handelt.

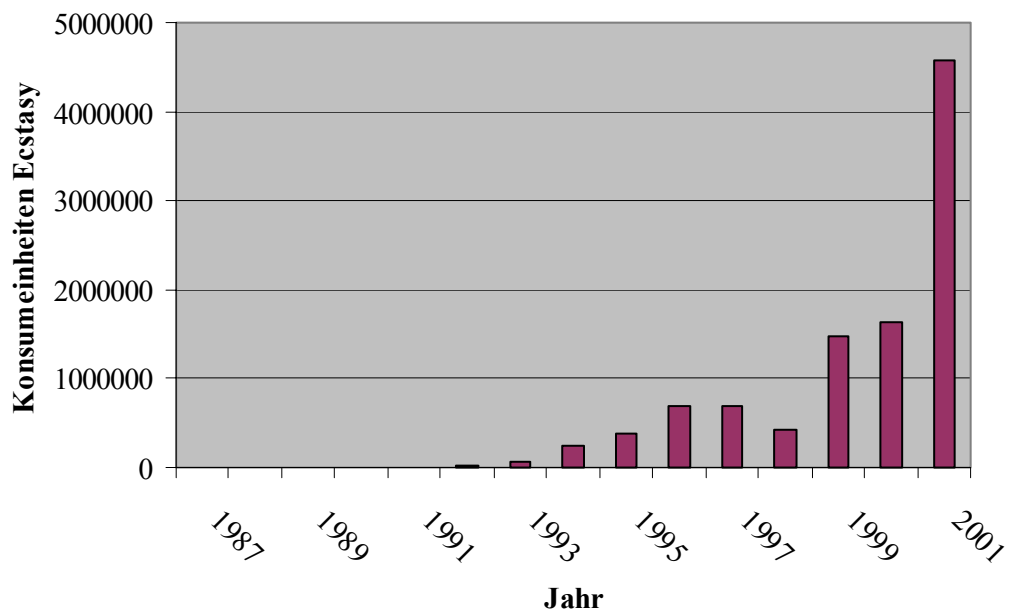
**Tabelle 1: Sichergestellte Ecstasy-Konsumeinheiten**

(in Anlehnung an BKA 2002)

Jahr	Ecstasy (KE)
1987	635
1988	234
1989	1037
1990	10331
1991	4061
1992	18245
1993	77922
1994	238262
1995	380858
1996	692397
1997	694281
1998	419329
1999	1470507
2000	1634683
2001	4576504

**Abbildung 1: Sichergestellte Ecstasy-Konsumeinheiten in Deutschland**

(in Anlehnung an BKA 2002)



Zunächst war die Verbreitung von Ecstasy eng an die Techno- und House-Music Bewegung geknüpft, die sich Ende der 80-er Jahre zunehmend verbreitete und deren Szene mit Ecstasykonsum fast untrennbar in Zusammenhang gebracht wird. Ecstasy half

zum Einen die stunden- zum Teil tagelangen Raves und Parties durchzustehen, sogenannte „Ecstasy-fueled rave parties“ (Randall 1992), zum Anderen führte es zu der oben beschriebenen Grundstimmung, mit sich und seiner Umgebung eine harmonische Einheit zu bilden (vgl. Gouzoulis-Mayfranck 1996).

Seit Ende der 90-er Jahre lässt sich eine weitere Beobachtung berichten, das sogenannte Drogen-Flipping. Die Konsumenten sind älter und benutzen MDMA zusammen mit anderen Substanzen wie LSD (Candy-Flipping), Psilocybin (Hippie-Flipping) oder Ketamin (Kitty-Flipping) (vgl. Schechter 1998). Die Konsequenzen des unkontrollierten additiven Konsums von Substanzen die auf verschiedene Rezeptorsysteme wirken, lassen sich wissenschaftlich noch nicht überblicken.

### **1.1.2 Pharmakologische Aspekte**

Die Wirkstoffe der Droge Ecstasy haben aufgrund ihrer Verwandtschaft mit den Amphetaminen auch pharmakologische Eigenschaften, die denen der Weckamine ähneln (vgl. Schmoldt 1999).

Die meisten Wirkungen lassen sich auf die Freisetzung der Neurotransmitter Serotonin, Dopamin und Noradrenalin zurückführen. Die Erregungsübertragung im Zentralnervensystem ist auf ein funktionsfähiges System der elektrischen Erregung am Axon, auf eine ausreichende Neurotransmitterproduktion, ihre Ausschüttung in den synaptischen Spalt und reaktionsfähige Rezeptoren am postsynaptischen Neuron angewiesen. Häufig weisen präsynaptische Neuronen auch eigene, so genannte Autorezeptoren auf, die durch Feedback-Mechanismen eine Modulation der ausgeschütteten Menge an Neurotransmittern ermöglichen.

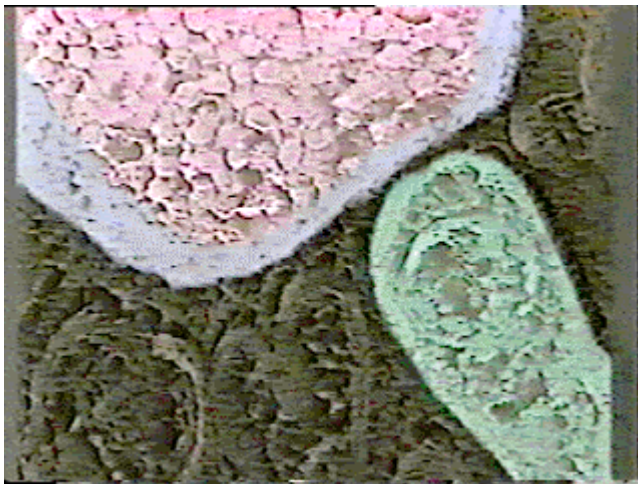
Nach erfolgter Transmitterausschüttung ist der Abbau des Stoffes im synaptischen Spalt beziehungsweise die Wiederaufnahme des Botenstoffes in das präsynaptische Neuron wichtig, um ein reibungsloses Funktionieren der neuralen Kommunikation zu ermöglichen. Der Stoff muss von seinem Rezeptor dissoziieren können, damit der Rezeptor seinen reagiblen Ausgangszustand wieder erreichen kann. Die Fülle an Botenstoffen, Rezeptoren und synaptischen Verzweigungen gewährleistet ein hochkomplexes System der Informationsübertragung.



Im Fall von Serotonin, Dopamin, Noradrenalin und Adrenalin weisen die präsynaptischen Nervenendigungen Carriermechanismen auf, die unter Energieverbrauch die freien Transmitter in das Innere der präsynaptischen Zelle pumpen können. Die Nervenzelle kann durch einen weiteren Pumpmechanismus den Transmitter aus dem Axoplasma wieder in Speichervesikel transportieren, wo er dann bis zum nächsten elektrischen Impuls gelagert wird. So muss nach einmaliger Ausschüttung keine komplette de-novo-Synthese stattfinden, um die Funktionsfähigkeit des Systems zu erhalten (vgl. Schmoldt 1999).

**Abbildung 2: Serotonerge Synapse**

(Sferios 2003)



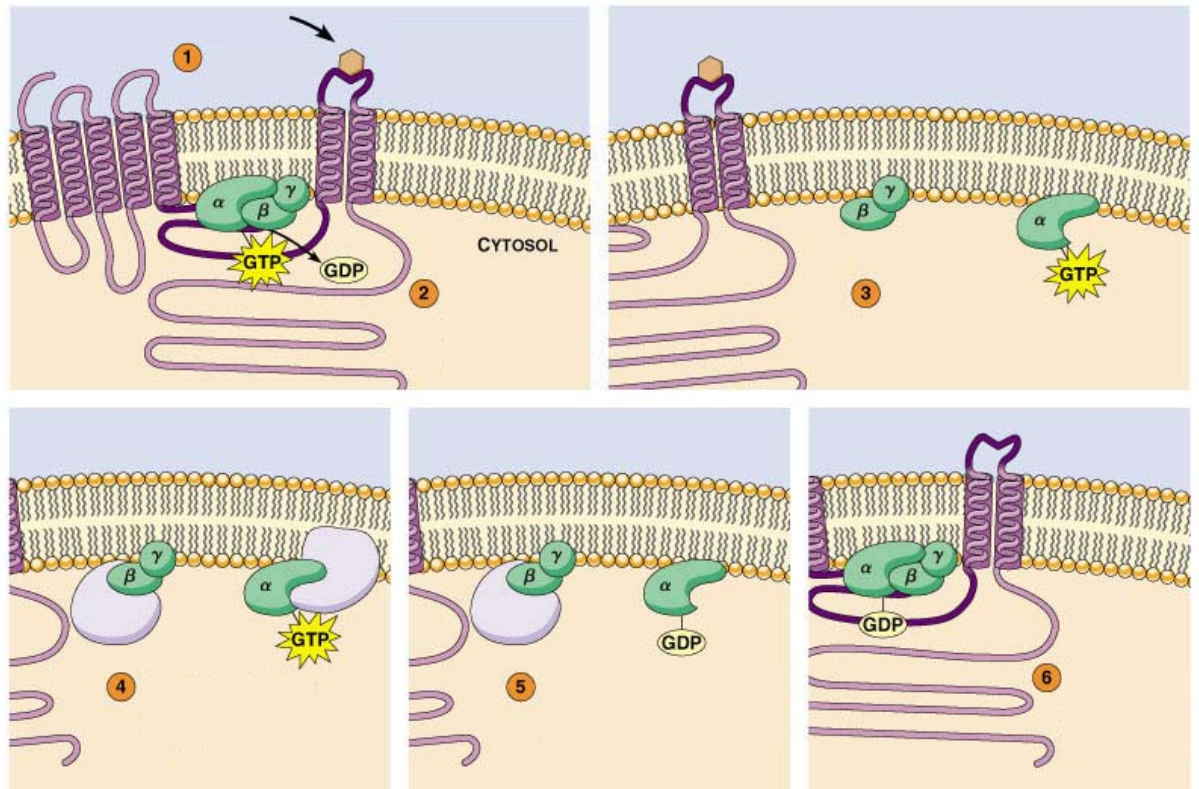
Die Wirkungsweise von MDMA an den Synapsen des Gehirns entsteht durch folgende Mechanismen: MDMA hemmt kompetitiv die Wiederaufnahme des Serotonins, so dass anstelle von Serotonin MDMA in das Neuron transportiert wird. Zusätzlich wird auch der Transport von Transmittern aus dem Axoplasma in die synaptischen Speichervesikel gehemmt (vgl. Schmoldt 1999). Im Falle der Ausschüttung von Serotonin (5-HT) kommt es zu den verschiedensten Wirkungen im zentralen und auch peripheren Nervensystem, da die Wirkung von Serotonin über viele, zum Teil noch unbekannte Rezeptortypen vermittelt wird.

Die Serotoninrezeptoren gehören zur Gruppe der transmembranären, G-Proteingekoppelten Rezeptoren, die ihre Informationen mittels eines second messenger weiterleiten. Die Informationsübermittlung mittels second messenger funktioniert schematisch folgendermaßen: Der Ligand bindet an eine transmembranäre

Bindungsstelle des aus sieben Helices aufgebauten Rezeptors. Ein durch einen Transmitter aktivierter Rezeptor bewirkt einen Austausch von GDP (Guanosindiphosphat) gegen GTP (Guanosintriphosphat) an der p-Untereinheit des aus drei Untereinheiten aufgebauten G-Proteins. Die GTP-beladene  $\alpha$ -Untereinheit kann, je nach Spezifität, entweder die Adenylatcyclase hemmen oder aktivieren, oder die Phospholipase C $\beta$  aktivieren. Als intrazelluläre Signale (zweite Botenstoffe oder second messenger) entstehen dabei entweder cAMP (cyklisches Adenosinmonophosphat) oder durch Spaltung von Phosphatidylinositolbiphosphat Inositoltriphosphat (IP3) und Diacylglycerin (vgl. Löffler 1999). Zur Verdeutlichung der komplexen Wirkungsweise der G-Protein-gekoppelten Rezeptoren dient folgendes Schaubild:

### Abbildung 3: G-Protein vermittelte Signaltransduktion

(in Anlehnung an: Becker WM 2005)



1. Der Ligand bindet an den Rezeptor.
2. Die  $\alpha$ -Untereinheit tauscht GDP gegen GTP aus und
3. dissoziiert vom Rezeptor.
4. Die  $\alpha$ -Untereinheit aktiviert oder inhibiert Zielproteine.
5. GTP wird wieder zu GDP hydrolysiert, die  $\alpha$ -Untereinheit wird inaktiv.
6. Die Untereinheiten fügen sich wieder zusammen und bilden das inaktive G-Protein.

Mit Ausnahme des 5-HT<sub>3</sub> Rezeptors vermitteln die 14 bekannten Rezeptor-Subtypen verschiedene intrazelluläre Signale durch Interaktion mit G-Proteinen und Informationsübermittlung durch second messenger. Der 5HT<sub>3</sub>-Rezeptor übermittelt seine Informationen über einen ligandengesteuerten Ionenkanal. Störungen des serotonergen Systems können bei Menschen so unterschiedliche Krankheiten wie zum Beispiel Depression und Migräne verursachen. Den vielen verschiedenen serotonergen Funktionen entspricht die pharmakologische Komplexität der Serotonin-Rezeptoren, die

aufgrund ihrer unterschiedlichen Sequenzen, Funktionen und Pharmakologie in sieben Subfamilien geteilt werden. In der folgenden Tabelle werden die Wege der Informationsübermittlung aufgezeigt.

**Tabelle 2: Serotonin-Rezeptoren und Mechanismus der Informationsübertragung**

(in Anlehnung an: LabVelocity 2001)

Rezeptor Subtyp	Signaltransduktion	Agonisten	Antagonisten	Verteilung
5-HT <sub>1A</sub>	Hyperpolarisation, Inhibition der Adenylatcyclase über G <sub>1</sub> /G <sub>0</sub>	5-Carboxamido-tryptamin, Buspiron, LSD, Psilocin	Cyanpindolol, Methergolin, Methisergid, Pindolol, Spiroxatrin	ZNS: Hippocampus, Septum, Amygdala
5-HT <sub>1B</sub>	Hyperpolarisation, Inhibition der Adenylatcyclase über G <sub>1</sub> /G <sub>0</sub>	Anpirtolin, 5-Carbox-amidotryptamin, LSD, Psilocin, Sumatriptan	Cyanpindolol, Isamoltan, Methergolin, Methisergid, Pindolol,	Basalganglien, Striatum, Frontaler Cortex
5-HT <sub>1D</sub>	Hyperpolarisation, Inhibition der Adenylatcyclase über G <sub>1</sub> /G <sub>0</sub>	Carboxamidotryptamin, LSD, Psilocin, Sumatriptan	Methergolin, Methisergid, Methiothepin	Niedrige Dichte im Putamen, Nucleus Caudatus, Nucleus accumbens, Hippocampus, Cortex, Raphe dorsalis, Locus coeruleus
5-HT <sub>1E</sub>	Hyperpolarisation, Inhibition der Adenylatcyclase über G <sub>1</sub> /G <sub>0</sub>	LSD, Psilocin	Methergolin, Methisergid, Methiothepin, Mesylat,	Putamen, Nucleus caudatus, niedrige Dichte in Amygdala, Frontaler Cortex, Globus pallidus
5-HT <sub>1F</sub>	Hyperpolarisation, Inhibition der Adenylatcyclase über G <sub>1</sub> /G <sub>0</sub>	LSD, Psilocin	Methergolin, Methisergid, Methiothepin, Mesylat,	Raphe dorsalis, Hippocampus, Cortex, Striatum, Thalamus, Hypothalamus
5-HT <sub>2A</sub>	Hydrolyse von Phosphoinositol über Gq GTP-Bindungsprotein	R(-)-DOI, DOM	Ketanserin, Methergolin, Methisergid, Pirenperon, Ritanserin, Spiperon	ZNS (Cortex, Claustrum, Basalganglien), peripheres Gewebe

Rezeptor Subtyp	Signaltransduktion	Agonisten	Antagonisten	Verteilung
5-HT <sub>2B</sub>	Hydrolyse von Phosphoinositol über Gq GTP-Bindungsprotein	DOM	Methergolin, Methysergid, Pirenperon, Ritanserin, Rauwolschin, Yohimbin	ZNS (Amygdala, Septum, Hypothalamus, Cerebellum), peripheres Gewebe
5-HT <sub>2C</sub>	Hydrolyse von Phosphoinositol über Gq GTP-Bindungsprotein	DOM	Methergolin, Methysergid, Pirenperon, Ritanserin,	ZNS: Plexus choroideus, Cortex, Hippocampus, Striatum, Substantia nigra
5-HT <sub>3</sub>	Ligandengesteuerter Ionenkanal	5-HTQ, Phenylbiguanid, Psilocin	Granisetron, Methysergid, Ondansetron, Tropisetron	ZNS und PNS
5-HT <sub>4</sub>	Stimulation der Adenylatcyclase über Gs G-Protein Aktivierung	5-Methocytryptamin, LSD, Psilocin, Renzapride	GR 113808, Methysergid, SB 204070, LY 297582	ZNS (Striatum, Basalganglien, Nucleus accumbens), peripheres Gewebe
5-HT <sub>5</sub>	Inhibition der Adenylatcyclase über Gs G-Protein Aktivierung	LSD, Psilocin	Methysergid	Cortex, Hippocampus, Habenula, Bulbus olfactorius, Cerebellum, Glia
5-HT <sub>6</sub>	Stimulation der Adenylatcyclase über Gs G-Protein Aktivierung	5-Carboxamidotryptamin, LSD, Psilocin	Clozapin, Doxepin, Fluperlapin, Methysergid, Seroquel	Striatum
5-HT <sub>7</sub>	Stimulation der Adenylatcyclase über Gs G-Protein Aktivierung	5-Carboxamidotryptamin, LSD, Psilocin	Clozapin, Metergolin, Methysergid, Ritanserin, Spiperon	

5-HT<sub>1</sub> Rezeptoren hemmen die Aktivität der Adenylat-Cyclase, während die Rezeptoren der 5-HT<sub>4</sub>, 5-HT<sub>6</sub> und 5-HT<sub>7</sub> Gruppen die Adenylat-Cyclase aktivieren. Der 5-HT<sub>3</sub> Rezeptor ist ein Liganden-abhängiger Ionenkanal, 5-HT<sub>2</sub> Rezeptoren bewirken eine Aktivierung der Phosphoinositol-Hydrolyse oder eine von Phosphoinositol-Hydrolyse unabhängige intrazellulären Ca<sup>2+</sup> Erhöhung. Die 5-HT<sub>2</sub> Rezeptor-Subfamilie besteht aus drei Mitgliedern, 5-HT<sub>2A</sub>, 5-HT<sub>2B</sub> und 5-HT<sub>2C</sub>. So ist bekannt, dass die Rezeptortypen 2A/2C über die Gαq Untereinheit der GTP-bindenden Proteine (G-Proteine) entweder die Phospholipase C (PLC) und damit eine IP<sub>3</sub>-Akkumulation

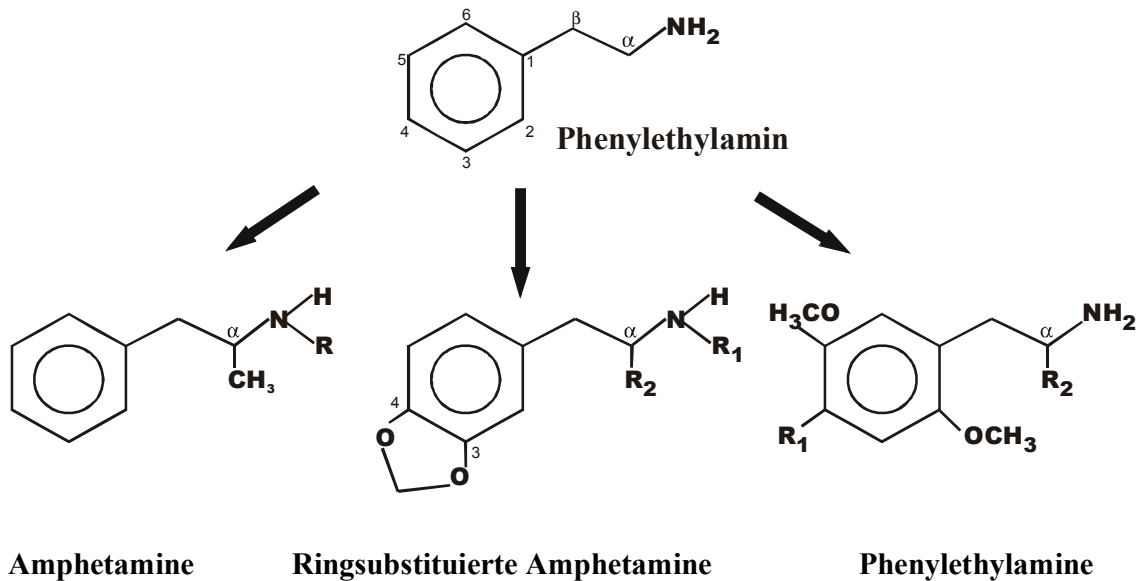
induzieren oder nach Aktivierung der Phospholipase A (PLA) eine Arachidonsäure-Freisetzung verursachen können (vgl. Zhu 2004).

5-HT<sub>2</sub> Rezeptoren greifen in eine Vielzahl von physiologischen Vorgängen ein, wie beispielsweise die Kontrolle der glatten Muskulatur von Blutgefäßen, Modulation der Wahrnehmung, zusätzlich beeinflussen sie Empfindungen wie Angst und Appetit. Eine Vielzahl von Psychopharmaka wie Antidepressiva, Anxiolytika und Neuroleptika üben mindestens einen Teil ihrer Wirkungen durch Aktivierung der 5-HT<sub>2</sub> Rezeptoren aus. Von der funktionellen Seite deutet vieles darauf hin, dass 5-HT<sub>2</sub> Rezeptoren eine herausragende Bedeutung bei der Regulation der neuronalen Plastizität, also der Neu- und Reorganisation von neuronalen Verbindungen, zukommt. Allerdings ist es bis heute schwierig, pharmakologische Untersuchungen richtig zu interpretieren, weil der genaue molekulare Mechanismus der von 5-HT<sub>2</sub> Rezeptoren vermittelten intrazellulären Signalkaskade immer noch nicht völlig geklärt ist. Insbesondere die Frage, wodurch die Rezeptoren in einer polaren Zelle wie z. B. der Nervenzelle an der richtigen Stelle der Membran lokalisiert werden, bedarf dringend weiterer Untersuchungen. In der spärlich vorhandenen Literatur finden sich einige wichtige Hinweise für eine mögliche physiologische Bedeutung der Interaktion mit anderen Proteinen (vgl. Zhu 2004). Der Fragestellung nach dem molekularen Mechanismus wird zurzeit durch die Arbeitsgruppe um Dr. Zhu an der Ruhr-Universität Bochum nachgegangen.

Die Stoffe der Ecstasy-Gruppe stammen von der Muttersubstanz Phenylethylamin ab. Sie unterscheiden sich in der Länge der Substitution an den Seitenketten. Es kommen zwei stereoisomere Formen vor, es handelt sich um Razemate. Dies ist insofern von Bedeutung, als dass die beiden Stereoisomere für unterschiedliche Wirkungen verantwortlich sind und unterschiedlich metabolisiert werden. Vereinfacht kann man sagen, dass die S-Enantiomere die „entaktogenen“ Haupteffekte dominieren, indem sie stärker als die R-Enantiomere präsynaptisch 5-HT freisetzen und den präsynaptischen Serotonintransporter (SERT) blockieren und so indirekt serotonerg wirken. Die R-Enantiomere wirken über eine direkte Bindung an den postsynaptischen 5-HT<sub>2A</sub>-Rezeptor halluzinogen. Sie sind schwächer psychotrop, lösen aber möglicherweise die peripheren Wirkungen aus (vgl. Kalant 2001).

#### Abbildung 4: Ringsubstituierte Amphetamine

(in Anlehnung an Gouzoulis-Mayfranck 1996, Freudenmann 2005)



**Tabelle 3: Ringsubstituierte Amphetamine**

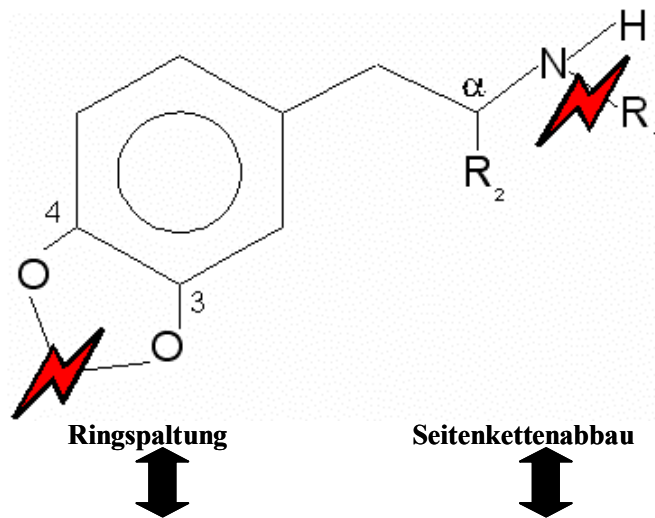
(in Anlehnung an Gouzoulis-Mayfranck 1996, Freudenmann 2005)

Amphetamine („Stimulanzien“)	Ringsubstituierte Amphetamine („Entaktogene“): „Ecstasy“	Phenylethylamin- Halluzinogene
Amphetamin („Speed“, „Uppers“) (R = H)	MDA („Love (drug/pill)“, „Mellow drug of America“) (R <sub>1</sub> = H, R <sub>2</sub> = CH <sub>3</sub> )	DOM („STP“ für serenity, tranquility, peace) (R <sub>1</sub> = CH <sub>3</sub> , R <sub>2</sub> = CH <sub>3</sub> )
Methamphetamin („Meth“, „Crank“, „Ice“, „Glass“, „Crystal“) (R = CH <sub>3</sub> )	MDMA („Ecstasy“, „XTC“, „E“, „Adam“, „M&M“, „California Sunrise“, „Hug drug“, „Clarity“, „Essence“, „Lover’s speed“, „Stacy“) (R <sub>1</sub> = CH <sub>3</sub> , R <sub>2</sub> = CH <sub>3</sub> )	DOE (R <sub>1</sub> = C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , R <sub>2</sub> = CH <sub>3</sub> )
	MDEA („Eve“, „Intellect“) (R <sub>1</sub> = C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , R <sub>2</sub> = CH <sub>3</sub> )	DOB (R <sub>1</sub> = Br, R <sub>2</sub> = CH <sub>3</sub> )
	MBDB („Methyl-J“, „Eden“) (R <sub>1</sub> = CH <sub>3</sub> , R <sub>2</sub> = C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )	TMA (R <sub>1</sub> = H <sub>3</sub> CO, R <sub>2</sub> = CH <sub>3</sub> )
		Meskalin (R <sub>1</sub> = H <sub>3</sub> CO, R <sub>2</sub> = H)

Der Abbau von MDMA funktioniert über das Cytochrom p 450 System und seine Isoenzyme. Für den Abbau von MDMA und den anderen Ecstasy-Analoga wie MDA,

MDEA und MDBM sind verschiedene Isoenzyme zuständig. Interaktionsmechanismen mit Medikamenten sind wie bei anderen Pharmaka gut vorstellbar und aufgrund der schwer zu gewährleistenden konstanten Stoffdosis bzw. des unbekanntem Mischungsverhältnisse schwer zu überblicken (vgl. Freudenmann 2005).

**Abbildung 5: Abbau der Ecstasy-Analoga durch Cytochrom p450 Isoenzyme**  
(in Anlehnung an Gouzoulis-Mayfranck 1996, Freudenmann 2005)



	O-Demethylenation			N-Dealkylation		
	1A2	2D6	3A4			
MDA	1A2	2D6	3A4			
MDMA		2D6	3A4	1A2	(2D6)	
MDEA		2D6	3A4			3A4
MDBM	1A2	2D6	3A4	1A2	(2D6)	(3A4)



### 1.1.2.1 Toxikologische Aspekte

Das mesocorticolimbische Dopamin-System spielt eine zentrale Rolle in den neurobiologischen Abläufen, die die Rauschwirkung von bestimmten Drogen hervorrufen, die ein Suchtpotential besitzen. Es besteht aus dem limbischen System, dem Tegmentum, dem Hippocampus, dem Frontalhirn, den Corpora mamillaria und den Amygdalae (vgl. Schmoldt 1999).

Der Mensch empfindet bestimmte Reize des zentralen Nervensystems als angenehm, diese Empfindungen sind von der Freisetzung von Dopamin abhängig. Infolge dieser angenehmen Empfindungen werden diese Reize immer häufiger gesucht, um sich zu „belohnen“. Man spricht von einem „reward“-Mechanismus. Viele Substanzen, die eine erhöhte Stimmungslage hervorrufen und ein Suchtpotential besitzen, verursachen offenbar eine erhöhte Freisetzung von Dopamin im Nucleus accumbens (vgl. Schmoldt 1999). Die anatomischen Grundlagen dieses Mechanismus, der auch zu einer Steigerung der Reizzufuhr führen kann, sind in einem Teil des dopaminergen Systems zu sehen, der seinen Ursprung in der Area tegmentalis nimmt und im Verlauf zum Nucleus accumbens sowie dem medialen präfrontalen Kortex aufsteigt (vgl. Zilles, Rehkämper 1998).

Nach dem Konsum von Ecstasy kommt es zu einer Reihe von typischen Effekten:

1. „Rush“ oder „Coming on“, circa 45 Sekunden nach Einnahme einsetzend, charakterisiert durch intensiven Rauschbeginn.
2. „Plateau“, eine etwa fünf Stunden dauernde Phase, die das langanhaltende, tranceartige Tanzen ermöglicht.
3. „Coming down“ nach dem langsamen Abflauen der Plateau-Phase, in dieser Phase können unerwünschte und unangenehme Gefühle auftreten.
4. „Midweek Low“ oder „Tuesday Blues“ nach klassischem Wochenend-Gebrauch von Ecstasy, ein gedrückter Zustand, der mit Erschöpfung, Muskelverspannungen, Angst und Konzentrationsstörungen einhergehen kann. (vgl. Curran und Travell, 1997).

### 1.1.2.2 Neurotoxizität

Aus verschiedenen tierexperimentellen Studien ergaben sich dringende Hinweise darauf, dass MDMA serotonerge Nervenendigungen zum Teil irreversibel schädigt.

Die Untersuchungen wurden an unterschiedlichen Spezies, einschließlich Primaten durchgeführt (z.B. Ricaurte et al 1992, Ricaurte et al 2000, Battaglia 1987).

Folgende Vorgänge konnten nach den tierexperimentellen Untersuchungen beobachtet werden: Ratten, die wiederholt MDMA erhielten, wiesen eine Verarmung von Serotonin in den folgenden Hirnstrukturen auf: Hippocampus, Hypothalamus, Corpus Striatum und Neokortex (Commins et al. 1987). Nach wiederholter Distribution von MDMA oder MDA in hohen Dosen kommt es zu einer Verarmung des Hirngewebes an Serotonin und an 5-Hydroxyindolessigsäure (5-HIAA), einem Abbauprodukt des Serotoninstoffwechsels. Die präsynaptischen Serotonin-reuptake-sites (SERTs) nehmen signifikant ab (z.B. McCann et al. 1998). Zusätzlich wiesen Versuchstiere eine Konzentrationsabnahme der 5-HIAA im Liquor und eine Aktivitätsabnahme des Schrittmacher-Enzyms der Serotoninsynthese, der Tryptophanhydroxylase im Hirngewebe auf (vgl. Ricaurte 1992). Vermutlich wirken MDMA, MDA und MDEA ähnlich wie das zur anatomischen Darstellung serotonerger Neuronen verwandte 5,7- und 5,6-Dihydroxytryptamin (vgl. Baumgarten HG, Grozdanovic Z 1997). Histologisch weisen die serotonergen Neurone eine postexpositionelle Ballonierung auf, um schließlich endgültig zu degenerieren (vgl. Fischer et al. 1995). MDMA verursacht eine akute Steigerung der Serotonin- und Dopaminfreisetzung aus zerebralen Nervenendigungen von Versuchstieren. Bei Ratten steigert es die motorische Aktivität und verursacht das Serotonin-Syndrom. Als Serotonin-Syndrom wird eine über die erhöhte zentrale Serotonin-Konzentration vermittelte Hyperthermie bezeichnet, die zum Beispiel bei der Behandlung mit mehreren Antidepressiva wie z.B. MAO (=Monoaminoxidase)-Hemmern und Tryptophan auftritt (vgl. Schröder S. 1999). Außerdem verursachte MDMA eine dosisabhängige Hyperthermie, die für Versuchstiere und Menschen einen fatalen Ausgang haben kann. Einige Serotoninspeicher scheinen sich innerhalb von 24 Stunden nach MDMA-Gabe zu erholen, die zerebrale 5-HT Konzentration sinkt aber aufgrund neurotoxischer Schäden im Frontalhirn. Die Schäden,

die sowohl biochemisch, als auch histologisch nachweisbar sind, persistieren Monate bis Jahre (z.B. Ricaurte 1988, Steele 1994, Battaglia 1987).

