

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und
Ohrenkrankheiten der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. J. Helms

Aus der Neurootologie
Extraordinarius Professor Dr. med. C.F. Claussen

**DAS KOPF-RUMPF-HALS-BEWEGUNGSMUSTER
NEUROOTOLOGISCHER PATIENTEN DARGESTELLT
MITTELS DER ULTRASCHALL-CRANIO-CORPO-
GRAPHIE (USCCG)**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Katja Seidel
aus Nürnberg

Würzburg, Juni 2004

Referent: Professor Dr. med. C.F. Claussen

Koreferent: Professor Dr. med. J. Helms

Dekan: Professor Dr. med. S. Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Juli 2005

Die Promovendin ist Ärztin

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
1.1	Prinzipien der Gleichgewichtsuntersuchungen	1
1.2	Ziel der Arbeit	3
2.	Material und Methoden	4
2.1	Neurootologisches Patientenkollektiv	4
2.2	Anamnese NOASC I	4
2.3	Elektronystagmographie (ENG)	5
2.3.1	Die vestibulo-kardiale Reaktion	7
2.3.2	Spontannystagmus	7
2.3.3	Kalorischer Nystagmus	8
2.3.4	Schmetterlingskalorigramm nach CLAUSSEN	10
2.3.5	Der Rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)	13
2.3.6	Der Vestibuläre Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)	16
2.4	Die Cranio-Corpo-Graphie (CCG)	16
2.4.1	Tretversuch nach UNTERBERGER und FUKUDA (das Tretversuch-CCG)	18
2.4.2	Stehversuch nach ROMBERG (das Steh-CCG)	19
2.5	Evozierte Hirnpotentiale	20
2.5.1	Akustisch evozierte Potentiale (AEP)	20
2.5.1.1	Akustisch evozierte Hirnstammpotentiale (ABEP)	21
2.5.1.2	Akustisch evozierte Hirnrindencentiale (ALEP)	22
2.5.2	Visuell evozierte Potentiale (VEP)	23
2.6	Audiometrie	23
2.6.1	Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung)	24
2.6.2	Sprachaudiometrie	24
2.6.3	Unbehaglichkeitsschwelle	25
2.6.4	Tinnitus-Masking	26
2.7	Statistische Auswertung	26
3.	Ergebnisse	27
3.1	Patientengesamtkollektiv	27

3.1.1	Anamnesedaten des Gesamtkollektives nach NOASC I.....	27
3.2	Patientenunterkollektive im Spiegel ihrer neurootologischen anamnestischen Daten	35
3.2.1	Einteilung in die beschwerdebezogenen Unterkollektive	35
3.2.2	Die Anamnesedaten des NonVertigo/NonTinnitus- Kollektiv nach NOASC I.....	36
3.2.3	Die Anamnesedaten des Vertigo-Kollektiv nach NOASC I.....	38
3.2.4	Die Anamnesedaten des Tinnitus-Kollektivs nach NOASC I.....	41
3.2.5	Die Anamnesedaten des Vertigo und Tinnitus –Kollektivs nach NOASC I	42
3.2.6	Einteilung in die krankheitsbezogenen Unterkollektive.....	44
3.2.7	Die Anamnesedaten des Unterkollektivs Commotio cerebri nach NOASC I.....	45
3.2.8	Die Anamnesedaten des Kollektivs von Patienten mit einem Zustand nach Kopf-Hals-Schleudertrauma nach NOASC I.....	48
3.2.9	Die Anamnesedaten des Hypertonus Kollektivs nach NOASC I.....	51
3.3	Klinische Befunde des Gesamtkollektivs	55
3.3.1	Die Elektronystagmographie des Gesamtkollektivs.....	55
3.3.2	Die Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie des Gesamtkollektivs	59
3.3.2.1	Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Gesamtkollektivs	61
3.3.3	Evozierte Hirnpotentiale des Gesamtkollektivs.....	62
3.3.4	Audiometrie des Gesamtkollektivs.....	64
3.4	Klinische Befunde des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektivs	67
3.4.1	Die Elektronystagmographie (ENG) des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektivs	67
3.4.2	Die Cranio-Corpo-Graphie des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektivs ...	69
3.4.2.1	Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	71
3.4.3	Evozierte Hirnpotentiale NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	72
3.4.4	Audiometrie NonVertigo/Non Tinnitus-Kollektiv	73
3.5	Klinische Befunde des Vertigo-Kollektivs	75

3.5.1	Die Elektronystagmographie (ENG) des vestibulo-okulären Nystagmus des Vertigo-Kollektives.....	76
3.5.2	Die Cranio-Corpo-Graphie des Vertigo-Kollektivs	78
3.5.3	Evozierte Hirn-Potentiale des Vertigo-Kollektivs.....	81
3.5.4	Audiometrie des Vertigo-Kollektivs.....	82
3.6	Klinische Befunde des Tinnitus-Kollektivs.....	85
3.6.1	Die Elektronystagmographie (ENG) des Tinnitus-Kollektivs.....	85
3.6.2	Die Cranio-Corpo-Graphie des Tinnitus-Kollektivs	87
3.6.2.1	Vergleiche der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Tinnitus-Kollektivs	89
3.6.3	Evozierte Hirnpotentiale im Tinnitus-Kollektiv	90
3.6.4	Audiometrie für das Tinnitus-Kollektiv	91
3.7	Klinische Befunde des Vertigo und Tinnituskollektivs.....	94
3.7.1	Die Elektronystagmographie (ENG) des Vertigo und Tinnitus-Kollektivs.....	94
3.7.2	Die Cranio-Corpo-Graphie des Vertigo und Tinnitus- Kollektivs	96
3.7.2.1	Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Vertigo und Tinnitus-Kollektivs.....	98
3.7.3	Evozierte Hirnpotentiale für das Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv	99
3.7.4	Audiometrie für das Vertigo und Tinnitus-Kollektiv	100
3.8	Die klinischen Befunde des Commotio cerebri- Kollektivs.....	103
3.8.1	Die Elektronystagmographie (ENG) des Commotio cerebri- Kollektivs.	103
3.8.2	Die Cranio-Corpo-Graphie des Commotio cerebri- Kollektivs	105
3.8.2.1	Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Commotio cerebri- Kollektivs.....	107
3.8.3	Evozierte Hirnpotentiale des Commotio cerebri- Kollektivs	108
3.8.4	Audiometrie des Commotio cerebri- Kollektivs	109
3.9	Die klinischen Befunde des Patientenkollektivs mit einem Zustand nach Kopf-Hals-Schleudertrauma.....	112
3.9.1	Die Elektronystagmographie (ENG) des Patientenkollektivs mit einem Zustand nach Kopf-Hals-Schleudertrauma	112

3.9.2	Die Cranio-Corpo-Graphie des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	115
3.9.2.1	Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	117
3.9.3	Evozierte Hirnpotentiale des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	118
3.9.4	Audiometrie für das Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	119
3.10	Die klinischen Befunde des Hypertonus- Kollektivs	122
3.10.1	Die Elektronystagmographie (ENG) des Hypertonus- Kollektivs	122
3.10.2	Die Cranio-Corpo-Graphie des Hypertonus- Kollektivs	124
3.10.2.1	Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Hypertonus- Kollektivs	126
3.10.3	Evozierte Hirnpotentiale des Hypertonus- Kollektivs	127
3.10.4	Audiometrie des Hypertonus- Kollektivs	128
4.	Kasuistik	131
4.1	Fall 1: Beispiel für einen Befund ohne nachweisbare Gleichgewichtsfunktionsstörung	131
4.2	Fall 2: Beispiel für eine peripher vestibuläre Gleichgewichtsstörung	134
4.3	Fall 3: Beispiel für eine kombinierte periphere und zentrale Gleichgewichtsstörung	137
4.4	Fall 4: Beispiel für eine überwiegend peripher- vestibuläre Gleichgewichtsstörung	140
4.5	Fall 5: Beispiel für eine zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung	143
5.	Diskussion	145
5.1	Die menschliche Gleichgewichtstetrade	145
5.2	Das klinische Bild der multisensorischen neurootologischen Funktionsstörung	153
5.3	Die objektive und quantitative Messung der vestibulo-spinalen Kopf-Körpergleichgewichtsfunktion mit Hilfe der Computer-Cranio-Corpo-Graphie (USCCG)	154
5.3.1	Das USCCG des Tretversuches nach Unterberger und Fukuda	156
5.3.2	Das USCCG des Stehversuches nach Romberg	158

5.3.3	Klinische und topodiagnostische Differenzierung unterschiedlicher Art im Vergleich des Tretversuch- und des Stehversuch-USCCG.....	159
5.4	Auffällige Befunde und besondere Konfigurationen wichtiger neurootologischer Patientengruppierungen.....	160
6.	Zusammenfassung.....	169
7.	Literaturverzeichnis.....	172
Anhang	184-205

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Schmetterlingskalorigramm nach CLAUSSEN mit 4 Normbereichen für die synoptische Darstellung der Reaktionskennlinien.....	11
Abbildung 2: Klinisches L-Kennlinienschema des rotatorischen Intensitätsdämpfungstestes (RIDT).....	15
Abbildung 3: Geschlechterverteilung Gesamtkollektiv	27
Abbildung 4: Vertigosymptome Gesamtkollektiv.....	28
Abbildung 5: Vegetative Symptome Gesamtkollektiv.....	29
Abbildung 6: Wachheitsstörungen im Gesamtkollektiv.....	29
Abbildung 7: Merkmal Leistungsabfall Gesamtkollektiv	30
Abbildung 8: Tinnitusverteilung im Gesamtkollektiv	31
Abbildung 9: Anzahl der benannten oszilopsieartigen Sehstörungen Gesamtkollektiv	31
Abbildung 10: Kopf-Hals-Traumata Gesamtkollektiv	32
Abbildung 11: Internistische Erkrankungen Gesamtkollektiv	33
Abbildung 12: Grundleiden Gesamtkollektiv	34
Abbildung 13: Alle Vertigopatienten mit /ohne vegetativer Symptomatik.....	35
Abbildung 14: Mittelwerte des Kalorischen Nystagmus Gesamtkollektiv dargestellt im Schmetterlingsschema nach CLAUSSEN.....	57
Abbildung 15: Störungslokalisierung mittels Kalorisations-Schmetterling auf Basis des ENG, Gesamtkollektiv	58
Abbildung 16: Störungslokalisierung im US-CCG des Tretversuches Gesamtkollektiv .	60
Abbildung 17: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuchs-CCG, Gesamtkollektiv	62
Abbildung 18: Tonschwellenaudiometrie (nur Luftleitung) für das linke Ohr, Gesamtkollektiv.....	64
Abbildung 19: Tonschwellenaudiometrie (nur Luftleitung) für das rechte Ohr, Gesamtkollektiv.....	65
Abbildung 20: Störungslokalisierung mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG, NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	68
Abbildung 21: Störungslokalisierung gemäß US-CCG des Tretversuches, NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	70

Abbildung 22: Vergleich der Ergebnisse der Störungslokalisierung gemäß ENG und CCG im NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	72
Abbildung 23: Tonschwellenaudiometrie (nur Luftleitung) links NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	74
Abbildung 24: Tonschwellenaudiometrie (nur Luftleitung) rechts NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	74
Abbildung 25: Störungslokalisierung mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG; Vertigo-Kollektiv	77
Abbildung 26: Störungslokalisierung mittels US-CCG im Vertigo-Kollektiv.....	80
Abbildung 27: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuchs-CCG, Vertigo-Kollektiv	81
Abbildung 28: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Vertigo-Kollektiv für das rechte Ohr.....	83
Abbildung 29: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Vertigo-Kollektiv für das linke Ohr.....	83
Abbildung 30: Störungslokalisierung mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG; Tinnitus-Kollektiv.....	86
Abbildung 31: Störungslokalisierung mittels Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches im Tinnitus-Kollektiv.....	88
Abbildung 32: Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches, Tinnitus-Kollektiv	90
Abbildung 33: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Tinnitus-Kollektiv für das rechte Ohr.....	92
Abbildung 34: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Tinnitus-Kollektiv für das linke Ohr.....	92
Abbildung 35: Störungslokalisierung mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG, Vertigo und Tinnitus- Kollektiv.....	95
Abbildung 36: Störungslokalisierung mittels der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches im Vertigo und Tinnitus-Kollektiv	97
Abbildung 37: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuchs-CCG, Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv.....	99