Für einigen Aufruhr sorgten die Studienergebnisse der Arbeitsgruppe um GA Ricaurte. In Zusammenhang mit einer Studie zur dopaminergen Neurotoxizität vom MDMA war dieser Gruppe ein Fehler im Studiendesign unterlaufen, der zu einer Rücknahme der Veröffentlichung führte (Ricaurte et al. 2002 RETRACTED). Es war versehentlich zu einer Administration des bekannt dopaminerg neurotoxischen Amphetamins statt MDMA gekommen, die Studienergebnisse wurden jedoch als MDMA-Folgen publiziert.

Erwähnenswert bei den tierexperimentellen Modellen sind Studien, die sich mit den längerfristigen Folgen der MDMA-Administration beschäftigen. Bei Ratten wurden noch 52 Wochen nach MDMA-Gabe signifikant erniedrigte Serotoninwerte im occipitotemporalen und frontoparietalen Cortex gemessen (Sabol et al. 1996, Lew et al. 1996).

Fischer et al. untersuchten in einer Studie zur Neurotoxizität von MDMA sowohl Ratten, als auch Primaten der Gattung *Saimiri Scireus*, eine Meerkatzenart, die 12-18 Monate vorher durch MDMA verursachte Läsionen des ZNS erlitten hatten. Serotonerge Axonprojektionen wurden immunhistochemisch und radiologisch dargestellt. In beiden Gattungen ließ sich eine Reinnervation beobachten, die jedoch bei einigen Tieren und den meisten Primaten abnormal ausfiel und einem pathologischen Muster folgte. Sowohl Hyperinnervation, als auch persistierende denervierte Gebiete lagen vor. Obwohl die Grundlagen der axonalen Regeneration noch nicht vollständig durchschaut sind, ließ sich feststellen, dass längere und verzweigte Axone sich schlechter erholen. Diese Muster lassen den Schluss zu, dass die neuronale Reorganisation nach MDMA bedingter Schädigung serotonerger Neurone zu dauerhafter Desorganisation im serotonergen System führen könnte (vgl. Fischer et al. 1995). Andere Neurotransmitter erscheinen unbeeinflusst. Neurotoxischer Mechanismus könnte die Bildung gewebeschädigender freier Radikale sein. Die freien Radikale könnten durch den verstärkten MDMA-Metabolismus gebildet werden. Schädigungen beim Menschen werden bisher unterschiedlich beschrieben, wenn auch der Verdacht, dass MDMA besonders bei starkem Konsum Veränderungen hervorruft, stärker wird (vgl. Green et al. 2003).

### 1.1.3 Wirkung auf kognitive Vorgänge

Die Kenntnisse über die Wirkung und Bedeutung des Serotonins bezüglich der Ausformung eines individuellen Stils sind noch sehr fragmentarisch (vgl. Gouzoulis-Mayfrank et al. 2002). Der subjektive Eindruck der Ecstasy-Konsumenten kann sich durchaus von Ergebnissen unterscheiden, die objektiv in Studien gewonnen werden. Rodgers (2000) ließ Ecstasy-Konsumenten ihre alltägliche kognitive Leistungsfähigkeit mit Hilfe des Cognitive Failures Questionnaire (vgl. Broadbent et al. 1982) einschätzen. Die Ecstasy-Konsumenten schätzten ihre Leistungsfähigkeit nicht geringer als Cannabiskonsumenten und drogenfreie Probanden ein. In einer weiteren Studie verfolgte Rodgers die Fragestellung, ob diese Selbsteinschätzung gegenüber einer objektiven Einschätzung Bestand hat. Mit Hilfe zweier Fragebögen untersuchte er in einem computergestützten Studiendesign die Gedächtnisleistung seiner Probanden. Verwendet wurden der Everyday Memory Questionnaire (EMQ) (vgl. Sunderland et al. 1983) und der Prospective Memory Questionnaire (PMQ) (vgl. Hannon et al. 1995). Rodgers fand heraus, dass Cannabis- und Ecstasykonsum sich unterschiedlich auf die verschiedenen Tests auswirkte. Unter Ecstasy waren die Ergebnisse des long term PMQ schlechter und es wurden insgesamt mehr Fehler beim Beantworten der Fragebögen gemacht. Bei Cannabiskonsumenten waren die Werte des EMQ, des short term PMQ und des internally cued PMQ schlechter. Das bedeutet, dass die Probanden beispielsweise während eines Satzes vergaßen, was sie eigentlich sagen wollten. Die Ecstasykonsumenten, die subjektiv keine Beeinträchtigung ihrer kognitiven Funktionen spürten, waren nicht leistungstärker als diejenigen, die angaben, sie spürten Beeinträchtigungen (vgl. Rodgers 2001).

In einer weiteren Studie verglich Rodgers 15 Ecstasykonsumenten mit 15 Cannabiskonsumenten und 15 Kontrollprobanden, die niemals illegale Substanzen konsumiert hatten. Es zeigte sich, dass sowohl Cannabis- als auch Ecstasykonsumenten im verbalen Gedächtnis ähnlich signifikant beeinträchtigt waren. Ausschließlich Ecstasykonsumenten waren aber im Bereich „verzögertes Erinnerungsvermögen“ (delayed memory) signifikant beeinträchtigt (vgl. Rodgers 2000).

Bhattachary und Powell verglichen 2001 neue Ecstasykonsumenten, regelmäßige Konsumenten und abstinente Konsumenten mit einer vergleichbaren Gruppe nicht

konsumierender Probanden. Der Cannabiskonsum der vier Gruppen war unterschiedlich hoch, die Unterschiede korrelierten aber mit keinem Testergebnis. Diese vier Gruppen wurden in den Bereichen verbaler IQ, Zahlen-Merkfähigkeit rückwärts, unmittelbare und verzögerte Wiedergabe eines Prosatextes, Wiedergabe einer komplexen geometrischen Figur und verbales Ausdrucksvermögen getestet. Alle drei Ecstasy-Gruppen zeigten eine signifikant schlechtere Leistung in den Bereichen verbales Ausdrucksvermögen und unmittelbare und verzögerte Wiedergabe des Prosatextes. In der Zahlen-Merkfähigkeit oder dem visuellen Gedächtnis zeigten sich keine Unterschiede.

Dieses Ergebnis stützt die Hypothese, dass MDMA das verbale Gedächtnis beeinträchtigt und die unterschiedlichen Testergebnisse nicht von einer generellen kognitiven Leistungsschwäche und Defiziten im Arbeitsgedächtnis herrühren. Da alle drei Gruppen unterschiedlich stark beeinträchtigt waren und die Varianzanalyse durch den vorherigen Ecstasykonsum und die Gesamtmenge des konsumierten MDMA unterschiedlich beeinflusst wurde, lässt diese Untersuchung den Schluss zu, dass diese Effekte durch eine Kombination reversibler akuter Effekte des MDMA und der kumulierten Lebenszeitdosis verursacht sein könnten (vgl. Bhattachary S, Powell JH 2001). Eingeschränkt werden diese Ergebnisse dadurch, dass die Probanden nur angeben mussten, dass sie vor der Testung keine Drogen konsumiert haben, diese Aussagen aber nicht durch laborchemische Untersuchungen verifiziert wurden.

Fox et al. beschäftigten sich 2001 mit der Fähigkeit von Ecstasykonsumenten, verbales Material zu erlernen und zu behalten. Sie benutzten dazu den Auditory Verbal Learning Task (AVLT, siehe auch Unterpunkt 3.2.2.2). In ihrer Studie verglichen sie 14 Langzeit-Ecstasykonsumenten mit 14 Kurzzeit-Ecstasykonsumenten und 14 polytoxikomanen Kontrollprobanden. Beide Ecstasy-Gruppen wiederholten in den ersten drei Durchgängen und dem verzögerten Durchgang signifikant weniger Worte, als die Kontrollgruppe und konfabulierten häufiger. Die Langzeitkonsumenten konfabulierten stärker als die Kurzzeitkonsumenten. In den Durchgängen vier bis sechs waren die Ecstasykonsumenten genauso stark wie die Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis veranlasste Fox anzunehmen, dass es sich eher um ein Speicher und Abrufproblem beim Erlernen verbalen Materials handele, als um ein Kapazitätsproblem per se (vgl. Fox et al. 2001).

Einen weiteren interessanten Ansatz verfolgten Fox, Parrott und Turner 2001 in einer folgenden Studie. Sie verglichen zwei Gruppen Ecstasykonsumenten mit einer

polytoxikomanen Kontrollgruppe ohne Ecstasykonsum. Eine Gruppe hatte über subjektive, mit ihrem Ecstasykonsum assoziierte Probleme geklagt, die andere nicht. Ziel der Studie war es, zu überprüfen, ob diejenigen, die über Probleme in Zusammenhang mit ihrem Ecstasykonsum geklagt hatten, tatsächlich stärker beeinträchtigt waren, als diejenigen, die sich keiner Probleme bewusst waren, oder ob die kognitiven Defizite von Ecstasy-Usern eher mit den tatsächlich konsumierten MDMA-Mengen zusammenhängen als mit einem Problembewusstsein bezüglich des Konsums seitens der Konsumenten. Es wurden 20 Ecstasy-Konsumenten, die über kognitive Probleme berichtet hatten, mit 20 Ecstasy-Konsumenten, die über keinerlei Probleme berichteten, und einer polytoxikomanen Kontrollgruppe (n=20) verglichen. Die Konsumgewohnheiten und die Menge der konsumierten Substanz waren in beiden Gruppen ähnlich. Die Gruppen wurden außerdem in Gruppen niedrigen, mittleren und hohen Konsums aufgeteilt. Niedriger Konsum bedeutete in diesem Studiendesign bis 100 Ecstasy-Konsumeinheiten, mittlerer Konsum 100-500 Konsumeinheiten und hoher Konsum über 500 Konsumeinheiten. Als Kontrollgruppe dienten 20 Konsumenten illegaler Substanzen, ausgenommen waren der Konsum von Heroin und Crack. Die Probanden mussten schriftlich versichern, zwei Wochen vor der Testung keine Drogen zu konsumieren. Verifiziert wurden die Angaben nicht.

Folgende Tests zu unterschiedlichen kognitiven Bereichen wurden den Probanden zur Durchführung vorgelegt:

- Der Tower of London (Shallice 1982)
- Sofortige und verzögerte Wiedergabe eines Prosatextes (Gudjonsson 1984), Test zum verbalen Gedächtnis
- Reaktionstest mit zufällig auf dem Computerbildschirm auftretenden Kreuzen (ohne Quellenangabe, möglicherweise selbst entwickelt)
- Computergestützte Version des Wisconsin Card Sorting Test (Heaton et al. 1993), Test zur Fähigkeit, sich ändernde Regeln zu erkennen und danach zu handeln
- Test zum räumlichen Vorstellungsvermögen und Arbeitsgedächtnis, entwickelt von der University of East London
- Test zum wieder erkennen von vorher verlesenen Worten (Calev 1984). Test zum Verbalen Gedächtnis

Folgende Ergebnisse wurden berichtet: Die Gruppe der über Probleme klagenden Ecstasykonsumenten erzielte signifikant niedrigere Werte im Test der Reaktionsfähigkeit.

Die Konsumenten, die nicht über Probleme berichteten, brauchten signifikant längere Planungszeit im Tower of London Test.

Beide Ecstasy-Gruppen machten signifikant mehr Fehler als die Kontrollgruppe im Test zum räumlichen Vorstellungsvermögen.

In den anderen Tests wurden keine signifikanten Unterschiede der Gruppen festgestellt.

Die Menge des konsumierten MDMA korrelierte negativ mit der erzielten Leistung. Die Studie ließ die Vermutung zu, dass die kumulierte Dosis des konsumierten Ecstasy eine Rolle in der kognitiven Leistungsfähigkeit spielt, und zwar unabhängig davon, ob die Konsumenten schon eine Einschränkung spüren oder nicht (Fox et al. 2001).

Wareing et al. untersuchten zehn ehemalige Konsumenten, zehn aktuelle Konsumenten und zehn Kontrollprobanden mit verschiedenen neuropsychologischen Tests. Sie fanden Unterschiede in den Bereichen zentraler Exekutivfunktionen. Verwendet wurden der random-letter-generation-task (Baddley 1996), und ein Test zur Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, ein offenbar selbst entwickeltes Testmodell, das einem bekanntem Test von Fisk und Warr nachempfunden war (vgl. Fisk JE, Warr P 1996). Außerdem waren die Ecstasykonsumenten am Tag der Untersuchungen ängstlicher und leichter erregbar (vgl. Wareing et al. 2000).

Gouzoulis-Mayfrank et al. veröffentlichten 2000 eine Studie, die methodisch genauer als viele andere Arbeiten ist. Es wurde eine Gruppe Ecstasykonsumenten mit Cannabiskonsum mit einer Gruppe Cannabiskonsumenten und einer Kontrollgruppe verglichen (n jeweils = 28). Die Versuchsgruppen wurden genauer nach Alter, Bildung und Geschlecht parallelisiert, außerdem wurden Urinproben vor den Untersuchungen entnommen, um die Aussagen der Probanden bezüglich ihrer Abstinenzdauer zu verifizieren. Daher sind die Ergebnisse dieser Studie wissenschaftlich weniger angreifbar als zum Beispiel die von Fox et al. 2001. Die Versuchspersonen durchliefen eine neuropsychologische Testbatterie zu verschiedenen Teilleistungsgebieten. Verwendet wurden verschiedene Untertests des TAP (Test for attentional performance), Tests zum Arbeitsgedächtnis und der Merkspanne (u.a. Zahlen nachsprechen aus dem HAWIE-R, Tewes 1991), Tests zum Langzeitgedächtnis und Lernfähigkeit, z.B. VLMT (verbal

learning and memory test, Helmstädter 1990) und einige Tests zur generellen und präfrontalen Intelligenz, zum Beispiel aus dem LPS der Subtest 4 (Horn 1983) und der Subtest 1 aus dem HAWIE-R. Beeinträchtigungen wurden besonders in komplexeren Gebieten zur Aufmerksamkeit, zum Gedächtnis und der Lernkapazität gefunden. Einfache Aufgaben zur Reaktionsgeschwindigkeit wurden von den Ecstasykonsumenten gleich gut bewältigt. Die Ecstasykonsumenten schnitten signifikant schlechter im Test Zahlen nachsprechen und dem VLMT ab. Auch das figural-räumliche Gedächtnis war bei der Ecstasygruppe beeinträchtigt. Die Intelligenztests wurden von der Ecstasygruppe signifikant schlechter bewältigt. Wurde die Leistung in den Intelligenztests als Kovariate in die Analyse der Ergebnisse der anderen Tests mit einbezogen, änderte sich außer im Fall einer Wiederholung des VLMT nichts an den signifikant unterschiedlichen Leistungen.

## **1.2      *Klinische Neuropsychologie***

Eines der Hauptaufgabengebiete der klinischen Neuropsychologie ist die Erfassung und Objektivierung von kognitiven und affektiven Funktionsstörungen. Da besonders die Verläufe von Funktionseinschränkungen und Krankheiten erfasst werden sollen, sind besonders wiederholte und detaillierte Untersuchungen wichtig. Mittels einer neuropsychologischen Diagnostik können Defizite frühzeitig erkannt werden. So kann ein Patient eventueller weiterführender Diagnostik zugeführt werden, wie zum Beispiel der Positronenemissionstomographie (PET), die zerebrale Stoffwechselstörungen erfassen kann.

Um eine Funktionseinschränkung beurteilen zu können sind möglichst differenzierte Kenntnisse über den prämorbidem Zustand des Probanden zu erheben (vgl. Hartje, Poeck, 2002).

Einen guten Überblick über die Entwicklung des interdisziplinären Gebietes der Neuropsychologie gibt Muriel Deutsch Lezak in ihrem Werk „Neuropsychological Assessment“ (1995).

Die Neuropsychologie begann in den Vierziger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts eine unabhängiger, eigene Entwicklung und entfernte sich von den beiden Mutterdisziplinen Neurologie und Psychologie. Die Entwicklung der Neuropsychologie



in den U.S.A. ließ die psychologische Herkunft und damit die statistische Auswertung verschiedener Testkonstrukte in den Vordergrund treten. Gleichzeitig entwickelte Luria in Russland einen klinisch-theoretischen Ansatz, der sich mehr auf Fallstudien und genaue klinische Beobachtungen stützte.

Um dem komplexen Feld der Interaktionen zwischen Gehirn und menschlichem Verhalten gerecht zu werden, ist eine Untersuchungsmethode anzustreben, die sowohl quantitative, als auch qualitative Aspekte sichtbar und messbar macht. Eine Untersuchung sollte stets dem Untersuchten gerecht werden können, insbesondere wenn es sich um stark beeinträchtigte Personen handelt. Dieser integrative Ansatz mit seinem breiten Interpretationsspektrum fordert in vielen Feldern kompetent ausgebildete Untersucher mit sowohl statistisch-psychometrischem, sowie auch neuropathologisch-anatomischem Hintergrund (vgl. Lezak 1995).

In der vorliegenden Studie wurde der Schwerpunkt der Untersuchungen auf die statistisch auszuwertenden Testergebnisse gelegt und individuelle Variablen nicht berücksichtigt. Die Probanden durften jedoch nicht unter schwerwiegenden psychiatrischen Erkrankungen leiden.

### **1.3 Theorien zu Intelligenz und kognitiver Leistungsfähigkeit**

Eine eindeutige Definition des Begriffes Intelligenz zu finden, gehört zu den schwierigeren Dingen in der Psychologie. Verschiedene Modelle stellen unterschiedliche Vorstellungen von Intelligenz in den Vordergrund.

Bereits in der Antike war eine Dichotomie der geistigen Fähigkeiten bekannt, man betrachtete die vorhandene Bildung sowie die Fähigkeit, neues Wissen aufzunehmen und anzuwenden. Im Mittelalter verlor sich diese Sichtweise, nur wer Bildung besaß, konnte urteilen und die richtigen Schlüsse ziehen. Im Zeitalter der Aufklärung und seinem mechanistischen Weltbild besann man sich auf die Antike und sah das Gehirn als Rechenmaschine, eine Ansicht, die auch heute noch verbreitet ist. Man vermaß Schädel um Hinweise auf Charaktereigenschaften zu erhalten. Sir Francis Galton, ein Vetter zweiten Grades von Charles Darwin, gründete sein „Anthroposophisches Labor“ im Rahmen der Weltausstellung von 1885 und erhob Unmengen von biometrischen Daten,

die er mit den Mitteln der damaligen Zeit gar nicht alle auswerten konnte, um Hinweise über angeborene und erworbene Fähigkeiten zu erhalten (vgl. Stangl 2005).

Der französische Wissenschaftler Alfred Binet gehört zu den Pionieren einer Einteilung oder Skalierung von Leistungen. Er entwickelte zusammen mit Theodor Simon anhand von Untersuchungen an vielen Kindern eine Einteilung in Entwicklungsstufen, in die ein Kind anhand von richtig beantworteten Fragen eingeordnet werden konnte. Die Fragen waren kindlichen Entwicklungsaltern zugeordnet und ermöglichten eine Kategorisierung der Kinder in Intelligenzalter gegenüber dem biologischen Alter (vgl. Binet 1909).

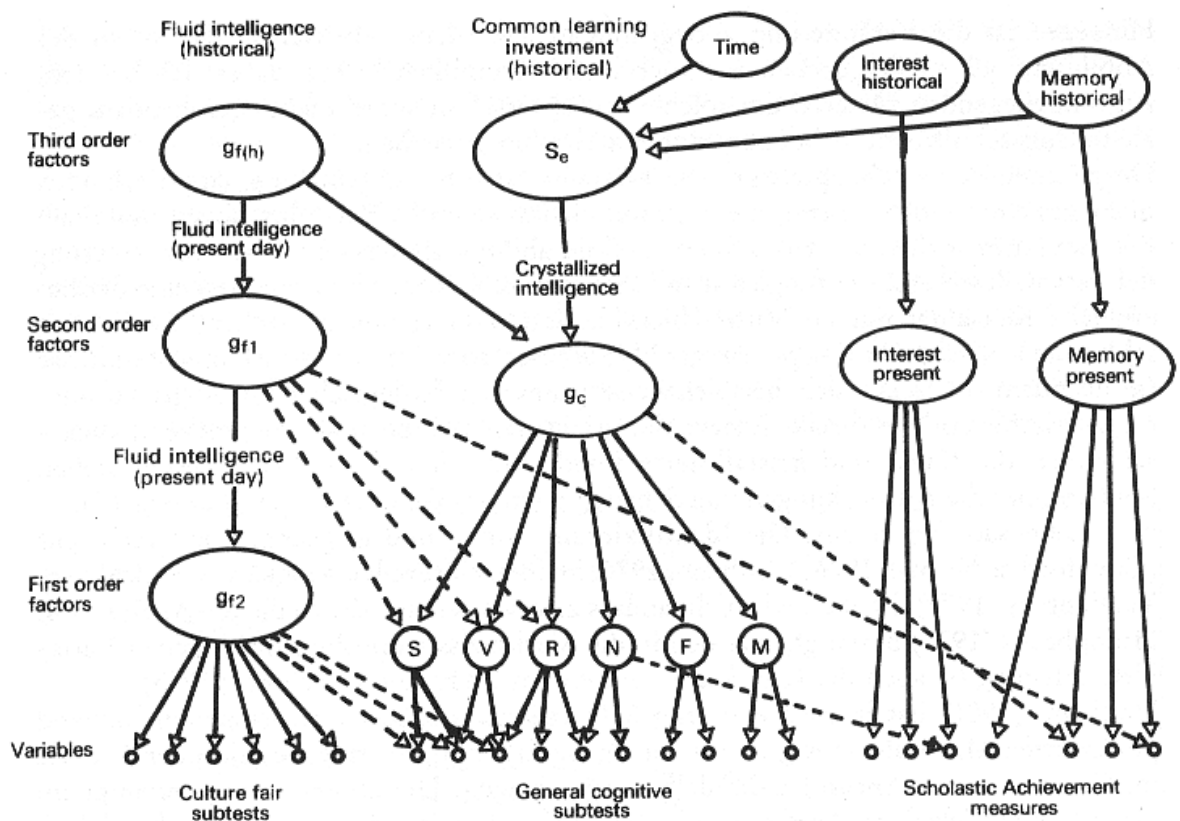
Der in Berlin geborene deutsche Pädagoge und Psychologe William Stern (geboren als Wilhelm Stern), prägte als Erster 1911 die Berechnung eines Intelligenzquotienten. Das Intelligenzalter wurde durch das tatsächliche Alter dividiert und mit hundert multipliziert, so dass ein Quotient entstand, mit dessen Hilfe eine Aussage über das Verhältnis von biologischem zum Intelligenzalter getroffen werden konnte. Sinnvolle Aussagen ließen sich aber nur über Probanden im Kindesalter treffen, zum Beispiel: Katja ist acht Jahre, hat aber ein Intelligenzalter von neun, ergibt einen Intelligenzquotienten nach Stern von 111. Herta ist 80, hat ein Intelligenzalter von 25, erzielt aber so nur einen Stern-IQ von 35 (vgl. Stern W. 1911).

Grundsätzliche Forschung zum Begriff der Intelligenz wurde zu Beginn des letzten Jahrhunderts von Spearman betrieben, der in seiner Arbeit „General Intelligence“ (1904), viele grundlegende Theorien aufstellte. Seiner Ansicht nach attribuiert ein Intelligenzfaktor  $g$ , „ $g$ “ für generelle Intelligenz, zur Leistungsfähigkeit eines Individuums auf verschiedenen Gebieten. Zusammen mit einem jeweils speziellen Faktor für bestimmte Teilbereiche lässt sich mit Hilfe von  $g$  die individuelle Leistungsfähigkeit mit einem von Spearman entwickelten System errechnen. Diese Faktorenanalyse bildet bis zum heutigen Tag die Grundlage für psychometrische Verfahren, die sich aus dem Verfahren von Spearman entwickelt haben (vgl. Spearman 1904).

Cattell teilte 1971 den Faktor  $g$  in zwei Hälften: die kristalline und die fluide Intelligenz (General Crystallized Ability Factor und General Fluid Ability Factor). Die fluide Intelligenz ist die grundsätzlich angelegte Fähigkeit eines Individuums, adäquat zu

handeln. Sie spiegelt die Fähigkeit wider, sich neuen Situationen anzupassen, ohne dass es dazu umfangreicher früherer Lernerfahrungen bedarf. Man könnte die fluide Intelligenz mit der Fähigkeit „instinktiv“ das Richtige zu tun oder „schnell zu schalten“ umschreiben. Diese Fähigkeit ist relativ frei von Einflüssen der umgebenden Kultur. Kristalline Intelligenz sind die durch die jeweilige Gesellschaft geprägten Fähigkeiten, die sich unter speziellen Anforderungen ausbilden und entwickeln. Dieser Faktor beinhaltet anders als die fluide Intelligenz kulturelle Elemente und Prägungen. Die kristalline Intelligenz ist das verfestigte abstrakte Endprodukt aus angeborener fluider Intelligenz und Lernprozessen (vgl. Kline 1991).

**Abbildung 6: Cattells Intelligenzmodell**  
(Amelang, Bartussek 1997)



Thurstone entwickelte die Theorie einer sich aus verschiedenen Primärfaktoren zusammensetzenden Intelligenz. Seine Primärfaktorentheorie kann als eine Weiterentwicklung der Spearmanschen Faktorenanalyse gesehen werden. Folgende Primärfaktoren der Intelligenz werden von Thurstone beschrieben:

- *Verbal Comprehension*: Die Fähigkeit, Wörter in ihrer Bedeutung zu (er)kennen und im Kontext richtig einzusetzen. Testaufgaben können sein: Rechtschreibung, verbale Analogien, richtige Reihenfolge vertauschter Wörter, Wortverständnis.
- *Word Fluency*: Rasche, assoziative und relativ unabhängige Produktion von Wörtern, die lediglich gewissen strukturellen oder symbolischen Erfordernissen entsprechen. Testaufgaben sind zum Beispiel Reime, mit einem vorgegebenen Buchstaben beginnende Wörter, Wörter, die nur aus einer bestimmten Anzahl Buchstaben bestehen.
- *Number*: Fähigkeit, einfache Rechenoperationen möglichst schnell und präzise ausführen zu können. Testaufgaben sind Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division.
- *Memory*: Die mechanische Merkleistung des Kurzzeitgedächtnisses wird mit Hilfe von Paarbildungen (Wort-Bild-Paar, Bild-Figur-Paar, etc) geprüft.
- *Perceptual Speed*: Fähigkeit, in irrelevante Informationen eingebettete Details zu erkennen. Visuelle Konfigurationen müssen schnell erkannt und analysiert werden.
- *Space*: Fähigkeit der räumlichen Vorstellung und des Erkennens von Objekten aus verschiedenen Perspektiven (z.B. die beliebten Knotenfiguren des Mediziner-tests).
- *Reasoning/Induction*: Dieser komplexeste Faktor steht für schlussfolgerndes Denken, für das Erkennen von Regelmäßigkeiten in einer Zahlen- oder Symbolfolge: Aufgaben: Reihen fortsetzen, Muster ergänzen, nicht in die Reihe passendes kennzeichnen.

(Stangl 2005.)

#### **1.4 Arbeitshypothese**

MDMA (Methylendioxyamphetamin) oder „Ecstasy“ ist eine populäre Designerdroge, deren Konsum in den letzten Jahren stetig zugenommen hat.

Die Substanz MDMA beeinflusst besonders den Serotoninstoffwechsel des Gehirns. Zusätzlich zeigen sich Veränderungen im dopaminergen- sowie noradrenergen System. Im Tierexperiment zeigte sich, dass serotonerge Neurone durch MDMA geschädigt werden. Da Serotonin eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit Gedächtnisfunktionen spielt, stellte sich die Frage, ob der Konsum von Ecstasy einen negativen Einfluss auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat, ob dieser Effekt reversibel ist und ob andere Faktoren eine Rolle für das Ausmaß der Schädigungen spielen. Im Rahmen mehrerer Studien wurden mit Hilfe von neuropsychologischen Testmethoden in verschiedenen kognitiven Bereichen Defizite aufgezeigt.

In der häufig zitierten Untersuchung „Memory impairment in abstinent MDMA Ecstasy users“ (Bolla KI, McCann DU, Ricaurte GA, 1998, Neurology) zeichnet sich außerdem eine Tendenz ab, dass dosisabhängige Funktionsminderungen des Gedächtnisses in bestimmten Bereichen noch stärker sind, wenn die Versuchspersonen ein relativ niedriges Niveau der verbalen Intelligenz aufweisen. Dieses Ergebnis führt zu der Fragestellung der vorliegenden Arbeit: Ist das Ausmaß der mit Ecstasy assoziierten Schädigungen durch den Faktor Intelligenz maßgeblich beeinflussbar?

Dieser Hypothese soll nachgegangen werden, indem im Rahmen einer multidisziplinären Studie unter der Projektleitung von Professor Dr. med. R. Thomasius, Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Universitätsklinikum Eppendorf, verschiedene kognitive Leistungsbereiche mit neuropsychologischen Testmethoden untersucht werden.

Die Untersuchungen im Bereich Klinische Neuropsychologie wurden unter der Leitung von PD Dr. phil. Burghard Andresen durchgeführt. Gleichzeitig wurden mehrere Parameter für verschiedene Intelligenzfaktoren der Testpersonen erhoben. Die unabhängigen Variablen sind der Intelligenzquotient oder die verbale Leistungsfähigkeit, die abhängigen Variablen sind die Ergebnisse neuropsychologischer Testverfahren zu bestimmten Teilleistungsbereichen. Mit der breiter angelegten Untersuchung der

Intelligenz der Testpersonen soll die sich aus der Studie von Bolla ergebende Frage, ob das Ausmaß der mit Ecstasy assoziierten Schädigungen durch den Faktor Intelligenz oder die verbale Leistungsfähigkeit beeinflusst wird, überprüft und gegebenenfalls erweitert werden.

Eine weitere Frage ist, ob Ecstasy bei unterschiedlich hohen Lebenszeitdosen die kognitive Leistungsfähigkeit unterschiedlich stark beeinflusst. Aus diesem Grund wird die Stichprobe für weitere Berechnungen in drei Gruppen eingeteilt: Probanden mit niedrigem, mittelstarkem und starkem Ecstasykonsum. Als Kontrolle dienen eine polytoxikomane und eine drogenabstinente Kontrollgruppe.

## **2 Material und Methode**

### **2.1 *Das Hamburger Ecstasy-Projekt***

Die Daten der vorliegenden Studie entstammen dem Hamburger Ecstasy-Projekt, einer interdisziplinären Studie, die vom BfArM (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte) gefördert und von Professor Dr. med. R. Thomasius geleitet wurde. Es ist die zweite Studie dieser Art der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Universität Hamburg, Direktor Prof. Dr. med. D. Naber. In der Vorgängerstudie wurden zwischen 1997 und 1998 schon circa 160 Probanden untersucht. Aus den Ergebnissen dieser Arbeit entsprang die Idee zu einer longitudinal angelegten multidisziplinären Langzeitstudie, die in drei Erhebungswellen durchgeführt werden sollte. Insbesondere die Frage nach den Langzeitschäden bzw. Langzeitwirkungen von MDMA und die Identifikation von möglicherweise existierenden Risikogruppen für Langzeitfolgen sollte geklärt werden (vgl. Thomasius 2000).

Die Probanden durchliefen folgende Untersuchungen: Ein ausführliches Gespräch mit Psychologen zur Erfassung von Persönlichkeitsmerkmalen, die in der vorliegenden Arbeit verwandten neuropsychologischen Untersuchungen, klinisch chemische Blutuntersuchungen, Urin-Screening auf Drogen, Haarproben zur Verifikation des in der Drogenanamnese angegebenen Konsums, radiologische Untersuchungen wie PET, Doppler-Sonographie und nicht zuletzt neurologische und psychiatrische Untersuchungen inklusive EEG. Die neuropsychologischen Untersuchungen wurden von der Arbeitsgruppe Klinische Neuropsychologie unter der Leitung von PD Dr. Burghard Andresen erhoben. Die hier verwandten Daten stammen aus der ersten Erhebungswelle der BfArM-Studie, die Daten wurden zwischen dem 1.1.2001 und dem 31.12.2001 erhoben.

Die statistische Analyse erfolgte mit dem Programm SPSS.10.

## **2.2      *Probandenrekrutierung***

### **2.2.1      **Ein- und Ausschlusskriterien****

Für diese Studie wurden vier Gruppen definiert, zwei Untersuchungsgruppen mit Ecstasykonsum und zwei Kontrollgruppen ohne Ecstasykonsum.

Die erste Untersuchungsgruppe (im Folgenden „Ehemalige Ecstasykonsumenten“ genannt) besteht aus Personen, die mindestens 75 Konsumeinheiten Ecstasy in ihrem Leben genommen haben und zusätzlich einen Beikonsum von Cannabis, Kokain, Halluzinogenen und Amphetaminen aufweisen. Eine Konsumeinheit wird als eine Ecstasytablette mit durchschnittlich 75-150mg MDMA betrachtet. Zum Untersuchungstermin musste der letzte Ecstasykonsum mindestens 20 Wochen zurückliegen.

Die zweite Untersuchungsgruppe (im Folgenden „Aktuelle Ecstasykonsumenten“ genannt) beinhaltet ausschließlich Personen, die sich selbst als aktuelle Ecstasykonsumenten bezeichnen und innerhalb der letzten 60 Tage vor der Untersuchung Ecstasy konsumiert haben. Der Beikonsum dieser Gruppe ist im Wesentlichen identisch mit dem der Gruppe „Ehemalige Ecstasykonsumenten“.

Die erste Kontrollgruppe (im Folgenden „Abstinente“ genannt) besteht aus Probanden ohne Konsum illegaler Drogen, lediglich ein „Probierkonsum“ von weniger als drei Konsumeinheiten Cannabis in der Vergangenheit wurde toleriert.

Die zweite Kontrollgruppe (im Folgenden „Polytoxikomane ohne Ecstasykonsum“) beinhaltet Probanden mit einem polytoxikomanen Konsummuster von Cannabis, Kokain, Halluzinogenen und Amphetaminen. Ein „Probierkonsum“ von Ecstasy, der nicht mehr als drei Konsumeinheiten betragen durfte, war in dieser Gruppe zugelassen.

Bei der Einteilung der Probanden in drei Gruppen mit unterschiedlich starkem Konsum wurden die Gruppen abstinente Konsumenten und aktuelle Konsumenten zusammengefasst.



Grundsätzliche Ausschlusskriterien für eine Studienteilnahme waren schwerwiegende körperliche und psychische Erkrankungen, Alkoholabhängigkeit und regelmäßiger Konsum von Opiaten.

### **2.2.2 Wege der Rekrutierung**

Vor Beginn der Studie wurden Teilnehmer einer mit Mitteln des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG, heute BMGS) unterstützten, vom 01.02.1997-28.02.1999 durchgeführten Studie, erneut kontaktiert, um sie bei Übereinstimmung der Drogenkonsummuster zu einer erneuten Teilnahme an der nächsten Studie zu motivieren. Diese vorangegangene Studie trug den Titel „Der Zusammenhang zwischen Persönlichkeits- und Neurosenstrukturen von Ecstasykonsumenten und dem Auftreten psychiatrischer, neurologischer und internistischer Komplikationen und Folgewirkungen – Eine empirische Studie auf der Grundlage psychiatrisch-internistischer und klinisch-apparativer Diagnostik von 107 Ecstasykonsumenten“.

An diese Studie schloss sich die Studie im Auftrag des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) mit dem Titel „Welche neurologischen und psychiatrischen Langzeitschäden induziert Ecstasy Welche Hochrisikogruppen für derartige Schäden durch Ecstasy lassen sich beschreiben?“, an (Forschungszeitraum: 01.05.2000-30.04.2003). Beide Projekte wurden an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf unter der Leitung von Prof. Dr. med. R. Thomasius durchgeführt. Die Daten der vorliegenden Arbeit stammen aus der ersten Erhebungswelle dieser Studie.

Zusätzlich wurden Aufrufe in lokalen Tageszeitungen wie dem Hamburger Abendblatt, der Hamburger Morgenpost und der Bildzeitung sowie 14-tägig bis monatlich erscheinenden Magazinen wie Brigitte, Prinz, Szene Hamburg und der Online-Version der Brigitte Young Miss veröffentlicht.

Bei Techno-Veranstaltungen im Raum Hamburg und in Sonderzügen der Deutschen Bundesbahn zur Love-Parade wurden Handzettel verteilt. In Head Shops (szenetypische Geschäfte) wurden Handzettel ausgelegt. Mit regelmäßigen Aushängen an der Universität Hamburg und an Berufsfachschulen wurde auf die Studie aufmerksam gemacht.

Bei allen Aufrufen wurde den Probanden eine Aufwandsentschädigung von 75 € und eine Rückmeldung über die Untersuchungsergebnisse zugesichert. Der durchschnittliche Zeitaufwand und der Ort der Untersuchungen wurden in allen Aufrufen genannt. Die Kontaktaufnahme erfolgte telefonisch und anonym. Die Einschlusskriterien wurden den potentiellen Probanden in keinem Fall mitgeteilt, um vorsätzlichen Falschangaben vorzubeugen. Im Verlauf des Gespräches wurde eine kurze soziodemographische sowie Drogenanamnese erhoben. Bei geeigneten Probanden erfolgte ein erneuter Anruf zur Terminabsprache. Die Angaben aus dem Erstgespräch wurden überprüft, und bei Übereinstimmung erfolgte eine Aufklärung über den Ablauf der Untersuchungen und dem damit verbundenen Aufwand.

Im Folgenden erhielten die Probanden informative Unterlagen zugeschickt und wurden zu einem Erstgespräch mit dem Studienleiter zur Überprüfung ihrer Eignung und Motivation eingeladen. Anschließend folgte gegebenenfalls eine endgültige Terminabsprache.

Ein besonderes Augenmerk wurde der Parallelisierung wichtiger soziodemographischer Daten wie Geschlecht, Alter und Bildung gewidmet.

Insgesamt konnten aus den Interessenten 180 Probanden ausgewählt werden, die das Verfahren zur Rekrutierung reibungslos durchliefen und einen Termin erhielten.

Bei 60 Probanden konnte keine vollständige Untersuchung erfolgen. 30 Probanden erschienen nicht zu dem vereinbarten Termin. In der Regel erfolgte eine erneute Terminabsprache. Wurde dieser Termin wiederum unentschuldigt nicht wahrgenommen, erfolgte ein Ausschluss aus der Studie.

### **2.2.3 Gesamtstichprobe**

Insgesamt gingen 120 Probanden in die Gesamtstichprobe des Hamburger Ecstasy-Projektes ein. Die drogenabstinente Kontrollgruppe umfasste 30 Probanden, die polytoxikomane Kontrollgruppe ohne Ecstasykonsum umfasste 29 Probanden, die Gruppe der Ehemaligen Ecstasykonsumenten umfasste 31 Probanden, und die der Aktuellen Ecstasykonsumenten 30 Probanden.

#### **2.2.4 Stichprobe der vorliegenden Arbeit**

Die Daten der vorliegenden Arbeit gehen aus der ersten Erhebungswelle des Hamburger Ecstasy-Projektes hervor. Aus diesen Daten lassen sich keine Langzeitergebnisse ableiten, es ist eine Querschnittsuntersuchung der teilnehmenden Probanden und fokussiert auf die neuropsychologischen Testergebnisse. In die endgültigen Berechnungen können aufgrund strengerer Einschlusskriterien im drogenanamnestischen Bereich 88 Probanden eingeschlossen werden, da die vier Gruppen möglichst genau nach Alter, Bildungsjahren, Schulabschluss und Geschlecht parallelisiert wurden. Selbstverständlich erfolgte die Gruppenreduktion blind gegenüber den neuropsychologischen Testergebnissen.

Von den verbleibenden 88 Probanden sind die Probanden der Gruppe 1 drogenabstinent (n=28), davon sind jeweils 14 männlich oder weiblich, das Durchschnittsalter beträgt 23,39 Jahre. Die Probanden der Gruppe 2 zeigen polytoxikomanen Drogenkonsum (n=20), jeweils zehn männliche und zehn weibliche Probanden gehen in die Stichprobe ein, das Durchschnittsalter beträgt 23,6 Jahre. Gruppe 3 beinhaltet „Ehemalige Ecstasykonsumenten“ (n=20), die vor mindestens 20 Wochen das letzte Mal Ecstasy konsumiert haben. Zwölf Probanden dieser Untergruppe sind männlich, acht Probanden weiblich. Das Durchschnittsalter der Gruppe 3 beträgt 24,1 Jahre. Die Probanden der Gruppe 4 gehören zu den „Aktuellen Ecstasykonsumenten“ (n=20) und haben innerhalb der letzten sechs Wochen Ecstasy konsumiert. Die Gruppe 4 besteht aus jeweils zehn männlichen und zehn weiblichen Probanden, das Durchschnittsalter beträgt 24,1 Jahre. Das Durchschnittsalter der Gesamtstichprobe beträgt 23,76 Jahre.

**Tabelle 4: Gruppeneinteilung 1-4**

<b>Gruppe</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Alter M</b>	<b>Alter SD</b>	<b>N</b>
<b>Gruppe 1 = Abstinente</b>	männlich	23,07	2,64	14
	weiblich	23,71	4,60	14
	<b>Gesamt</b>	<b>23,39</b>	<b>3,70</b>	<b>28</b>
<b>Gruppe 2 = Polytoxikomane</b>	männlich	23,40	4,20	10
	weiblich	23,80	4,37	10
	<b>Gesamt</b>	<b>23,60</b>	<b>4,17</b>	<b>20</b>
<b>Gruppe 3 = Ehemalige</b>	männlich	24,58	2,61	12
	weiblich	23,38	2,92	8
	<b>Gesamt</b>	<b>24,10</b>	<b>2,73</b>	<b>20</b>
<b>Gruppe 4 = Aktuelle</b>	männlich	23,20	3,01	10
	weiblich	25,00	5,37	10
	<b>Gesamt</b>	<b>24,10</b>	<b>4,34</b>	<b>20</b>
<b>Gesamt</b>	männlich	23,57	3,07	46
	weiblich	23,98	4,36	42
	<b>Gesamt</b>	<b>23,76</b>	<b>3,73</b>	<b>88</b>

Sechs Probanden der Gruppe 1 haben den Hauptschulabschluss erreicht (21,4%), zehn Probanden die mittlere Reife oder das Fachabitur (35,7%), zwölf Probanden haben Abitur oder ein abgeschlossenes Studium (42,9%). In der Gruppe 2 haben fünf Probanden den Hauptschulabschluss (25%), acht Probanden die mittlere Reife oder die Fachhochschulreife (40%), sowie sieben Probanden Abitur oder einen Hochschulabschluss (35%). In der Gruppe 3 besitzen fünf Probanden den Hauptschulabschluss (25%), sieben Probanden die mittlere Reife oder die Fachhochschulreife (35%) und acht Probanden haben Abitur oder einen Hochschulabschluss (40%). In der Gruppe 4 haben vier Probanden den Hauptschulabschluss (20%), acht Probanden die mittlere Reife oder Fachhochschulreife (40%) und acht Probanden Abitur oder einen Hochschulabschluss (40%). Insgesamt haben zwanzig Probanden den Hauptschulabschluss (22,7%), 33 Probanden die mittlere Reife oder das Fachabitur (37,5%) und 35 Probanden das Abitur oder einen Hochschulabschluss (39,8%).

**Tabelle 5: Schulbildung der Gruppen 1-4**

<b>Gruppe</b>	<b>Hauptschule</b>	<b>Mittlere / Fachhochschulreife</b>	<b>Gymnasium / Hochschule</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Gruppe 1</b>	6	10	12	<b>28</b>
% von Gruppe 1	21,4%	35,7%	42,9%	100,0%
% der Gesamtzahl	6,8%	11,4%	13,6%	31,8%
<b>Gruppe 2</b>	5	8	7	<b>20</b>
% von Gruppe 2	25,0%	40,0%	35,0%	100,0%
% der Gesamtzahl	5,7%	9,1%	8,0%	22,7%
<b>Gruppe 3</b>	5	7	8	<b>20</b>
% von Gruppe 3	25,0%	35,0%	40,0%	100,0%
% der Gesamtzahl	5,7%	8,0%	9,1%	22,7%
<b>Gruppe 4</b>	4	8	8	<b>20</b>
% von Gruppe 4	20,0%	40,0%	40,0%	100,0%
% der Gesamtzahl	4,5%	9,1%	9,1%	22,7%
<b>Gesamt</b>	20	33	35	<b>88</b>
% der Gesamtzahl	22,7%	37,5%	39,8%	100,0%

Für den zweiten Teil der Untersuchung, ob nämlich unterschiedliche Lebenszeitdosen die kognitive Leistungsfähigkeit unterschiedlich stark beeinflussen, wurden die Gruppen 3 und 4 zu einer Gruppe zusammengefasst (n=40), die nach dem Lebenszeitkonsum in drei Teile eingeteilt wurden, nämlich geringer (n=13), mittelstarker (n=13) und starker Konsum (n=14), wohingegen die Gruppen 1 und 2 zu einer Kontrollgruppe ohne Ecstasykonsum (n=48) zusammengefasst wurden. Das Durchschnittsalter der Gruppen beträgt, wie in der Tabelle 6 ersichtlich, zum Testzeitpunkt 23,76 Jahre. Die Gruppe 0 hat ein Durchschnittsalter von 23,48 Jahren, und besteht aus 24 weiblichen, sowie 24 männlichen Probanden.

Die anhand der vorliegenden Konsummuster eingeteilten Gruppen wiesen einen Konsum von 75 bis 280 Konsumeinheiten Ecstasy in der Gruppe „niedriger Ecstasykonsum“, von 297 bis 716 Konsumeinheiten Ecstasy in der Gruppe „mittelstarker Ecstasykonsum“ und von 824,5 bis 3111 Konsumeinheiten in der Gruppe „starker Ecstasykonsum“ auf. Diese Gruppen werden im Folgenden Gruppe 0 (Kontrollgruppe aus abstinenten und polytoxikomanen Probanden) und Gruppen 1E, 2E und 3E genannt.

**Tabelle 6: Gruppenaufteilung 0-3E**

<b>Gruppe</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Alter M</b>	<b>Alter SD</b>	<b>N</b>
<b>Gruppe 0 = Kein Ecstasykonsum</b>	männlich	23,21	3,30	24
	weiblich	23,75	4,41	24
	<b>Gesamt</b>	<b>23,48</b>	<b>3,86</b>	<b>48</b>
<b>Gruppe 1E = Geringer Ecstasykonsum</b>	männlich	23,00	2,53	6
	weiblich	23,43	5,32	7
	<b>Gesamt</b>	<b>23,23</b>	<b>4,11</b>	<b>13</b>
<b>Gruppe 2E =Mittelstarker Ecstasykonsum</b>	männlich	22,86	2,19	7
	weiblich	24,67	4,32	6
	<b>Gesamt</b>	<b>23,69</b>	<b>3,33</b>	<b>13</b>
<b>Gruppe 3E = Starker Ecstasykonsum</b>	männlich	25,44	3,00	9
	weiblich	25,00	3,87	5
	<b>Gesamt</b>	<b>25,29</b>	<b>3,20</b>	<b>14</b>
<b>Gesamt</b>	männlich	23,57	3,07	46
	weiblich	23,98	4,36	42
	<b>Gesamt</b>	<b>23,76</b>	<b>3,73</b>	<b>88</b>

Elf Probanden der Gruppe 0 haben einen Hauptschulabschluss (22,9%), mittlere Reife oder Fachhochschulreife besitzen 18 Probanden (37,5%) und 19 Probanden haben Abitur oder einen Hochschulabschluss (39,6%). In der Gruppe 1E besitzen sechs Probanden mittlere Reife oder Fachhochschulreife (46,2%) und sieben Probanden Abitur (53,8%). In der Gruppe 2E haben vier Probanden den Hauptschulabschluss (30,8%), drei Probanden die mittlere Reife oder das Fachabitur (23,1%) und sechs Probanden haben Abitur oder einen Hochschulabschluss (46,2%). In der Gruppe 3E besitzen fünf Probanden einen Hauptschulabschluss (35,7%), sechs Probanden die mittlere Reife oder Fachhochschulreife (42,9%) und drei Probanden haben Abitur oder ein abgeschlossenes Hochschulstudium (21,4%). Insgesamt haben 20 Probanden den Hauptschulabschluss (22,7%), 33 Probanden die mittlere Reife oder das Fachabitur (37,5%) und 35 Probanden das Abitur oder einen Hochschulabschluss (39,8%).

**Tabelle 7: Schulbildung der Gruppen 0-3E**

<b>Gruppe</b>	<b>Hauptschule</b>	<b>Mittlere Reife Fachhochschulreife</b>	<b>Gymnasium Hochschule</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Gruppe 0 = Kein Ecstasykonsum</b>	11	18	19	<b>48</b>
% von Gruppe 0	22,9%	37,5%	39,6%	100,0%
% der Gesamtzahl	12,5%	20,5%	21,6%	54,5%
<b>Gruppe 1E = Geringer Ecstasykonsum</b>	0	6	7	<b>13</b>
% von Gruppe 1E	0%	46,2%	53,8%	100,0%
% der Gesamtzahl	0%	6,8%	8,0%	14,8%
<b>Gruppe 2E = Mittelstarker Ecstasykonsum</b>	4	3	6	<b>13</b>
% von Gruppe 2E	30,8%	23,1%	46,2%	100,0%
% der Gesamtzahl	4,5%	3,4%	6,8%	14,8%
<b>Gruppe 3E = Starker Ecstasykonsum</b>	5	6	3	<b>14</b>
% von Gruppe 3E	35,7%	42,9%	21,4%	100,0%
% der Gesamtzahl	5,7%	6,8%	3,4%	15,9%
<b>Gesamt</b>	20	33	35	<b>88</b>
% der Gesamtzahl	22,7%	37,5%	39,8%	100,0%

Es gelang nicht, die drogenkonsumierenden Gruppen anhand ihres Beikonsums über alle Parameter völlig anzugleichen. In der Gesamtstichprobe ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede der kumulierten Dosen für Amphetamine und Cannabis. Die Gruppe der Ehemaligen Ecstasykonsumenten wies den höchsten Konsum auf. Für den kumulierten LSD-Konsum ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede, dennoch weist auch hier die Gruppe der ehemaligen Ecstasykonsumenten die höchste Lebenszeitbelastung auf.

Da in der Literatur Wechselwirkungen zwischen MDMA besonders in Bezug auf den Beikonsum von Cannabis, aber auch anderer Drogen wie LSD diskutiert werden, wurden in der vorliegenden Stichprobe Obergrenzen für den kumulierten Konsum definiert. Diese Grenzen lagen bei Cannabis bei 5000g, bei LSD bei 10000µg und für Kokain bei

2500g. Aus allen drei definierten konsumierenden Gruppen wurden Probanden aus Gründen der Angleichung der Konsummuster von der Wertung ausgeschlossen. Zu nennen ist ein zu hoher kumulierter LSD-Konsum, Überschreiten der Grenzwerte sowohl für LSD, als auch für Cannabis, sowie Überschreiten der Grenzwerte für den kumulierten Cannabiskonsum. Auch Probanden, die Heroin konsumierten, wurden ausgeschlossen. Probanden, die ein vom Mittelwert der Gruppe stark abweichendes Konsumverhalten zeigten, wurden ausgeschlossen, um extreme Varianzen zu vermeiden.

An die Schwellendosen für Cannabis und Ecstasy in der Abstinenzgruppe wurden in der vorliegenden Stichprobe strengere Anforderungen gestellt, so dass sich die Fallzahl reduzierte. Aus der polytoxikomanen Kontrollgruppe ohne Ecstasykonsum wurden vier Probanden ausgeschlossen, da sie einen Probierkonsum von bis zu drei Konsumeinheiten Ecstasy angaben.

Strengere Anforderungen wurden auch an die Abstinenzdauer gestellt. In der Gesamtstichprobe wurden die Konsumenten anhand der letzten zurückliegenden Einnahme innerhalb von zwanzig Wochen in aktuell und ehemals differenziert. Im vorliegenden Datensatz wurde an die Gruppe der Aktuellen Ecstasykonsumenten die Anforderung gestellt, dass die letzte Einnahme innerhalb der letzten sechs Wochen realisiert worden sein musste. Weitere drei Probanden erfüllten die Anforderung nicht und wurden so ausgeschlossen.

Aufgrund der verschärften Einschlusskriterien sind in der vorliegenden Stichprobe die Unterschiede im Beikonsum bei der Gruppeneinteilung 1-4 auf ein nicht signifikantes Niveau angeglichen worden. Bei der weiteren Unterteilung in eine Kontrollgruppe aus polytoxikomanen (Gruppe 0) und abstinenten Probanden sowie Ecstasygruppen unterschiedlich starken Konsums (Gruppen 1E-3E) sind die Unterschiede des Konsums wieder signifikant, vgl. Abschnitt 2.2.4.1. Aufgrund der neuen Gruppeneinteilung mit einer gemischt polytoxikomanen und drogenabstinenten Kontrollgruppe wird die ursprüngliche Parallelisierung verzerrt.

Selbstverständlich erfolgte der Ausschluss von Probanden aufgrund ihrer Konsummuster blind gegenüber den Ergebnissen.



### 2.2.4.1 Konsummuster der einzelnen Probandengruppen

Bei den Werten in den Tabellen beziehungsweise Grafiken handelt es sich jeweils um Konsumeinheiten. Beispielsweise besteht eine Konsumeinheit aus durchschnittlich 100mg MDMA.

**Tabelle 8: Konsummuster Ecstasy der Gruppen 3 und 4**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit XTC (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis XTC	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 3	17,90	2,27	0,00	0,00	590,15	506,29	756,050	731,022
Gruppe 4	19,30	3,67	1,80	2,02	23,40	13,47	633,875	613,257
Signifikanz	0,155		0,0		0,0		0,57	

Wie in Tabelle 8 ersichtlich beträgt das Erstkonsumalter der Gruppe 3 (Ehemalige Konsumenten) 17,9 Jahre, mit einer Standardabweichung von 2,27 Jahren. Das Erstkonsumalter der Gruppe 4 (Aktuelle Konsumenten) beträgt 19,3 Jahre mit einer Standardabweichung von 3,67 Jahren. Die Gruppen unterscheiden sich in dieser Hinsicht nicht signifikant. Die Konsumgelegenheiten der letzten 30 Tage betragen bei den Aktuellen Konsumenten 1,8 mit einer Standardabweichung von 2,02, signifikant unterschiedlich zur Gruppe 3. Die Abstinenzzeit ist wie zu erwarten auch signifikant unterschiedlich. Bei den Ehemaligen Konsumenten beträgt sie im Mittelwert 590,15 Tage (SD 506,29), bei den Aktuellen Konsumenten 23,4 Tage (SD 13,47 Tage).

**Tabelle 9: Konsummuster Ecstasy der Gruppen 0-3E**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit XTC (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis XTC	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 0	17,50	0,71	0,00	0,00	1641,00	1797,47	0,101	
Gruppe 1E	19,23	3,65	0,85	1,21	142,38	248,15	148,385	60,652
Gruppe 2E	18,46	3,15	0,46	0,97	448,92	550,78	438,154	145,147
Gruppe 3E	18,14	2,57	1,36	2,41	327,43	487,26	1440,964	596,079
Signifikanz	0,776		0,001		0,007		0,0	

Auch die Gruppen 0-3E unterscheiden sich bezüglich Erstkonsumalter nicht signifikant voneinander. Wie eingangs erwähnt wurde ein geringfügiger Probierkonsum in der Gruppe 0 toleriert, der zwei Probanden betrifft und so auch zu Einträgen in dieser Zeile führt. Signifikant unterschiedlich sind wie zu erwarten die Daten bezüglich Abstinenzdauer, Konsumgelegenheiten der letzten dreißig Tage, sowie die Lebenszeitdosis.

**Tabelle 10: Konsummuster Cannabis der Gruppen 2, 3 und 4**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit CAN(Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis CAN	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 2	15,53	2,01	16,15	9,35	11,21	26,49	1079,096	1261,808
Gruppe 3	15,60	1,43	11,05	10,76	23,90	36,58	1183,525	1095,976
Gruppe 4	16,25	2,86	10,32	10,74	483,65	1639,23	755,645	1440,749
Signifikanz	0,522		0,163		0,216		0,545	

Signifikante Unterschiede bezüglich des Erstkonsumalters können nicht festgestellt werden ( $p=0,522$ ). Auch bei den Konsumgelegenheiten der letzten 30 Tage sowie der Abstinenzzeit und der kumulierten Lebenszeitdosis werden in dieser Stichprobe keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gemessen.

**Tabelle 11: Konsummuster Cannabis Gruppe 0-3E**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit CAN (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis CAN	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 0	15,95	2,33	6,87	10,06	139,29	428,91	449,634	965,752
Gruppe 1E	16,08	3,07	9,50	10,28	582,92	2018,53	386,319	703,135
Gruppe 2E	16,00	1,68	12,85	11,93	43,38	100,73	941,685	1058,930
Gruppe 3E	15,71	1,98	9,62	10,01	143,50	394,57	1537,096	1658,587
Signifikanz	0,979		0,304		0,493		0,008	

Bei den Gruppen 0-3E werden keine signifikanten Unterschiede bezüglich Erstkonsumalter, Konsumgelegenheiten und Abstinenzdauer gemessen, die kumulierte Lebenszeitdosis ist jedoch signifikant unterschiedlich. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man sich vor Augen hält, dass sich die Gruppe 0 aus der polytoxikomanen Kontrollgruppe und den drogennaiven Probanden zusammensetzt. Die Gruppe 3E (starker Ecstasykonsum) weist auch die höchste kumulierte Dosis an Cannabis auf. Der Beikonsum ist bei dieser Einteilung also nicht in dem Maße parallelisiert, wie bei der Gruppeneinteilung 1-4. Betrachtet man die Mehrfachvergleiche, so wird die Homogenität der Fehlervarianzen verletzt. Bei dem Test nach Tamhane werden die Signifikanzen nicht deutlich. Erst bei der Betrachtung nach Scheffé, der aber streng genommen aufgrund des nicht erfüllten Levene-Tests nicht verwendet werden sollte, zeigen sich Gruppenunterschiede zwischen der Gruppe 0 und 3E ( $p=0,016$  nach Scheffé,  $p=0,162$  nach Tamhane).

**Tabelle 12: Konsummuster LSD der Gruppen 2, 3 und 4**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit LSD(Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis LSD	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 2	17,86	1,86	0,00	0,00	1363,14	1249,13	226,974	451,834
Gruppe3	18,53	2,21	0,00	0,00	1004,94	570,04	1571,250	3268,130
Gruppe4	19,50	3,54	0,65	2,08	1112,19	1750,39	2335,625	6822,630
Signifikanz	0,383		0,152		0,830		0,329	

Beim LSD-Konsum werden keine signifikanten Unterschiede bezüglich Erstkonsumalter, Konsumgelegenheiten, Abstinenzzeit der letzten 30 Tage und der kumulierten Lebenszeitbelastung deutlich (s. Tabelle 12).

**Tabelle 13: Konsummuster LSD der Gruppen 0-3E**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit LSD (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis LSD	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 0	17,86	1,86	0,00	0,00	1363,14	1249,13	91,755	304,242
Gruppe 1E	18,33	1,94	7,69E-02	0,28	1213,33	2310,67	436,538	643,689
Gruppe 2E	19,18	3,89	0,00	0,00	1039,64	540,70	286,538	350,240
Gruppe 3E	19,31	2,69	0,86	2,48	959,83	670,87	4909,821	8312,881
Signifikanz	0,655		0,038		0,916		0,0	

Bei der Gruppeneinteilung 0-3E treten signifikante Unterschiede im Bereich kumulierter Lebenszeitdosis und Konsumgelegenheiten der letzten 30 Tage auf. In beiden Fällen ist der Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen nicht erfüllt. Bei der Betrachtung der Konsumgelegenheiten der letzten 30 Tage lassen sich mit der Post-Hoc-Analyse nach Tamhane keine signifikanten Gruppenunterschiede errechnen. Bei dem streng genommen nicht zu verwendendem Post-Hoc Test nach Scheffé treten signifikante Unterschiede zwischen Gruppe 0 und Gruppe 3E auf ( $p=0,047$ ). Auch bezüglich der kumulierten Dosis ist die Gleichheit der Fehlervarianzen nicht gewährleistet. In der Analyse nach Tamhane sind die Unterschiede nicht signifikant, nach Scheffé treten signifikante Unterschiede zwischen Gruppe 0 und 3E ( $p=0,0$ ) und Gruppe 1E und 3E ( $p=0,009$ ) auf.

**Tabelle 14: Konsummuster Psilocybin der Gruppen 2, 3 und 4**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit PSI (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis PSI	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 2	19,20	2,20	0,10	0,31	601,00	596,99	5,7000	16,4423
Gruppe 3	19,83	3,30	5,00E-02	0,22	693,33	594,77	3,6471	4,9522
Gruppe 4	20,50	3,97	0,20	0,89	536,92	492,45	3,5000	5,8395
Signifikanz	0,656		0,692		0,792		0,8	

Wie in Tabelle 14 zu sehen, gibt es beim Psilocybin Konsum keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen 2 bis 4 bezüglich Erstkonsumalter, Konsumgelegenheiten der letzten 30 Tage, Abstinenzzeit und kumulierter Lebenszeitdosis.

**Tabelle 15: Konsummuster Psilocybin der Gruppen 0-3E**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit PSI (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis PSI	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 0	19,20	2,20	4,17E-02	0,20	601,00	596,99	1,9884	9,8829
Gruppe 1E	18,67	3,20	0,00	0,00	471,83	537,55	4,0000	6,7082
Gruppe 2E	21,00	4,47	7,69E-02	0,28	492,22	464,79	3,4091	4,8776
Gruppe 3E	20,33	2,83	0,29	1,07	833,56	596,25	3,3182	4,6167
Signifikanz	0,486		0,322		0,532		0,868	

Auch bei der Gruppeneinteilung 0-3E werden keine signifikanten Gruppenunterschiede sichtbar. Auch bei einem Mehrfachvergleich unterscheiden sich die einzelnen Gruppen nicht signifikant voneinander.

**Tabelle 16: Konsummuster Kokain der Gruppen 2, 3 und 4**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit KOK (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis KOK	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 2	19,76	3,51	1,75	2,53	261,18	474,85	31,345	56,772
Gruppe 3	18,80	2,65	0,80	2,44	523,53	588,87	89,613	216,130
Gruppe 4	20,16	3,10	0,40	0,75	124,00	136,94	43,855	89,321
Signifikanz	0,373		0,117		0,024		0,383	

Beim Vergleich der Konsummuster für Kokain fällt eine signifikant unterschiedliche Abstinenzzeit der Gruppen 1-4 auf. Beim Mehrfachvergleich zeigt sich, dass diese Unterschiede zwischen den Gruppen Ehemalige Ecstasykonsumenten und Aktuelle Ecstasykonsumenten auftreten ( $p = 0,028$  nach Tamhane, da Test auf Homogenität der Fehlervarianzen verletzt wird).

**Tabelle 17: Konsummuster Kokain der Gruppen 0-3E**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit KOK (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis KOK	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 0	19,76	3,51	0,73	1,83	261,18	474,85	13,060	39,330
Gruppe 1E	20,69	3,52	0,54	0,88	119,62	143,26	81,415	264,822
Gruppe 2E	18,62	2,66	1,15	3,00	381,62	509,64	40,281	82,540
Gruppe 3E	19,08	2,22	0,14	0,36	482,25	591,29	77,664	97,333
Signifikanz	0,344		0,529		0,235		0,134	

Das Konsummuster für Kokain weist in den geprüften Parametern zwischen den Gruppen 0 bis 3E keine signifikanten Unterschiede auf.

**Tabelle 18: Konsummuster Amphetamin der Gruppen 2, 3 und 4**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit AMP (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis AMP	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 2	19,78	4,94	0,15	0,67	790,78	684,86	5,275	10,648
Gruppe 3	18,89	2,05	0,00	0,00	671,11	573,31	86,430	126,589
Gruppe 4	20,35	3,45	1,30	3,39	171,10	311,51	83,319	118,788
Signifikanz	0,412		0,088		0,003		0,24	

Das Konsummuster für Amphetamine weist zwischen den Gruppen 2 bis 4 signifikante Unterschiede auf ( $p=0,024$ ), nicht jedoch beim Vergleich Ehemaliger und Aktueller Konsumenten ( $p=0,937$ ). Das Erstkonsumalter ist bei dem alleinigen Vergleich der Gruppen 3 und 4 sowie dem Vergleich der Gruppen 2,3 und 4 nicht signifikant unterschiedlich ( $p=0,127$ ). Abstinenzzeiten sind signifikant unterschiedlich ( $p=0,002$  beim Vergleich Gruppe 3 und 4,  $p=0,003$  bei Gruppen 2 bis 4). Der Konsum der letzten 30 Tage ist weder bei Betrachtung von Gruppe 3 und 4 allein signifikant ( $p=0,094$ ), noch bei der Betrachtung der Gruppen 2-4 ( $p=0,088$ ).