Abbildung 38: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Vertigo und Tinnitus-Kollektiv für das rechte Ohr	101
Abbildung 39: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Vertigo und Tinnitus-Kollektiv für das linke Ohr	101
Abbildung 40: Störungslokalisierung mittels Kalorisations-Schmetterling auf Basis des ENG; Commotio cerebri- Kollektiv	104
Abbildung 41: Störungslokalisierung mittels Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches im Commotio cerebri- Kollektiv	106
Abbildung 42: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuch-CCG, Commotio cerebri- Kollektiv	108
Abbildung 43: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) rechts, Commotio cerebri-Kollektiv	110
Abbildung 44: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) links Commotio cerebri-Kollektiv	111
Abbildung 45: Störungslokalisierung mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG; Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	114
Abbildung 46: Störungslokalisierung mittels US-CCG –Tretversuch; Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	116
Abbildung 47: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuch-CCG, Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	118
Abbildung 48: Tonschwellenaudiometrie (LL) rechts; Kopf-Hals-Schleudertrauma-Kollektiv	120
Abbildung 49: Tonschwellenaudiometrie (LL) links; Kopf-Hals-Schleudertrauma-Kollektiv	120
Abbildung 50: Störungslokalisierung mittels Schmetterlingskalorigramm auf der Basis des ENG; Hypertonus- Kollektiv	123
Abbildung 51: Störungslokalisierung mittels Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches, Hypertonus- Kollektiv (n=50).....	125
Abbildung 52: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuch-CCG, Hypertonus-Kollektiv	127
Abbildung 53: Tonschwellenaudiometrie (LL) rechts, Hypertonus- Kollektiv	129
Abbildung 54: Tonschwellenaudiometrie (LL) links, Hypertonus- Kollektiv	129

Abbildung 55: Fallbeispiel 1; normales Schmetterlingskalorigramm.....	132
Abbildung 56: Fallbeispiel 1; US-CCG Tretversuch, Normalbefund, Werte tabellarisch	133
Abbildung 57: Fallbeispiel 2; pathologisches Tret-CCG, kombiniert periphere und zentrale Kopf-Körperabweichung nach links.....	136
Abbildung 58: Fallbeispiel 2; Schmetterlingskalorigramm mit linksseitiger peripherer Warmenthemmung.....	137
Abbildung 59: Fallbeispiel 3, pathologisches Tret-CCG, CCG-Muster der zentralen Kopf-Körper-Taumeligkeitsvergrößerung.....	139
Abbildung 60: Fallbeispiel 3; periphere Warmhemmung links im Schmetterlingskalorigramm.....	140
Abbildung 61: Fallbeispiel 4: CCG-Muster der peripheren vestibulospinalen Störungsabweichung nach links.....	142
Abbildung 62: Fallbeispiel 4; rechtsseitig periphere Kalthemmung der kalorischen Nystagmuserregbarkeit.....	143
Abbildung 63: Sensorischer "Input Tetraeder".....	145
Abbildung 64: CCG- Parameter (1).....	156
Abbildung 65: CCG- Parameter (2).....	157

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Normwerte der Nystagmusfrequenz bei unterschiedlichen kalorischen Stimuli, NODEC III [CLAUSSEN, 1983]	12
Tabelle 2: Normwerte der RIDT- Nystagmusschlagrate bei unterschiedlicher perrotatorischer Nystagmusrichtung, NODEC III [CLAUSSEN 1983]	14
Tabelle 3: Normbereiche des Tretversuch-CCGs gemäß der statistischen Auswertung der Datenbank NODEC IV [CLAUSSEN, 2000]	18
Tabelle 4: Normbereiche des Stehversuch-CCGs nach NODEC IV:.....	19
Tabelle 5: Latenzzeiten der anatomischen Strukturen bei ABEP nach CLAUSSEN	22
Tabelle 6: Latenzzeit bei ALEP nach CLAUSSEN	23
Tabelle 7: Dauer der Schwindelanfälle Gesamtkollektiv	28
Tabelle 8: Ergebnisse Spontannystagmus im Gesamtkollektiv.....	55
Tabelle 9: Zentrale Nystagmusfrequenz bei unterschiedlicher seitengetrennter kalorischer Reizung	56
Tabelle 10: RIDT- Ergebnisse Perrotatorius rechts und links, Gesamtkollektiv	58
Tabelle 11: Ergebnisse Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches, Gesamtkollektiv.....	59
Tabelle 12: Ergebnisse Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie des Stehversuches, Gesamtkollektiv.....	60
Tabelle 13: ABEP (+80 dB)-Latenzzeiten für Gesamtkollektiv	63
Tabelle 14: ALEP (+80 dB)- Latenzzeiten für das Gesamtkollektiv	63
Tabelle 15: VEP-Latenzzeiten des Gesamtkollektives.....	64
Tabelle 16: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Gesamtkollektiv	65
Tabelle 17: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Gesamtkollektiv	66
Tabelle 18: Spontannystagmus NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv;.....	67
Tabelle 19: Kalorischer Nystagmus, NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv.....	68
Tabelle 20: RIDT: Nonvertigo /NonTinnitus-Kollektiv.....	69
Tabelle 21: Ergebnisse CCG des Tretversuches, NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv .	70
Tabelle 22: US-CCG des Stehversuches, NonVertigo/NonTinnitus- Kollektiv	71
Tabelle 23: ABEP -Latenzzeiten für NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv.....	72
Tabelle 24: ALEP-Latenzzeiten für NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	73
Tabelle 25: VEP-Latenzzeiten NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	73

Tabelle 26: Unbehaglichkeitsschwelle rechts NonVertigo/NonTinnitus	75
Tabelle 27: Unbehaglichkeitsschwelle links, NonVertigo/NonTinnitus.....	75
Tabelle 28: Spontannystagmus Vertigo-Kollektiv	76
Tabelle 29: Kalorischer Nystagmus, Vertigo-Kollektiv	76
Tabelle 30: RIDT: Vertigo-Kollektiv	78
Tabelle 31: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Vertigo-Kollektiv	79
Tabelle 32: Stehversuch-CCG, Vertigo-Kollektiv.....	80
Tabelle 33: ABEP -Latenzzeiten für Vertigo-Kollektiv	82
Tabelle 34: ALEP-Latenzzeiten für Vertigo-Kollektiv	82
Tabelle 35: VEP-Latenzzeiten Vertigo-Kollektiv	82
Tabelle 36: Unbehaglichkeitsschwelle für das rechte Ohr, Vertigo-Kollektiv	84
Tabelle 37: Unbehaglichkeitsschwelle für das linke Ohr, Vertigo-Kollektiv	84
Tabelle 38: Tinnitusmasking Vertigo-Kollektiv.....	84
Tabelle 39: Spontannystagmus Tinnitus-Kollektiv	85
Tabelle 40: Kalorischer Nystagmus, Tinnitus-Kollektiv.....	85
Tabelle 41: RIDT: Tinnitus-Kollektiv	87
Tabelle 42: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Tinnitus-Kollektiv	88
Tabelle 43: Stehversuch- CCG, Tinnitus-Kollektiv	89
Tabelle 44: ABEP– Latenzzeiten für Tinnitus-Kollektiv	90
Tabelle 45: ALEP-Latenzzeiten für Tinnitus-Kollektiv	91
Tabelle 46: VEP-Latenzzeiten Tinnitus-Kollektiv	91
Tabelle 47: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Tinnitus-Kollektiv.....	93
Tabelle 48: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Tinnitus-Kollektiv	93
Tabelle 49: Spontannystagmus Vertigo und Tinnitus-Kollektiv	94
Tabelle 50: Kalorischer Nystagmus, Vertigo und Tinnitus-Kollektiv	94
Tabelle 51: RIDT: Vertigo und Tinnitus-Kollektiv.....	96
Tabelle 52: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Tinnitus und Vertigo- Kollektiv	96
Tabelle 53: Stehversuch- CCG, Vertigo und Tinnitus-Kollektiv	98
Tabelle 54: ABEP- Latenzzeiten für Vertigo und Tinnitus-Kollektiv	99
Tabelle 55: ALEP-Latenzzeiten für Vertigo und Tinnitus-Kollektiv.....	100
Tabelle 56: VEP-Latenzzeiten Vertigo und Tinnitus-Kollektiv.....	100
Tabelle 57: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv	102

Tabelle 58: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv ..	102
Tabelle 59: Tinnitusmasking Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv	103
Tabelle 60: Spontannystagmus Commotio cerebri- Kollektiv	103
Tabelle 61: Kalorischer Nystagmus Commotio cerebri- Kollektiv	104
Tabelle 62: RIDT: Commotio cerebri- Kollektiv	105
Tabelle 63: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Commotio cerebri- Kollektiv	106
Tabelle 64: Stehversuch- US-CCG, Commotio cerebri- Kollektiv	107
Tabelle 65: ABEP -Latenzzeiten für Commotio cerebri- Kollektiv	108
Tabelle 66: ALEP-Latenzzeiten für Commotio cerebri- Kollektiv	109
Tabelle 67: VEP-Latenzzeiten Commotio cerebri- Kollektiv	109
Tabelle 68: Sprachaudiometrie rechts Commotio cerebri- Kollektiv	109
Tabelle 69: Sprachaudiometrie links Commotio cerebri- Kollektiv	110
Tabelle 70: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Commotio cerebri- Kollektiv	111
Tabelle 71: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Commotio cerebri- Kollektiv	112
Tabelle 72: Tinnitusmasking Commotio cerebri- Kollektiv	112
Tabelle 73: Spontannystagmus des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“; ..	113
Tabelle 74: Kalorischer Nystagmus des Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	113
Tabelle 75: RIDT für Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	114
Tabelle 76: Ergebnisse Tretversuch- USCCG des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals- Schleudertrauma“	115
Tabelle 77: Stehversuch- CCG, Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	117
Tabelle 78: ABEP -Latenzzeiten für Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“ ...	118
Tabelle 79: ALEP-Latenzzeiten für Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	119
Tabelle 80: VEP-Latenzzeiten des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“ ...	119
Tabelle 81: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals- Schleudertrauma“	121
Tabelle 82: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals- Schleudertrauma“	121
Tabelle 83: Tinnitusmasking Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“	121
Tabelle 84: Spontannystagmus Hypertonus- Kollektiv	122
Tabelle 85: Kalorischer Nystagmus Hypertonus- Kollektiv;	122

Tabelle 86: RIDT Hypertonus- Kollektiv	124
Tabelle 87: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Hypertonus- Kollektiv.....	125
Tabelle 88: Stehversuch-CCG, Hypertonus– Kollektiv	126
Tabelle 89: ABEP- Latenzzeiten Hypertonus- Kollektiv	127
Tabelle 90: ALEP- Latenzzeiten Hypertonus- Kollektiv	128
Tabelle 91: VEP-Latenzzeiten Hypertonus- Kollektiv.....	128
Tabelle 92: Sprachaudiometrie Hypertonus- Kollektiv.....	128
Tabelle 93: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Hypertonus- Kollektiv	130
Tabelle 94: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Hypertonus- Kollektiv	130
Tabelle 95: Tinnitusmasking Hypertonus- Kollektiv	130

1. Einleitung

1.1 Prinzipien der Gleichgewichtsuntersuchungen

Gleichgewichtsreaktionen werden im alltäglichen Leben in der Regel nicht bewusst wahrgenommen. Bemerkbar werden sie dann, wenn „Fehlfunktionen“ und Symptome wie Schwindel, verbunden mit vegetativen Symptomen wie Übelkeit, Erbrechen, Kreislaufdysregulationen und auch Ohrgeräuschen auftreten, welche einen Hinweis auf eine Störung der sensorischen oder zentralnervösen Verarbeitung von Reizen sind. Oft sind es banale Ursachen, die ebenso rasch wieder verschwinden, wie sie aufgetreten sind, wie z.B. die Kinetose beim Fahren im Auto, oder früher von größter Bedeutung die Seekrankheit. Zusätzlich bemerken empfindliche bzw. untrainierte Personen als Steigerung des Schwindelgefühls in derartigen Situationen Schweißausbrüche, veränderte Speichelsekretion, Übelkeit, evtl. Erbrechen und Kollaps.

Die Symptome können aber auch von gefährlichen Grunderkrankungen herrühren, also ein pathologischer Schwindel, und vielfach beginnen dann für den Betroffenen Irrwege bis zu einer Diagnose und einer möglichen Therapie.

Dieser Schwindel ist meist begleitet von Fallneigung und Seitenabweichung und einem Nauseakomplex von vegetativen Symptomen wie Erbrechen, Übelkeit, Schweißausbruch, Tachykardie und Kollaps. Daneben tritt auch ein Nystagmus als Zeichen einer begleitenden Gleichgewichtsstörung auf.

„Schwindel“ oder auch „Vertigo“ (lateinisch von „vertere“, d.h. „drehen“) wurde von CLAUSSEN [1992] als „ERROR MESSAGE“ definiert, also sich einander widersprechende Informationseingänge unseres Gehirns zur Position unseres Körpers im Raum, welche dieses über verschiedene sensorische Bahnen erreichen.

Diese Gleichgewichtsreaktionen äußern sich aber nicht nur subjektiv, sondern auch in objektiven motorischen, und damit messbaren Reaktionen.

Zur Orientierung der Lage im Raum und zur Schaffung unseres Gleichgewichtes, dienen hauptsächlich vier sensorische Systeme, welche auch als „Gleichgewichtstetrade“ bezeichnet werden. Es sind dies das visuelle, das vestibuläre, das akustische, sowie das propriozeptive System mit seinen Rezeptoren in Muskeln und

Gelenken. Zentral verarbeitet und zu einem komplexen Raumkonzept integriert werden diese Daten im Mesencephalon. Hier findet sich unter anderem auch der zentrale Nystagmusgenerator, der über das mittlere Längsbündel auch Beziehungen zu den Halsmuskelkernen unterhält.