**Tabelle 19: Konsummuster Amphetamin der Gruppen 0-3E**

Gruppe	Erstkonsumalter (Jahre)		Konsumgelegenheiten (letzte 30 Tage)		Abstinenzzeit AMP (Tage)		Kumulierte Lebenszeitdosis AMP	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Gruppe 0	19,78	4,94	6,25E-02	,43	790,78	684,86	2,132	7,156
Gruppe 1E	20,00	3,51	,23	,60	339,62	540,21	47,021	80,394
Gruppe 2E	19,45	2,98	,23	,60	418,45	549,76	47,315	58,478
Gruppe 3E	19,50	2,47	1,43	4,05	463,14	493,89	154,900	163,721
Signifikanz	0,977		0,065		0,304		0,0	

Bei der Betrachtung der Gruppen 0-3E fallen signifikante Gruppenunterschiede nur bei der kumulierten Lebenszeitdosis auf. Der Levene-Test auf Inhomogenität der Fehlervarianzen ist signifikant, im Mehrfachvergleich nach Tamhane sind die Unterschiede zwischen der Gruppe 0 und 3E signifikant ( $p=0,024$ ). Die Unterschiede zwischen den Ecstasykonsumenten der Gruppe 1E bis 3E sind nicht signifikant. Die Abstinenzdauer und die Anzahl an Konsumgelegenheiten der letzten 30 Tage sind auch beim Mehrfachvergleich nicht signifikant unterschiedlich.

### 2.2.5 Ablauf der Untersuchungen

Die Probanden wurden telefonisch benachrichtigt und für einen Tag einbestellt. In Ausnahmefällen wurde bei Zeitmangel der Probanden eine bestimmte Untersuchung auf einen späteren Zeitpunkt verschoben.

In der Regel ging der neuropsychologischen Diagnostik ein Gespräch mit einem Psychologen oder einer Psychologin voraus, so dass die Probanden ausgeruht zur Testung erscheinen konnten.

Die neuropsychologische Diagnostik nahm in etwa zwei Stunden in Anspruch. Sie wurde von Doktoranden des Arbeitsbereiches Klinische Neuropsychologie unter der Leitung von PD Dr. phil. Burghard Andresen durchgeführt. Die Tests wurden stets in der gleichen Reihenfolge durchgeführt, die Ergebnisse auf einem Ergebnisbogen protokolliert. Die Testbögen und die Protokollbögen wurden zusammen abgeheftet, so dass bei der computergestützten Auswertung eine erneute vergleichende Kontrolle der Ergebnisse durchgeführt werden konnte.

Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS10.0. Es wurde eine univariate Varianzanalyse durchgeführt. Abhängig vom Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen wurde die Post-Hoc-Analyse entweder mit den Rechenmodellen nach Scheffé und Bonferroni (bei nicht signifikantem Levene-Test) oder bei signifikant unterschiedlichen Fehlervarianzen mit dem Modell nach Tamhane durchgeführt. Im Ergebnisteil wird bei signifikantem Levene-Test das etwas strengere Modell nach Scheffé dem nach Bonferroni vorgezogen. Sind zwischen diesen beiden Modellen signifikante Unterschiede, wird dies erwähnt.

### **2.3      *Neuropsychologische Diagnostik***

Eines der Hauptaufgabengebiete der klinischen Neuropsychologie ist die Erfassung und Objektivierung von kognitiven und affektiven Funktionsstörungen. Da besonders die Verläufe von Funktionseinschränkungen und Krankheiten erfasst werden sollen, sind besonders wiederholte und detaillierte Untersuchungen interessant. Auch wenn mittels bildgebender Verfahren noch keine Funktionseinschränkungen zu sehen sind, kann mittels einer neuropsychologischen Diagnostik ein Defizit erkannt werden und der Patient eventuell weiterführender Diagnostik zugeführt werden, wie zum Beispiel der Positronenemissionstomographie (PET), die zerebrale Stoffwechselstörungen erfassen kann.

Um eine Funktionseinschränkung beurteilen zu können sind möglichst differenzierte Kenntnisse über den prämorbidem Zustand des Probanden zu erheben (vgl. Hartje W., Poeck K, 2002). Im Rahmen dieser Arbeit werden Daten verwendet, die einmalig bei Probanden erhoben wurden. So ist noch keine Verlaufsbeurteilung möglich, dies kann aber durchaus Inhalt weiterer Analysen sein. Um differenzierte Kenntnisse über den Zustand des Patienten zu gewinnen, wurden ausführliche Gespräche mit einer Psychologin geführt. Psychische Auffälligkeiten der Probanden wurden dokumentiert.

Die Untersuchungen der Probanden wurden von Doktoranden der klinischen Neuropsychologie unter der Leitung von PD Dr. phil. Burghard Andresen durchgeführt. Es gab einen speziellen Testraum in der Klinik für Psychiatrie des UKE; während der Durchführung der Untersuchung fanden keine Störungen statt. Der Ablauf der Testung wurde kurz erläutert und dann die Tests in folgender Reihenfolge durchgeführt:

1. MWT-B (Lehrl 1995)
2. LGT Telefonnummern Präsentation (Bäumler, 1974)
3. LGT Firmenschilder Präsentation (Bäumler, 1974)



4. Zahlen-Symbol-Test (Tewes 1991)
5. Wilde Intelligenztest Subtest Beobachtung I (Jäger, Althoff 1994)
6. Wilde Intelligenztest Subtest Eingekleidete Rechenaufgaben (Jäger, Althoff 1994)
7. Auditiv-Verbaler Lern Test AVLTL (Rey 1964)
8. Leistungsprüfungssystem Subtest 3 (Horn 1962)
9. Trail Making Test A (Reitan 1979)
10. Trail Making Test B (Reitan 1979)
11. Leistungsprüfungssystem Subtest 9 (Horn 1962)
12. Verbaler Kreativitätstest 7 (Schoppe 1975).
13. Rivermead Behavioural Memory Test 1 (Wilson 1985)
14. Rivermead Behavioural Memory Test 2 (Wilson 1985)
15. Wisconsin Card Sorting Test (Heaton 1981)
16. Zahlen nachsprechen (Tewes 1991)
17. TAP go no go (Zimmermann, Fimm 1993)
18. TAP geteilte Aufmerksamkeit (Zimmermann, Fimm 1993)
19. Wilde Intelligenztest Subtest Beobachtung II (Jäger, Althoff 1994)

Nicht alle dieser Tests fließen in die vorliegende Arbeit ein. Die Probanden erhielten etwas zu trinken und durften zwischen den unterschiedlichen Tests auch etwas essen, eine Zigarettenpause machen oder die Toilette aufsuchen.

### 2.3.1 Standardisierte Leistungsprüfungen

Die standardisierten Leistungsprüfungen wurden mit schwer rekodierbaren und weitestgehend übungsresistenten Tests durchgeführt.

Die Leistungstestbatterie orientiert sich neben den Ergebnissen der vorhergehenden Studie (vgl. 2.1) auch an neueren Arbeiten der Literatur (z.B. Curran und Travill 1997, Bolla et al. 1998). Es wurden Untertests verschiedener bekannter Leistungstests verwendet, deren Auswertung mittels Schablone oder computergestützt durchgeführt wurde.

Die Eingabe der Daten erfolgte in das Statistik-Programm SPSS 10.0. Um die Wechselwirkungen zwischen Drogenkonsum und verbaler Leistungsfähigkeit oder Intelligenz zu prüfen, wurde eine zweifaktorielle ANOVA durchgeführt. Folgende Testverfahren dienten zur Erfassung der verschiedenen Intelligenzfaktoren, aus denen wir während der Auswertung einen Intelligenzquotienten errechneten.

#### 2.3.1.1 MWT-B

*Mehrfachwahl-Wortschatz-Test Version B („MWT-B“)*

Der MWT-B (Lehrl 1995) ist ein eindimensionales Verfahren zur Messung des allgemeinen Intelligenzniveaus. Er soll ausschließlich die kristalline Intelligenz (Cattell 1963) über zwei Funktionsgefüge erfassen: Der Proband muss Bekanntes wiedererkennen, und Bekanntes von Unbekanntem unterscheiden können. Laut Cattell ist die kristalline Intelligenz die durch unsere Umwelt und Sozialisation erworbene Intelligenz. Im Gegensatz dazu ist die fluide Intelligenz größtenteils von den neurologischen Voraussetzungen abhängig und kann als individuelle biologisch determinierte Leitungsfähigkeit betrachtet werden (vgl. Kline 1991; vgl. Kap. 1.3).

Das Besondere am MWT-B ist seine Unabhängigkeit von geringgradigen seelischen Störungen. Er bietet eine Möglichkeit zur Messung eines präexpositionellen IQ und damit eine Vergleichsmöglichkeit gegenüber Tests, die sich auf das aktuelle Intelligenzniveau beziehen.

Die Probanden erhalten ein Testformular und einen Stift. Sie werden gebeten, das ihnen bekannte Wort in einer Reihe von fünf Worten anzustreichen. Ein Wort ist in ansteigendem Schwierigkeitsgrad ein bekanntes Wort, meist ein Fremdwort, aus

naturwissenschaftlichen, kulturellen oder geisteswissenschaftlichen Bereichen. Die vier übrigen Worte ergeben keinen Sinn und sind Phantasieschöpfungen.

Als Beispiel die Zeile 11 des durchgeführten Tests:

Tinxur-Kukukur-Fraktan-Tinktur-Rimsuhr

Es wird keine Zeit gemessen, die Probanden können ohne Zeitdruck arbeiten. Jede Zeile mit einem richtig gekennzeichneten Wort wird mit einem Punkt bewertet, Zeilen mit mehr als einem angestrichenen Wort werden nicht gewertet. Der aus dem Ergebnis resultierende Rohwert kann in Prozent-IQ- oder Standardwerte transformiert werden.

In einer repräsentativen Stichprobe wurde der MWT-B 1952 an erwachsenen 20- bis 64-jährigen Bürgern geeicht.

Der Zusammenhang des MWT-B mit der Parallelförmigkeit MWT-A (Lehrl 1991) liegt bei  $r=0,84$ . Untersuchungen zur Retest-Reliabilität ergaben Werte von  $r=0,95$  nach einer halben Stunde und  $r=0,87$  nach 14 Monaten Abstand zwischen den Testzeitpunkten. Zur Validitätsprüfung wurden folgende Vergleiche errechnet: MWT-B/CFT3 (Weiss 1971):  $r=0,47$ ; MWT-B/KAI (Lehrl et al. 1990):  $r=0,67$ ; MWT-B/HAWIE (Wechsler 1956) Gesamt-IQ:  $r=0,81$  (Brickenkamp 1997).

Durchschnittlich wird ein Korrelationskoeffizient von 0,71 zwischen MWT-B und anderen globalen Intelligenztests beschrieben (Median von 26 Untersuchungen), eine Geschlechterabhängigkeit liegt nicht vor. Schwierigkeiten mit dem MWT-B als Testinstrument ergeben sich besonders bei Personen, deren Muttersprache nicht deutsch ist, die den Test unmotiviert bearbeiten, die an einer Sehschwäche oder an schwerwiegenden geistig-seelischen Störungen leiden (Lehrl 1995).

### **2.3.1.2 WIT-BO**

#### *Subtest Beobachtung*

Der Wilde Intelligenztests WIT (Jäger, Althoff 1994) stützt sich auf das Primärfaktorenmodell von Cattell. Das Verfahren wurde im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Personalwesen entwickelt und erst 1983 zur Veröffentlichung freigegeben.

Der Subtest Beobachtung des WIT (WIT-BO) soll die Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Wahrnehmungsgenauigkeit messen. Er liegt in zwei parallelisierten Formen vor. Der Proband bekommt jeweils drei schematisierte Gesichter geboten, von denen eines sich in

einem deutlich erkennbaren Detail von den anderen beiden unterscheidet. Die Gesichter sind mit a), b) oder c) gekennzeichnet. Auf einem separaten Antwortbogen muss der Proband den Buchstaben des aus der Reihe fallenden Gesichts kennzeichnen. Der Test dauert jeweils dreieinhalb Minuten. Die split-half Reliabilität ist in den Subtests BO am höchsten ( $r_{tt} \geq 0,9$ ), dies gilt sowohl für die Lang- als auch die Kurzformen sowie beide Parallelformen.

Beide Parallelformen wurden durchgeführt.

### **2.3.1.3 Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene (HAWIE-R)**

#### *Subtests Zahlen nachsprechen und Zahlen-Symbol-Test*

Der Hamburg-Wechsler-Intelligenztest ist die von Tewes 1991 herausgegebene, dem Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (Wechsler 1981) angelehnte Version für den deutschen Sprachraum. Der Test besteht aus elf Untertests, davon sechs Verbaltests und fünf Handlungstests, die den Original-Wechsler-Skalen entsprechen. Der Wechsler-Test ist in mehreren überarbeiteten Versionen verfügbar. Ihm liegt folgende Definition zugrunde: „Intelligenz ist ein hypothetisches Konstrukt, ist die zusammengesetzte oder globale Fähigkeit des Individuums zielgerichtet zu handeln, rational zu denken und sich wirkungsvoll mit der Umwelt auseinander zu setzen. Sie ist zusammengesetzt oder global, weil sie aus Elementen oder Fähigkeiten besteht, die, obwohl nicht völlig unabhängig, qualitativ unterscheidbar sind“ (Wechsler 1956).

Die Durchführung der angewandten Subtests erfolgt mittels standardisierter Anweisungen, zur Auswertung werden Schablonen verwendet. Die Reliabilität ist mit inneren Konsistenzen zwischen 0,71 und 0,98 für die Untertests angegeben. Die faktorielle, kriteriumsbezogene und diskriminante Validität ist durch Untersuchungen zufriedenstellend belegt (vgl. Tewes 1991).

#### ***Zahlen nachsprechen vorwärts und rückwärts (HAWIE-R ZNS).***

Der Subtest *Zahlen nachsprechen* dient der Ermittlung der verbalen Merkspanne des Kurzzeitgedächtnisses (vgl. Tewes 1991). Die Probanden müssen sich Zahlenreihen von 3-9 Ziffern, die vom Versuchsleiter vorgelesen werden, merken und wiedergeben. Die Zahlenreihen steigen bei erfolgreicher Wiedergabe je um eine Ziffer an. Die Wiedergabe erfolgt zunächst in derselben Reihenfolge, dann rückwärts. Wird eine Ziffernreihe derselben Länge zweimal verkehrt wiedergegeben, wird der Test abgebrochen.

### ***Zahlen-Symbol-Test (HAWIE-R ZST)***

Der *Zahlen-Symbol-Test* ermittelt die Konzentrationsfähigkeit, er ist Geschwindigkeits- und Gedächtnis-betont (vgl. Tewes 1991).

Bei diesem Subtest des HAWIE-R müssen die Probanden den Zahlen 1-9 zugeordnete unterschiedliche Symbole in ein Aufgabenblatt eintragen. Die Symbole bleiben für die ganze Testdauer sichtbar. Der Test beginnt mit einem Aufwärmteil. Es können maximal 100 Felder ausgefüllt werden. Die Testdauer beträgt 90 Sekunden und der Proband muss die Arbeit auf Aufforderung des Testleiters beenden.

#### **2.3.1.4 LPS**

*Leistungsprüfungssystem LPS, Untertest 3 (Horn 1962)*

Der LPS 3 ist dem Leistungsprüfungssystem LPS (Horn 1962) entnommen. Dieses Testsystem besteht aus verschiedenen Testreihen, um ein differenziertes Intelligenzprofil einer Person zu erarbeiten. In der vorliegenden Arbeit werden die Untertests LPS3 und LPS9 betrachtet. Der LPS 3 prüft den Thurstone-Faktor *Reasoning*.

Bei diesem Test muss das Aufbauprinzip von Zeichenreihen durchschaut werden. Das Zeichen, das nicht zu den Gesetzmäßigkeiten der anderen Zeichen der gegebenen Reihe passt, ist anzustreichen. Zum besseren Verständnis wird das Prinzip des Tests dem Probanden anhand zweier Beispiele vor Beginn des Tests demonstriert. Nach Demonstration der Beispiele muss der Proband 40 Testreihen mit jeweils 8 Zeichen bearbeiten. Für diesen Test stehen fünf Minuten zur Verfügung.

Die Testleiter haben standardisierte Vorgaben zur Anleitung und Auswertung, so dass eine Objektivität in der Durchführung auch bei unterschiedlichen Testleitern gewährleistet ist. Sturm und Büssing konnten 1982 die Reliabilität der Testbatterie und der einzelnen Untertests nachweisen. Es wurden Validitätsprüfungen an umfangreichen Normierungsstichproben von mehr als 5000 Probanden durchgeführt (vgl. Horn 1962).

*Leistungsprüfungssystem LPS, Untertest 9 (Horn 1962)*

Der LPS 9 prüft den Thurstone-Faktor „*space*“, den wir als räumliches Vorstellungsvermögen oder mentale Rotationsfähigkeit bezeichnen. Der Proband erhält ein Aufgabenblatt mit verschiedenen geometrischen Figuren. Er soll die Anzahl der Seitenflächen der Körper ermitteln. Unter den Figuren stehen fünf verschiedene Zahlen zur Auswahl. Die vom Probanden gewählte Zahl ist durch anstreichen kenntlich zu

machen. Die Aufgabenstellung wird auch in diesem Test mittels zweier Beispiele verdeutlicht. Die Bearbeitungszeit beträgt drei Minuten.

### **2.3.1.5 VKT 7**

*Verbaler Kreativitätstest, Untertest 7.*

Den Probanden werden nacheinander zwei Alltagsgegenstände genannt. Zu jedem dieser Gegenstände müssen Anwendungsgebiete gefunden und aufgeschrieben werden, die nicht der allgemein üblichen Verwendung entsprechen. Pro Gegenstand hat der Proband zwei Minuten Zeit. Dieser Test misst die Fähigkeit des kreativen Wort- und Satzeinfalls (Schoppe 1975).

## **2.3.2 Abhängige Variablen**

Als abhängige Variable wurde eine Auswahl zentraler Gedächtnismaße gewählt.

### **2.3.2.1 LGT 3**

*Lern- und Gedächtnistest 3, Subtest Firmenzeichen (LGT 3)*

Der LGT 3 gehört zu den Intelligenztests. Er erhebt nicht den Anspruch, einen Merkmalskomplex vollständig zu erfassen, dient aber der allgemeinen Prüfung von Lernleistungen und mittelfristigen Gedächtnisleistungen. Der LGT ist geeignet für Personen ab 16 Jahren, insbesondere für Probanden mit höherer Schulbildung und überdurchschnittlichem Intelligenzquotienten ( $IQ \geq 110$ ) (vgl. Brickenkamp 1997).

Der Subtest Firmenzeichen (Bäumler, 1974) erfasst das mittelfristige figurale Gedächtnis.

Die Probanden prägen sich eine Minute lang Firmenzeichen ein. Der Abfragemodus ist die Mehrfachauswahl. Um 20 Minuten zeitlich versetzt ist es ihre Aufgabe, aus einer Auswahl von vier verschiedenen Umrahmungen die passende Form der Firmenschilder wieder zu erkennen. Dafür werden vier Minuten Zeit gewährt.

### **2.3.2.2 AVLT**

Der Auditory-Learning-Test (Rey 1964) misst das kurzfristige Erinnerungsvermögen, die Merkspanne, zeigt einen Lernerfolg, oder das Fehlen desselben, zeigt anterograde oder retrograde Interferenzen und die Tendenz zur Konfabulation.

Die kognitiven Funktionen Gedächtnis, Merkfähigkeit und Lernvermögen werden unabhängig von anderen neuropsychologischen Faktoren wie Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit, Tempo und Kapazität der zerebralen Verarbeitung erfasst. Zur

externen Kriteriumsvalidität liegen bisher keine Angaben vor. Eine explorative Faktorenanalyse ergab jedoch, dass sich zwei weitestgehend voneinander unabhängige Faktoren zur Leistung des Kurzzeitgedächtnisses und des Langzeitgedächtnisses extrahieren lassen (vgl. Lux et al.1999).

Im Rahmen der BfArM-Studie dient der AVLT zur Erfassung des Kurzzeit- bis mittelfristigen Gedächtnisses, sowie des Langzeitgedächtnisses.

Der Versuch wird folgendermaßen durchgeführt: Der Versuchsleiter präsentiert eine Liste von 15 Wörtern, die er laut vorliest. Der Proband wird aufgefordert, genau zuzuhören und alle Wörter, an die er sich erinnern kann, nach Beendigung des Vorlesens aufzuzählen. Die Reihenfolge spielt keine Rolle. Gezählt werden die Anzahl der richtigen Wörter, die Anzahl von Perseverationen, also Wortwiederholungen, und die Anzahl von Wörtern, die überhaupt nicht vorkommen. Der Versuchsleiter präsentiert diese Liste insgesamt fünf Mal. Das sechste Mal werden 15 andere Wörter vorgelesen, eine Distraktorliste, die Aufgabenstellung an den Probanden bleibt dieselbe. Nach diesem Durchgang wird der Proband aufgefordert, die Worte der ersten Liste noch einmal zu nennen, ohne dass eine erneute Präsentation erfolgt. Ein achter Durchgang ohne Präsentation (siebter Durchgang mit Nennung der Items der Originalliste) wird um 20 Minuten versetzt durchgeführt.

Bei den Auswertungen der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse der ersten fünf Durchgänge zusammengefasst und als AVLT 1-5 bezeichnet. Der letzte Durchgang, zwanzig Minuten nach dem Vorlesen der Distraktoren, wird AVLT 8 genannt.

Die Gestaltung des Tests erfolgt nach den Kriterien für experimentelle und klinische Testverfahren (vgl. Kraemer et al 1983). Die präsentierten Item-Listen müssen lang genug sein, um Codierungsstrategien zu ermöglichen, aber kurz genug, um Speichervorgänge zu gewährleisten.

1992 wurde eine deutsche Normierungsstichprobe mit jeweils 50 Frauen und Männern gegenüber einer in Alter und Bildung parallelisierten englischsprachigen Stichprobe durchgeführt. Weitere Normierungen wurden 1999 durchgeführt. Instruktionen und Auswertung folgen standardisierten Schemata. Die Retest-Reliabilität liegt zwischen 0,38 und 0,70 (vgl. Lezak 1995).

### **2.3.2.3 RBMT**

#### *Rivermead Behavioural Memory Test (RBMT)*

Der RBMT misst das verbale Kurz- und Langzeitgedächtnis.

Vom Versuchsleiter wird eine kurze Geschichte vorgelesen. Sie entspricht etwa einer Zeitungsnotiz oder Radiomeldung. Der Proband wird gebeten, genau zuzuhören und die Geschichte in möglichst allen Details nachzuerzählen, nachdem der Versuchsleiter die Präsentation beendet hat. Die Zahl der richtig genannten Items wird notiert und mit einem Punkt bewertet, für Synonyme und sinnverwandte Umschreibungen wird ein halber Punkt gewährt. Nach etwa 20 Minuten wird der Proband erneut gebeten, die Geschichte zu rekapitulieren. Die Bewertung erfolgt wie für das unmittelbare Nacherzählen. Die Ergebnisse für die sofortige und die zeitversetzte Leistung werden getrennt protokolliert (vgl. Wilson 1985).



## 2.4 *Zur Auswertung*

### 2.4.1 **Berechnung eines Intelligenzquotienten**

Im ersten Arbeitsschritt wurden die Daten in SPSS 10.0 für Windows eingegeben und ausgewertet. Um einen Parameter für das Intelligenzniveau der Probanden zu schaffen, wurden Tests ausgewählt, die unterschiedliche Bereiche der Intelligenz repräsentieren.

Nach Berechnung der Streuung der Testergebnisse in den verschiedenen Teilleistungsbereichen wurden die Daten mit Hilfe einer z-Transformation auf ein Niveau gebracht, das es ermöglichte, einen Gesamtintelligenzquotienten zu berechnen. In unsere Berechnung eines Intelligenzquotienten fließen folgende oben erklärte Tests ein:

- MWT-B als Parameter für die verbale Intelligenz (Lehrl 1995)
- WIT-BO als Parameter für die Wahrnehmungsgeschwindigkeit und die Wahrnehmungsgenauigkeit (Jäger, Althoff 1994)
- ZNS , ein Parameter für die verbale Merkspanne (Tewes 1991)
- ZST, ein Parameter für die Exekutionsgeschwindigkeit (Tewes 1991)
- LPS 3, überprüft den Thurstone Faktor *Reasoning* (Horn 1962)
- LPS 9 , misst den Thurstone Faktor *Space* (Horn 1962)
- VKT 7, misst die verbale Kreativität (Schoppe 1975)

Der nächste Arbeitsschritt war nun die Teilung der Probanden in zwei Gruppen unterschiedlicher Intelligenz. Aufgrund von fehlenden Daten in bestimmten Teilleistungsbereichen blieben uns n=85 Probanden für die weiterführende Analyse. Die Leistungen der Probanden nach einer z-Transformation liegen zwischen -11,24 als niedrigster Wert des errechneten Intelligenzquotienten und 14,14 als höchster erreichter Wert der errechneten Intelligenzquotienten. Der Median liegt bei -0,1721, so dass man bei einer Aufteilung der Gruppe am Median 42 Probanden niedrigerer Leistung (Gruppe 0) und 43 Probanden höherer Leistung (Gruppe 1) erhält. Aufgrund fehlender Daten gehen nur 85 Probanden in die Berechnung ein.

**Tabelle 20: Aufteilung der Gruppen 1-4 nach IQ**

	<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>	<b>Gruppe 3</b>	<b>Gruppe 4</b>	<b>Gesamt</b>
IQ Gruppe 0	12	10	10	10	42
IQ Gruppe 1	16	9	9	9	43
<b>Gesamt</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>85</b>

**Tabelle 21: Aufteilung der Gruppen 0-3E nach IQ**

	<b>Gruppe 0</b>	<b>Gruppe 1E</b>	<b>Gruppe 2E</b>	<b>Gruppe 3E</b>	<b>Gesamt</b>
IQ Gruppe 0	22	7	6	7	42
IQ Gruppe 1	25	6	6	6	43
<b>Gesamt</b>	<b>47</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>85</b>

#### **2.4.2 Einteilung in zwei Gruppen gemäß der Ergebnisse im Test MWT-B**

Als Test zur Quantifizierung der verbalen Intelligenz diente der MWT-B zur Einteilung in eine stärkere (MWT-B 1) und eine schwächere (MWT-B 0) Versuchsgruppe. Bei der Einteilung der Gruppen 1-4 wird der Levene-Test auf Inhomogenität der Fehlervarianzen mit  $p=0,058$  nicht signifikant. Zwischen den Gruppen 1 bis 4 sind keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen.

Folgende Tabellen verdeutlichen die Gruppenaufteilung und Gruppengrößen:

**Tabelle 22: Aufteilung der Gruppen 1-4 nach MWT-B**

	<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>	<b>Gruppe 3</b>	<b>Gruppe 4</b>	<b>Gesamt</b>
MWT-B Gruppe 0	13	12	9	10	44
MWT-B Gruppe 1	15	8	11	10	44
<b>Gesamt</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>88</b>

**Tabelle 23: Aufteilung der Gruppen 1-4 nach MWT-B**

	<b>Gruppe 0</b>	<b>Gruppe 1E</b>	<b>Gruppe 2E</b>	<b>Gruppe 3E</b>	<b>Gesamt</b>
MWT-B Gruppe 0	25	5	6	8	44
MWT-B Gruppe 1	23	8	7	6	44
<b>Gesamt</b>	<b>48</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>88</b>

Für den zweiten Teil der Untersuchung, ob unterschiedliche Lebenszeitdosen die kognitive Leistungsfähigkeit unterschiedlich stark beeinflussen, fassten wir die Gruppen 3 und 4 zu einer Gruppe zusammen, die wir nach dem Lebenszeitkonsum in drei Teile einteilten. Diese neue Gruppe wurde in Untergruppen mit geringem, mittelstarkem und starkem Konsum aufgegliedert, wohingegen die Gruppen 1 und 2 zu einer Kontrollgruppe ohne Ecstasykonsum zusammengefasst wurden.

Die anhand der vorliegenden Konsummuster eingeteilten Gruppen weisen in der Gruppe „niedriger Ecstasykonsum“ einen Konsum von 75 bis 280 Konsumeinheiten Ecstasy auf. In der Gruppe „mittelstarker Ecstasykonsum“ beträgt der Konsum zwischen 297 und 716 Konsumeinheiten Ecstasy und in der Gruppe „starker Ecstasykonsum“ zwischen 824,5 und 3111 Konsumeinheiten. Diese Gruppen werden im Folgenden Gruppe 0 (Kontrollgruppe aus abstinenten und polytoxikomanen Probanden) und Gruppen 1E (niedriger Ecstasykonsum), 2E (mittelstarker Ecstasykonsum) und 3E (starker Ecstasykonsum) genannt.

Auch bei dieser Einteilung ist der Levene-Test auf Ungleichheit der Fehlervarianzen nicht signifikant,  $p=0,288$ . Zwischen den Gruppen, die nach Ihrer kumulierten Ecstasydosis eingeteilt wurden, sind keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Einteilung nach MWT-B zu verzeichnen.

Je nach abhängiger Variable und verwertbarem Datenmaterial bewegen sich die Gruppengrößen bei  $n=83$  bis  $87$  für die einzelnen Untergruppen zwischen  $5$  und  $8$ . Die fehlenden Daten sind bei AVLT  $8$  ( $n=83$ ) und RBMT verzögert ( $n=86$ ) zu finden. Aufgrund von Dokumentationsfehlern standen bei einigen wenigen Probanden keine vollständigen Datensätze zur Verfügung.

### 2.4.3 Varianzanalyse der abhängigen Variablen

Als abhängige Variable zur Prüfung verschiedener Teilleistungsbereiche wurden folgende Testverfahren ausgewählt:

- LGT 3, Lern- und Gedächtnistest, Subtest Firmenschilder (Bäumler, 1974)
- AVLT, Auditory Learning Test (Rey 1964)
- RBMT, Rivermead Behavioural Memory Test (Wilson 1985)

Zunächst errechneten wir die Mittelwerte der Ergebnisse in den verschiedenen Tests für die vier Untergruppen, danach die Mittelwerte für die jeweiligen Untergruppen 0 und 1 (Einteilung jeweils nach IQ und Teilung nach MWT-B). Erfreulicherweise teilten sich die Gruppen eins bis vier homogen in Untergruppen 0 und 1 auf.

Für die weitere Post-Hoc-Analyse wurden bei nicht signifikantem Levene-Test ( $p > 0,05$ ) der Scheffé-Test verwendet, bei signifikantem Levene-Test ( $p < 0,05$ ) die Methode nach Tamhane. Die Varianzanalyse ist erfahrungsgemäß auch bei Verletzung der Varianzhomogenität relativ robust.

### 3 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der einzelnen Gruppen in den abhängigen Leistungstests dargestellt. Die Ergebnisse der Mehrfachvergleiche sowie Mittelwert und Standardabweichung werden tabellarisch dargestellt, signifikante Werte werden in der Tabelle durch Fettdruck hervorgehoben und im Falle signifikanter Gruppenunterschiede durch ein Balkendiagramm, das der besseren optischen Darstellung dient, ergänzt. Die Ergebnisse der Tests der Zwischensubjekteffekte stehen am Anfang des jeweiligen Abschnittes.

#### 3.1 Ergebnisse Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ

Die Ergebnisse der Zwischensubjekteffekte aller getesteten abhängigen Variablen der Gruppen 1 bis 4 bei Gruppenunterteilung nach IQ werden in Tabelle 24 dargestellt.

Beim Test LGT Firmenschilder zeigen sich keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Testergebnis und Konsumgruppe, Testergebnis und Intelligenzquotient sowie Testergebnis und Interaktion von Gruppenzugehörigkeit und Intelligenz.

Beim Test AVLT 1-5 zeigen sich signifikante Einflüsse der Gruppenzugehörigkeit ( $p=0,012$ ), signifikante Einflüsse des errechneten Intelligenzquotienten ( $p=0,004$ ), jedoch keine signifikante Interaktion dieser beiden Faktoren.

Wird der AVLT 8 als abhängige Variable gewählt, zeigt die Gruppenzugehörigkeit einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis ( $p=0,003$ ), nicht jedoch Intelligenz oder Interaktion zwischen Gruppe und Intelligenz.

Die Gruppenzugehörigkeit ist wie die Intelligenz ist beim Test RBMT *unmittelbar* ein signifikanter Faktor ( $p=0,038$  und  $p=0,001$ ), eine signifikante Interaktion wird nicht beobachtet.

Der RBMT *verzögert* ist bei dieser Einteilung der einzige Test, bei dem sich nicht nur signifikante Einflüsse der Gruppenzugehörigkeit und der Intelligenz verzeichnen lassen

( $p=0,012$  und  $p=0,0$ ), sondern bei dem auch eine signifikante Wechselwirkung zwischen beiden Faktoren auf das Testergebnis messbar wird ( $p=0,037$ ).

**Tabelle 24: Test der Zwischensubjekteffekte Gruppen1-4 bei Aufteilung nach IQ**

Test	Signifikanz Gruppe 1-4	Signifikanz IQ	Signifikanz Gruppe 1-4xIQ
LGT	0,614	0,0	0,732
AVLT 1-5	<b>0,012</b>	<b>0,004</b>	0,398
AVLT 8	<b>0,003</b>	0,087	0,246
RBMT un	<b>0,038</b>	<b>0,001</b>	0,128
RBMT verz	<b>0,012</b>	<b>0,0</b>	<b>0,037</b>

### 3.1.1 Ergebnisse LGT bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen ist erfüllt ( $p=0,612$ ). Für die weitere Analyse wird der Post-Hoc-Test nach Scheffé verwendet. Signifikante Unterschiede im Test LGT Firmenschilder lassen sich zwischen keiner der untersuchten Gruppen ableiten (vgl. Tabelle 25).

**Tabelle 25: Ergebnisse LGT Firmenschilder Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ**

Gruppe	IQ	N	LGT M	LGT SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
1	0	12	8,67	2,61	2	0,663
	1	16	11,56	2,13	3	0,698
	Gesamt	28	10,32	2,72	4	0,448
2	0	10	8,0	2,36	1	0,663
	1	9	10,67	2,74	3	1,000
	Gesamt	19	9,26	2,83	4	0,989
3	0	10	7,7	3,37	1	0,698
	1	9	11,11	3,76	2	1,000
	Gesamt	19	9,32	3,87	4	0,983
4	0	10	6,8	2,35	1	0,448
	1	9	11,33	3,46	2	0,989
	Gesamt	19	8,95	3,67	3	0,983
Gesamt	0	42	7,83	2,69		
	1	43	11,23	2,85		
	Gesamt	85	9,55	3,24		

### 3.1.2 Ergebnisse AVLТ 1-5 bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen ist erfüllt ( $p=0,739$ ), daher wird für die weitere Analyse der Post-Hoc-Test nach Scheffé verwendet. Signifikante Gruppenunterschiede sind, wie in Tabelle 26 zu sehen, beim Mehrfachvergleich nach Scheffé zwischen keiner der Gruppen nachzuweisen. Zwischen Gruppe 1 (drogenabstinente Kontrollgruppe) und Gruppe 3 (Ehemalige Ecstasykonsumenten) nähert sich der Wert mit  $p=0,063$  aber dem signifikanten Bereich.

**Tabelle 26: Ergebnis AVLT 1-5 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ**

Gruppe	IQ	N	AVLT 1-5	AVLT 1-5	Signifikanz Mehrfachvergleich	
			M	SD		
<b>1</b>	0	12	57,0000	7,8625	<b>2</b>	0,117
	1	16	62,2500	7,4342	<b>3</b>	0,063
	Gesamt	28	60,0000	7,9303	<b>4</b>	1,000
<b>2</b>	0	10	50,1000	9,4098	<b>1</b>	0,117
	1	9	58,6667	7,9057	<b>3</b>	0,995
	Gesamt	19	54,1579	9,5584	<b>4</b>	0,180
<b>3</b>	0	10	53,4000	9,2520	<b>1</b>	0,063
	1	9	53,5556	8,9318	<b>2</b>	0,995
	Gesamt	19	53,4737	8,8466	<b>4</b>	0,109
<b>4</b>	0	10	56,6000	7,2755	<b>1</b>	1,000
	1	9	63,6667	5,0498	<b>2</b>	0,180
	Gesamt	19	59,9474	7,1373	<b>3</b>	0,109
<b>Gesamt</b>	0	42	54,4048	8,6223		
	1	43	59,9767	8,1108		
	Gesamt	85	57,2235	8,7768		

### 3.1.3 Ergebnisse AVLT 8 bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen ist nicht signifikant ( $p=0,580$ ). Gruppenunterschiede sind beim Mehrfachvergleich nach Scheffé zwischen Gruppe 1 (abstinente Kontrollgruppe) und Gruppe 3 (Ehemalige Ecstasykonsumenten) signifikant. ( $p=0,046$ ), vergleiche Tabelle 27. Die Tendenz, die sich bei dem Test AVLT 1-5 abzeichnet (Gruppenunterschied zwischen Gruppe 1 und Gruppe 3 zum Niveau  $p=0,063$ ), wird jetzt signifikant. Das verbale Langzeitgedächtnis der Ehemaligen Konsumenten ist im Vergleich zu der abstinenten Kontrollgruppe beeinträchtigt, vgl. 3.1.5.

Beim Test der Zwischensubjekteffekte zeigte sich, dass die Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe eine Rolle bei den Ergebnissen spielt ( $p=0,003$ ), die Einteilung in die Gruppe höherer oder niedriger Intelligenz jedoch keinen signifikanten Einfluss hat

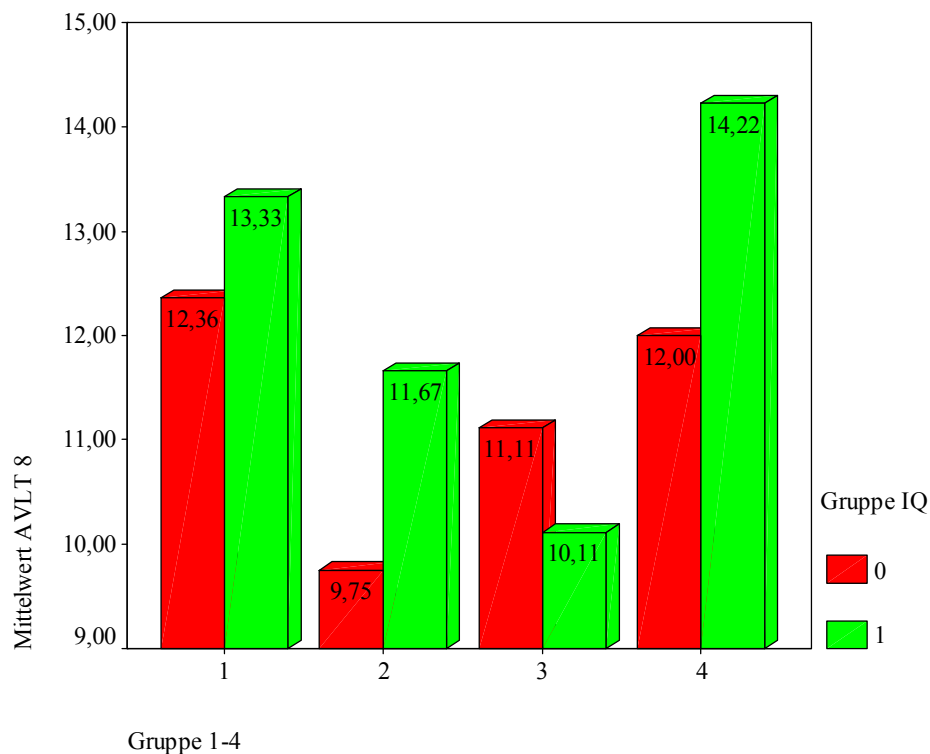


( $p=0,087$ ). Signifikante Wechselwirkungen werden nicht beobachtet ( $p=0,246$ ), siehe auch Tabelle 24.

**Tabelle 27: Ergebnisse AVLT 8 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ**

Gruppe	IQ	N	AVLT 8 M	AVLT 8 SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>1</b>	0	11	12,36	2,98	<b>2</b>	0,078
	1	15	13,33	2,02	<b>3</b>	<b>0,046</b>
	Gesamt	26	12,92	2,46	<b>4</b>	0,999
<b>2</b>	0	8	9,75	2,82	<b>1</b>	0,078
	1	9	11,67	3,12	<b>3</b>	0,999
	Gesamt	17	10,76	3,05	<b>4</b>	0,083
<b>3</b>	0	9	11,11	3,30	<b>1</b>	<b>0,046</b>
	1	9	10,11	2,98	<b>2</b>	0,999
	Gesamt	18	10,61	3,09	<b>4</b>	0,051
<b>4</b>	0	10	12,00	1,76	<b>1</b>	0,999
	1	9	14,22	1,64	<b>2</b>	0,083
	Gesamt	19	13,05	2,01	<b>3</b>	0,051
<b>Gesamt</b>	0	38	11,42	2,82		
	1	42	12,48	2,80		
	Gesamt	80	11,98	2,85		

**Abbildung 7: Ergebnisse AVLT 8 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ**



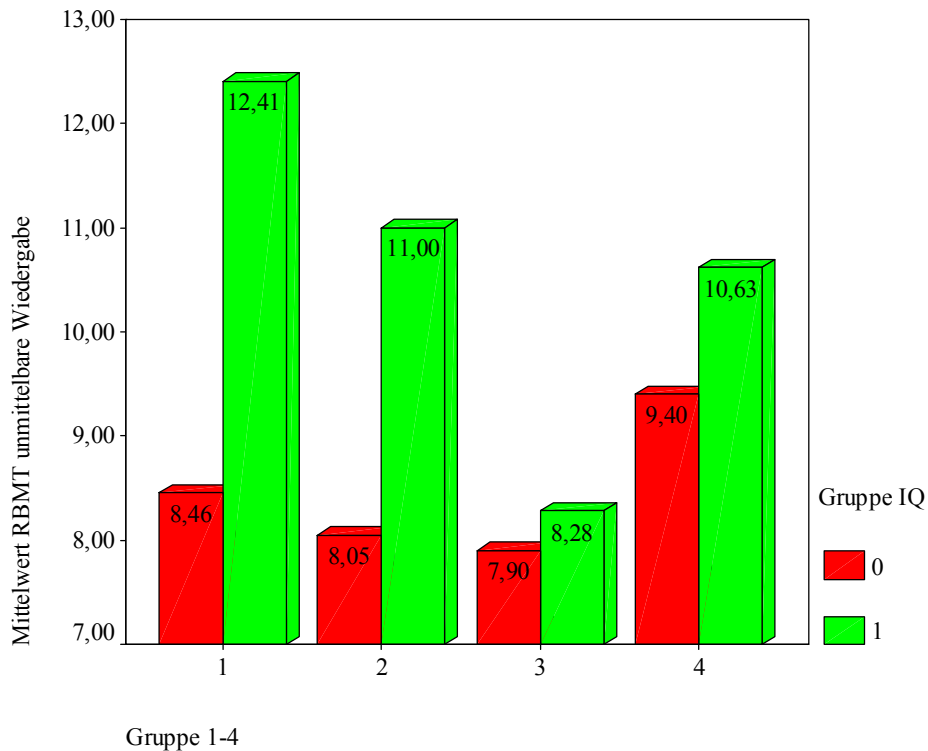
### 3.1.4 Ergebnisse RBMT *unmittelbar* bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen ist nicht signifikant ( $p=0,286$ ). Die Post-Hoc-Analyse erfolgt mit dem Scheffé-Test. Signifikante Gruppenunterschiede sind beim Mehrfachvergleich zum Niveau  $p=0,018$  zwischen Gruppe 1, der drogenabstinenter Kontrollgruppe und Gruppe 3, den Ehemaligen Ecstasykonsumenten, nachzuweisen, siehe Tabelle 28. Beim Test der Zwischensubjekteffekte zeigte sich, dass sowohl die Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,038$ ), als auch die Einteilung in die Gruppe höherer oder niedriger Intelligenz eine Rolle spielen ( $p=0,001$ ). Signifikante Wechselwirkungen werden nicht beobachtet ( $p=0,128$ ), siehe auch Tabelle 24. Der länger zurückliegende Ecstasykonsum übt nach diesem Rechenmodell einen negativen Einfluss auf das verbale Kurzzeitgedächtnis aus, eine Tendenz, die sich auch in den Ergebnissen zum AVLT 1-5 abzeichnet, dort aber noch nicht signifikant geworden ist ( $p=0,063$ ). Die grafische Darstellung (Abbildung 8) verdeutlicht die Leistungsdifferenzen der Gruppen insbesondere auch zwischen den Konsumenten höherer Intelligenz.

**Tabelle 28: Ergebnisse RBMT *unmittelbar* Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ**

Gruppe	IQ	N	RBMTun	RBMTun	Signifikanz Mehrfachvergleich	
			M	SD		
<b>1</b>	0	12	8,458	2,589	<b>2</b>	0,486
	1	16	12,406	2,577	<b>3</b>	<b>0,018</b>
	Gesamt	28	10,714	3,222	<b>4</b>	0,830
<b>2</b>	0	10	8,050	2,192	<b>1</b>	0,486
	1	9	11,000	4,031	<b>3</b>	0,495
	Gesamt	19	9,447	3,452	<b>4</b>	0,958
<b>3</b>	0	10	7,900	2,817	<b>1</b>	<b>0,018</b>
	1	9	8,278	1,228	<b>2</b>	0,495
	Gesamt	19	8,079	2,162	<b>4</b>	0,234
<b>4</b>	0	10	9,400	3,098	<b>1</b>	0,830
	1	8	10,625	2,504	<b>2</b>	0,958
	Gesamt	18	9,944	2,838	<b>3</b>	0,234
<b>Gesamt</b>	0	42	8,452	2,652		
	1	42	10,881	3,062		
	Gesamt	84	9,667	3,098		

**Abbildung 8: Ergebnisse RBMT *unmittelbar* Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ**



### 3.1.5 Ergebnisse RBMT *verzögert* bei Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird bei diesem Test signifikant ( $p=0,041$ ). Daher wird der Post-Hoc-Test nach Tamhane angewandt. Deutlich signifikante Gruppenunterschiede sind zwischen Gruppe 1, der drogenabstinenten Kontrollgruppe und Gruppe 3, den Ehemaligen Ecstasykonsumenten, zum Niveau  $p=0,011$  nachzuweisen. Beim Test der Zwischensubjekteffekte zeigte sich, dass sowohl die Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,012$ ), als auch die Einteilung in die Gruppe höherer oder niedriger Intelligenz einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis im RBMT *verzögert* haben ( $p=0,0$ ). Bedeutende Interaktionen von Gruppenzugehörigkeit und Intelligenz auf das Testergebnis des RBMT *verzögert* werden beobachtet ( $p=0,037$ ), (vgl. Tabelle 24).

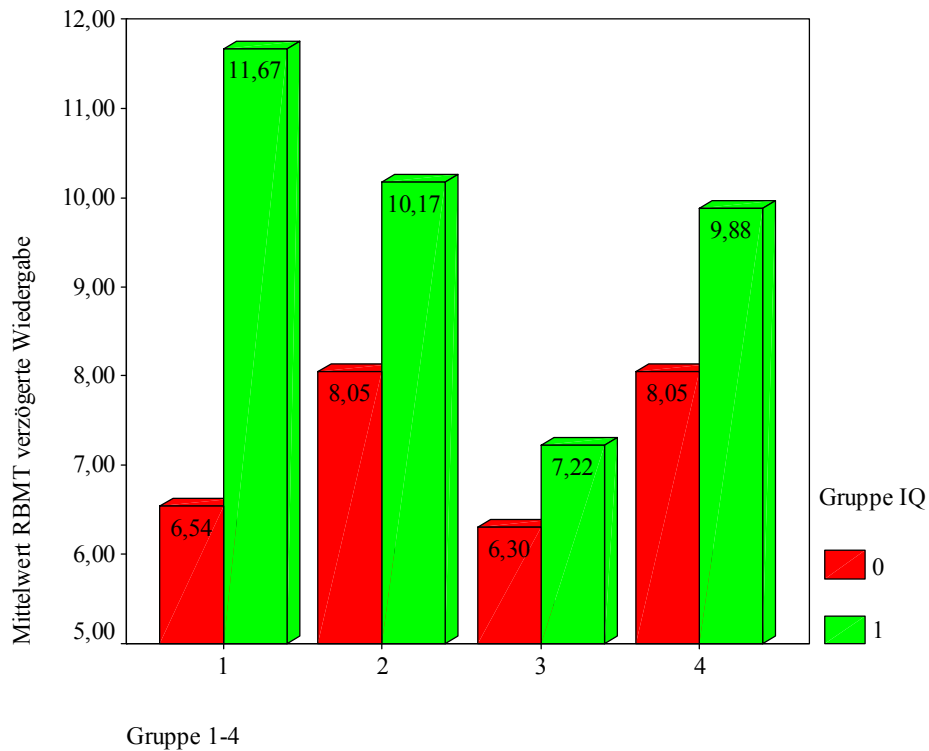
Das verbale Langzeitgedächtnis der Ehemaligen Konsumenten ist nach diesen Berechnungen beeinträchtigt. Die Ergebnisse des AVLT 8 als abhängige Variable (vgl. 3.1.3) weisen in dieselbe Richtung. Die Abbildung 9 zeigt die Mittelwerte der Leistung

der verschiedenen Gruppen im RBMT *verzögert*. Die Unterschiede zwischen Gruppe 1 und 3 werden so noch einmal grafisch hervorgehoben.

**Tabelle 29: Ergebnisse RBMT *verzögert* Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ**

Gruppe	IQ	N	RBMT verz M	RBMT verz SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>1</b>	0	12	6,542	1,864	<b>2</b>	0,979
	1	15	11,667	2,710	<b>3</b>	<b>0,011</b>
	Gesamt	27	9,389	3,487	<b>4</b>	0,928
<b>2</b>	0	10	8,050	2,192	<b>1</b>	0,979
	1	9	10,167	3,683	<b>3</b>	0,061
	Gesamt	19	9,053	3,100	<b>4</b>	0,997
<b>3</b>	0	10	6,300	2,111	<b>1</b>	<b>0,011</b>
	1	9	7,222	1,093	<b>2</b>	0,061
	Gesamt	19	6,737	1,727	<b>4</b>	0,107
<b>4</b>	0	10	8,050	3,210	<b>1</b>	0,928
	1	8	9,875	2,949	<b>2</b>	0,997
	Gesamt	18	8,861	3,147	<b>3</b>	0,107
<b>Gesamt</b>	0	42	7,202	2,430		
	1	41	10,012	3,135		
	Gesamt	83	8,590	3,122		

**Abbildung 9: Ergebnisse RBMT verzögert Gruppen 1-4 bei Einteilung nach IQ**



### 3.2 Ergebnisse Gruppe 0-3E bei Einteilung nach IQ

Die Tabelle 30 gibt einen Überblick über den Einfluss der Zwischensubjekteffekte aller abhängigen Variablen bei der Gruppeneinteilung 0 bis 3E und Unterteilung nach Intelligenzquotienten.

Beim Test LGT Firmenschilder zeigen sich signifikante Wirkungen der Gruppenzugehörigkeit ( $p=0,039$ ), der Intelligenz ( $p=0,0$ ), jedoch keine statistisch signifikanten Interaktionen dieser beiden Faktoren.

Beim AVLT 1-5 als abhängige Variable hat nur die Einteilung nach IQ einen signifikanten Einfluss auf das Testergebnis ( $p=0,036$ ).

Beim Test AVLT 8 hat keiner der Faktoren Gruppenzugehörigkeit, Intelligenz oder Interaktion beider Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Testergebnisse.

Beim Test RBMT *unmittelbare Wiedergabe* sind Gruppenzugehörigkeit und IQ signifikante Einflussgrößen ( $p=0,041$  bzw.  $p=0,038$ ), Wechselwirkungen sind nicht signifikant.

Dasselbe gilt für den Test RBMT *verzögerte Wiedergabe*, signifikante Interaktionen zwischen Gruppenzugehörigkeit und IQ werden nicht errechnet, die Konsumgruppe und der IQ haben einen signifikanten Einfluss auf das Testergebnis dieser Variable ( $p=0,002$  bzw.  $p=0,003$ ).

**Tabelle 30: Test der Zwischensubjekteffekte bei Gruppen 0-3E und Einteilung nach IQ**

Test	Signifikanz Gruppe 0-3E	Signifikanz IQ	Signifikanz Gruppe 0-3E x IQ
LGT	<b>0,039</b>	<b>0,000</b>	0,232
AVLT 1-5	0,075	<b>0,036</b>	0,682
AVLT 8	0,286	0,250	0,514
RBMT un	<b>0,041</b>	<b>0,038</b>	0,112
RBMT verz	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	0,088

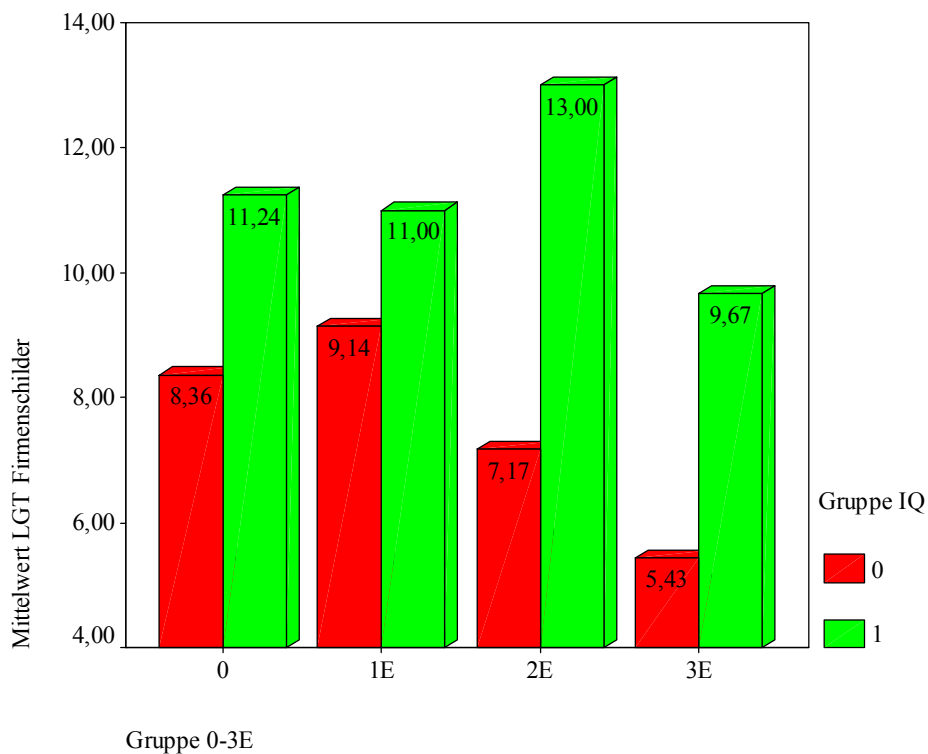
### 3.2.1 Ergebnisse LGT bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird nicht signifikant ( $p=0,673$ ). Die Mehrfachvergleiche nach Scheffé zeigen signifikante Unterschiede ( $p=0,034$ ) zwischen der Gruppe 0 und der Gruppe 3E, also zwischen der Kontrollgruppe und der Gruppe mit dem höchsten Ecstasykonsum (vgl. Tabelle 31). Die Abbildung 10 unterstreicht die Ergebnisse im Test LGT Firmenschilder bei dieser Gruppeneinteilung. Besonders deutlich wird die eingeschränkte Leistungsfähigkeit, wenn man die weniger intelligenten Probanden der Gruppe 3E betrachtet, die im Vergleich zu allen anderen Probanden das schlechteste Ergebnis erreichen. Eine signifikante Interaktion zwischen Konsumgruppe und Intelligenz ist statistisch jedoch nicht nachzuweisen. Signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse in diesem Test zeigt die Unterteilung nach IQ ( $p=0,000$ ) und nach Drogenkonsum ( $p=0,039$ ). Die Wechselwirkungen zwischen Drogenkonsum und IQ ( $p=0,232$ ) sind nicht signifikant (vgl. Tabelle 30).

**Tabelle 31: Ergebnisse LGT Firmenschilder Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ**

Gruppe	IQ	N	LGT M	LGT SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>0</b>	0	22	8,36	2,46	<b>1E</b>	0,999
	1	25	11,24	2,35	<b>2E</b>	0,997
	Gesamt	47	9,89	2,78	<b>3E</b>	<b>0,034</b>
<b>1E</b>	0	7	9,14	3,08	<b>0</b>	0,999
	1	6	11,00	4,20	<b>2E</b>	1,000
	Gesamt	13	10,00	3,61	<b>3E</b>	0,107
<b>2E</b>	0	6	7,17	2,40	<b>0</b>	0,997
	1	6	13,00	2,97	<b>1E</b>	1,000
	Gesamt	12	10,08	3,99	<b>3E</b>	0,101
<b>3E</b>	0	7	5,43	1,90	<b>0</b>	<b>0,034</b>
	1	6	9,67	2,94	<b>1E</b>	0,107
	Gesamt	13	7,38	3,20	<b>2E</b>	0,101
<b>Gesamt</b>	0	42	7,83	2,69		
	1	43	11,23	2,85		
	Gesamt	85	9,55	3,24		

**Abbildung 10: Ergebnisse LGT Firmenschilder Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ**





### 3.2.2 Ergebnisse AVLT 1-5 bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen ist nicht signifikant ( $p=0,574$ ). Bei der Post-Hoc-Analyse nach Scheffé sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachzuweisen, s. Tabelle 32. Dem signifikanten Bereich nähern sich allerdings die Unterschiede zwischen Gruppe 1E (leichte Ecstasykonsumenten) und 3E (starke Ecstasykonsumenten) mit  $p=0,068$ . Diese Tendenz spiegelt sich in den Ergebnissen bei gleicher Konsumgruppeneinteilung, jedoch weiterer Differenzierung anhand der verbalen Leistungsfähigkeit wider (vgl. 3.4.2.), die beiden Gruppen 1E und 3E sind bei dieser Unterteilung im Test AVLT 1-5 signifikant unterschiedlich.

Tabelle 32: Ergebnisse AVLT 1-5 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ

Gruppe	IQ	N	AVLT 1-5 M	AVLT 1-5 SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>0</b>	0	22	53,8636	9,0937	<b>1E</b>	0,603
	1	25	60,9600	7,6457	<b>2E</b>	0,984
	Gesamt	47	57,6383	9,0034	<b>3E</b>	0,253
<b>1E</b>	0	7	60,2857	5,5291	<b>0</b>	0,603
	1	6	62,1667	8,2805	<b>2E</b>	0,589
	Gesamt	13	61,1538	6,6939	<b>3E</b>	0,068
<b>2E</b>	0	6	55,3333	7,1461	<b>0</b>	0,984
	1	6	57,8333	11,7033	<b>1E</b>	0,589
	Gesamt	12	56,5833	9,3367	<b>3E</b>	0,654
<b>3E</b>	0	7	49,4286	8,6189	<b>0</b>	0,253
	1	6	55,8333	5,4559	<b>1E</b>	0,068
	Gesamt	13	52,3846	7,7839	<b>2E</b>	0,654
<b>Gesamt</b>	0	42	54,4048	8,6223		
	1	43	59,9767	8,1108		
	Gesamt	85	57,2235	8,7768		

### 3.2.3 Ergebnisse AVL T 8 bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen ist nicht signifikant ( $p=0,348$ ). Signifikante Zwischensubjekteffekte sind nicht nachweisbar (vgl. Tabelle 30). Die Post-Hoc-Analyse nach Scheffé zeigt keine signifikanten Gruppenunterschiede.

Tabelle 33: Ergebnisse AVL T 8 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ

Gruppe	IQ	N	AVLT 8 M	AVLT 8 SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
0	0	19	11,26	3,12	1E	0,820
	1	24	12,71	2,56	2E	0,995
	Gesamt	43	12,07	2,88	3E	0,561
1E	0	7	12,57	,98	0	0,820
	1	6	13,33	3,61	2E	0,816
	Gesamt	13	12,92	2,47	3E	0,300
2E	0	6	12,33	2,73	0	0,995
	1	6	11,33	3,61	1E	0,816
	Gesamt	12	11,83	3,10	3E	0,827
3E	0	6	9,67	2,94	0	0,561
	1	6	11,83	2,23	1E	0,300
	Gesamt	12	10,75	2,73	2E	0,827
Gesamt	0	38	11,42	2,82		
	1	42	12,48	2,80		
	Gesamt	80	11,98	2,85		

### 3.2.4 Ergebnisse RBMT unmittelbar bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird nicht signifikant ( $p=0,102$ ). Signifikanten Einfluss auf das Testergebnis im RBMT unmittelbare Wiedergabe zeigen die Gruppeneinteilung nach Konsum ( $p=0,041$ ) und nach Intelligenz ( $p=0,038$ ). Die Wechselwirkungen sind nicht signifikant ( $p=0,112$  vgl. Tabelle 30). Beim Mehrfachvergleich nach Scheffé zeigen sich, wie aus Tabelle 34 ersichtlich, keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 34: Ergebnisse RBMT *unmittelbar* Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ

Gruppe	IQ	N	RBMT un M	RBMT un SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>0</b>	0	22	8,273	2,369	<b>1E</b>	0,995
	1	25	11,900	3,169	<b>2E</b>	0,263
	Gesamt	47	10,202	3,339	<b>3E</b>	0,111
<b>1E</b>	0	7	10,286	3,121	<b>0</b>	0,995
	1	6	10,583	2,957	<b>2E</b>	0,339
	Gesamt	13	10,423	2,922	<b>3E</b>	0,194
<b>2E</b>	0	6	7,667	3,656	<b>0</b>	0,263
	1	5	9,200	1,605	<b>1E</b>	0,339
	Gesamt	11	8,364	2,890	<b>3E</b>	0,996
<b>3E</b>	0	7	7,857	1,574	<b>0</b>	0,111
	1	6	8,333	1,402	<b>1E</b>	0,194
	Gesamt	13	8,077	1,456	<b>2E</b>	0,996
<b>Gesamt</b>	0	42	8,452	2,652		
	1	42	10,881	3,062		
	Gesamt	84	9,667	3,098		

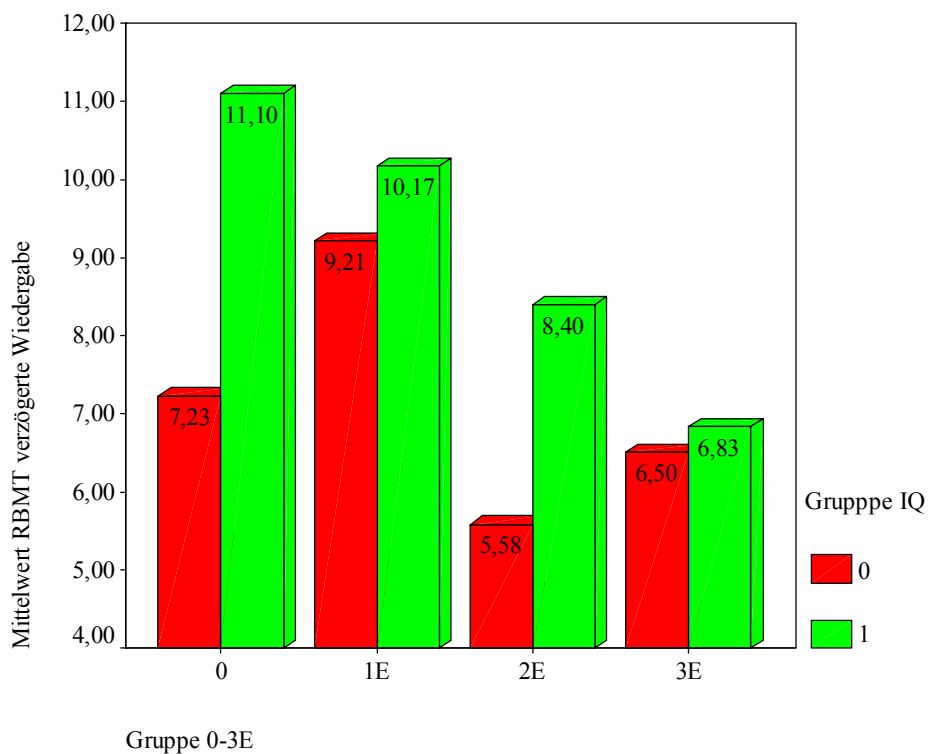
### 3.2.5 Ergebnisse RBMT *verzögert* bei Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Bei der Berechnung der Ergebnisse zum RBMT *verzögerte Wiedergabe* ist der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen nicht signifikant ( $p=0,111$ ). Bei der weiteren Berechnung fallen ein signifikanter Einfluss der Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,002$ ) und auch der Einteilung in unterschiedlich intelligente Probanden ( $p=0,003$ ) auf das Ergebnis im RBMT *verzögert* auf. Die Interaktionen zwischen Gruppeneinteilung und Intelligenz auf das Testergebnis im RBMT *verzögert* sind nicht signifikant ( $p=0,088$ ) (vgl. Tabelle 30). Bei den Mehrfachvergleichen (Scheffé) zeigen sich deutlich signifikante Unterschiede zwischen Gruppe 0 (drogennaiv) und Gruppe 3E (starke Ecstasykonsumenten) zum Niveau  $p=0,019$ . Zusätzlich sind signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen 1E (leichter Ecstasykonsum) und der Gruppe 3E (starker Ecstasykonsum) zum Niveau  $p=0,035$  zu verzeichnen. Die Abbildung 11 stellt die Testergebnisse der Gruppen noch einmal als Balkendiagramm dar. Der Abwärtstrend ist hier gerade bei der IQ-Gruppe 1 optisch prägnant nachzuvollziehen.