Nach dem Ort des Schwindel-auslösenden Prozesses unterscheidet man einen okulären Schwindel bei Refraktionsstörungen, der oft mit Kopfschmerzen verbunden ist, oder einen cerebellären Schwindel, der mit Kleinhirnzeichen verknüpft ist. Vor allem aber tritt ein labyrinthärer oder vestibulärer Schwindel infolge von Erkrankungen des Ohrlabyrinths oder der dazugehörigen Bahnen und Zentren durch Entzündungen, Intoxikationen, Alkohol, Streptomycin etc., Tumoren (zum Beispiel bulbopontiner Tumor, Akustikusneurinom) oder Traumata, und nicht zu vergessen, als experimenteller kalorischer oder galvanischer Schwindel auf. [CLAUSSEN, 1992]

Daraus wird ersichtlich, dass eine moderne Gleichgewichtsuntersuchung neben dem subjektiven Schwindelprofil des Patienten sowohl die vestibulo-spinalen, die vestibulo-okulären, als auch die retino-okulären und optokinetischen Funktionen berücksichtigen und analysieren muss.

Langezeit stand bei der Diagnostik der motorischen Reaktion die Nystagmus-Analyse im Vordergrund, nicht zuletzt dadurch, weil diese mit Hilfe der Elektronystagmographie objektiv registriert und quantitativ ausgemessen werden konnte.

Allerdings wusste man auch seit Arbeiten von unter anderem BARANY, UNTERBERGER, ZILSTORFF-PEDERSEN, GRAYBIEL und CLAUSSEN, dass die motorischen Kopf-Körper-Reaktionen bereits auf geringere vestibuläre Stimuli ansprechen, als die Nystagmusreaktionen.

Es folgten Entwicklungen verschiedener weiterer Testverfahren wie dem Stepping-Test (ZILSTORFF-PEDERSEN, PEITERSEN, FUKUDA) oder dem Ataxiastest (GRAYBIEL, FREGLY) basierend auf dem Unterbergerschen Tretversuch, welche alle mehr die Steuerung der Füße zum Gegenstand der Untersuchung hatten, wobei jedoch die Haltung von Kopf und Schultern während der Tretversuche das Ziel des vestibulo-spinalen Reflexsystems ist.

So folgte die Entwicklung und Einführung der Cranio-Corpo-Graphie durch CLAUSSEN 1968 für arbeitsmedizinische Untersuchungen der deutschen Berufsgenossenschaften als vestibulo-spinales Testsystem, also die Aufzeichnung und

Auswertung der Haltung von Kopf und Schultern während der Tretversuche zunächst als fotooptische Aufzeichnung auf einem Sofortbildfilm.

In dieser Arbeit wird eine Weiterentwicklung der Cranio-Corpo-Graphie verwendet, bei der ultraschallgesteuert die Signale schon während des Tests an eine Rechneinheit weitergegeben und verarbeitet werden können.

Vorteile der nichtinvasiven Cranio-Corpo-Graphie sind u.a. die Verwendung von relativ einfach zu bedienendem Gerät, so dass die Arbeiten sowohl an Assistenzpersonal zu delegieren als auch schnell und einfach zu wiederholen sind, als zum Beispiel die Elektronystagmographie (ENG) mit ihrer kompliziert anzubringenden Ausrüstung zur Überprüfung des vestibulo-okulären Systems.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit soll es sein, die 243 Patienten einer HNO-ärztlichen Sprechstunde von 1993 bis 1997 anhand des schematisierten Anamnesesystems NOASC I und klinischen Tests wie der Elektronystagmographie (ENG), der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie, Evozierter Hirnpotentiale und der Audiometrie in ihren verschiedenen Symptomen zu vergleichen. Auffälligkeiten in den Symptomen, Befundkonstellationen und Ergebnissen der Cranio-Corpo-Graphie sollen herausgearbeitet und vor dem Hintergrund der einschlägigen Literatur beurteilt werden.

2. Material und Methoden

2.1 Neurootologisches Patientenkollektiv

Das retrospektiv untersuchte Kollektiv besteht aus 243 Patienten einer HNO-ärztlichen Sprechstunde. Die einzelnen Patienten wurden aus einer neurootologischen Datenbank ausgewählt, der retrospektive Untersuchungszeitraum umfasst die Jahre 1993 bis 1997.

2.2 Anamnese NOASC I

Die Anamnese der Patienten erfolgte nach dem neurootologischen Anamnesesystem NOASC I (Neurootologisches Anamnese System Claussen I). Dabei wurden allgemeine Daten über den Patienten, wie Name und Vorname, Geburtsdatum, Geschlecht, Größe und Gewicht erfasst, sowie das Datum des Untersuchungstages. Außerdem wurden die systolischen und diastolischen Blutdruckwerte dokumentiert.

Des Weiteren wurden für diese Arbeit folgende anamnestische Befunde bzw. gezielte Fragen nach Allgemein-Symptomen, aus dem Anamnesesystem NOASC I ausgewählt:

- ◆ Leistungsabfall: Erschöpfungszustände, Antriebslosigkeit, Schwächegefühl, Vergesslichkeit, Verwirrtheit
- ◆ Wachheitsstörungen: Benommenheit, Ermüdbarkeit, Kollaps, Schlaflosigkeit
- ◆ Befindlichkeitsstörungen: Labilität, Angstzustände, Depressionen, Einsamkeit, Gereiztheit
- ◆ Schwindelsymptome: Schwankschwindel, Liftgefühl, Drehschwindel, Fallen, Taumeligkeit, Schwarz-werden-vor-den-Augen (Blackout), Unsicherheit, Claustrophobie
- ◆ Vegetative Symptome: Schweißausbrüche, Herzklopfen, Übelkeit, Würgen, Erbrechen, Kollaps
- ◆ Krankheits- bzw. Anfallsdauer und Qualität
- ◆ Tinnitus
- ◆ Hörminderung
- ◆ Geruchsstörungen

- ◆ Sehstörungen: Doppelbilder, Flimmern, Mouches volantes
- ◆ Geschmacksstörungen
- ◆ Trigeminusstörungen
- ◆ Facialisparesie
- ◆ Kopf-Hals-Traumen: Datum, Comotio cerebri, Contusio cerebri, Schädelfraktur, Peitschenhiebverletzung
- ◆ Neurologische Erkrankungen: Lähmungen, Parästhesien, Apoplex, Epilepsie, Morbus Parkinson, Tumoren
- ◆ Herz-Kreislauf-Erkrankungen: art. Hypertonus oder Hypotonus, Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen, Herzinfarkt
- ◆ Diabetes mellitus
- ◆ Nierenleiden
- ◆ Hormonelle Störungen: Hyper- oder Hypothyreose, Struma-OP, Ovarial-Insuffizienz
- ◆ Blutwerte: Hypercholesterinämie, Hyperlipidämie

2.3 Elektronystagmographie (ENG)

Das ENG dient der Dokumentation und Verlaufskontrolle periphervestibulärer Erkrankungen, der Differenzierung von zentralen und peripheren Schwindelbeschwerden, der Typisierung verschiedener Nystagmusformen und der Objektivierung von Kompensationsvorgängen. [CLAUSSEN, 1986]

Der Nystagmus ist dabei definiert als repetierende, rhythmische Augenbulbusbewegung mit abwechselnd langsamer und schneller Phase. In der Vestibularispathologie gehört er zu den bekanntesten Symptomen und den meist untersuchten Reflexen. [SCHOTT, 1922]

Die Entstehung eines vestibulär, also über eine Reizung des Labyrinthsystems provozierten Nystagmus beruht darauf, dass eine peripher ausgelöste Tonussteigerung in den Vestibulariszentren von einer kontralateralen Tonussteigerung in den pontinen Blickzentren mit Innervation von bestimmten Augenmuskelgruppen begleitet wird. Das Auge bewegt sich zunächst zur Seite des verminderten vestibulären Tonus. Dies entspricht der langsamen, vestibulär bedingten Nystagmusphase. Danach folgt eine

ruckartige, zentrale Ausgleichsbewegung zur Gegenseite, die als schnelle Nystagmusphase definitionsgemäß die Nystagmusrichtung angibt.

Bei jeder größeren Kopfbewegung tritt ein Nystagmus auf.

In einer Amplituden-Zeit-Darstellung ist das Nystagmussignal von typischer dreieckiger Form. [CLAUSSEN, 1970]

Der rotatorisch und thermisch provozierte Nystagmus liefert in der Diagnostik wichtige Informationen über die Erregbarkeit der Labyrinth.

Das Prinzip des ENGs beruht auf der Tatsache dass das menschliche Auge einen beweglichen elektrischen Dipol darstellt. Zwischen der elektropositiv geladenen bradytrophen Kornea und der als „Ausstülpung“ von Hirngewebe elektronegativen Retina besteht ein Potentialgefälle von ca. 1mV. Jede Augenbewegung führt zu einer Spannungsänderung an den vorher definierten Hautpunkten und den dort angebrachten Ableitungselektroden, die der Amplitude und Frequenz des Nystagmus proportional ist. [HENRIKSSON, 1970]

Technisch arbeitet ein ENG-Gerät wie ein EKG- oder EEG-Schreiber. Die optimale Registrierpapiergeschwindigkeit liegt zwischen 5 und 15 mm/sek., da bei dieser Geschwindigkeit sowohl eine gute Signalauflösung als auch Übergänge zwischen schnellen und langsamen Phasen und umgekehrt, dargestellt werden können. [CLAUSSEN, 1992]

Augenbewegungen nach rechts bewirken definitionsgemäß einen Zeigerausschlag nach oben, Augenbewegungen nach links demgemäß einen Ausschlag nach unten. Vertikale Augenbewegungen führen zu synchronen Zeigerauslenkungen nach oben und unten.

Die elektronystagmographisch aufgezeichneten Kurven werden u.a. auf folgende Parameter hin ausgewertet: das Auftreten und die Anzahl der Nystagmusschläge während 30 Sekunden (der zentralen Nystagmusfrequenz nach CLAUSSEN [1992]), die Nystagmusamplitude in Mikrovolt und/oder Winkelsekunde, die Gesamtdauer der Nystagmusschläge, die schnelle und langsame Komponente der Einzelsignale mit deren jeweiliger Geschwindigkeit und Dauer, und die Abweichung der Augenachse des Nystagmus aus der Augenmittellage. [CLAUSSEN, 1992]

2.3.1 Die vestibulo-kardiale Reaktion

Parallel zu dem Elektronystagmogramm kann man ein Elektrokardiogramm in den Extremitätenableitungen nach Einthoven mitschreiben. Das ermöglicht, zu den aufgezeichneten vestibulo-okulären Reaktionen (Nystagmus) auch die vestibulo-vegetativen Reaktionen des zu Untersuchenden aufzuzeichnen und zu beurteilen.

So kann durch eine Vestibularisreizung ein Einfluss auf die Herzfrequenz sichtbar gemacht werden kann. Dieser Einfluss besteht auch nach Durchtrennung des peripheren Vagus (R. auricularis n. vagi).

Zum anderen können sich aus der EKG-Überwachung Hinweise ergeben, die für einen rechtzeitigen Versuchsabbruch sprechen, z.B. bei massiver Kreislaufdysregulation in Form eines drohenden Kollaps, vermehrter Extrasystolie oder zu starkem Abfall der Herzfrequenz.

2.3.2 Spontannystagmus

Der Spontannystagmus stellt die basale Aktivität der nystagmusgenerierenden Strukturen im Bereich des Hirnstamms dar. Er wird folglich durch keinerlei experimentelle Reizung, keine besonderen Kopfhaltungen oder besondere Blickwendungen hervorgerufen, sondern ist *spontan* vorhanden. Mittels des ENG kann man auch bei gut der Hälfte der gesunden Bevölkerung einen Spontannystagmus nachweisen.

Der Spontannystagmus variiert allerdings entsprechend der Kopfhaltung und der Lage des Kopfes im Raum, so ist z.B. die Nystagmusfrequenz im Liegen wesentlich intensiver als im Sitzen. Des Weiteren wird er z.B. durch das Öffnen der Augen, bei Belichtung oder bei Fixieren des Blickes gehemmt, hingegen beim Schließen der Augen und im Dunkeln angeregt.

Eine Normierung der Untersuchungsbedingungen für vergleichbare Ergebnisse ist somit unausweichlich.

Der Spontannystagmus wird wie auch die ENG-Kalorisationsprüfung, am liegenden Patienten (um 30° aus der Horizontalen angehoben) mit geschlossenen Augen, in einem abgedunkelten Raum, mit monokulär horizontaler und vertikaler Ableitung, über einen Zeitraum von 60 Sekunden gemessen. Ausgewertet wird dabei nur das zweite 30-

Sekunden-Intervall. Vor der Messung sollte für mindestens zwei bis drei Minuten nach einer Lageänderung des Patienten, z.B. vom Sitzen ins Liegen, gewartet werden, um eine mögliche Verfälschung der Ergebnisse zu vermeiden.