Tabelle 35: Ergebnisse RBMT verzögert Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ

Gruppe	IQ	N	RBMT verz M	RBMT verz SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
0	0	22	7,227	2,114	1E	0,968
	1	24	11,104	3,121	2E	0,058
	Gesamt	46	9,250	3,301	3E	<b>0,019</b>
1E	0	7	9,214	3,200	0	0,968
	1	6	10,167	3,125	2E	0,075
	Gesamt	13	9,654	3,071	3E	<b>0,035</b>
2E	0	6	5,583	2,010	0	0,058
	1	5	8,400	1,917	1E	0,075
	Gesamt	11	6,864	2,378	3E	0,998
3E	0	7	6,500	1,780	0	<b>0,019</b>
	1	6	6,833	,816	1E	<b>0,035</b>
	Gesamt	13	6,654	1,375	2E	0,998
Gesamt	0	42	7,202	2,430		
	1	41	10,012	3,135		
	Gesamt	83	8,590	3,122		

Abbildung 11: Ergebnisse RBMT verzögert Gruppen 0-3E bei Einteilung nach IQ



### 3.3 *Ergebnisse Gruppe 1-4 bei Einteilung nach MWT-B*

Die Tabelle 36 ist eine Darstellung der Einflussfaktoren auf die Testergebnisse. Beim Test LGT Firmenschilder ist die Einteilung nach verbaler Leistungsfähigkeit ein signifikanter Faktor ( $p=0,02$ ), Konsumgruppe oder Interaktion zwischen verbaler Leistungsfähigkeit und Konsumgruppe sind nicht signifikant.

Beim Test AVLT 1-5 übt nur die Gruppenzugehörigkeit einen signifikanten Einfluss auf die Testergebnisse aus ( $p=0,023$ ), verbale Leistungsfähigkeit sowie Interaktion zwischen verbaler Leistungsfähigkeit und Konsumgruppe haben keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse im AVLT 1-5.

Beim AVLT 8 zeigt sich ein ähnliches Profil wie beim AVLT 5, die Einteilung nach Konsumgruppe ist signifikant (0,015), Einteilung nach Leistung im MWT-B oder Interaktion zwischen MWT-B und Konsumgruppe sind keine signifikanten Einflussgrößen.

Beim Test RBMT *unmittelbare Wiedergabe* als abhängige Variable zeigen Konsumgruppe und verbale Leistungsfähigkeit signifikanten Einfluss auf das Ergebnis ( $p=0,018$  bzw.  $p=0,001$ ), eine signifikante Interaktion beider Einflussgrößen wird nicht beobachtet.

Beim Test RBMT *verzögerte Wiedergabe* üben Konsumverhalten und verbale Leistungsfähigkeit signifikanten Einfluss auf das Testergebnis aus ( $p=0,004$  bzw.  $p=0,0$ ), eine signifikante Interaktion wird nicht errechnet.

**Tabelle 36: Test der Zwischensubjekteffekte der Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B**

Test	Signifikanz	Signifikanz	Signifikanz
	Gruppe 1-4	MWT-B	Gruppe 1-4 x MWT-B
LGT	0,580	<b>0,020</b>	0,899
AVLT 1-5	<b>0,023</b>	0,177	0,813
AVLT 8	<b>0,015</b>	0,782	0,941
RBMT un	<b>0,018</b>	<b>0,001</b>	0,924
RBMT verz	<b>0,004</b>	<b>0,000</b>	0,605

### 3.3.1 Ergebnisse LGT bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird nicht signifikant ( $p=0,66$ ). Beim Vergleich der Zwischensubjekteffekte (vgl. Tabelle 36) zeigen sich keine signifikanten Einflüsse der Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,580$ ), aber signifikante Einflüsse der Leistungsfähigkeit im MWT-B ( $p=0,02$ ). Signifikante Wechselwirkungen werden nicht beobachtet ( $p=0,899$ ). Beim Mehrfachvergleich zeigen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede (s. Tabelle 37).

**Tabelle 37: Ergebnisse LGT Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B**

Gruppe	MWT-B	N	LGT M	LGT SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>1</b>	0	13	9,23	2,74	<b>2</b>	0,880
	1	15	11,27	2,40	<b>3</b>	0,813
	Gesamt	28	10,32	2,72	<b>4</b>	0,564
<b>2</b>	0	12	9,25	2,93	<b>1</b>	0,880
	1	8	10,00	3,34	<b>3</b>	0,999
	Gesamt	20	9,55	3,03	<b>4</b>	0,952
<b>3</b>	0	9	8,22	5,02	<b>1</b>	0,813
	1	11	10,36	2,20	<b>2</b>	0,999
	Gesamt	20	9,40	3,79	<b>4</b>	0,979
<b>4</b>	0	10	8,10	3,28	<b>1</b>	0,564
	1	9	9,89	4,04	<b>2</b>	0,952
	Gesamt	19	8,95	3,67	<b>3</b>	0,979
<b>Gesamt</b>	0	44	8,77	3,40		
	1	43	10,51	2,90		
	Gesamt	87	9,63	3,26		

### 3.3.2 Ergebnisse AVLT 1-5 bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird nicht signifikant ( $p=0,603$ ). Beim Vergleich der Zwischensubjekteffekte zeigen sich signifikante Einflüsse der Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,023$ ), vgl. Tabelle 36. Die Leistungsfähigkeit im MWT-B hat keinen signifikanten Einfluss ( $p=0,177$ ). Signifikante

Wechselwirkungen werden nicht beobachtet ( $p=0,813$ ). Beim Mehrfachvergleich nach Scheffé zeigen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede.

**Tabelle 38: Ergebnis AVLT 1-5 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B**

Gruppe	MWT-B	N	AVLT 1-5	AVLT 1-5	Signifikanz Mehrfachvergleich	
	B		M	SD		
1	0	13	59,5385	5,0927	2	0,164
	1	15	60,4000	9,9341	3	0,080
	Gesamt	28	60,0000	7,9303	4	0,984
2	0	11	52,3636	8,5822	1	0,164
	1	8	56,6250	10,8488	3	0,993
	Gesamt	19	54,1579	9,5584	4	0,383
3	0	9	50,8889	8,6955	1	0,080
	1	11	55,3636	8,4294	2	0,993
	Gesamt	20	53,3500	8,6284	4	0,237
4	0	10	58,7000	7,7035	1	0,984
	1	10	59,3000	8,9573	2	0,383
	Gesamt	20	59,0000	8,1370	3	0,237
Gesamt	0	43	55,6977	8,1636		
	1	44	58,2045	9,4391		
	Gesamt	87	56,9655	8,8704		

### 3.3.3 Ergebnisse AVLT 8 bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird nicht signifikant ( $p=0,755$ ). Beim Vergleich der Zwischensubjekteffekte (vgl. Tabelle 36) zeigen sich signifikante Einflüsse der Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,015$ ). Die Leistungsfähigkeit im MWT-B hat keinen signifikanten Einfluss ( $p=0,782$ ). Signifikante Wechselwirkungen dieser Einflussgrößen werden nicht beobachtet ( $p=0,941$ ). Beim Mehrfachvergleich zeigen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede.

**Tabelle 39: Ergebnis AVL 8 Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B**

Gruppe	MWT-B	N	AVLT 8 M	AVLT 8 SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
1	0	13	12,69	2,36	2	0,107
	1	13	13,15	2,64	3	0,078
	Gesamt	26	12,92	2,46	4	0,995
2	0	11	10,55	2,42	1	0,107
	1	7	11,14	3,85	3	1,000
	Gesamt	18	10,78	2,96	4	0,220
3	0	9	10,67	3,12	1	0,078
	1	10	10,70	3,09	2	1,000
	Gesamt	19	10,68	3,02	4	0,174
4	0	10	12,90	2,47	1	0,995
	1	10	12,50	2,68	2	0,220
	Gesamt	20	12,70	2,52	3	0,174
Gesamt	0	43	11,77	2,72		
	1	40	12,03	3,06		
	Gesamt	83	11,89	2,87		

### 3.3.4 Ergebnisse RBMT *unmittelbar* bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4

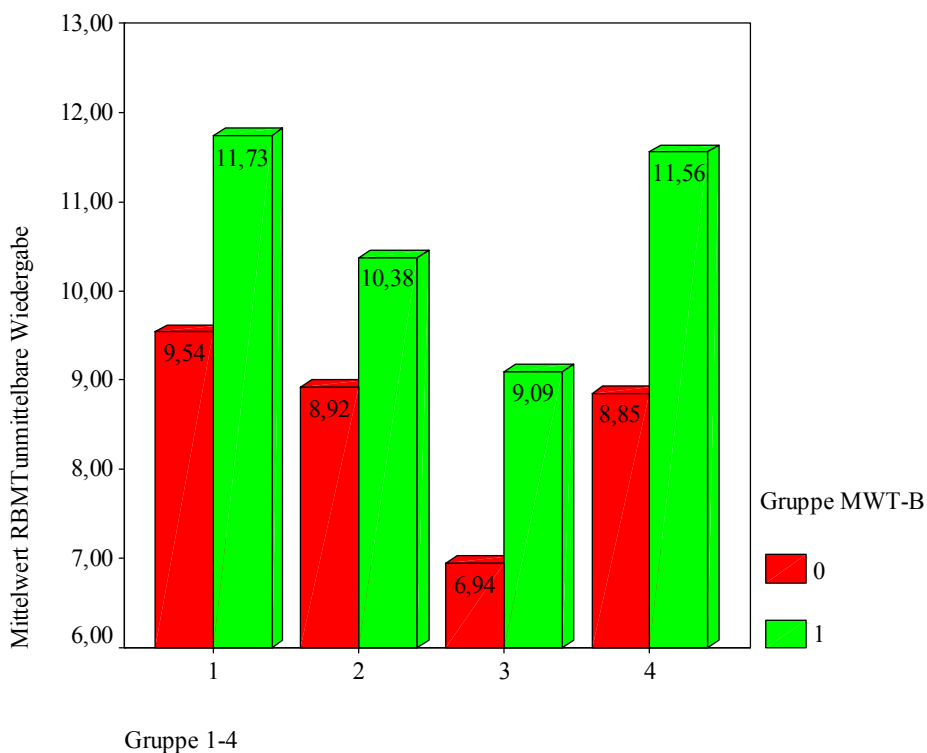
Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird signifikant ( $p=0,028$ ). Daher wird der Post-Hoc-Test nach Tamhane verwendet. Beim Vergleich der Zwischenssubjekteffekte zeigen sich signifikante Einflüsse der Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,018$ ) und der Leistungsfähigkeit im MWT-B ( $p=0,001$ ). Signifikante Wechselwirkungen dieser beiden Einflussgrößen werden nicht beobachtet ( $p=0,924$ ). Beim Mehrfachvergleich nach Tamhane zeigen sich signifikante Gruppenunterschiede ( $p=0,009$ ) zwischen Gruppe 1 und Gruppe 3, also zwischen der drogennaiven Kontrollgruppe und den Ehemaligen Ecstasykonsumenten. Dieser Test misst die Leistungsfähigkeit des verbalen Kurzzeitgedächtnisses. Hier sind die Ehemaligen Konsumenten signifikant leistungsschwächer.



Tabelle 40: Ergebnis RBMT *unmittelbar* Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B

Gruppe	MWT-B	N	RBMTun M	RBMT un SD	Signifikanz Mehrfachvergleich (Tamhane)	
1	0	13	9,538	3,092	2	0,770
	1	15	11,733	3,070	3	<b>0,009</b>
	Gesamt	28	10,714	3,222	4	0,988
2	0	12	8,917	2,224	1	0,770
	1	8	10,375	4,643	3	0,572
	Gesamt	20	9,500	3,368	4	0,990
3	0	9	6,944	2,171	1	<b>0,009</b>
	1	11	9,091	1,562	2	0,572
	Gesamt	20	8,125	2,114	4	0,107
4	0	10	8,850	2,416	1	0,988
	1	9	11,556	2,778	2	0,990
	Gesamt	19	10,132	2,876	3	0,107
Gesamt	0	44	8,682	2,628		
	1	43	10,767	3,165		
	Gesamt	87	9,713	3,073		

Abbildung 12: Ergebnisse RBMT *unmittelbar* Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B



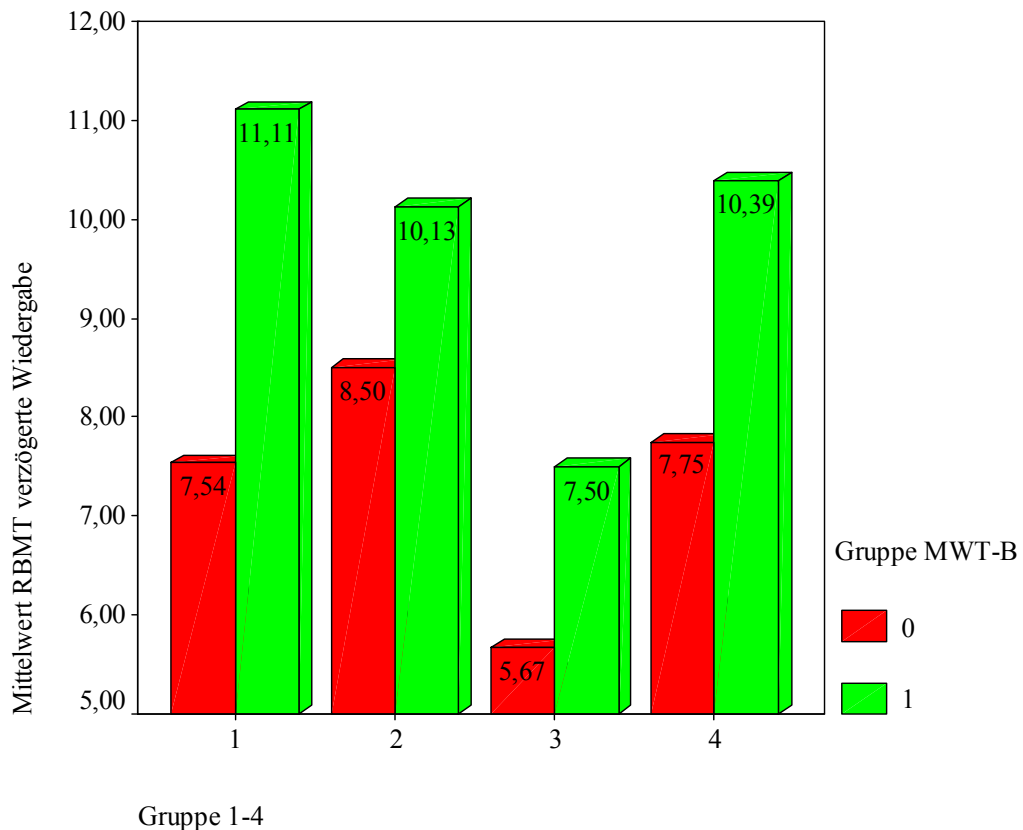
### 3.3.5 Ergebnisse RBMT verzögert bei Einteilung nach MWT-B und Gruppeneinteilung 1-4

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird signifikant ( $p=0,02$ ). Daher wird der Post-Hoc-Test nach Tamhane verwandt. Beim Vergleich der Zwischenssubjekteffekte zeigen sich signifikante Einflüsse der Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,004$ ) und der Leistungsfähigkeit im MWT-B ( $p=0,00$ ). Signifikante Wechselwirkungen werden nicht beobachtet ( $p=0,605$ ) (vgl. Tabelle 36). Beim Mehrfachvergleich zeigen sich signifikante Gruppenunterschiede ( $p=0,007$ ) zwischen Gruppe 1 und Gruppe 3, also zwischen den abstinenten Probanden und den Ehemaligen Ecstasykonsumenten, sowie zwischen Gruppe 2 und 3 ( $p=0,021$ ), der polytoxikomanen Kontrollgruppe und den Ehemaligen Ecstasykonsumenten (s. Tabelle 41). Die Ehemaligen Konsumenten schneiden in diesem Test zum verbalen Langzeitgedächtnis signifikant schlechter ab, als die drogennaive Kontrollgruppe und die polytoxikomane Kontrollgruppe. Auch hier verdeutlicht die grafische Darstellung noch einmal die Leistungsunterschiede der Gruppen und zeigt einen Abwärtstrend von Gruppe 1 (drogennaive Kontrollgruppe) bis Gruppe 3 (Ehemalige Konsumenten).

Tabelle 41: Ergebnisse RBMT verzögert Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B

Gruppe	MWT-B	N	RBMT verz M	RBMT verz SD	Signifikanz Mehrfachvergleich (Tamhane)	
1	0	13	7,538	2,712	2	1,000
	1	14	11,107	3,306	3	<b>0,007</b>
	Gesamt	27	9,389	3,487	4	0,999
2	0	12	8,500	2,236	1	1,000
	1	8	10,125	3,944	3	<b>0,021</b>
	Gesamt	20	9,150	3,048	4	1,000
3	0	9	5,667	1,658	1	0,007
	1	11	7,500	1,285	2	<b>0,021</b>
	Gesamt	20	6,675	1,704	4	<b>0,046</b>
4	0	10	7,750	2,850	1	0,999
	1	9	10,389	2,934	2	1,000
	Gesamt	19	9,000	3,118	3	<b>0,046</b>
Gesamt	0	44	7,466	2,557		
	1	42	9,821	3,210		
	Gesamt	86	8,616	3,111		

Abbildung 13: Ergebnisse RBMT verzögert Gruppen 1-4 bei Einteilung nach MWT-B



### 3.4 Ergebnisse Gruppe 0-3E bei Einteilung nach MWT-B

Beim Test der Zwischensubjekteffekte (vgl. Tabelle 42) zeigt sich bei dem Test LGT Firmenschilder als abhängige Variable ein signifikanter Einfluss der Gruppeneinteilung nach MWT-B ( $p=0,05$ ). Die Gruppeneinteilung nach Konsum zeigt keinen signifikanten Einfluss ( $p=0,97$ ), auch die Wechselwirkungen zwischen Ecstasykonsum und MWT-B sind nicht signifikant ( $p=0,996$ ).

Beim AVLT 1-5 als abhängige Variable zeigt sich ein signifikanter Einfluss des Konsumverhaltens ( $p=0,038$ ), Einteilung nach MWT-B und Interaktionen beider Faktoren sind nicht signifikant.

Betrachtet man den AVLT 8, übt weder die Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe, noch die verbale Leistungsfähigkeit, ermittelt durch den MWT-B, einen signifikanten Einfluss

auf die Ergebnisse dieses Tests aus. Signifikante Interaktionen beider Einflussgrößen werden nicht beobachtet.

Beim Test RBMT *unmittelbar* ist nur die verbale Leistungsfähigkeit eine signifikante Einflussgröße ( $p=0,006$ ), Konsumgruppe oder Interaktionen werden nicht signifikant.

Anders ist es bei dem Test RBMT *verzögert*, Konsumgruppe und verbale Leistungsfähigkeit zeigen signifikanten Einfluss ( $p=0,004$  bzw.  $p=0,006$ ). Signifikante Wechselwirkungen werden nicht beobachtet.

**Tabelle 42: Test der Zwischensubjekteffekte Gruppe 0-3E bei Einteilung nach MWT-B**

Test	Signifikanz Gruppe 0-3E	Signifikanz MWT-B	Signifikanz Gruppe0-3E x MWT-B
LGT	0,097	<b>0,050</b>	0,996
AVLT 1-5	<b>0,038</b>	0,498	0,811
AVLT 8	0,137	0,672	0,724
RBMT un	0,092	<b>0,006</b>	0,862
RBMT verz	<b>0,004</b>	<b>0,006</b>	0,833

### 3.4.1 Ergebnisse LGT bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Der Levene-Test auf Homogenität der Fehlervarianzen wird nicht signifikant ( $p=0,475$ ). Die Mehrfachvergleiche nach Scheffé zeigen keine signifikanten Wechselwirkungen. Auf eine grafische Darstellung der Ergebnisse wird daher verzichtet.

**Tabelle 43: Ergebnisse LGT Firmenschilder Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B**

Gruppe	MWT-B	N	LGT M	LGT SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>0</b>	0	25	9,24	2,77	<b>1E</b>	1,000
	1	23	10,83	2,76	<b>2E</b>	0,999
	Gesamt	48	10,00	2,85	<b>3E</b>	0,078
<b>1E</b>	0	5	8,80	3,56	<b>0</b>	1,000
	1	8	10,75	3,65	<b>2E</b>	0,999
	Gesamt	13	10,00	3,61	<b>3E</b>	0,222
<b>2E</b>	0	6	9,33	4,93	<b>0</b>	0,999
	1	7	10,86	2,79	<b>1E</b>	0,999
	Gesamt	13	10,15	3,83	<b>3E</b>	0,178
<b>3E</b>	0	8	6,88	3,83	<b>0</b>	0,078
	1	5	8,20	1,92	<b>1E</b>	0,222
	Gesamt	13	7,38	3,20	<b>2E</b>	0,178
<b>Gesamt</b>	0	44	8,77	3,40		
	1	43	10,51	2,90		
	Gesamt	87	9,63	3,26		

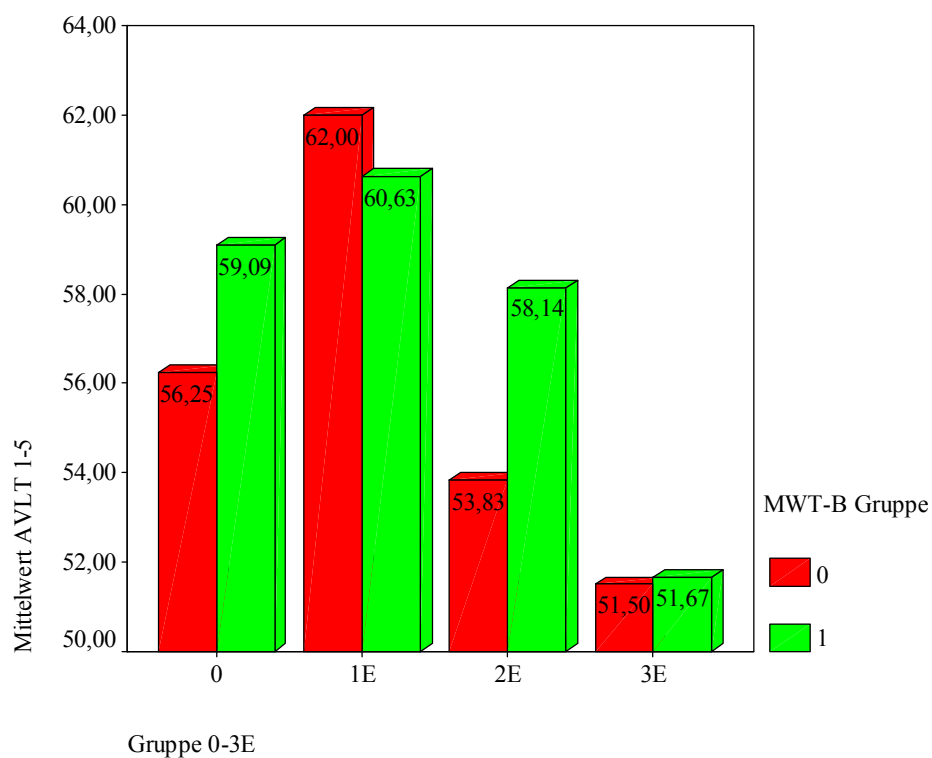
### 3.4.2 Ergebnisse AVL T 1-5 bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Der Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen ist nicht signifikant ( $p=0,322$ ). Bei den Mehrfachvergleichen werden signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe 1E (leichter Ecstasykonsum) und der Gruppe 3E (starker Ecstasykonsum) zum Niveau  $p=0,049$  deutlich. Die grafische Darstellung (Abbildung 14) unterstreicht die Gruppenunterschiede.

**Tabelle 44: Ergebnisse AVL T 1-5 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B**

Gruppe	MWT-B	N	AVLT 1-5 M	AVLT 1-5 SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
0	0	24	56,2500	7,6741	1E	0,644
	1	23	59,0870	10,1798	2E	0,960
	Gesamt	47	57,6383	9,0034	3E	0,162
1E	0	5	62,0000	6,5955	0	0,644
	1	8	60,6250	7,1502	2E	0,543
	Gesamt	13	61,1538	6,6939	3E	<b>0,049</b>
2E	0	6	53,8333	7,0828	0	0,960
	1	7	58,1429	10,6212	1E	0,543
	Gesamt	13	56,1538	9,0724	3E	0,599
3E	0	8	51,5000	9,6511	0	0,162
	1	6	51,6667	6,2503	1E	<b>0,049</b>
	Gesamt	14	51,5714	8,0738	2E	0,599
Gesamt	0	43	55,6977	8,1636		
	1	44	58,2045	9,4391		
	Gesamt	87	56,9655	8,8704		

**Abbildung 14: Ergebnisse AVL T 1-5 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B**



### 3.4.3 Ergebnisse AVL T 8 bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Der Levene-Test auf Inhomogenität der Fehlervarianzen ist nicht signifikant ( $p=0,888$ ). Der Test der Zwischensubjekteffekte (vgl. Tabelle 42) zeigt keine signifikanten Unterschiede bei der Einteilung nach Ecstasykonsum ( $p=0,137$ ), nach MWT-B ( $p=0,672$ ) und keine signifikanten Wechselwirkungen ( $p=0,724$ ). Bei den Mehrfachvergleichen werden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen sichtbar.

Tabelle 45: Ergebnisse AVL T 8 Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B

Gruppe	MWT-B	N	AVLT 8 M	AVLT 8 SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>0</b>	0	24	11,71	2,58	<b>1E</b>	0,817
	1	20	12,45	3,17	<b>2E</b>	0,997
	Gesamt	44	12,05	2,85	<b>3E</b>	0,348
<b>1E</b>	0	5	13,60	1,34	<b>0</b>	0,817
	1	8	12,50	2,98	<b>2E</b>	0,823
	Gesamt	13	12,92	2,47	<b>3E</b>	0,177
<b>2E</b>	0	6	12,17	3,06	<b>0</b>	0,997
	1	7	11,57	3,10	<b>1E</b>	0,823
	Gesamt	13	11,85	2,97	<b>3E</b>	0,643
<b>3E</b>	0	8	10,50	3,21	<b>0</b>	0,348
	1	5	10,20	2,77	<b>1E</b>	0,177
	Gesamt	13	10,38	2,93	<b>2E</b>	0,643
<b>Gesamt</b>	0	43	11,77	2,72		
	1	40	12,03	3,06		
	Gesamt	83	11,89	2,87		

### 3.4.4 Ergebnisse RBMT *unmittelbar* bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum

Der Levene-Test auf Inhomogenität der Fehlervarianzen ist nicht signifikant ( $p=0,89$ ). Der Test der Zwischensubjekteffekte zeigt keine signifikanten Unterschiede bei der Einteilung nach Ecstasykonsum ( $p=0,092$ ), jedoch bei der Einteilung nach MWT-B ( $p=0,006$ ). Wechselwirkungen sind nicht signifikant ( $p=0,862$ ). Bei den Mehrfachvergleichen stellen sich keine signifikanten Unterschiede dar.

**Tabelle 46: Ergebnisse RBMT *unmittelbar* Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B**

Gruppe	MWT-B	N	RBMT un M	RBMT un SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
<b>0</b>	0	25	9,240	2,674	<b>1E</b>	0,996
	1	23	11,261	3,646	<b>2E</b>	0,303
	Gesamt	48	10,208	3,304	<b>3E</b>	0,274
<b>1E</b>	0	5	9,300	2,928	<b>0</b>	0,996
	1	8	11,125	2,875	<b>2E</b>	0,395
	Gesamt	13	10,423	2,922	<b>3E</b>	0,381
<b>2E</b>	0	6	6,833	2,714	<b>0</b>	0,303
	1	6	10,000	1,844	<b>1E</b>	0,395
	Gesamt	12	8,417	2,762	<b>3E</b>	1,000
<b>3E</b>	0	8	7,938	1,678	<b>0</b>	0,274
	1	6	9,167	2,359	<b>1E</b>	0,381
	Gesamt	14	8,464	2,014	<b>2E</b>	1,000
<b>Gesamt</b>	0	44	8,682	2,628		
	1	43	10,767	3,165		
	Gesamt	87	9,713	3,073		

### **3.4.5 Ergebnisse RBMT *verzögert* bei Einteilung nach MWT-B und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum**

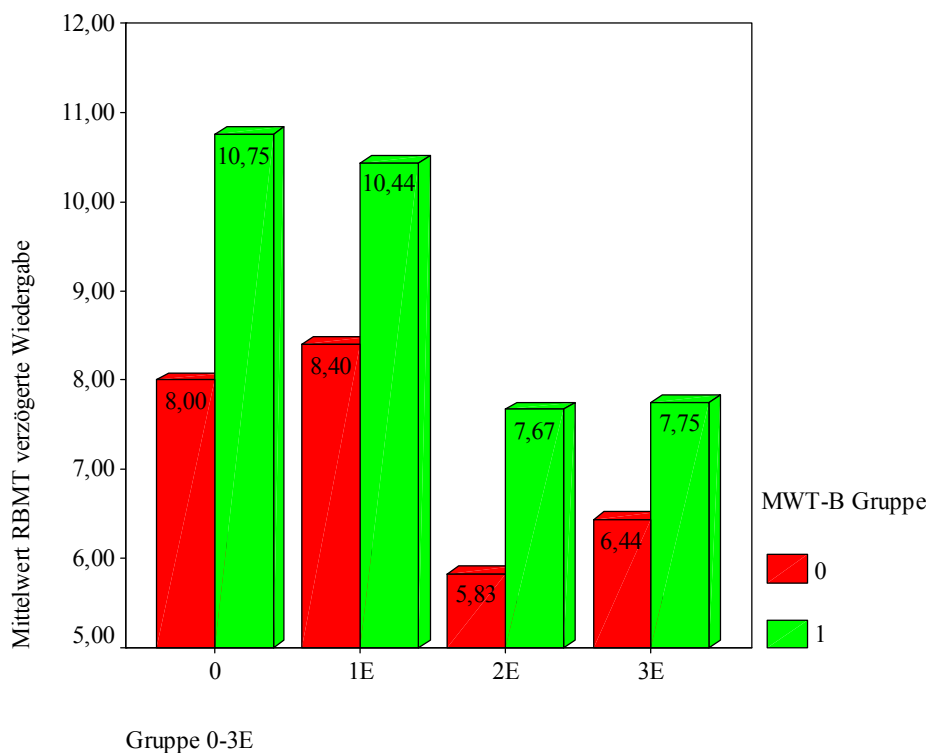
Der Levene-Test auf Inhomogenität der Fehlervarianzen ist nicht signifikant ( $p=0,105$ ). Bei den Mehrfachvergleichen lassen sich mit dem Testverfahren nach Bonferroni signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen 0 und 2E ( $p=0,034$ ), der Kontrollgruppe aus polytoxikomanen und drogennaiven Probanden und Probanden mit mäßigem Ecstasykonsum, sowie den Gruppen 0 (Kontrollgruppe) und 3E (starker Ecstasykonsum) nachweisen ( $p=0,047$ ). Der konservativere Post-Hoc-Test nach Scheffé zeigt keine signifikanten Gruppenunterschiede.



**Tabelle 47: Ergebnisse RBMT verzögert Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B**

Gruppe	MWT-B	N	RBMT verz M	RBMT verz SD	Signifikanz Mehrfachvergleich	
0	0	25	8,000	2,492	1E	0,981
	1	22	10,750	3,491	2E	0,051
	Gesamt	47	9,287	3,275	3E	0,067
1E	0	5	8,400	3,008	0	0,981
	1	8	10,438	3,029	2E	0,083
	Gesamt	13	9,654	3,071	3E	0,109
2E	0	6	5,833	2,787	0	0,051
	1	6	7,667	1,366	1E	0,083
	Gesamt	12	6,750	2,301	3E	0,997
3E	0	8	6,438	1,741	0	0,067
	1	6	7,750	1,864	1E	0,109
	Gesamt	14	7,000	1,850	2E	0,997
Gesamt	0	44	7,466	2,557		
	1	42	9,821	3,210		
	Gesamt	86	8,616	3,111		

**Abbildung 15: Ergebnisse RBMT verzögert Gruppen 0-3E bei Einteilung nach MWT-B**



## 4 Diskussion

### 4.1 *Vergleich der Ergebnisse mit den Aussagen bereits veröffentlichter Studien*

Es gibt mittlerweile eine große Zahl an Arbeiten, die sich mit MDMA (Ecstasy) und den Folgen des Konsums beschäftigen. Die Forschung in diesem Bereich ist ein sensibles Thema, da eine Parallelisierung der Konsummuster praktisch nicht möglich, eine Kontrolle des Beikonsums schwierig ist und eine Langzeitbeobachtung von der Kooperation der Probanden im entscheidenden Maße abhängt. Da häufig unterschiedliche neuropsychologische Testverfahren angewendet werden, ist ein direkter Vergleich erschwert. Einige Artikel werden besonders häufig zitiert und stellen zum Teil bestimmte Aspekte der Ergebnisse isoliert in den Vordergrund. Verschiedene Ansätze legen ihren Untersuchungsschwerpunkt unterschiedlich. In dieser Diskussion soll versucht werden, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede, die Parallelen und Widersprüche verschiedener Arbeiten zu den Ergebnissen der BfArM-Studie herauszuarbeiten. In den Fällen, die einen direkten Vergleich ermöglichen, werden die Ergebnisse direkt nebeneinander gestellt. Ist dies nicht möglich, da es sich um unterschiedliche Aspekte handelt, wird die Vergleichsarbeit für sich erläutert und der Bezug zu den vorliegenden Studienergebnissen hergestellt. Um eine gewisse Übersichtlichkeit bei den doch sehr umfangreichen Testbatterien zu erhalten, wird in dieser Diskussion eine Aufteilung in Visuelles Gedächtnis und Verbales Gedächtnis vorgenommen, so dass sich die Einzelaspekte der Studien besser nebeneinander darstellen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll das Augenmerk besonders auf die Studie „Memory impairment in abstinent MDMA („Ecstasy“-users“ (Bolla et al. 1998) gelegt werden. In dieser Studie verglichen die Forscher 24 abstinente Ecstasykonsumenten mit 24 Kontrollprobanden, die in Alter, Geschlecht, Bildungsjahren und Leistung in einem Test der verbalen Intelligenz, der dem Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (Wechsler 1981) entstammt, parallelisiert wurden. Letzterer ist in unserem Design vergleichbar mit dem MWT-B. Um eine Teilung in zwei Gruppen vorzunehmen, wurde der Median des Vokabel-Scores ermittelt und so je eine Gruppe mit besseren und schlechteren Scores gebildet. Die Menge der konsumierten Einheiten MDMA wurden in Drittel eingeteilt und der Mittelwert dieser Drittel für eine grafische Darstellung von Interaktionen

zwischen Dosis und Ergebnis im Verbaltest verwendet. Als Ergebnis wurde festgehalten, dass ein höherer Ecstasykonsum mit stärkeren Einbußen im Leistungsbereich verbales Kurzzeitgedächtnis ( $p < 0.02$ ) und visuelles Langzeitgedächtnis ( $p < 0.06$ ) einhergeht. Außerdem waren stärkere dosisabhängige Einbußen mit einem niedrigeren Vokabel-Score als Intelligenzparameter assoziiert, bei Männern deutlicher als bei Frauen. Dieses Ergebnis veranlasste uns zu einem breiter angelegten Testdesign.

Bezüglich des Testdesigns sind folgende Unterschiede hervorzuheben: In der Arbeit „Memory impairment in abstinent MDMA „Ecstasy“ users“ wird angegeben, dass abstinente Konsumenten untersucht wurden, diese Aussage ist allerdings unter der Voraussetzung zu betrachten, dass als abstinent gilt, wer länger als 14 Tage kein Ecstasy zu sich genommen hat (Bolla et al. 1998). Im Testdesign der BfArM-Studie wurde einerseits nach abstinent und nicht abstinent unterschieden, andererseits nach unterschiedlichem Gesamtkonsum. Die Ehemaligen Konsumenten durften mindesten 20 Wochen kein Ecstasy konsumiert haben, die Aktuellen Konsumenten für 48 Stunden vor der Untersuchung nicht. Bei der Einteilung des Konsums in Drittel mit unterschiedlich starkem Konsum wurden die Gruppen Ehemalige und Aktuelle Konsumenten zusammengefasst, es wurde keine Unterscheidung ob aktuell oder ehemalig vorgenommen. Im Vergleich mit der Studie von Bolla et al. sind also die Voraussetzungen, unter denen ein Konsument der als abstinent gilt, differenziert zu betrachten.

Die Ergebnisse in den vier Bereichen unmittelbares/verzögertes verbales bzw. visuelles Erinnerungsvermögen setzen sich aus verschiedenen Teilbereichen zusammen, so dass nicht aus der Arbeit hervorgeht, welcher Test wie bewältigt wurde. Die Tests wurden folgenden Testbatterien entnommen: Wechsler Memory Scale-Revised (Wechsler 1987), Rey Auditory Learning Test (Rey 1964), Rey-Osterrieth Complex Figure (RCF) Test (Rey 1941) (Osterrieth 1944).

In der Studie „Memory impairment in abstinent MDMA „Ecstasy“ users“ (Bolla 1998) fällt eine Grafik ganz besonders ins Auge. Diese Grafik stellt das durchschnittliche Testergebnis im Bereich verzögertes visuelles Gedächtnis („visual memory delayed“) zweier Untergruppen dar, die anhand Ihrer Leistung im vocabulary-score, einem Parameter für die verbale Intelligenz, in eine leistungsstärkere und eine leistungsschwächere Gruppe eingeteilt wurden. Weiterhin wurden die Konsumenten in drei Gruppen eingeteilt, deren durchschnittlicher Konsum 400mg, 800mg oder

1200mg Ecstasy pro Monat betrug. Um den Kurvenverlauf zu verdeutlichen, wurde eine z-Transformation durchgeführt, wobei ein z-Wert=0 der durchschnittlichen Leistung der Kontrollgruppe entsprechen soll. Ein z-Wert von -0,5 entspricht in dieser Darstellung einer Abweichung von 0,5 Standardabweichungen nach unten. Die Studie postuliert zwei Ergebnisse. Abstinente MDMA-Konsumenten haben Defizite im visuellen und verbalen Gedächtnis. Zusätzlich wird die geringere Dichte an CSF-5-HIAA als indirekter Parameter des zerebralen Serotoningehaltes mit einer schlechteren Gedächtnisleistung in Verbindung gebracht. Zusätzlich wird eine Interaktion zwischen Konsum und verbaler Leistungsfähigkeit beschrieben. Individuen, die zur weniger leistungsstarken Gruppe gehören, zeigten mit zunehmenden MDMA-Konsum schlechtere Leistungen in den beiden als signifikant bzw. nahezu signifikant getesteten Bereichen verzögertes visuelles Gedächtnis ( $p < 0,03$ ) und verzögertes verbales Gedächtnis ( $p < 0,09$ )., Im Gegensatz dazu zeigten Probanden, die zur verbal leistungsstärkeren Gruppe gehörten, auch bei starkem MDMA-Konsum weniger Leistungseinbußen.

Als vergleichbaren Test zum verbalen Gedächtnis wählten wir in dieser Arbeit den Test MWT-B (Lehrl 1995).

Bhattachary und Powell verglichen 2001 neue Ecstasykonsumenten, regelmäßige Konsumenten und abstinente Konsumenten mit einer vergleichbaren Gruppe nicht konsumierender Probanden. Der Cannabiskonsum der vier Gruppen war unterschiedlich hoch, die Unterschiede korrelierten aber mit keinem Testergebnis. Diese vier Gruppen wurden in den Bereichen verbaler IQ mittels Quick-Test (Ammons und Ammons 1962), Zahlen-Merkfähigkeit rückwärts, unmittelbare und verzögerte Wiedergabe eines Prosatextes (Powell et al. 1993), Wiedergabe einer komplexen geometrischen Figur (Rey 1941, Osterrieth 1944) und verbales Ausdrucksvermögen (Benton, Hamsher 1976) getestet. Ziel dieser Studie war es einer von Parrot et al. (1998) aufgestellten Hypothese nachzugehen. Diese Hypothese besagt, dass Ecstasykonsumenten möglicherweise ihre kognitiven Strategien im Laufe des Konsums ändern, da während der Einnahme ein unmittelbares, visuelles Wahrnehmen im Vordergrund steht und die verbale Ausdrucksmöglichkeit nachlässt. Dieses Verhalten könne persistieren und so erklären, weshalb eher verbale Defizite, als visuelle Defizite bei den Konsumenten auftreten. Bhattachary und Powell konzentrierten sich in Ihrem Design auf sofortige und verzögerte verbale Reproduktion sowie sofortiges und verzögertes visuelles Gedächtnis. Sie überprüften so, ob MDMA-Konsumenten tatsächlich leistungsschwächer als die

Vergleichsgruppe im verbalen Gedächtnis sind und ob im visuellen Gedächtnis erwartungsgemäß keine Defizite im Vergleich mit der Kontrollgruppe auftreten.

Alle drei Ecstasy-Gruppen zeigten eine signifikant schlechtere Leistung in den Bereichen verbales Ausdrucksvermögen und unmittelbare und verzögerte Wiedergabe des Prosatextes. In der Zahlen-Merkfähigkeit oder dem visuellen Gedächtnis zeigten sich keine Unterschiede.

Sie bestätigen und stützen aufgrund Ihrer Ergebnisse die Hypothese von Parrot et al. (1998), dass MDMA das verbale Gedächtnis beeinträchtigt, visuelles Gedächtnis und Exekutivfunktionen jedoch nicht betroffen sind. Zusätzlich gibt es Hinweise, dass die unterschiedlichen Testergebnisse in den verschiedenen kognitiven Teilleistungsbereichen nicht von einer generellen kognitiven Leistungsschwäche und Defiziten im Arbeitsgedächtnis herrühren. Da alle drei MDMA konsumierenden Gruppen unterschiedlich stark beeinträchtigt waren und die Varianzanalyse durch den vorherigen Ecstasykonsum und die Gesamtmenge des konsumierten MDMA unterschiedlich beeinflusst wurde, lässt diese Untersuchung den Schluss zu, dass diese Effekte durch eine Kombination reversibler akuter Effekte des MDMA und der kumulierten Lebenszeitdosis verursacht sein könnten (Bhattachary S, Powell JH 2001).

McCann et al. (1999) führten eine Studie durch, in der sie 22 MDMA-Konsumenten und 23 polytoxikomane Kontrollprobanden mit dem Walter Reed Army Institute of Research Performance Assessment Battery (WRAIR PAB) untersuchten (Thorne et al. 1985). Problematisch bei diesem Testdesign ist der Beikonsum der Probanden. Von den 22 MDMA-Konsumenten konsumierten 22 auch Cannabis und LSD, 21 Kokain, 21 Amphetamine und 13 Opiate. Von der Kontrollgruppe konsumierten 19 Cannabis, 10 Kokain, 10 Amphetamine, 10 Opiate. Ein Herausarbeiten der kognitiven Beeinträchtigung allein durch MDMA erscheint schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Die benutzte Testbatterie besteht aus sieben computergestützt gestellten Aufgaben zu verschiedenen kognitiven Funktionsbereichen. Die Autoren fanden Beeinträchtigungen der MDMA-Konsumenten in vier von den sieben getesteten Bereichen, nämlich bei einer arithmetischen Aufgabe, die zusätzlich anhaltende Konzentration verlangt, bei einer Aufgabe, die visuelle Diskriminationsfähigkeit sowie Arbeitsgedächtnis verlangt, bei einem Test zur Leistung des Kurzzeitgedächtnis und einem Test zum semantischen Verständnis und grammatikalischer Logik. Ein direkter Vergleich zu den in der BfArM-Studie gestellten Aufgaben ist nicht möglich, da die Aufgaben des WRAIR PAB zu

unterschiedlich sind. Die Autoren kommen in ihrer Diskussion zu dem Schluss, dass sie mit Ihren Ergebnissen die bisherigen Hypothesen zur negativen Wirkung des MDMA-Konsums auf die kurzzeitigen Gedächtnisleistungen anderer Studien stützen (z.B. Krystal et al.1992; Parrot, Lasky 1998; Parrot et al.1998, Bolla et al. 1999), die in der vorliegenden Arbeit auch zitiert werden.

Rodgers et al. verglich 2000 drei Untersuchungsgruppen miteinander, Ecstasykonsumenten (n=15), Cannabiskonsumenten (n=15) und eine Kontrollgruppe (n=15). Die Gruppe der Ecstasykonsumenten konsumierte auch Cannabis, und zwar durchschnittlich vier Konsumeinheiten pro Woche über die letzten 10 Jahre. Ein Drogen-Screening zur Kontrolle der angegebenen Abstinenzspanne wurde nicht durchgeführt. Die Cannabiskonsumenten sollten vor der Testung einen Monat kein Cannabis konsumiert haben, auch hier wurde keine Kontrolle durchgeführt. Die Testinstrumente für diese Studie wurden zum einen von der Universität Sunderland selbst entwickelt, so dass ein direkter Vergleich schwierig ist, sich aber Tendenzen ablesen und vergleichen lassen, zum anderen dem Wechsler Memory Scale (revised) entnommen.

Signifikante Beeinträchtigungen fanden Rodgers et al. in den Gebieten Verbales Gedächtnis und im Bereich *General Memory*, der sich aus Testergebnissen in verschiedenen Teilleistungsbereichen zusammensetzt (Logik, Wortpaare, figurales Gedächtnis, visuelle Assoziation, figurale Reproduktion) für sowohl Ecstasykonsumenten, als auch Cannabiskonsumenten. Signifikant schlechtere Ergebnisse erreichte die Ecstasygruppe im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen im Bereich mittelfristiges Gedächtnis.

#### **4.1.1 Visuelles Gedächtnis**

##### **4.1.1.1 LGT**

Bei den in diese Studie einfließenden Tests mit dem LGT Untertest Firmenschilder als abhängige Variable zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse, je nachdem ob eine Gruppeneinteilung nach MWT-B als vergleichbarem Test für die verbale Leistungsfähigkeit vorgenommen wurde, oder ob der breiter angelegte IQ mit in die Berechnungen einfließt. Der LGT misst das figurale Gedächtnis, einen visuellen Parameter. Da die Probanden schon gleich nach der Zeit, die sie zum Einprägen der

Figuren haben, die Testaufgaben bearbeiten, wird kein verzögertes Erinnerungsvermögen geprüft, sondern die mittelfristige Merkfähigkeit.

Bei Einteilung nach MWT-B lassen sich keine signifikanten Unterschiede messen. Es sind auch keine signifikanten Zwischensubjekteffekte nachzuweisen.

Anders ist es, wenn der IQ in den Berechnungen berücksichtigt wird. Bei den Gruppeneinteilungen 1-4 sind keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen. Bei der Einteilung der Probanden in Ecstasykonsumenten unterschiedlich starken Konsums und Kontrollgruppe aus Abstinente und Polytoxikomanen zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen Kontrollgruppe und der Gruppe starker Ecstasykonsumenten. Aber auch hier sind die Zwischensubjekteffekte nicht signifikant, so dass wir einen Hinweis darauf erhalten, dass MDMA die Leistung moderiert, aber keine Interaktion mit der Intelligenz vorliegt.

Insofern stützen diese Ergebnisse die These von Bolla et al. (1998), dass Ecstasykonsumenten Defizite im visuellen Gedächtnis haben. Die Ergebnisse von Bhattachary und Powell (2001), dass es keine durch MDMA vermittelten Defizite im visuellen Gedächtnis gibt, können wir nicht uneingeschränkt stützen. Die messbaren Defizite finden sich allerdings zwischen Kontrollgruppe und starken Konsumenten, so dass zu überlegen ist, ob möglicherweise erst die kumulierte Dosis oder die Konsumdauer zu Beeinträchtigungen in diesem Bereich führt. In der Studie von Bhattachary und Powell sind die MDMA konsumierenden Probanden neue Konsumenten, regelmäßige Konsumenten und abstinent Konsumenten, es wird keine weitere Unterteilung bezüglich der Menge des konsumierten Ecstasys vorgenommen, so dass sich die Aussagen beider Arbeiten nicht widersprechen, ein direkter Vergleich der Ergebnisse wegen der unterschiedlichen Einschlusskriterien jedoch nicht möglich ist.

Die Ergebnisse der Arbeit von Fox, Parrott und Turner (2001) lassen sich nur bedingt mit denen der BfArM-Studie vergleichen, da in deren Testanordnung keine vergleichbare Aufgabe zum visuellen Gedächtnis enthalten ist, sondern nur ein Test zum räumlichen Arbeitsgedächtnis. In diesem Test schnitten die beiden Ecstasygruppen im Vergleich zur polytoxikomanen Kontrollgruppe signifikant schlechter ab. Die Kontrollgruppe hatte insgesamt aber mehr Bildungsjahre, als die Ecstasykonsumenten dieser Studie, auch wenn in Alter, IQ und Geschlechtsverteilung keine signifikanten Unterschiede messbar waren. Ein isoliert schlechteres Ergebnis der Ecstasykonsumenten

gegenüber der polytoxikomanen Kontrolle kann mit unseren Ergebnissen in keiner der Aufgaben festgestellt werden. Dies könnte mit der besseren Parallelisierung nach Bildungsjahren zusammenhängen.

Gouzoulis-Mayfrank et al. fanden 2000 Defizite im figural-räumlichen Bereich, allerdings wurden auch in dieser Studie Testverfahren verwendet, die nicht genau mit dem LGT Subtest Firmenschilder zu vergleichen sind. Am ehesten ist noch der Test „Visual Scanning“ aus der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung TAP (Tewes 1991) als vergleichbarer Test zu bewerten. Mit diesem Test wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede gefunden, nur in einem Test zum figural-räumlichen Bereich (Hänsgen 1995) wurden signifikante Unterschiede zwischen Ecstasygruppe und beiden Kontrollgruppen (Cannabiskonsumenten und Abstinente) gefunden



## **4.1.2 Verbales Gedächtnis**

### **4.1.2.1 Unmittelbares verbales Gedächtnis (abhängige Variablen AVL 1-5 und RBMT unmittelbar)**

Bei der Einteilung nach IQ und Gruppeneinteilung 1 bis 4 bei Verwendung des AVL 1 bis 5 als abhängige Variable zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch bei der Einteilung nach IQ und Gruppen 0 bis 3E zeigen sich keine signifikanten Gruppenunterschiede.

Bei der Einteilung nach MWT-B zeigen sich keine signifikanten Unterschiede bei der Unterteilung der Probanden in die Gruppen 1 bis 4, wohl aber bei der Gruppeneinteilung 0 bis 3E, und zwar zwischen den Ecstasykonsumenten der gering konsumierenden Gruppe (Gruppe 1E) und den Konsumenten der stark konsumierenden Gruppe (Gruppe 3E). Auch in diesem Testverfahren zur verbalen Merkfähigkeit lassen sich Einflüsse des Konsums feststellen, aber keine Moderation der mit der Menge des konsumierten MDMA assoziierten Leistungseinschränkungen durch die Leistung im MWT-B. Diese Ergebnisse stützen die Vermutungen aus den Studien von Bolla et al. (1998), Bhattachary und Powell (2001), sowie Parrott et al. (2000), dass der MDMA-Konsum das verbale Gedächtnis beeinträchtigen könnte, können aber die Hypothese, dass die verbale Leistungsfähigkeit der Konsumenten das Testergebnis beeinflusst, nicht stützen.

Bei dem Test RBMT unmittelbar lassen sich bei Gruppeneinteilung nach MWT-B und der Gruppeneinteilung 1 bis 4 im Mehrfachvergleich signifikante Gruppenunterschiede ( $p=0,009$ ) zwischen Gruppe 1 (drogennaive Kontrollgruppe) und Gruppe 3 (Ehemalige Ecstasykonsumenten) verzeichnen. Die Ehemaligen Konsumenten sind signifikant leistungsschwächer. Bei der Einteilung in Gruppen unterschiedlich starken Ecstasykonsums werden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen errechnet.

Bei der Einteilung der Gruppen nach IQ sind signifikante Gruppenunterschiede beim Mehrfachvergleich zum Niveau  $p=0,018$  zwischen Gruppe 1, der drogenabstinenten Kontrollgruppe und Gruppe 3, den Ehemaligen Ecstasykonsumenten, nachzuweisen. Beim Test der Zwischensubjekteffekte zeigte sich, dass sowohl die Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,038$ ), als auch die Einteilung in die Gruppe höherer oder

niedriger Intelligenz eine Rolle spielen ( $p=0,001$ ). Wechselwirkungen werden nicht beobachtet ( $p=0,128$ ), siehe Tabelle 24. Der länger zurückliegende Ecstasykonsum hat nach diesen Ergebnissen einen negativen Einfluss auf das verbale Kurzzeitgedächtnis. Bei der Aufteilung in Gruppen unterschiedlich starken Ecstasykonsums treten keine signifikanten Gruppenunterschiede in Erscheinung. Dies widerspricht nicht der Annahme, dass die Dauer des Konsums für negative kognitive Effekte bedeutsam sein könnte, da bei dieser Einteilung nicht nach Dauer des Konsums unterschieden wurde, sondern nur nach Stärke.

In der Arbeit von Bhattachary und Powell (2001) treten signifikante Unterschiede im Bereich sofortiges verbales Gedächtnis zwischen Kontrollgruppe und allen Konsumentengruppen auf. Der Test, der in dieser Studie benutzt wurde, entspricht laut Beschreibung von der Aufgabenstellung dem in der BfArM-Studie verwendeten RBMT unmittelbar und verzögert. In der vorliegenden Arbeit sind die Unterschiede zwischen der drogenabstinenten Kontrollgruppe und den Ehemaligen Konsumenten zu verzeichnen. Diese Ergebnisse widersprechen nicht den Ergebnissen von Bhattachary und Powell, da in deren Studie nicht nach aktuell und ehemalig unterschieden wurde. Die Gruppeneinteilung erfolgte nach Konsumverhalten in neue Konsumenten (eine bis fünf Konsumgelegenheiten, nur eine Konsumgelegenheit pro Monat und einmal in den letzten 21 Tagen), regelmäßige Konsumenten (mindestens fünf Konsumeinheiten und mindestens zwei Konsumgelegenheiten in den letzten 21 Tagen) und abstinente Konsumenten (regelmäßiger Konsum, seit mindestens 30 Tagen kein MDMA).

Da aber in der vorliegenden Studie keine signifikanten Unterschiede zu den Aktuellen Ecstasykonsumenten errechnet werden konnten, sondern nur die Ehemaligen Konsumenten schlechter abschneiden, müssen wir erneut fordern, dass Langzeitbeobachtungen, wie sie zum Beispiel mit der BfArM-Studie angestrebt werden, folgen müssen. Eine kritische Schwellendosis von MDMA herauszufinden, ist nach ethischen Richtlinien nicht möglich.

#### **4.1.2.2 Verbales Langzeitgedächtnis (abhängige Variablen AVLT 8 und RBMT verzögerte Wiedergabe)**

Bei der Gruppenunterteilung gemäß Leistung im MWT-B hat der Ecstasykonsum keinen signifikanten Einfluss auf die Testergebnisse des AVLT 8 als abhängige Variable, auch die Einteilung nach besserer oder schlechterer Leistungsfähigkeit im MWT-B (MWT-B Gruppe 0 und MWT-B Gruppe 1) ergibt keine signifikanten Gruppenunterschiede und es sind auch keine signifikanten Zwischensubjekteffekte nachweisbar.

Bei der Einteilung nach IQ zeigen die Ergebnisse signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe 1 (drogenabstinent) und der Gruppe 3 (Ehemalige Ecstasykonsumenten). Die Tests der Zwischensubjekteffekte zeigen, dass die Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe einen signifikanten Einfluss auf das Testergebnis hat, jedoch keine Interaktionen bezüglich der Intelligenz vorliegen. Da der AVLT 8 ein Test für das verbale Langzeitgedächtnis ist, könnte man die Vermutung postulieren, dass der länger anhaltende Konsum von Ecstasy oder auch der schon länger zurück liegende Konsum wie bei den Ehemaligen Konsumenten, einen signifikant negativen Einfluss auf diesen kognitiven Bereich ausübt. Auch die Konzentrationsfähigkeit wird mit diesem Test geprüft, die Ergebnisse geben Hinweise auf Defizite in diesem kognitiven Bereich.

Mit diesem Testverfahren konnten die Vermutungen von Bolla et al. (1998) einer Moderation der Leistung durch verbalen IQ, in unserem Verfahren repräsentiert durch den MWT-B, nicht reproduziert werden, auch der breiter angelegte IQ hat keinen signifikanten Einfluss auf das Testergebnis der Probanden. Die Hypothese, dass MDMA einen negativen Einfluss auf das verzögerte verbale Gedächtnis hat, kann jedoch bestätigt werden, wenngleich die Unterschiede nur zwischen der drogenabstinenten Kontrollgruppe und den Ehemaligen Konsumenten deutlich werden. Möglicherweise sind anhand der breiter angelegten Stichprobe der vorliegenden Studie, die auch genauer nach Beikonsum und Bildungsjahren parallelisiert, Selektionseffekte der anderen Studien, die weniger strenge Auswahlkriterien an die Probanden stellten, verhindert worden.

In der Arbeit von Gouzoulis-Mayfrank et al. (2000) wurde die verbale Leistungsfähigkeit mit dem VLMT (Helmstaedter 1990) untersucht, der in Art der Aufgabenstellung dem hier verwendeten AVLT entspricht. Signifikante Unterschiede

wurden bei der sofortigen Wiedergabe, sowie nach Vorlesen der Distraktorliste zwischen Ecstasygruppe und drogenfreier Kontrollgruppe errechnet. Die Wiederholung nach 30 Minuten, hier dem AVLT 8 entsprechend, war nicht signifikant unterschiedlich. Die vorliegende Untersuchung zeigt jedoch signifikante Gruppenunterschiede im AVLT 8 zwischen abstinenter Kontrollgruppe und der Gruppe der Ehemaligen Konsumenten bei Einbeziehung des IQ als Kovariate. Das Argument einer schlechteren Parallelisierung lässt sich bei dieser Studie höchstens eingeschränkt verwenden, da die Probanden sorgfältig nach Geschlecht, Drogenkonsum und Bildung parallelisiert waren und außerdem Drogen-Screenings vor der Untersuchung durchgeführt wurden. Andererseits wurden die Tests zur Intelligenz als abhängige Variable analysiert und auch hier Defizite bei der Ecstasygruppe festgestellt. In der vorliegenden Arbeit wurde die Intelligenz jedoch als Kovariate in die Berechnungen miteinbezogen und die unterschiedlichen Gruppen auch nach Intelligenzquotient parallelisiert, so dass möglicherweise an dieser Stelle der Grund für unterschiedliche Ergebnisse zu suchen ist. Warum tritt allerdings in der vorliegenden Studie besonders der RBMT verzögert als Bereich der größten und durch die verschiedenen Gruppenkonstruktionen durchgängigsten Defizite hervor? Leidet das verbale verzögerte Gedächtnis besonders unter dem Einfluss von MDMA? Sind es besonders die Langzeiteffekte, die hier beobachtet werden können, wohingegen die Aktuellen Konsumenten der aktuellen Studie, vergleichbar mit der Ecstasygruppe in der Studie von Gouzoulis-Mayfrank, keine messbaren Defizite zeigen? Hinweise auf Langzeitfolgen werden beispielsweise durch eine tierexperimentelle Studie deutlich (Hatzidimitriou G et al. 1999), in der auch sieben Jahre nach MDMA-Exposition noch abnorme Innervationsmuster der serotonergen Neurone deutlich werden.

Zunächst werden die Ergebnisse der Gruppen 1-4 im Test RBMT verzögert bei Unterteilung nach IQ besprochen. Signifikante Gruppenunterschiede sind zwischen Gruppe 1, der drogenabstinenten Kontrollgruppe und Gruppe 3, den Ehemaligen Ecstasykonsumenten, zum Niveau  $p=0,011$  nachzuweisen. Beim Test der Zwischensubjekteffekte zeigte sich, dass sowohl die Zugehörigkeit zu einer Konsumgruppe ( $p=0,012$ ), als auch die Einteilung in die Gruppe höherer oder niedriger Intelligenz eine Rolle spielen ( $p=0,0$ ). Bedeutende Wechselwirkungen werden bei diesem Test beobachtet ( $p=0,037$ ), vergleiche Tabelle 24.

Bei der Einteilung nach IQ und unterschiedlich starkem Ecstasykonsum fallen signifikante Unterschiede zwischen den Konsumgruppen ( $p=0,002$ ) und auch zwischen

den unterschiedlich intelligenten Probanden ( $p=0,003$ ) auf. Die Wechselwirkungen zwischen Gruppeneinteilung und Intelligenz sind nicht signifikant ( $p=0,088$ ). Bei den Mehrfachvergleichen zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen Gruppe 0 (drogennaiv) und Gruppe 3E (starke Ecstasykonsumenten) zum Niveau  $p=0,019$ . Zusätzlich sind signifikante Unterschiede ( $p=0,035$ ) zwischen den Gruppen 1E (leichter Ecstasykonsum) und der Gruppe 3E (starker Ecstasykonsum) zu verzeichnen. Das verbale Langzeitgedächtnis scheint durch den stärkeren Konsum beeinträchtigt zu sein, bei diesem Test im Gegensatz zum AVLT 8 signifikant. Die starken Ecstasykonsumenten haben möglicherweise schon mehrere Jahre konsumiert, so dass dieses Ergebnis die Frage nach Langzeitfolgen stützt und die Notwendigkeit weiterführender Studien verdeutlicht.

Bei den Ergebnissen des Test RBMT verzögert zeigen sich bei der Einteilung nach MWT-B Gruppenunterschiede zwischen der Gruppe 0 (Kontrollgruppe) und der Gruppe 2E (mäßiger Ecstasykonsum), sowie Unterschiede zwischen den Gruppen 0 und der Gruppe 3E (starker Ecstasykonsum). Messbare Wechselwirkungen können nicht nachgewiesen werden. Der starke Ecstasykonsum (zur Definition des starken Ecstasykonsums vgl. Kapitel 2.2.4.1) hat einen negativen Einfluss auf die Fähigkeit der verzögerten Wiedergabe von Vorgelesenem. Anders als in der Vergleichsarbeit finden wir keine Moderation der Leistung in diesem kognitiven Teilgebiet durch starke verbale Leistungsfähigkeit, jedoch wird in der vorliegenden Datenanalyse bei einer Gruppeneinteilung in drogennaive Probanden, Aktuelle Ecstasykonsumenten, Ehemalige Ecstasykonsumenten und Polytoxikomane eine Moderation des Effektes durch den errechneten Intelligenzquotienten sichtbar. In der Arbeit von Bolla et al. (1998) wird ein „nahezu“ signifikantes Ergebnis bezüglich des Konsums im verzögerten verbalen Gedächtnis berichtet ( $p=0,06$ ). Bhattachary und Powell (2001) fanden Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und regulären, sowie abstinenten MDMA-Konsumenten, nicht jedoch zwischen Kontrollgruppe und neuen Konsumenten. Diese Ergebnisse widersprechen denen der vorliegenden BfArM-Studie nicht, es wurde in dem vorliegenden Studiendesign jedoch nicht nach neuen und alten Konsumenten unterschieden, wie in der Arbeit von Bhattachary und Powell.

Warum zeigen sich signifikante Wechselwirkungen nur bei einer Einteilung der Probanden nach IQ und nicht MWT-B? Dieses Ergebnis könnte unterschiedliche Ursachen haben. Möglicherweise ist der MWT-B als Kriterium für die verbale Leistung

allein nicht ausreichend, um Aussagen über die diskutierte neuronale Reserve von intelligenteren Konsumenten zu treffen, so dass nur mittels des mehrere kognitive Bereiche einschließenden Intelligenzquotienten eine Wechselwirkung sichtbar wird. Da der Effekt in dem Bereich des verzögerten verbalen Gedächtnisses zu finden ist und das verzögerte verbale Gedächtnis auch in anderen Studien (z.B. Rodgers 2000) bei Ecstasykonsumenten am häufigsten beeinträchtigt war, wäre es vorschnell, dieses Ergebnis nur auf einen Zufallseffekt zu schieben. Vielmehr sollte es Anlass zu Studien sein, die sich auf eine breiter angelegte Testung der Intelligenz im Rahmen der Parallelisierung von Versuchsgruppen konzentrieren. Erst wenn sich dann keinerlei Einflüsse der Intelligenz auf die Leistungsfähigkeit der Konsumenten zeigen, sollte man dieses Ergebnis als zufälligen Effekt einordnen.

In einer weiteren Studie verglich Rodgers 15 Ecstasykonsumenten mit 15 Cannabiskonsumenten und 15 Kontrollprobanden, die niemals illegale Substanzen konsumiert hatten. Es zeigte sich, dass sowohl Cannabis- als auch Ecstasykonsumenten im verbalen Gedächtnis ähnlich signifikant beeinträchtigt waren. Ausschließlich Ecstasykonsumenten waren aber im Bereich „verzögertes Erinnerungsvermögen“ (delayed memory) signifikant beeinträchtigt (Rodgers 2000). Die Untersuchungsergebnisse der BfArM-Studie sind ein weiterer Hinweis für negative kognitive Langzeiteffekte, die besonders bei Ecstasykonsumenten auftreten. In der Studie von Rodgers et al. wurde nicht nach aktuell und ehemalig unterschieden, allerdings war das Durchschnittsalter mit 31 Jahren und 5 Monaten deutlich höher, als das der vorliegenden Studie (vgl. Abschnitt 2.2.4). Die Durchschnittskonsumdauer betrug 5 Jahre, so dass der Hypothese einer möglichen Langzeitwirkung von MDMA durch diese Studie nicht widersprochen werden kann.