Der aussagekräftigste Wert aus diesem ENG ist nach CLAUSSEN et al [1996; 1985, 1992] die als zentrale Nystagmusfrequenz bezeichnete Nystagmusschlagrate während 30 Sekunden.

Der Normbereich der zentralen Nystagmusfrequenz in liegender Position befindet sich bei 0 bis 17 Nystagmusschlägen bezogen auf 30 Sekunden, für links dabei etwas höher (0 –19). Als pathologisch wird der Bereich über 24 Schläge pro 30 Sekunden angesehen. Im Schmetterlingsschema nach CLAUSSEN Typ II (siehe auch 2.2.3, Abbildung 1) findet die Nystagmusfrequenz ihre graphische Darstellung und Beurteilung.

Für den rotatorischen Intensitäts-Dämpfungstest (RIDT) erfolgt die Messung des Spontannystagmus auf dem Drehstuhl sitzend mit geschlossenen Augen und in einem abgedunkelten Raum. Der Normbereich liegt beim rechtsgerichteten Spontannystagmus hierbei zwischen 0 und 11 Schlägen, für links bei 0 bis 14 Schlägen, jeweils bezogen auf 30 Sekunden.

Ebenfalls in eine Auswertung mit einbezogen werden können die Nystagmusamplitude und die langsame Nystagmusphase, wobei letztere jedoch nach CLAUSSEN erheblichen altersbedingten Schwankungen unterliegt.

2.3.3 Kalorischer Nystagmus

Die von Bárány [BÁRÁNY, 1906] eingeführte Methode ermöglicht die seitengetrennte Labyrinthuntersuchung und ist entscheidend für die Diagnose einer peripheren Vestibularisstörung.

Diese Untersuchung ist zweckmäßigerweise an den Schluss des ENG-Untersuchungsprogramms zu stellen.

Vor jeder Untersuchung muss otoskopisch ein Trommelfellbefund erhoben werden. Eine Trommelfellperforation oder operierte Ohren (z.B. Radikalhöhle) gelten dabei als Kontraindikation für die Wasserspülung. Auf alternative Untersuchungsmethoden in diesem Fall, wie die Luftkalorisation, wird hier nicht näher eingegangen.

Das Prinzip der Untersuchung beruht darauf, dass ein Warmreiz des Gehörganges einen Nystagmus zur gleichen Seite, ein Kaltreiz einen Nystagmus zur Gegenseite auslöst.

Der Kopf des liegenden Patienten wird dazu um 30 Grad angehoben (Methode nach Hallpike), damit sich der laterale Bogengang in Vertikalstellung befindet. In den äußeren Gehörgang der jeweils zu untersuchenden Seite wird ein Spülkatheter eingeführt, über den für einen Zeitraum von 30 Sekunden gleichmäßig 20 ml 30° Celsius "kaltes" Wasser für den Kaltreiz, oder 44°C "warmes" Wasser für den Warmreiz appliziert werden. Ein kleiner Plastikbeutel an der Ohrmuschel befestigt, dient zum Auffangen des Wassers [HALLPIKE, 1941; 1955]

Zu einer angenommenen mittleren Körpertemperatur von 37°C sind somit beide Reize gleichdistant, und sollten demnach eine gleich starke, wenn auch entgegengesetzte, Reaktion hervorrufen. Begonnen werden sollte immer mit dem Warmreiz. Die kalorische Reaktion wird anschließend über einen Zeitraum von 3 bis 4 Minuten aufgezeichnet.

Zwischen den Spülungen muss eine angemessene Pause von ca. 4-6 min liegen, besser noch bei 7-10 Minuten, damit der Temperaturgradient sicher abgeklungen ist, in Einzelfällen, z.B. einer außergewöhnlichen Hyperaktivität, entsprechend auch länger.

Die physikalischen und physiologischen Mechanismen dieses Effektes sind noch nicht vollständig geklärt. Von Caneghem diskutierte 1946 die Möglichkeit, dass die thermische Reaktion durch den Anstieg und den Abfall des intralabyrinthären Drucks beim Erwärmen bzw. Abkühlen der Endolymphe zustande kommen könnte. Die von Bárány 1906 aufgestellte Theorie [BÁRÁNY, 1906] des sich ändernden spezifischen Gewichts der Endolymphe kann den thermischen Effekt, den Untersuchungen in der Schwerelosigkeit bei somit fehlendem spezifischen Gewicht zeigten, jedoch nicht erklären [SCHERER, 1985, 1996].

Die Änderung des Strömungsdrucks in den lateralen Bogengängen lenkt je nach Temperaturwahl, die Cupula utriculuswärts bzw. kanalwärts aus, was somit im afferenten Nerv zu einer Erhöhung, bzw. zu einer Abschwächung der Informationsdichte führt.

Experimentelle Untersuchungen durch SCHERER, CLARKE und BAETHKE (1984) haben dies bestätigt. STEINHAUSEN (1933) und DOHLMANN (1925) konnten am

lebenden Tier die Bewegung der Cupula beobachten, die Stärke des von ihnen gefilmten Cupulaausschlages stellte sich später allerdings als Artefakt heraus.

Als normale postkalorische Reizantwort tritt auf eine Warmspülung ein Nystagmus zur gereizten Seite hin, also ipsilateral, bei Kaltspülung eine Reaktion zur Gegenseite hin, also nach kontralateral auf (postkalorischer Nystagmus I), nach einer zwischengeschalteten Phase mit einer Abschlussundulation [CLAUSSEN, 1970] folgt dann der postkalorische Nystagmus II, der entgegengesetzt schlägt.

Zur Auswertung herangezogen wird die postkalorische Nystagmusreaktion (I). Nach CLAUSSEN hat sich zu deren Charakterisierung die zentrale Nystagmusfrequenz während 3 benachbarter 10 Sekundenbereiche im Kumulationsbereich der kalorischen Nystagmusreaktion bewährt. Als Kumulationsbereich bezeichnet man hierbei den Maximalbereich hinsichtlich der Häufigkeit und der Größe des parabelförmig aufgebauten experimentell ausgelösten Nystagmussignals.

2.3.4 Schmetterlingskalorigramm nach CLAUSSEN

Zur graphischen Darstellung der spontanen, und auch der kalorischen Nystagmusreaktion eignet sich ein 4-Felder-Schema, welches die Nystagmusreaktion nach gereiztem Ohr und Nystagmusschlagrichtung ordnet. Das resultierende Schaubild erinnert an einen Schmetterling. Deshalb wird diese Methode auch Schmetterlingskalorimetrie nach Claussen genannt (Abbildung 1).

Das Schema setzt sich aus vier Quadranten zusammen: Links der Ordinate stehen die Reaktionen des rechten, rechts davon die Reaktionen des linken Ohres. Das Schema steht von der Seitenorientierung her also in Ansicht des Patienten. Oberhalb der Abszisse wird der Nystagmus nach rechts eingetragen, d.h. für das rechte Ohr die Warmspülung und für das linke Ohr die Kaltspülung. Dementsprechend findet sich unterhalb der Abszisse der Links- Nystagmus, d.h. also Kaltspülung für das rechte Ohr, und Warmspülung für das Linke.

Gleiche Reiztemperaturen kommen demnach diagonal gegenüber zu liegen. Es werden jeweils die Nystagmusschläge pro 30 Sekunden aufgetragen.

Die kalorische Antwort wird im Schmetterlingsschema mittels durchgezogener, der Spontannystagmus mittels gestrichelter Linien eingetragen.

Die Zusammenfassung der Befunde des ENG's im Schmetterlingsschema erleichtert die Differenzierung zwischen peripher und zentral bedingten Gleichgewichtsfunktionsstörungen.

Nach Eintragung der Reaktionskennlinien in das Schmetterlingskalorigramm ergeben sich verschiedene Muster. Außer dem Normmuster sind theoretisch 80 weitere Kennlinienmuster vorstellbar, wobei nach CLAUSSEN etwa 15% noch in keinem Fall beobachtet wurden.

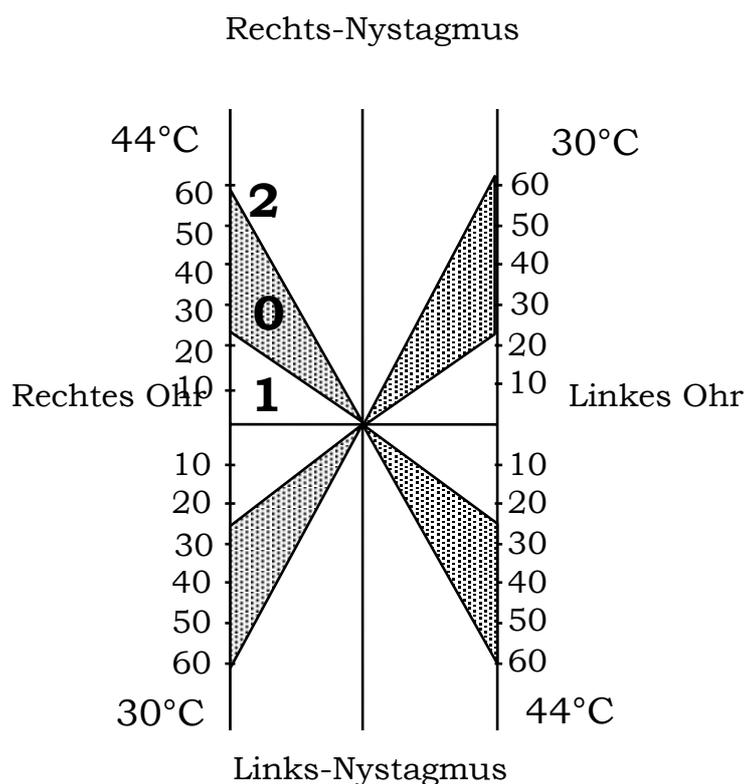


Abbildung 1: Schmetterlingskalorigramm nach CLAUSSEN mit 4 Normbereichen für die synoptische Darstellung der Reaktionskennlinien

Für eine statistische Auswertung wurden mathematisch statistische Verfahren entwickelt, welche die individuellen Reaktionen der vier kalorischen Tests durch vier Ziffern trinär codieren. Kennlinien im Normbereich erhalten die Ziffer "0", unterhalb liegende Werte die Ziffer "1" als Darstellung einer Hemmung, Werte oberhalb des Normbereichs die Ziffer "2", als Zeichen einer Enthemmung (Tabelle 1). Die Aneinanderreihung der Ziffern beginnt im linken oberen Quadranten des

Schmetterlingsschemas, läuft entgegen dem Uhrzeigersinn bis zum rechten oberen Quadranten.

Tabelle 1: Normwerte der Nystagmusfrequenz bei unterschiedlichen kalorischen Stimuli, NODEC III [CLAUSSEN, 1983]

Kalorische Reaktion	Nystagmusschläge /30 sec.
rechts 44°C Warmspülung	20,9 - 55,7
rechts 30°C Kaltspülung	25,6 - 64,0
links 44°C Warmspülung	23,1 - 60,9
links 30°C Kaltspülung	24,2 -66,8

Einer peripheren Störung sind entsprechend folgende trinäre Codes zuzuordnen:

- Der einseitige Warmverlust mit spontanem Ausfallnystagmus zur Gegenseite (1000, 0010)
- Die einseitige Reaktionshemmung mit Normreaktion der Gegenseite (0011,1100)
- Der sog. „kleine Schmetterling“ nach Ausschluss einer einseitigen Okulomotorius-Lähmung (1110, 0111, 1011, 1101, 0111)
- Der einseitige Kaltverlust, (wie z.B. bei einem M. Menière) mit einem ipsilateralen Reiznystagmus verbunden ist (0100, 0001)

Für eine zentrale Störung sprechen folgende Codierungen:

- Der sog. „große Schmetterling“ (2222, 0222, 2022, 2202, 2220)
- Der bilateral asymmetrische Schmetterling mit einseitiger Überfunktion und Normfunktion der Gegenseite (2200, 0022)
- Der bilateral asymmetrische Schmetterling mit einseitiger Überfunktion und Unterfunktion der Gegenseite (1122, 2211)
- Das Nystagmushemmungsrichtungsüberwiegen (1001, 0110)
- Das Nystagmusenthemmungsrichtungsüberwiegen (0220,2002)

2.3.5 Der Rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)

Im Gegensatz zu den thermischen Prüfungen werden bei den Drehprüfungen immer beide periphere Vestibularorgane stimuliert. Die erzielte Nystagmusreaktion ist somit ein Produkt der gegensinnigen Informationen aus den beiden Vestibularapparaten. Dies wiederum birgt die Schwierigkeit in sich, diese Information zu trennen, was unter Berücksichtigung der Physiologie aber eine gewisse Differenzierung erlaubt.

Die Drehprüfungen dienen in erster Linie der Beurteilung zentraler Ausgleichsvorgänge. Nach einseitiger Störung ist mit zunehmender Kompensation bei Rechts- und Linksdrehung ein symmetrisches Verhalten zu erwarten.

Der Patient sitzt zur Versuchsdurchführung in einem teilweisen oder vollends abgedunkelten Raum auf einem elektronisch programmierbaren Drehstuhl. Der Kopf wird um ca. 30 Grad nach vorne gebeugt, damit sich die lateralen Bogengänge in der Drehebene befinden. Vor Versuchsdurchführung erfolgt in dieser Position die Prüfung des Spontannystagmus, wie unter 2.3.2 beschrieben.

Nun wird der Patient mittels einer konstanten Beschleunigung von $3^\circ/s^2$ innerhalb von 30 Sekunden auf eine konstante Endgeschwindigkeit von $90^\circ/s$ gebracht.

Beim Andrehen auf dem Drehstuhl kommt es infolge der Trägheit der Endolymphe zu Cupulaauslenkungen. Findet die Auslenkung in Richtung des Utriculus statt (utriculopetal), so wird die Nervenzelle depolarisiert. Daraus resultiert eine Steigerung der Grundfrequenz der Aktionspotentiale im N. vestibularis. Bei einer Beugung zur Gegenseite (utriculofugal) kommt es zu einer Hyperpolarisation der Nervenzellen und damit zu einer Reduzierung der Grundfrequenz im Nerven. Da die Bogengangspaare im Schädel anatomisch und funktionell gegenläufig ausgerichtet sind, führt z.B. eine Drehbeschleunigung nach rechts im rechten horizontalen Bogengang zu einer utriculopetalen, im linken horizontalen Bogengang dagegen zu einer utriculofugalen Auslenkung der Cupula (II. Ewald-Gesetz von 1892). [BÀRÀNY und WITTMACK, 1911]

Durch diese größere Seitendifferenz wird eine Erhöhung der Empfindlichkeit erzielt.

Daher kann man sagen, dass der Rezeptor in Drehrichtung im Nystagmusreaktionsergebnis jeweils mehr zu tragen kommt.

Der perrotatorische Nystagmus der Andrehphase schlägt in Drehrichtung, d.h. eine Beschleunigung nach rechts führt zu einem Rechtsnystagmus.

Der supralimale Reiz der Beschleunigung erzeugt ein parabelförmiges Nystagmusschlagratenmuster. Dieses zeigt ähnlich dem kalorischen Nystagmus eine Latenzphase, einen Kumulationsbereich (auch als Kulminationsbereich bezeichnet) und ein Abklingen der Nystagmussignale.

Die Endgeschwindigkeit wird für 3 Minuten konstant beibehalten. In dieser Phase nimmt synchron mit dem Nystagmus auch die Drehempfindung ab, obwohl die Drehung anhält, da eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit im Gegensatz zu einer Beschleunigung keinen Gleichgewichtsreiz darstellt.

Anschließend wird der Drehstuhl binnen einer Drittelsekunde und einem Bremsimpuls von $270^\circ/s^2$ abrupt abgebremst. Es entsteht ein supramaximaler postrotatorischer Reiz. Dieser postrotatorische Nystagmus zeigt in die Gegenrichtung der Drehung. Das Abbremsen aus einer Rechtsdrehung erzeugt also einen Nystagmus nach links.

Eine auffallende Seitendifferenz ist als pathologisch zu werten. Bei einer zunehmenden Kompensation z.B. nach einem einseitigen Labyrinthausfall ist mit einer Verminderung der Seitendifferenz zu rechnen, bei vollständiger Kompensation ist sie gar ausgeglichen.

Der im RIDT kombinierte per- und postrotatorische Versuchsablauf wird zuerst als Rechts- und dann als Linksdrehung durchgeführt, und anschließend zur Auswertung in das L-Kennlinienschema nach Claussen eingetragen. Nach Eintragen der Werte (per- und postrotatorisch) und Verbindung der Kennlinien ergibt sich eine typische mit dem Winkel nach oben offene L-Form, welche die Diagnose mit typischen Musterbildern erleichtert (Abbildung 2).

Für die statistische Auswertung lassen sich auch diese Werte als trinärer Code darstellen. Die Ziffer "0" steht hierbei wieder für den Normbereich, die "1" für Werte unterhalb entsprechend einer Hemmung, die "2" für Werte oberhalb des Normbereiches, also einer Enthemmung (Tabelle 2).

Tabelle 2: Normwerte der RIDT- Nystagmusschlagrate bei unterschiedlicher perrotatorischer Nystagmusrichtung, NODEC III [CLAUSSEN 1983]

Vestibuläre Reaktion	Nystagmusschlagrate/30 sec
perrotator. Rechtsnystagmus	26,4 - 64,6
perrotator. Linksnystagmus	24,4 - 61,0

Dazu wurden die Nystagmusschläge in einem 30 Sekunden Zeitintervall bestimmt und in den perrotatorischen Teil des RIDT-L-Schemas eingetragen. Während die perrotatorischen und kalorischen Reaktionskennlinien im wesentlichen mit altersunabhängigen Normbereichen operieren, weist der postrotatorische Nystagmus eine ausgesprochene Altersabhängigkeit hinsichtlich der Reaktionsintensität auf standardisierte Stimuli auf. [CLAUSSEN, 1992].

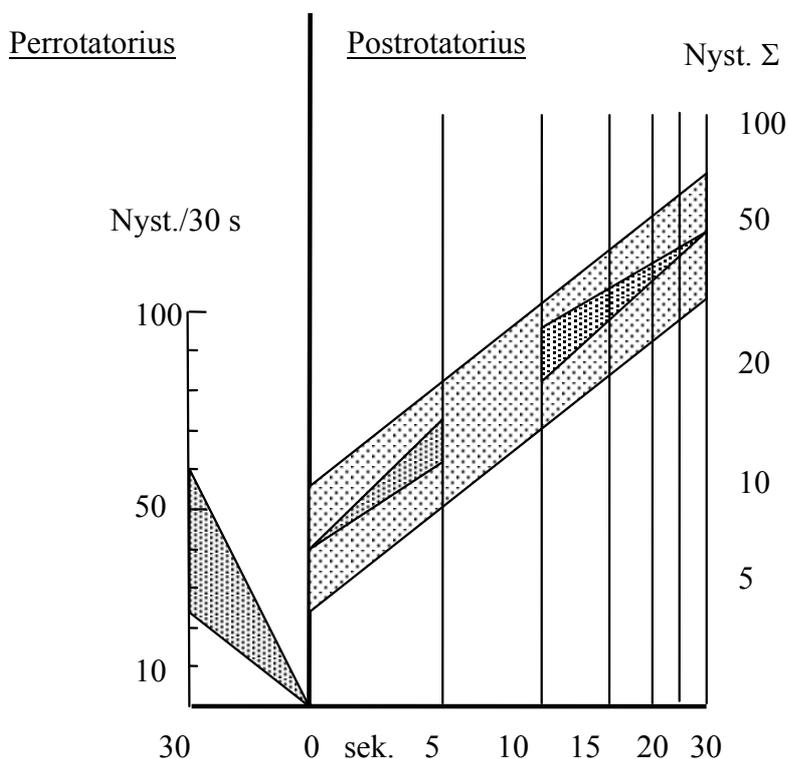


Abbildung 2: Klinisches L-Kennlinienschema des rotatorischen Intensitätsdämpfungstestes (RIDT). Die Normbereiche sind schraffiert gezeichnet.

Der RIDT ist als eine Ergänzung zum kalorischen Vestibularistest zu sehen. Beide Tests können im Vestibulären Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV) miteinander verglichen werden und erleichtern eine Aussage über die Lokalisation einer Läsion.

2.3.6 Der Vestibuläre Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)

Zum Reaktionsmustervergleich müssen jeweils Reize gewählt werden, die den gleichen Effekt am Rezeptor bewirken. Es werden die kalorischen Warmreaktionen des Schmetterlingskalorigramms mit den ipsidirektionalen perrotatorischen Reaktionen des RIDT verglichen oder, anders ausgedrückt, die rechts Warmreaktion mit dem perrotatorischen Rechtsnystagmus und die links Warmreaktion mit dem perrotatorischen Linksnystagmus.

Dabei lassen sich drei grundsätzlich verschiedene Reizreaktionstypen unterscheiden:

- das Parallelverhalten
- das Recruitment oder Aufholverhalten
- das Decruitment oder Blockierungsverhalten

Als Parallelverhalten bezeichnet man es, wenn sowohl die schwächeren kalorischen Reize, als auch die stärkeren perrotatorischen Reize gleich starke Nystagmusreaktionen bezogen auf den jeweiligen Normbereich zeigen. Genauso ist es aber ein Parallelverhalten wenn beide eine Enthemmung oder beide eine Hemmung aufweisen (VRRSV Typ 1 – 3).

Ist die kalorische Reaktion hingegen schwächer ausgeprägt als die perrotatorische, so spricht man von einem Recruitment (VRRSV-Typ 4 – 6), ist erstere stärker ausgeprägt, von einem Decruitment (VRRSV-Typ 7 - 9). Somit stehen schließlich 9 verschiedene Reaktionsmuster zur Beurteilung zur Verfügung.

Diese Reaktionsvergleichsmuster spielen für die Prognosestellung einer vestibulären Funktionsstörung eine wichtige Rolle.

Nach CLAUSSEN zeigen 71,4% eines neurootologischen Gesamtkollektivs ein Parallelverhalten, 19,4% ein Recruitment und 9,2% ein Decruitment im Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich [CLAUSSEN, 1983].

2.4 Die Cranio-Corpo-Graphie (CCG)

Das Verfahren der Cranio-Corpo-Graphie wurde von CLAUSSEN 1968 für arbeitsmedizinische Untersuchungen der deutschen Berufsgenossenschaften [BARTHOLOMAE, 1984] entwickelt. Die berufsgenossenschaftliche Tauglichkeits-

untersuchung in Zusammenhang mit Gleichgewichtsfunktionsstörungen (UVV G 41 – „Arbeiten mit Absturzgefahr“) schließt die photooptische Cranio-Corpo-Graphie mit ein. Vorteilhaft ist bei diesem schnell durchführbaren, objektiven und quantitativen vestibulären Test vor allem auch seine leichte Reproduzierbarkeit. Es können mehrere Untersuchungen auf einem Bild dargestellt werden. Eine Simulation wird dabei rasch offenkundig, denn es ist einem Gesunden nicht möglich, mehrfach dasselbe pathologische Schwankungsbild darzubieten. [CLAUSSEN, 1981, 1983, 1986]

Ursprünglich wird dem Patient zur Durchführung des Versuches ein Arbeitsschutzhelm aufgesetzt, an dem frontal und occipital Lämpchen angebracht sind. Zur Markierung der beiden Schultern werden diese ebenfalls mit Lämpchen versehen. Um eine optische Orientierung im Raum zu unterbinden bekommt der Patient eine Schlafmaske aufgesetzt. Mittels eines über dem Patienten angebrachten Konvexspiegels werden die Leuchtspuren zu einer Kamera projiziert und ein Koordinatensystem für die Auswertung eingeblendet.

Ganz neue Möglichkeiten der Quantifizierbarkeit bietet jedoch das hier verwendete Testverfahren der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie. Hierbei werden die Markierungslämpchen durch kleine sequentiell betriebene Ultraschallsender ersetzt. Der zugehörige Messaufnehmer beinhaltet drei, in definiertem Abstand angeordnete Ultraschallmikrofone mit zugehöriger Auswerteelektronik. Im Betrieb werden von den Ultraschallsendern fortlaufend Impulse sowie ein leichtes Knackgeräusch zur akustischen Funktionskontrolle abgegeben und die Entfernung zu den Mikrofonen durch Laufzeitmessung bestimmt.

Durch Triangulation werden die absoluten Raumkoordinaten berechnet. Mit diesem Verfahren sind u. a. 3- dimensionale exakte Zeit-/Raumdarstellungen von Kopf-Körperbewegungen numerisch und graphisch mit bedeutenden klinischen Aussagen möglich [CLAUSSEN, 1998, MEINL 1999].

Ein weiterer Vorteil der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie besteht darin, dass das zur Auswertung nötige Bezugssystem bereits im Computerprogramm eingearbeitet ist, d.h. eine Bearbeitung im Nachhinein diesbezüglich, sowie ein eventuelles Behandeln der Sofortbilder, um diese haltbar zu machen, entfällt, es kann direkt mit dem digitalisiertem Ergebnis gearbeitet werden.

Eine Untersuchung mittels der Cranio-Corpo-Graphie gliedert sich in zwei Versuchsabschnitte, dem Tretversuch-CCG und dem Stehversuch-CCG.

2.4.1 Tretversuch nach UNTERBERGER und FUKUDA (das Tretversuch-CCG)

Wie Unterberger 1938 und Fukuda zeigen konnten, ist der Tretversuch der empfindlichste Vestibularistest [CLAUSSEN, 1992]. Beim Unterberger-Tretversuch [UNTERBERGER, 1938] muss der Patient mit verdeckten Augen 80 bis 100 Schritte während einer Minute auf der Stelle treten. Nach ca. 30 bis 40 Schritten geht die innerliche “gespeicherte” Raumorientierung verloren, und der Patient ist von den Informationen seines vestibulären Systems abhängig. Bei einem Ausfall im peripheren vestibulären System kommt es allmählich zur Drehung des Patienten zur Seite des Labyrinthausfalls. Häufiger sind statistisch gesehen allerdings die zentralen Gleichgewichtsstörungen bei kardiovaskulären, stoffwechselbedingten oder traumatischen Kleinhirn- und Hirnstammläsionen. Hierbei beobachtet man eine vergrößerte Taumeligkeit mit verbreiterten Lateralschwankungen [CLAUSSEN, 1992].