In der Studie von Fox, Parrott und Turner (2001) wurde zur Untersuchung des verbalen Leistungsvermögens ein Test durchgeführt, der dem RBMT vergleichbar ist, sowie ein Test zur Wiedererkennung von Wortlisten, vergleichbar mit dem AVLT in vorliegendem Studiendesign. Signifikant unterschiedliche Ergebnisse konnten nicht dokumentiert werden. Eine Erklärung für diese Ergebnisse, die denen anderer Studien und auch der vorliegenden widersprechen, geben Fox et al. in ihrer Diskussion: Die Listen der Wörter waren semantisch kategorisiert, so wurde die Fähigkeit, organisatorische Erinnerungsstrategien zu bilden, weniger gefordert, oder um die Autoren zu zitieren,

eliminiert. Außerdem wurde eine längere Geschichte, als in anderen Studien verwendet (etwa 40 Items gegenüber 21 Items im RBMT), so dass die Autoren vermuten, dass der Schwerpunkt ihrer Aufgabe eher im Bereich der Konzeptbildung liegt. In Bezug auf die Ergebnisse der BfArM-Studie lässt sich hinzufügen, dass die signifikanten Unterschiede im verbalen Gedächtnis zwischen der drogennaiven Kontrollgruppe und den Ehemaligen Ecstasykonsumenten liegen, ein Rechenmodell, das in der Studie von Fox so gar nicht geprüft werden konnte, da es nur eine polytoxikomane Kontrollgruppe gab. Die Leistungen der Aktuellen oder Ehemaligen Ecstasykonsumenten gegenüber der polytoxikomanen Kontrollgruppe sind beispielsweise auch in dem vorliegenden Design nicht signifikant unterschiedlich. Eine Ausnahme ist die Gruppeneinteilung O-3E und Einteilung nach IQ bei RBMT verzögert als abhängige Variable. Hier werden signifikante Unterschiede zwischen der gemischt polytoxikomanen und abstinenten Kontrollgruppe gegenüber den starken Konsumenten (Gruppe 0 gegenüber Gruppe 3E) und zwischen leichten gegenüber den starken Ecstasykonsumenten (Gruppe 1E gegenüber Gruppe 3E) sichtbar (vgl. Unterpunkt 3.2.5). Dies könnte ein Hinweis auf Wechselwirkungen des Mischkonsums sein, denn die Gruppenunterschiede sind höher signifikant bei dem Vergleich der abstinenten Kontrollgruppe mit den Ehemaligen Konsumenten, als bei der gemischten Kontrollgruppe und den starken Ecstasykonsumenten.

#### **4.2 *Bewertung der Ergebnisse im Hinblick auf Limitationen***

An erster Stelle ist die fragliche Reinheit der konsumierten Substanzen zu nennen. Es ist schwer nachzuvollziehen, ob alle angegebenen Konsumeinheiten MDMA tatsächlich auch nur MDMA enthielten. Wie in 2.1. erläutert können unterschiedliche Metamphetamin-Derivate unter dem Namen Ecstasy verkauft werden. Außerdem besteht stets die Möglichkeit, dass es sich um Amphetamine, Koffein oder etwa Acetylsalicylsäure handelt. Dadurch ist eine korrekte Angabe stets mit einem Unsicherheitsfaktor behaftet. Andererseits betreffen diese Unsicherheiten die gesamte Studienlage, die sich mit Ecstasy befasst, welches nicht unter kontrollierten Bedingungen an Versuchstiere administriert wird. Um überhaupt Studien durchführen zu können, müssen Wissenschaftler eine ungefähr gleichmäßige Verteilung des gestreckten oder verunreinigten MDMA annehmen.

Die Versuchsleiter hatten bisweilen subjektiv das Gefühl, dass einzelne Probanden lustlos und entsprechend weniger motiviert an den Testungen teilnahmen und dass insbesondere die weiblichen Probanden motivierter an den Aufgaben teilnahmen. Dieser subjektive Eindruck ist schwer zu fassen und zu verifizieren.

Der standardisierte und strukturierte Testablauf mit genauen Testanweisungen konfrontiert jeden Probanden mit möglichst gleichen Bedingungen, um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch unterschiedlich Testleiter oder Umgebungen zu minimieren.

Da in einigen Studien Frauen besser abschnitten als Männer, sollte man diese Beobachtung wenn möglich in Zukunft sorgfältiger dokumentieren. Die Probandenzahlen der BfArM-Studie (Hamburger Ecstasy-Projekt) waren für eine Trennung nach Geschlecht leider zu gering, als dass man repräsentative Aussagen treffen könnte. Nach der Aufteilung nach Geschlecht liegen die Gruppengrößen zum Teil bei zwei bis vier Probanden, so dass diese Zahlen nicht veröffentlicht werden.

Folgende Faktoren könnten die Ergebnisse zusätzlich beeinflussen: Die verschiedenen Testleiter, Doktoranden des Fachbereiches Klinische Neuropsychologie, können durch ihre Persönlichkeit unterschiedlich motivierend auf die Probanden gewirkt haben. Äußere Beeinflussungsfaktoren wie Schlafdefizite, Alltagsorgen und persönliche Situation können in dieser Versuchsanordnung nicht berücksichtigt werden.

Störvariable oder Confounder könnte der Beikonsum anderer Drogen sein. Durch die polytoxikomane Kontrollgruppe wurde versucht, diesen Effekt herauszuarbeiten. Reinheit der konsumierten Substanzen und vielfältige Wechselwirkungen lassen sich in dieser nachträglichen Analyse nicht mehr feststellen. Dies bleibt ein wichtiges Problem von Studien dieser Art, das sich kaum lösen lassen wird. Es verbietet sich, potenziell neurotoxische Substanzen langfristig und kontrolliert an Testpersonen abzugeben.

Zudem bleibt auch die Frage offen, ob Ecstasykonsumenten bestimmte Persönlichkeitsmerkmale und Charaktereigenschaften aufweisen, die sich in der polytoxikomanen Kontrollgruppe nicht finden lassen. Dieses Problem ließe sich durch aufwendige psychologische Untersuchungen eingrenzen.



Besonders aufgrund von diesen genannten Unsicherheitsfaktoren bleiben Studien in diesem Gebiet trotz großer Sorgfalt bei der Stichprobenauswahl, wie sie in der Hamburger BfArM-Studie realisiert wurde, methodisch anfechtbar. Eine Alternative, um Erkenntnisse in diesem Forschungsfeld zu gewinnen, bietet nur der Tierversuch. Da in Tiermodellen der dringende Verdacht der schädlichen Wirkung von Ecstasy erweckt wurde, bleiben zur Übertragung der Ergebnisse auf den Menschen nur Studienmodelle, die niemals so exakt planbar sind, wie ein Tierversuch unter Laboratoriumsbedingungen. Es bleiben dem Wissenschaftler nur Studien mit freiwilligen Probanden als Annäherung, da sich Humanexperimente mit fraglich schädigenden Substanzen ethisch nicht vertreten lassen. Aufgrund des großen Probandenpools und der Parallelisierung nach Schulbildung und Beikonsum hat die BfArM-Studie im Vergleich zu bisherigen Studien schon deutlich bessere Voraussetzungen für eine wissenschaftliche Annäherung an dieses Forschungsfeld geschaffen

Da Hinweise auf den schädlichen Einfluss von Ecstasy in vielen bereits veröffentlichten Studien deutlich geworden sind, sollten Wissenschaftler weiter Datenmaterial sammeln und auswerten, auch wenn Studien mit Testpersonen aufgrund der fehlenden Exaktheit Angriffsfläche für Kritik bieten.

## 5 Zusammenfassung

Ecstasy und sein Hauptwirkstoff MDMA (3-4-Methylendioxyamphetamin) ist eine stark verbreitete Droge in Deutschland.

In der vorliegenden Arbeit wurden strenge Kriterien an die Parallelisierung von Alter, Bildung und Beikonsum angelegt. Zusätzlich wurden die Angaben der Probanden durch laborchemische Untersuchungen verifiziert. Die Bemühungen eine repräsentative Stichprobe zu erhalten, sind vergleichsweise umfangreich und aufwendig, so dass Unterschiede zu anderen Studien mit weniger strengen Einschlusskriterien auch durch diesen Faktor erklärt werden können. Dass nichtsdestotrotz die Bereiche verzögertes verbales Gedächtnis und weniger deutlich auch das kurzfristige verbale Gedächtnis durch MDMA beeinträchtigt werden, gibt Anlass zur Sorge, dass MDMA-Konsumenten besonders langfristig an einer verminderten kognitiven Leistungsfähigkeit zu leiden haben könnten.

In der Studie „Memory impairment in abstinent MDMA („Ecstasy“) users“ von Karen I. Bolla et al. (1998) wurde berichtet, dass die Ergebnisse im Bereich verzögertes Gedächtnis durch den verbalen IQ moderiert werden. Dies gab den Ausschlag für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit, ob bei intelligenteren Probanden die negative Folgen des Ecstasykonsums weniger deutlich in Erscheinung treten oder gar durch eine neuronale Reserve aufgefangen werden können, oder ob weniger intelligente Konsumenten früher unter den messbaren kognitiven Einschränkungen leiden.

Um diese Hypothese zu prüfen, wurden zum einen Wechselwirkungen des verbalen Leistungsvermögens, zum anderen Wechselwirkungen eines breiter angelegten IQs, der mehr als nur das verbale Leistungsvermögen einschließt, auf die Testergebnisse der unterschiedlichen Probanden untersucht.

Die Vermutung, dass die verbale Leistungsfähigkeit relevante Wechselwirkungen auf die Testergebnisse ausübt, können wir nicht bestätigen.

Ein einziger Test zum verzögerten verbalen Gedächtnis zeigt eine relevante Wechselwirkung zwischen Testergebnis und IQ.

Die Frage nach einer Moderation des negativen Effektes des Ecstasykonsums auf die kognitive Leistungsfähigkeit durch die verbale Leistungsfähigkeit oder einen breiter angelegten IQ können wir nur sehr eingeschränkt unterstützen. Die Theorie einer

neuronalen Reserve ist zwar attraktiv, bedarf aber noch weiterer Untersuchungen, die sich genau mit der „prämorbid“ Intelligenz der Probanden auseinandersetzen.

Als zweites Ergebnis dieser Arbeit ist das signifikant schlechtere Abschneiden der Ehemaligen Konsumenten sowie der starken Konsumenten im Bereich verzögertes verbales Gedächtnis zu berichten.

Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die kumulierte Dosis an Ecstasy einen negativen Einfluss auf Teilleistungsbereiche, insbesondere im Bereich des verzögerten verbalen Gedächtnisses hat und dass die langfristigen Folgen des Ecstasykonsums weitere Untersuchung bedürfen, da besonders die Ehemaligen Konsumenten signifikant schlechtere Leistungen in Bereichen verzögertes verbales Gedächtnis erbringen.

Dies muss Anlass zu der Überlegung sein, dass die Langzeiteffekte des MDMA zusammen mit erweiterter Erfassung von konsumierter Gesamtdosis noch weiterer Forschung und Beobachtung bedürfen.

## Literaturverzeichnis

- Amelang M, Bartussek D (1997) Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung. 4. Aufl., Kohlhammer, Stuttgart
- Amelang M, Zielinski W (1994) Psychologische Diagnostik und Intervention. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Ammons RB, Ammons CH (1962) The Quick Test: provisional manual. Psychological Reports (Monograph Supplement I-VIII): 111-161
- Baddeley AD (1996) Exploring the central executive. Quarterly journal of Experimental Psychology 49A: 5-28
- Battaglia G, Yeh SY, O'Hearn E, Molliver ME, Kuhar MJ, DeSouza EB (1987) 3,4-methylenedioxyamphetamine and 3,4-methylenedioxyamphetamine destroy serotonin nerve terminals in rat brain. Quantification of neurodegeneration by measurement of (3H)-paroxetine-labelled uptake sites. J Pharmacol Exp Ther 242: 911-916
- Baumgarten HG, Grozdanovic Z (1997) Anatomy of central serotonergic projection systems. In: Baumgarten HG, Göthert M (Hrsg) Serotonergic neurons and 5-HT-receptors. The CNS Handbook of experimental pharmacology, Vol 129. Springer, Berlin Heidelberg, New York: pp 41-89
- Bäumler G (1974) Lern- und Gedächtnistest LGT 3. Hogrefe, Göttingen
- Becker WM, Kleinsmith LJ, Hardin J (2005) The World of the Cell. Sixth Edition, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River: p.119
- Benton AL, Hamsher K deS (1976) Multilingual Aphasia Examination Manual. University of Iowa, Iowa City
- Bhattachary S, Powell JH (2001) Recreational use of methylenedioxyamphetamine (MDMA) 'ecstasy': evidence for cognitive impairment. Psychological medicine 31: 647-658
- Binet A (1909) Les idées modernes sur les enfants. Paris, Flammarion
- Bolla, KI, McCann UD, Ricaurte GA (1998) Memory impairment in abstinent MDMA („Ecstasy“) users. Neurology 51: 1532-1537

- Bravo G, Grob C (1989) Shamans, sacraments and psychiatrists. *J Psychoact. Drugs* 21: 123-128
- Brickenkamp R (1997) *Handbuch psychologischer und pädagogischer Tests. 2. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.*, Hogrefe, Göttingen, Bern, Toronto, Seattle
- Broadbent DE, Cooper PF, Fitzgerald P, Parkes KR (1982) The Cognitives Failures Questionnaire (CFQ) and its correlates. *Br J Clin Psychol* 21: 1-16
- Cattell RB (1963) Theory of fluid and cristallized intelligence: a critical experiment. *Educ Psychol* 54: 1-22
- Cattell RB (1967) The theory of fluid and crystallised intelligence. *British journal of Educational Psychology* 37: 209-224
- Commins DL, Vosmer G, Virus GM, Woolverton WL, Schuster CR, Seiden LS (1987) Biochemical and histological evidence that methylendioxyamphetamine (MDMA) is toxic to neurons in the rat brain. *J Pharmacol Exp Ther.* 241:338-345
- Curran HV, Travell RA (1997) Mood and cognitive effects of +/-3,4-methylendioxyamphetamine (MDMA, 'ecstasy'): week-end 'high' and midweek low. *Addiction* 92: 1317-1325
- Fischer C, Hatzdimitriou G, Wlos J, Ricaurte GA (1995) Reorganization of ascending 5-HT-axons projections in animals previously exposed to the recreational drug 3,4-methylenedioxy-metamphetamine (MDMA, Ecstasy). *J Neurosci* 15:5476-5485
- Fisk JE, Warr P (1996) Age-related impairment in associative learning: The role of anxiety, arousal, and learning self efficacy. *Personality and Individual Differences* 21: 675-686
- Forsyth AJ, Barnard M, McKeganey NP (1997) Musical preference as an indicator for adolescent drug use. *Addiction* 92: 1317-1325
- Fox HC, Parrott AC, Turner JJD (2001) Ecstasy use: cognitive deficits related to dosage rather than self-reported problematic use of the drug. *Journal of Psychopharmacology* 15 (4): 273-281
- Fox HC, Toplis AS, Turner JJD, Parrott AC (2001) Auditory verbal learning in drug-free Ecstasypolydrug users. *Hum Psychopharmacol Clin Ecp* 16: 613-618
- Freudenmann RW (2005) "Ecstasy"-die Droge der Techno-Generation. *Nervenheilkunde* 24: 557-572

- Fromberg E (1992) Designer-Drogen und ihre Herausforderung für Beratung und Therapie. In: Landschaftsverband Westfalen-Lippe (Hrsg). Designer Drogen. Tagungsbericht, Münster
- Gouzoulis-Mayfrank E, Daumann J, Tuchtenhagen F, Pelz S, Becker S, Kunert H-J, Fimm B, Sass H (2000) Impaired cognitive performance in drug free users of recreational ecstasy (MDMA). *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 68: 719-725
- Gouzoulis-Mayfrank E (1999) Wirkungen und Risiken des Ecstasy-Konsums: Psychotrope und neurobiologische Wirkungen. In: Thomasius R (Hrsg) Ecstasy - Wirkungen, Risiken, Interventionen. Ein Leitfaden für Klinik und Praxis. Enke, Stuttgart: 39-52
- Gouzoulis-Mayfrank E, Daumann J, Saß H (2002) Neurotoxische Langzeitschäden bei Ecstasy (MDMA)-Konsumenten. *Der Nervenarzt* 73: 405-421
- Gouzoulis-Mayfrank E, Hermle L, Kovar K-A, Sass H (1996) Die Entaktogene: „Ecstasy“(MDMA), „Eve“ (MDE) und andere Ringsubstituierte Metamphetaminderivate. Eine neue Stoffklasse unter den illegalen Designerdrogen? *Der Nervenarzt* 67: 369-380
- Green AR, Mehan AO, Elliott JM, O'Shea E, Colado MI (2003) The pharmacology and clinical pharmacology of 3,4-methylenedioxymethamphetamine MDMA, "ecstasy". *Pharmacol Rev* 55: 463-508
- Hänsgen K-D, Merten T (1995) LEILA: Leistungsdiagnostisches Labor. 3. Aufl., Hogrefe, Göttingen
- Hartje W, Poeck K, (2002) *Klinische Neuropsychologie*. 5. überarbeitete und erweiterte Aufl., Thieme, Stuttgart, New York
- Hatzdimitriou G, McCann DU, Ricaurte GA (1999) Altered serotonin innervation patterns in the forebrain of monkey treated with +-3,4-methylenedioxymetamphetamine seven years previously: factors influencing abnormal recovery. *J Neurosci* 19: 5096-5107
- Heaton RK (1981) *Wisconsin Card Sorting Test Manual*. Revised and expanded. Psychological Assessment Resources Inc., U.S.A.

- Helmstaedter C, Durwen HF (1990) VLMT - Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest. Ein praktikables Instrumentarium zur Prüfung der verbalen Gedächtnisleistungen. Schweiz Arch Neuro Psychiatr 141: 21-30
- Horn W (1962) Leistungsprüfungssystem LPS. Handanweisung. Hogrefe, Göttingen
- Jäger AO, Althoff K (1994) Der WILDE-Intelligenz-Test (WIT). Ein Strukturdiagnostikum. 2. revidierte Aufl., Hogrefe, Göttingen
- Kalant H (2001) The pharmacology and toxicology of „ecstasy“ (MDMA) and related drugs. Can Med Assoc J 165: 917-925
- Kline P (1991) Intelligence The Psychometric View. Routledge, London, New York
- LabVelocity (2001) [http://content.labvelocity.com/tools/0/1190/Serotonergic\\_Receptors\\_-\\_locked.pdf](http://content.labvelocity.com/tools/0/1190/Serotonergic_Receptors_-_locked.pdf) (31.03.2006)
- Lehrl S, Gallwitz A, Blaha L, Fischer B (1990) Grundgrößen der Intelligenz. Kurztest KAI und Grundlagen. Vless, Ebersberg
- Lehrl S (1991) Mehrfachauswahl-Wortschatz-Intelligenztest: MWT-A. Perimed-Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen
- Lehrl S (1995) Mehrfachauswahl-Wortschatz-Intelligenztest: MWT-B. Perimed-Spitta, Balingen
- Lew R, Sabol KE, Chou C,, Vosmer GL, Richards J, Seiden LS (1996) Methylendioxyamphetamin-induzierte Serotoninmängel werden von einer partiellen Erholung über einen 52-Wochen-Zeitraum. Teil II: Radioligand-Bindungs- und Autoradiographie-Studien. J Pharmacol Exp Ther 276: 855-865
- Löffler, G (1999) Basiswissen Biochemie mit Pathobiochemie. 3. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Lux S, Helmstaedter C, Elger E (1999) Normierungsstudie zum Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT). Diagnostica 45: 205-211

- McCann UD, Mertl M, Eligulashvili V, Ricaurte GA (1999) Cognitive performance in (+-)-3,4-methylenedioxyamphetamine (MDMA) „ecstasy“ users: a controlled study. *Psychopharmacology* 143: 417-425
- Morgan MJ (2000) Ecstasy (MDMA): a review of its possible persistent psychological effects. *Psychopharmacology* 152: 230-248
- Nichols DE (1986) Differences between the mechanism of action of MDMA, MBDB, and the classic hallucinogens. Identification of a new therapeutic class: Entactogens. *J Psychoact. Drugs* 18: 305-313
- Obrocki J (1999) Funktionelle und strukturelle Hirnschädigungen. In R. Thomasius (Hrsg) *Ecstasy - Wirkungen, Risiken, Interventionen. Ein Leitfaden für die Praxis.* Enke, Stuttgart: 53-59
- Obrocki J, Andresen B, Schmoldt A, Thomasius R (2001) Anhaltende neurotoxische Schäden durch Ecstasy. *Dt Ärzteblatt* 2001; 98:A 3132-3138 [Heft 47]
- Osterrieth PA (1944) Le test de copie d'une figure complexe: contribution à l'étude de la perception et de la memoire. *Arch Psychol* 30: 286-356
- Powell J, Pickering A, Wyke M, Goggin T (1993) The effects of anti-hypertensive medication on learning and memory. *British Journal of Clinical Pharmacology* 35: 105-113
- Randall T (1992) Ecstasy-fueled rave parties become dances of death for english youths. *JAMA* 268: 1505-1506
- Reitan RM (1979) *Trail Making Test. Manual for administration and scoring.* Reitan Neuropsychology Laboratory, South Tucson
- Reneman L, Booij J, Schmand B, van den Brink W, Gunning B (2000) Memory disturbances in „ecstasy“ users are correlated with an altered brain serotonin neurotransmission. *Psychopharmacology* 148: 322-324
- Rey A (1941) L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. *Arch Psychol* 28: 286-340
- Rey A (1964) *L'examen clinique en psychologie.* Presses Universitaires de France, Paris



- Ricaurte GA, Yuan J, McCann DU (2000) 3,4-methylenedioxyamphetamine (Ecstasy)-induced serotonin neurotoxicity: studies in animals. *Neuropsychobiology* 42: 5-10
- Ricaurte GA, Martello AL, Katz JL, Martello MB (1992) Lasting effects of MDMA on central serotonergic neurons in nonhuman primates: neurochemical observations. *J Pharmacol Exp Ther* 261: 616-622
- Ricaurte GA (1988) Toxic effects of MDMA on central serotonergic neurons in the primate: Importance of route and frequency of drug application. *Brain Res* 446: 165-169
- Rodgers J (2001) Cognitive performance amongst recreational users of "ecstasy". *Psychopharmacology* 151: 19-24
- Rodgers J, Buchanan T, Scholey AB, Heffernan TM, Ling J, Parrott A (2001) Differential effects of Ecstasy and cannabis on self-reports of memory ability: a web-based study. *Hum Psychopharmacol Clin Exp* 16: 619-625
- Sabol KE, Lew R, Richards JB, Vosmer GL, Seiden LS (1996) Methylenedioxymethamphetamine-induced serotonin deficits are followed by partial recovery over a 52-week period. Part I: synaptosomal uptake and tissue concentrations. *J Pharmacol Exp Ther* 276: 846-854
- Schechter MD (1998) 'Candy-Flipping': synergistic discriminative effects of LSD and MDMA. *Eur J Pharmacol* 341: 131-134
- Schmidt-Semisch H (1996) Ecstasy und Designer-Drogen. *Wiener Zeitschrift für Suchtforschung* 19:3-16
- Schmoltdt A (1999) Pharmakologische und toxikologische Aspekte. In: Thomasius R (Hrsg) *Ecstasy - Wirkungen, Risiken, Interventionen. Ein Leitfaden für Klinik und Praxis*. Enke, Stuttgart: 28-29
- Schoppe KJ (1975) Verbaler Kreativitätstest (VKT). Ein Verfahren zur Ermittlung verbalproduktiver Kreativitätsmerkmale. Handanweisung. Hogrefe, Göttingen
- Schröder S (1999) Neurologische Notfälle und Langzeiteffekte nach Ecstasy-Gebrauch. In: Thomasius R (Hrsg) *Ecstasy - Wirkungen, Risiken, Interventionen. Ein Leitfaden für Klinik und Praxis*. Enke, Stuttgart: 127-140
- Sferios, E (2003) This is your brain on Ecstasy  
<http://www.dancesafe.org/slideshow/slide10.html> (31.03.2006)

- Spearman S (1904) 'General Intelligence': objectively determined and measured. American Journal of Psychology 19: 101-102
- Stangl W (31.05.05.) Klassische Intelligenzmodelle. <http://www.stangl-taller.at/TESTEXPERIMENT/testintelligenzmodelle.html> (31.03.2006)
- Stangl W (31.05.05.) Psychologische Intelligenzmodelle. <http://www.stangl-taller.at/TESTEXPERIMENT/testintelligenzmodelle.html> (31.03.2006)
- Steele TD, Nichols DE, Yim GW (1987) Stereochemical effects of 3,4- methylene-dioxymetamphetamine (MDMA) and related related amphetamine derivatives on inhibition of uptake of [3H] monoamines into synaptosomes from different regions of rat brain. Biochem Pharmacol 36: 2297-2303
- Stern W (1911) Die differentielle Psychologie in ihren methodischen Grundlagen. (Hrsg. Kurt Pawlik. Nachdruck der 2. Aufl., Leipzig, Barth 1911) Huber, Göttingen, 1994
- Sturm W, Büssing A (1982) Ein Vergleich von HAWIE und LPS bei der psychomotorischen Einzelfalldiagnostik neurologischer Patienten. Diagnostica 28: 348-359
- Sunderland A, Harris JE, Baddeley AD (1983) Do laboratory tests predict everyday memory? J Verbal Learning Verbal Behav 22: 341-357
- Tewes U (1991) HAWIE-R Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene. Revision. 2. Aufl., Huber, Bern
- Theune M, Esser W, Druschky K-F, Interschick E, Patscheke H (2000) Grand-mal-Serie nach Ecstasy-Einnahme. Nervenarzt 70: 1094-1097
- Thomasius R (1999) Ecstasy - Wirkungen, Risiken, Interventionen. Ein Leitfaden für die Praxis Enke, Stuttgart
- Thomasius R (1999) Psychiatrische, neurologische und internistische Komplikationen und Folgewirkungen. In: Thomasius R. (Hrsg) Ecstasy - Wirkungen, Risiken, Interventionen. Ein Leitfaden für Klinik und Praxis. Enke, Stuttgart: 61-69

- Thomasius R, Kraus D (1999) Historische und epidemiologische Aspekte des Ecstasy-Konsums. In: Thomasius R. (Hrsg) Ecstasy - Wirkungen, Risiken, Interventionen. Ein Leitfaden für Klinik und Praxis. Enke, Stuttgart: 16-18
- Thorne DR, Genser S, Sing H, Hegge FW (1983) The Walter Reed performance assessment battery. Neurobehavioural Toxicol Teratol 7: 415-416
- Verkes RJ, Gijsman HJ, Pieters RC et al. (2001) Cognitive performance and serotonergic function in users of ecstasy. Psychopharmacology 153: 196-202
- Von Schrenck T (1999) Internistische Notfälle und Langzeiteffekte nach Ecstasy-Gebrauch In: Thomasius R. (Hrsg) Ecstasy - Wirkungen, Risiken, Interventionen. Ein Leitfaden für Klinik und Praxis. Enke, Stuttgart: 141-157
- Wareing M, Fisk JE, Murphy PN (2000) Working memory deficits in current and previous users of MDMA ('ecstasy'). British Journal of Psychology 91: 181-188
- Wechsler D (1981) Wechsler Adult Intelligence –Scale-Revised (WAIS-R). The Psychological Corporation, New York
- Wechsler D (1987) Wechsler Memory Scale-Revised (WMS-R). The Psychological Corporation, New York
- Weiss RH (1971) Grundintelligenztest Skala 3 CFT 3. Westermann, Braunschweig
- Wilson B (1985) Rivermead Behavioural Memory Test. Handanweisung. Thames Valley Test Company, Bury St. Edmunds
- Wilson B (1985) Rivermead Behavioural Memory Test. Ergänzungsheft 1. Thames Valley Test Company, Bury St. Edmunds
- Zhu, Xinran (o.J.) [www.ruhr-uni-bochum.de/tierphys/HPZhu.html#Forschungsschwerpunkt](http://www.ruhr-uni-bochum.de/tierphys/HPZhu.html#Forschungsschwerpunkt) (31.03.2006)
- Zilles K, Rehkämper G (1998) Funktionelle Neuroanatomie. Springer, Berlin, Heidelberg, New York:352-354
- Zimmermann P, Fimm B (1993) Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP). Handbuch Teil 1. Vera Fimm, Psychologische Testsysteme, Herzogenrath

Zimmermann P, Fimm B (1994) Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Handbuch Teil 2. Vera Fimm, Psychologische Testsysteme, Herzogenrath

## **Danksagung**

Ich danke dem Leiter der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf Professor Dr. med. Dieter Naber für die Möglichkeit der Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit an dieser Klinik. Ich danke meinem wissenschaftlichem Betreuer PD Dr. Burghard Andresen, Leiter der Arbeitsgruppe Klinische Neuropsychologie, für die Überlassung dieses Dissertationsthemas und seine Anleitung und Unterstützung. Nicht zuletzt danke ich all denen, die mir durch ihre Unterstützung die Fertigstellung der vorliegenden Arbeit ermöglicht haben.

Gesa Hansen-Prenz

# LEBENS LAUF GESA HANSEN - PRENZ

## PERSÖNLICHE DATEN

---

Geburtstag	22.04.1978
Geburtsort	Flensburg
Familienstand	Verheiratet mit Nikolaus Prenz

## SCHULAUSSBILDUNG

---

08/1984 - 07/1988	Falkenbergsschule Flensburg
08/1988 - 06/1997	Altes Gymnasium Flensburg
05/1997	Abitur (Abiturnote 1,3)
08/1994 - 02/1995	Austauschschülerin Oak Ridge High School, CA, U.S.A.

## STUDIUM

---

10/1997 – 02/1998	<b>Rechtswissenschaften</b> Universität Freiburg
04/1998 - 08/2000	<b>Humanmedizin</b> Universität Heidelberg
08/2000	<b>Physikum</b> (Note:2,3)
10/2000 -04/2005	<b>Humanmedizin</b> Universität Hamburg
08/2001	<b>1. Staatsexamen</b> (Note 3)
03/2004	<b>2. Staatsexamen</b> (Note 1, 6)
04/2005	<b>3. Staatsexamen</b> (Note 1)
04/2005	<b>Approbation und Ärztliche Prüfung</b> (Gesamtnote 1, 6)

## WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN

---

Promotionsthema	Ecstasy- Eine Untersuchung zur Modifikation der neuropsychologischen Effekte des Missbrauchs durch den Faktor der Intelligenz, des verbalen Leistungsvermögens und der kumulierten Dosis
	Arbeitsgruppe Klinische Neuropsychologie, Klinik für Psychiatrie, Universitätsklinikum Eppendorf, Hamburg

## BERUFSTÄTIGKEIT/PRAKTISCHE AUSBILDUNG

---

Seit 06/2005	<b>Assistenzärztin III. Medizinische Abteilung, Asklepios Klinik Altona, Hamburg</b>
12/2004 – 04/2005	<b>Universitätsklinikum Eppendorf, Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde</b> PJ-Tertial Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
08/2004 – 12/2004	<b>Allgemeines Krankenhaus St. Georg, Chirurgisch-Traumatologische Klinik</b> PJ-Tertial Chirurgie

04/2004-08/2004	<b>Allgemeines Krankenhaus Altona, II: Medizinische Abteilung</b> PJ-Tertial Innere Medizin
01/2004	<b>Universitätsklinikum Eppendorf, Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Abteilung für Phoniatrie</b> Hospitation
09/2003	<b>Universitetsykehuset Nord Norge Tromsø, Norwegen</b> Famulatur Gynäkologie
8/2002	<b>Sykehuset i Vestfold Tønsberg, Norwegen</b> Famulatur Pädiatrie
09/2001 – 01/2004	<b>Michaelis-Krankenhaus Hamburg</b> Studentische Mitarbeiterin in der Krankenpflege

#### SONSTIGE AKTIVITÄTEN

---

Hobbys	Klassischer Gesang, Klavier, Lesen, Segeln
1993-2005	Mitgliedschaft im Landesjugendchor Schleswig-Holstein
Seit 2006	Mitglied Norddeutscher Kammerchor

Hamburg, 12.04.2006

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens) und Band des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe, und dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Gesa Hansen-Prenz