Als die wichtigsten Auswerteparameter gelten für diesen Versuch:

- Die Abweichungslänge von der Ausgangs- zur Endstellung in cm
- Die Lateralschwankungsbreite der einzelnen Schrittzyklen in cm
- Die Seitenabweichung in Winkelgrad zwischen Ausgangs- und Endstellung (anguläre Deviation)
- Der Körperspin bzw. die Körpereigendrehung in Winkelgrad zwischen Ausgangs- und Endstellung.

Die entsprechenden Normbereiche sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Normbereiche des Tretversuch-CCGs gemäß der statistischen Auswertung der Datenbank NODEC IV [CLAUSSEN, 2000]

Längsabweichung	Lateralschwankungsbreite	Anguläre Deviation		Eigenspin	
		Rechts	Links	Rechts	Links
72,8 ± 42,7 cm	11,0 ± 5,7 cm	Rechts	48,7°	Rechts	83,3°
		Links	54,1°	Links	82,3°
		2,7° ± 51,4°		0,5° ± 82,8	

2.4.2 Stehversuch nach ROMBERG (das Steh-CCG)

Der 1848 von Romberg beschriebene Stehversuch ist nach [CLAUSSEN 1986] „einer der sprödesten Gleichgewichtstests der Neurootologie“.

Beurteilt werden die Schwankungen des Körpers bei freiem Stehen mit geschlossenen Augen, d.h. unter Ausschluss der visuellen Kontrollmöglichkeiten. Der Patient soll hierzu ruhig und aufrecht im Raum stehen mit geschlossenen, nicht aneinander gepressten Beinen und an den Körper angelegten Armen für die Dauer von ein bis drei Minuten.

Die ursprüngliche Versuchsanordnung nach Romberg, bei der die Arme horizontal nach vorne gehaltenen werden sollen, wurde zugunsten schwerer erkrankter Patienten oder solcher mit reduziertem Allgemeinzustand etwas abgeändert.

Als Auswerteparameter werden verwertet:

- Die Längsschwankungen in cm
- Die Lateralschwankung in cm
- Der Torticolliswinkel, d.h. die Kopfachsenverstellung gegenüber der Schulterachse aus der orthogonalen Position heraus in Winkelgrad

Bei peripher-vestibulären Störungen wird meist eine gerichtete Fallneigung zur betroffenen Seite beobachtet. Regellose Fallneigung kommt bei zentralen Gleichgewichtsstörungen (Ataxie) vor.

Die Normbereiche der Cranio-Corpo-Graphie des Stehversuches sind in Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Normbereiche des Stehversuch-CCGs nach NODEC IV:

Längsschwankung	Lateralschwankung
$6,14 \pm 4,39 \text{ cm} = < 10,53 \text{ cm}$	$4,40 \pm 2,66 \text{ cm} = < 6,66 \text{ cm}$
Nach UVV G41-Untersuchung nach CLAUSSEN:	
max. 12 cm	max. 10 cm

Im Vergleich mit dem Tretversuch-CCG dient das Stehversuch-CCG jedoch als Richtwert für die Feststellung sehr grober Pathologien mit Kopf-Körper-Taumeligkeit. Des Weiteren ermöglicht dieser Test auch typische dyskinetische Bewegungsmuster zu

registrieren, wie sie zum Beispiel bei einem M. Parkinson oder einem Torticollis spasticus auftreten.

2.5 Evozierte Hirnpotentiale

Die Untersuchung evozierter Potentiale wird im auditorischen, visuellen und somatosensorischen Bereich routinemäßig eingesetzt.

Für diese Arbeit werden akustisch und visuell evozierte Hirnpotentiale betrachtet und bewertet.

2.5.1 Akustisch evozierte Potentiale (AEP)

Auditorisch evozierte Hirnpotentiale fanden als erste Eingang in die klinische Diagnostik; sie begründeten eine neue Dimension der objektiven Audiometrie, der ERA (electric response audiometry). Es können hiermit vor allem überwiegend zentral bedingte Hörstörungen erfasst werden. [KEIDEL, 1962; LOWITZSCH, 1983] Dabei werden kortikale und subkortikale elektrische Spannungsdifferenzen abgeleitet, die in einer zeitlichen Relation zu extern zugeführten akustischen Reizen stehen. Mittels elektronischer Signalverarbeitung können diese Signale dann aus dem EEG ermittelt werden.

Zu einem festgelegten Zeitpunkt wird über ein Audiometer ein Reiz in Form eines monophasischen oder biphasischen Tonclicks oder –bursts, welcher mehrere Tonschwingungen umfasst, verabreicht. Die Weiterleitung dieses Reizes erfolgt über die Cochlea auf den N.acusticus und weiter zu den Nuclei acustici ventrales et dorsales. Von hier aus wird die Erregung zu den Neuronen im Bereich der oberen Olive und nach einigen Verschaltungen an die tertiären Hörfelder weitergegeben. Daneben wird die Erregung über den Lemniscus lateralis, der hier größtenteils endet, auch zum Colliculus inferior im Mittelhirn weitergeleitet.

Von dort konvergieren die Gleichgewichtsorientierung des Vestibularsystems im Nystagmusgenerator, die optische Information für den optokinetischen Nystagmus und die optische Kopfausrichtung in das mesencephale Gleichgewichtszentrum unter Einschluss der Formatio reticularis.

Zur Ergebnisgewinnung bedient man sich einer reizsynchronen Mittelungstechnik, dem sog. Averaging. Hierzu werden EEG-Serien angefertigt, die alle durch den gleichen Ausgangspunkt am Anfang und am Ende eines sehr kurzen Reizes charakterisiert sind und dadurch miteinander aufsummiert werden können.

So erhält man bis zu 7 deutlich differenzierbare Potentialkomponenten ("Wellen"), zufällige Ereignisse hingegen werden dadurch annulliert. Bei der Bezeichnung dieser Potentialkomponenten hat sich die Terminologie nach Jewett und Mitarbeitern (1971) weitgehend durchgesetzt [MAUERER, 1982, JEWETT, 1971].

Die vertex-positiven Gipfel werden nach JEWETT mit römischen Zahlen I-VI bezeichnet:

- Welle I: N. acusticus
- Welle II: akustische Kerne (N. acusticus dorsalis und ventralis)
- Welle III: oberer Olivenkomplex (Oliva superior)
- Welle IV: Nucleus Lemniscus lateralis (hier Aufzweigung der Hörinformation in:
 - Welle V: Colliculus inf. laminae quadrigeminae
 - Welle VI: corpus geniculatum mediale (Thalamus)

2.5.1.1 Akustisch evozierte Hirnstammpotentiale (ABEP)

Die Untersuchung der Acoustic Brainstem Evoiced Potentials (ABEP) wird als überschwelliger Test durchgeführt. Nach Anlage der EEG-Elektroden zur Ableitung der Signale wird die individuelle Hörschwelle des Patienten für einen spezifischen biphasischen Stimulus mit einer Dauer von 0,5 sek. und einer Frequenz von 2 kHz ermittelt. Der eigentliche Stimulus, der für die Messungen eingesetzt wird, wird dann mit einer Intensität dargeboten, die 50 –80 dB oberhalb der Wahrnehmungsschwelle für diesen Klickreiz liegt. Weicht diese Klickschwelle stark von der Nulllinie ab, muss das Gegenohr ein Maskierungsgeräusch erhalten, um Messverfälschungen zu vermeiden.

Am deutlichsten stellen sich nach Mittelung der Ergebnisse die Reizantworten in den Wellen I, III und V dar, die wie oben ersichtlich den anatomischen Strukturen des N. acusticus, dem oberen Olivenkomplex und dem Colliculus inferior zugeschrieben sind.

Dafür gelten nach CLAUSSEN [1985] in Tabelle 5 aufgelistet folgende genannte Erwartungszeiten:

Tabelle 5: Latenzzeiten der anatomischen Strukturen bei ABEP nach CLAUSSEN

Erregungsort	Latenzzeit in Millisekunden
Nervus acusticus (I)	1,5
Olivenkomplex (III)	3,8
Colliculus inferior (V)	5,9

Diese Untersuchung kann sowohl bei wachen, als auch sedierten oder schläfrigen Patienten durchgeführt werden, da eine aktive Mitarbeit nicht erforderlich ist.

Änderungen der Latenzdifferenzzeit zwischen einzelnen Wellen, erlauben sehr zuverlässige Aussagen. So wird z.B. ein im Kleinhirnbrückenwinkel liegendes Akustikusneurinom eine Latenzzeitverlängerung zwischen den Wellen I und II (bei normaler Latenz von Welle I) hervorrufen. Jedoch ist hierbei zu beachten, dass auch der Verlauf der Hörschwelle oder eine Schalleitungsstörung eine Latenzzeitverlängerung schon der ersten Welle zur Folge haben können, welche, wenn sie nicht erkannt wird, Anlass zu Fehlinterpretationen bieten kann.

2.5.1.2 Akustisch evozierte Hirnrindenpotentiale (ALEP)

Bei den Acoustically Late Evoiced Potentials werden auditorisch evozierte Potentiale erfasst, die ihren Ursprung im primären auditorischen Kortex haben. Sie erfordern eine andere Reiztechnik (Ton-Bursts), es sind auch weniger Mittelungen nötig, um eine ausreichende Störungsfreiheit zu erzielen. Im Gegensatz zur ABEP-Untersuchung erfordert die ALEP-Methode die aktive Mitarbeit des Patienten, der den Stimulus erklären soll. Sie ist also Einflüssen wie Habituation und Adaptation, Vigilanz und Aufmerksamkeit unterworfen, die wiederum die Ausbildung dieser Potentiale stark beeinflussen können. Wiederum nach Bestimmung der Hörschwelle wird diesmal ein mit 50 bis 80 dB überschwelliger Tonburst pro Sekunde angeboten. Dieser Burst dauert 40 ms bei einer Frequenz von 1 kHz und einer Anstiegsflanke von 1ms. Zur Auswertung werden die ermittelten Potentiale in das dafür ermittelte Elektroden-Kreuzblatt-Schema (EKBS) eingetragen. Die vier bedeutendsten Wellen, nach ihrer Polarität bezeichnet, werden zur Identifizierung der langsamen Hirnrindenpotentiale markiert. Für diese gelten folgende in Tabelle 6 genannten Latenzzeiten [CLAUSSEN, 1985]:

Tabelle 6: Latenzzeit bei ALEP nach CLAUSSEN

ALEP-Wellen	Latenzzeit in Millisekunden
P1 (Positivität 1)	50
N1 (Negativität 1)	90
P2 (Positivität 2)	180
N2 (Negativität 2)	250

2.5.2 Visuell evozierte Potentiale (VEP)

Die Untersuchung der visuell evozierten Potentiale (VEP) kann wichtige Hinweise für Störungen im Bereich der Sehbahn geben, die sich z.B. durch Schwindelgefühl äußern können. Vor Untersuchungsbeginn ist die Sehleistung des Patienten zu prüfen, da bei eingeschränktem Visus mit irregulären Ergebnissen zu rechnen ist. Bei der Prüfung der visuell evozierten Potentiale sind vor allem die sichtbaren Randmuster der optischen Stimulismuster bedeutsam. Die patienteneigenen Sehhilfen müssen deshalb während der gesamten Untersuchung genutzt werden.

Als optischer Reiz wird dem Patienten über einen Monitor ein Schachbrettmuster mit kleinen und großen Quadraten angeboten, bei denen halbsekündlich eine Helligkeitsumkehr eintritt. Die Größe der Quadrate selbst bleibt unverändert. Um dem Patienten die Konzentration auf den Bildschirm zu erleichtern, ist es empfehlenswert einen roten Fixpunkt auf dem Monitor anzubringen. Die Untersuchung erfolgt für beide Augen getrennt, das nicht untersuchte Auge wird abgedeckt.

Die EEG-Auswertung startet mit der computergesteuerten Schwarz-Weiß-Umkehr. Ein Messvorgang dauert 30 ms. Wie auch schon vorher beschrieben werden die Ergebnisse mittels des Averagings gesammelt (200 artefaktfreie Responses (Reizantworten) pro untersuchte Seite) und gemittelt. Als Ergebnis sollte man drei prominente Ausschläge erhalten, von denen die sog. Positivität P100 bei 100ms für die Auswertung und Beurteilung am wichtigsten ist.

2.6 Audiometrie

Hörstörungen und Gleichgewichtsstörungen sind in über 50% aller neurotologischen Fälle miteinander vergesellschaftet. Deshalb ist es wichtig sowohl das akustische mittels

Hörtests als auch das vestibuläre Bahnsystem mittels bereits genannter Verfahren zu überprüfen [CLAUSSEN, 1992].

Tonaudiometer sind elektrische Tongeneratoren, die unterhalb von 1000 Hz in Octavabständen und oberhalb von 1000 Hz in Halboctavabständen reine Töne erzeugen. Das Frequenzspektrum reicht von 125 bis 12 000 Hz, die Dezibelskala von 0–120 dB. Kopfhörer und Audiometer müssen für eine Untersuchung nach der DIN-Norm geeicht sein (ISO-Norm 389).

Die erste durchgeführte Untersuchung dient zur Bestimmung der Hörschwelle. Diese wird üblicherweise als relative Hörschwelle in Form einer flach verlaufenden Nulllinie in Dezibel im Audiogramm dargestellt. In der graphischen Darstellung des Audiogramms befindet sich die gemessene Tonfrequenz (in kHz) auf der Abszisse, die Lautstärke in Dezibel (dB) ist auf der Ordinate aufgetragen.

Ein Hörverlust stellt sich als Absinken der Hörschwelle im Audiogramm dar, was aber in der Realität einem Anstieg derselben entspricht.

2.6.1 Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung)

Die Hörschwellenbestimmung mittels der Tonschwellenaudiometrie ist abhängig von der Mitarbeit des Patienten, also von dessen Vigilanz, Reaktionsschnelle oder auch anderen Einflüssen.

Zur Erfassung der Hörschwelle wird die Luftleitung mit 5 dB-Lautstärkeschritten in den Frequenzbereichen 0,5; 1,0; 2,0 und 4 kHz gemessen, eine mögliche Lateralisation wird dabei nicht beachtet.

2.6.2 Sprachaudiometrie

Für die Sprachaudiometrie, eine der wichtigsten Hörprüfungen des sozialen Gehörs, sind genormte Kassetten und Bänder im Handel, mit denen Zahlen und einsilbige Prüfwörter mit unterschiedlicher Lautstärke angeboten werden können. (DIN 45 624).

Das Sprachaudiogramm bietet die Möglichkeit, den Hörverlust prozentual auszudrücken. Für das Ergebnis spielt allerdings nicht nur die Funktionsfähigkeit des peripheren Gehörs eine Rolle, sondern auch die assoziativen kortikalen Fähigkeiten des Patienten.

Der Freiburger Sprachtest ist hierbei der am häufigsten verwendete Test im deutschsprachigen Raum. Das Testmaterial besteht aus zwei Teilen, dem Zahlentest und dem Einsilbertest. Jede Wort- oder Zahlengruppe umfasst den gesamten Frequenzbereich der Sprache. Es werden unterschiedliche Schalldruckpegel überprüft, ohne das Lautstärkeverhältnis Vokal zu Konsonant eines jeweiligen Wortes zu verändern, ähnlich wie bei dem Übergang von normaler Sprachlautstärke zur Flüstersprache.

Beim Zahlentest dienen mehrsilbige Zahlen (z.B. "98") als Testwörter von denen 50% verstanden werden müssen. Der Normalhörende erreicht diese 50% bei einem Schalldruckpegel von 18,5 dB. Mit diesem relativen Normalpunkt werden alle individuellen Werte für den Zahlentest als "Hörverlust für Zahlen (HfZ)" in Dezibel umgerechnet. Im Sprachverständlichkeitstest liegt der Schalldruckpegel für 100-prozentiges Wort-Verstehen beim Normalhörenden bei 65 dB.

Das Sprachaudiogramm erlaubt eine Kontrolle des Tonschwellenaudiogramms. Der ermittelte Wert sollte mit dem Hörverlust im Tonaudiogramm zwischen 500 und 1000 Hertz übereinstimmen.

2.6.3 Unbehaglichkeitsschwelle

Die Unbehaglichkeitsschwelle wurde für die Frequenzen 500 Hz; 1,0; 2,0 und 4,0 kHz bestimmt. Für den Normalhörenden befindet sie sich im Mitteltonbereich bei 110 dB, für den Tiefton- und Hochtonbereich bei 85 dB. Zur Ermittlung der Unbehaglichkeitsschwelle müssen größere Lautstärkepegel erzeugt werden können, was mit den üblichen Tonschwellenaudiometern meistens nicht möglich ist.

Die Unbehaglichkeitsschwelle kann zur Differenzierung von lärmbedingter und nicht lärmbedingter Innenohrschwerhörigkeit mit herangezogen werden. Zum anderen erlaubt die Bestimmung der Unbehaglichkeitsschwelle in Zusammenhang mit der Tonschwellenaudiometrie eine Aussage über die sog. akustische Dynamik. Ältere Menschen haben zumeist eine geringere akustische Dynamik. Sinkt hierbei auch die Unbehaglichkeitsschwelle, so ist das ein Zeichen für besondere Empfindlichkeit gegenüber Lärm oder lauten Geräuschen. Im Zusammenhang mit objektiven Ohrgeräuschen definiert CLAUSSEN anhand dieses Parameters auch den Typ des sog. "überempfindlichen Ohrs".

2.6.4 Tinnitus-Masking

Beim Tinnitus-Masking (Verdeckung) werden dem Patienten über Kopfhörer erneut Töne, Schmalband- oder Breitbandgeräusche angeboten. Der Charakter (Ton oder Geräusch), die Frequenz und die Lautstärke des Schallreizes wird nun bestimmt, bei der der Patient angibt, sein Ohrgeräusch nicht mehr zu hören, d.h. das Ohrgeräusch wird verdeckt.

2.7 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mittels eines IBM-kompatiblen PCs, dem Textverarbeitungsprogramm Microsoft® Word XP© und dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft® Excel XP©. Anzahl, Prozentanteile, arithmetische Mittel, Standardabweichungen, Maximum und Minimum wurden errechnet. Damit wurden anschließend verschiedene Patientenkollektive gebildet, statistisch miteinander verglichen und auf mögliche Zusammenhänge hin untersucht.

3. Ergebnisse

3.1 Patientengesamtkollektiv

3.1.1 Anamnesedaten des Gesamtkollektives nach NOASC I

Das Patientenkollektiv besteht aus 243 Personen, 51,9 % waren Frauen und 48,1 % waren Männer (Abbildung 3). Die Anamnese und Auswertung erfolgte nach dem Anamnesebogensystem NOASC I, welche bei den Patienten im Rahmen ihrer Erstvorstellung in einer neurootologischen Sprechstunde erhoben wurde.

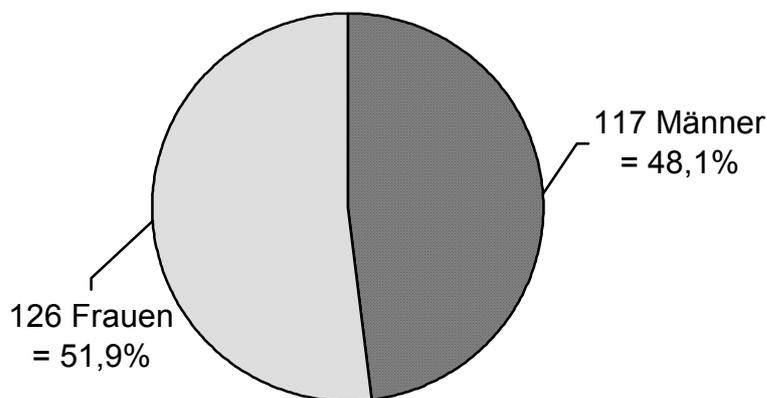


Abbildung 3: Geschlechtverteilung Gesamtkollektiv (243 = 100%)

Die Altersverteilung reicht von 7 bis 90 Lebensjahren, das mittlere Alter beträgt $50,1 \pm 14,7$ Jahre.

Unser Durchschnittspatient in diesem Kollektiv ist $170,5 \pm 8,4$ cm groß und hat ein Körpergewicht von $74,5 \pm 13,8$ Kilogramm. Sein Blutdruck beträgt nach Riva-Rocci systolisch $128,6 \pm 21$ mmHg, diastolisch $75,9 \pm 12,2$ mmHg.

196 Patienten (80,7%) gaben in der Befragung Schwindelsymptome an (Abbildung 4). Im Einzelfall wurden bis zu fünf Vertigosymptome benannt, der Durchschnitt lag bei $2,8 \pm 1,1$ Nennungen. Hier führte vor allem das Symptom einer allgemeinen Unsicherheit mit 65,0 % vor einer Schwankschwindelsymptomatik mit 61,7 % und Taumeligkeit mit 60,1 %. Weniger benannt wurden Drehschwindel (26,7 %), Fallen (7,8 %) oder Blackout (2,1 %). Liftgefühl wurde von keinem der Befragten angegeben.

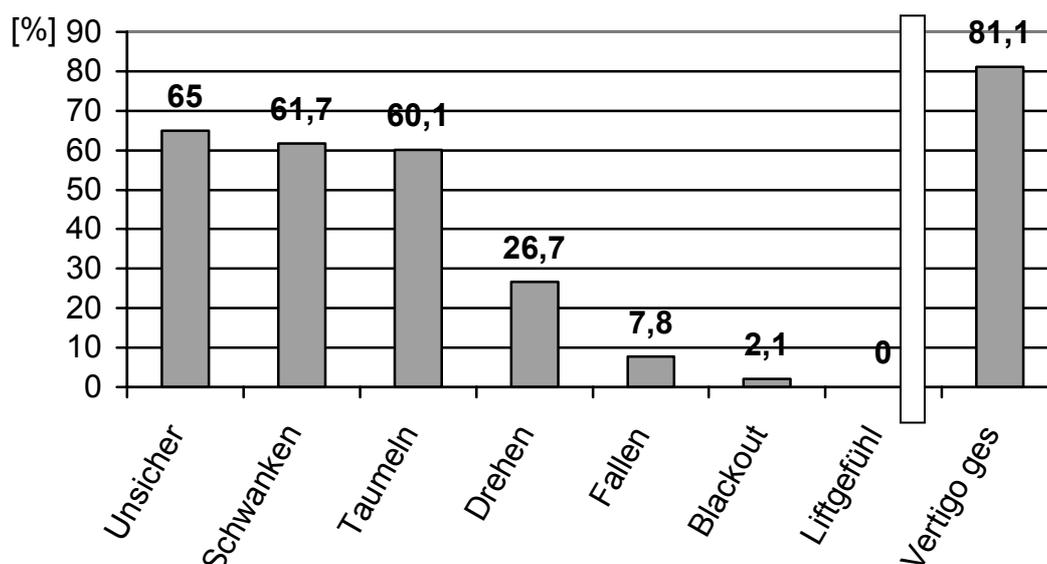


Abbildung 4: Vertigosymptome Gesamtkollektiv (243 = 100 %)

Zur Dauer ihrer Krankheit befragt (Tabelle 7) bestanden bei 61,7 % der Patienten die Symptome schon seit einigen Jahren, bei einem Patienten schon seit Jahrzehnten (0,4 %). bei 12,8% seit einigen Monaten, bei 2,1 % seit einigen Wochen und bei 1,2 % erst seit einigen Tagen (Gesamt: 78,2 % des Gesamtkollektivs).

Tabelle 7: Dauer der Schwindelanfälle Gesamtkollektiv (243 = 100%)

Sekunden	Minuten	Stunden	Tage	Wochen	Monate
75,7 %	37,4 %	28,0 %	12,8%	7,4 %	6,6 %

Daneben gibt es jedoch auch Patienten, denen es schwer fällt für ihre Schwindelbeschwerden ein genaues Zeitmaß zu finden. 6,6 % geben daher lang anhaltend gleichmäßige Schwindelbeschwerden an, keiner berichtet von an- oder abschwellender Symptomatik.

Vegetative Symptome (Abbildung 5) wie Schweißausbrüche, Herzklopfen, Übelkeit, Erbrechen, Würgereiz oder kollaptische Zustände wurden von 89 (36,6 %) Patienten des Gesamtkollektivs angegeben, wobei maximal 3 Symptome gleichzeitig, im Durchschnitt jedoch ca. $1,4 \pm 0,8$ Symptome genannt wurden.

Im Einzelnen beklagten 85 Patienten das Symptom Übelkeit, was 35 % des Gesamtkollektivs und 95,5 % der Patienten mit vegetativer Symptomatik entspricht.

Weiterhin klagten 20 Personen (8,2 %) über Würgereiz, 19 (7,8 %) über Erbrechen, 3 (1,2 %) beschrieben Schweißausbrüche und eine(r) (0,4 %) Palpitationen. Kollapsneigung wurde, wie schon erwähnt, nicht genannt.

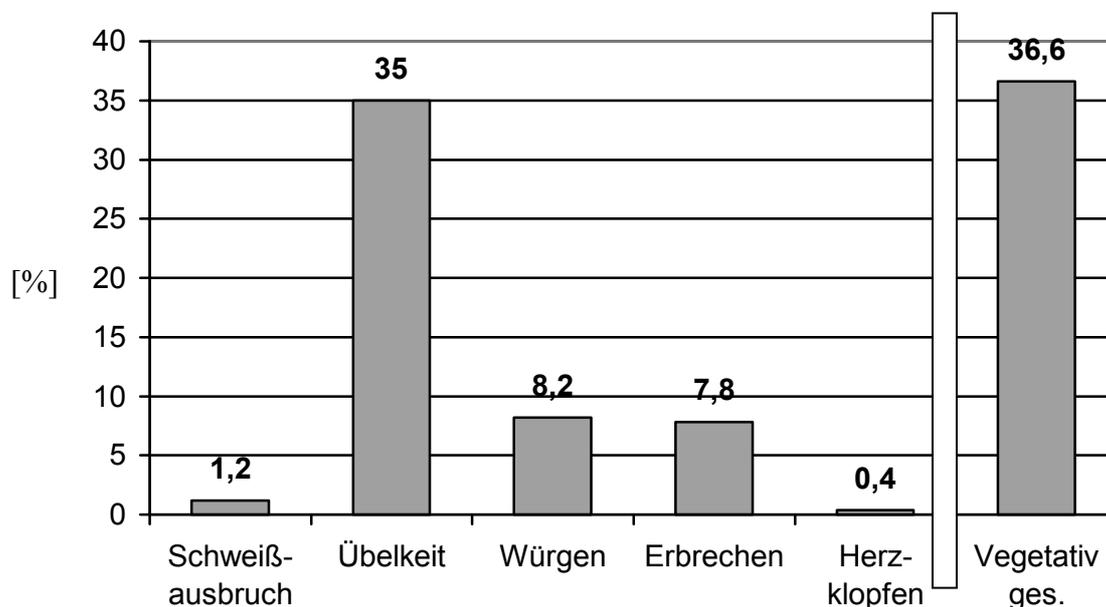


Abbildung 5: Vegetative Symptome Gesamtkollektiv (243 = 100 %)

Eine große Anzahl der Befragten berichtete Leistungsabfall und Wachheitstörungen (Abbildung 6).

Bei letzteren dominierte vor allem eine rasche Ermüdbarkeit mit 72 % gefolgt von Benommenheitsgefühl mit 60,5 % und dem Symptom der Schlaflosigkeit mit 53,1 %. Kollaptische Zustände wurden von allen verneint, wobei wie im folgenden Mehrfachnennungen möglich waren.

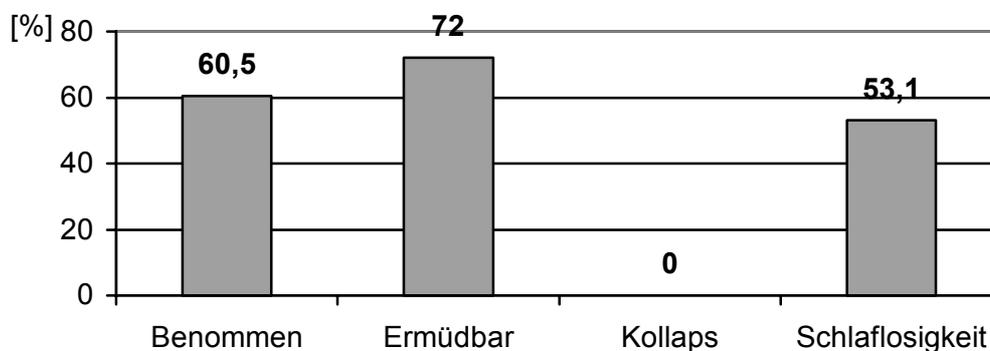


Abbildung 6: Wachheitsstörungen im Gesamtkollektiv (243 = 100%)

Unter dem Oberbegriff Leistungsabfall (Abbildung 7) wurde insbesondere über Erschöpfungszustände (54,3 %) Antriebslosigkeit (55,1 %), Schwächegefühl (54,3 %) und vor allem Vergesslichkeit (62,1 %) berichtet. Verwirrheitszustände wurden von den Befragten verneint.

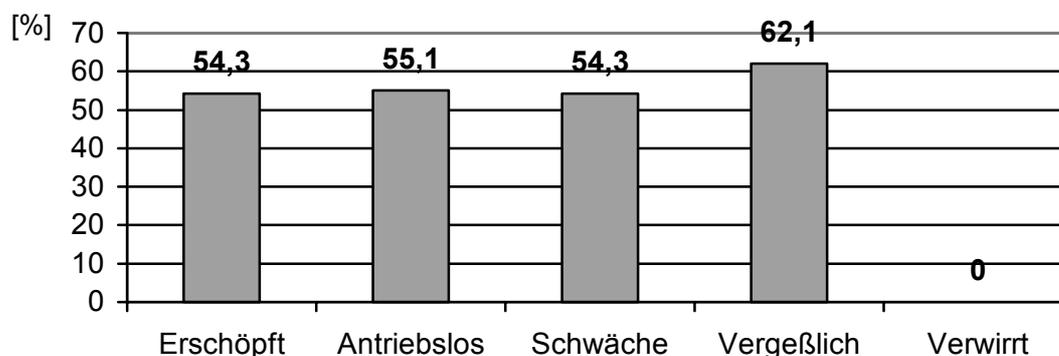


Abbildung 7: Merkmal Leistungsabfall Gesamtkollektiv (243 = 100 %)

Bei den oben genannten Symptomen drängte sich zwangsläufig die Frage nach eventuell gleichzeitig bestehenden Befindlichkeitsstörungen oder gar psychiatrischer Erkrankungen im Sinne von psychischer Labilität, Angstzuständen, Gereiztheit, Einsamkeitsgefühl oder einer bestehenden Depression auf, wobei hier lediglich 5 Personen (2,1 %) Symptome im Sinne einer Depression nannten.

Nahezu dreiviertel unseres analysierten Kollektives (73,3 %) beklagten Ohrgeräusche (Abbildung 8), davon 114 (46,9 %) beiderseitigen Tinnitus, 27 (11,1 %) nur rechts und 37 (15,2 %) nur linksseitig. Dabei umfasst der Begriff der Ohrgeräusche sowohl die Gruppe der Bruits, als auch des Tinnitus aurium und des Tinnitus cranii sive cerebri.

Annähernd alle Befragten (235, entsprechend 96,7 %) hatten subjektiv den Eindruck einer ein- oder beiderseitigen Hörminderung oder gar Taubheit.

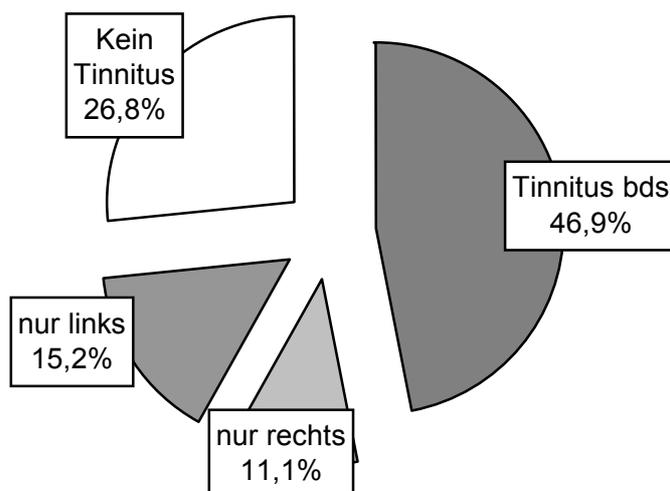


Abbildung 8: Tinnitusverteilung im Gesamtkollektiv (243 = 100 %)

Des Weiteren interessierte auch die Frage nach aufgetretenen oszillopsieartige Sehstörungen (Abbildung 9), wie das Flimmern und Mouches volantes, welche von 95 (39,1 %) bzw. 96 (39,5 %) Patienten benannt wurden, oder das Sehen von Doppelbildern, mit 4 Nennungen entsprechend 1,6%. Meist wurden jedoch Flimmern und Mouches volantes gemeinsam genannt. Subtrahiert man die Doppelnennungen, so kommt man auf 15 (6,2 %) Patienten, die nur von Flimmern und 16 (6,6 %) Patienten die nur von Mouches volantes berichten.

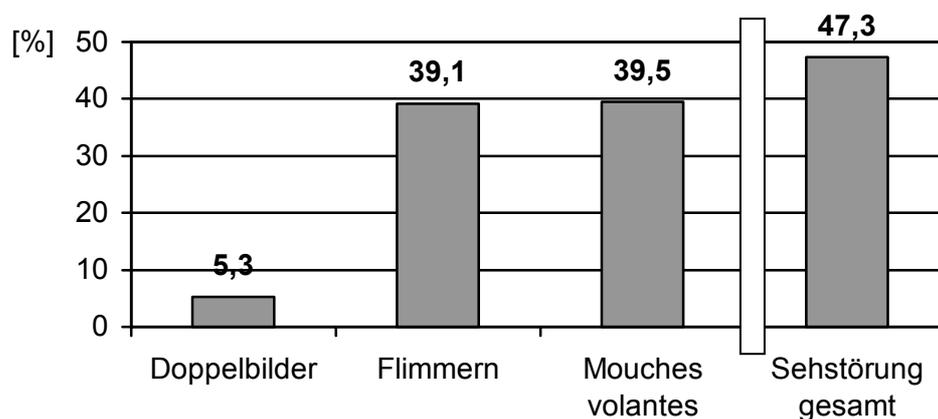


Abbildung 9: Anzahl der benannten oszillopsieartigen Sehstörungen Gesamtkollektiv(243 = 100 %)

Bei den Patienten, welche von Doppelbildersehen berichten treten diese ebenfalls in 3 der 4 Fälle zusammen mit Flimmerphänomenen, jedoch nicht zusammen mit Mouches

volantes auf. Bereinigt man die Zahlen von den Doppelnennungen so haben 47,3 % (115) unserer Patienten oszillopsieartige Sehstörungen.

Um die Anamnese zu den Hirnnerven zu komplettieren berichteten 13 Patienten (5,3 %) außerdem von Störungen bei der Geruchs- und 7 (2,9 %) bei der Geschmackswahrnehmung, ein Patient von einer Facialisparesie (0,4 %).

Bezüglich ihrer Eigenanamnese wurden die Patienten auch über erlittene Kopf-Hals-Traumata (Tabelle 14), inklusive Bagateltraumen von Kopf und Hals befragt. Dies ergab 35 (14,4 %) Commotiones cerebri und 5 (2,1 %) Contusiones cerebri, 4 (1,6 %) Schädelfrakturen und 69 (28,4 %) Kopf-Hals-Schleudertraumata.

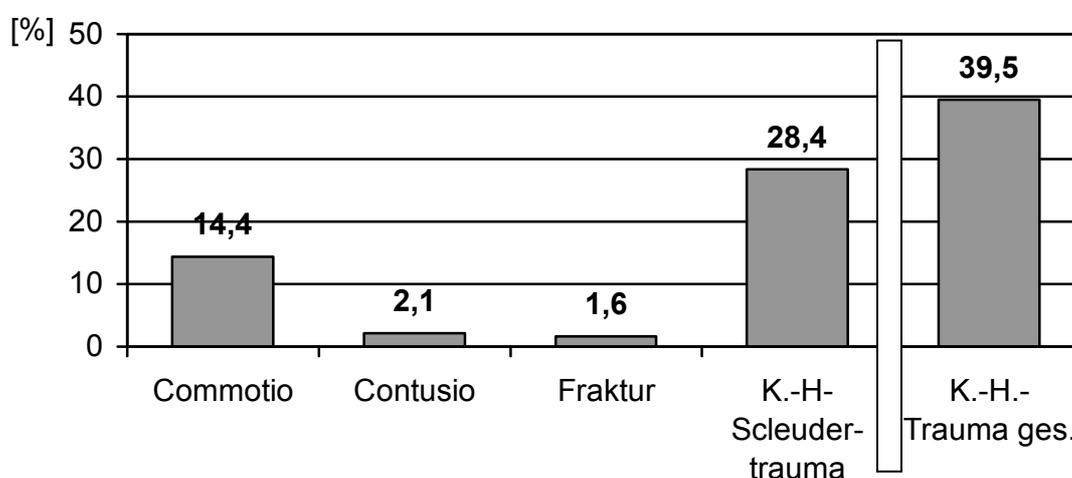


Abbildung 10: Kopf-Hals-Traumata Gesamtkollektiv (243 = 100 %)

Insgesamt berichteten 96 Patienten (entsprechend 39,5 % des Gesamtkollektives) von zum Teil mehrfach erlittenen Kopf-Hals-Verletzungen, so dass es bis zu 3 Verletzungen bzw. Kombinationen gab. (Mittelwert von $1,2 \pm 0,45$). Insgesamt wurden 113 Verletzungen genannt.

86 (89,6 %) der 96 Patienten mit Zustand nach erlittenem Kopf-Hals-Trauma konnten noch ungefähr das Jahr ihres Unfalls benennen.

Die Anamnese neurologischer Krankheiten ergab einen Patienten, der unter Lähmungen litt (0,4 %) und 7 Patienten (2,9 %) mit Zustand nach apoplektischem Insult. Parästhesien, Epilepsie, M. Parkinson oder neurologische Tumoren wurden nicht genannt.

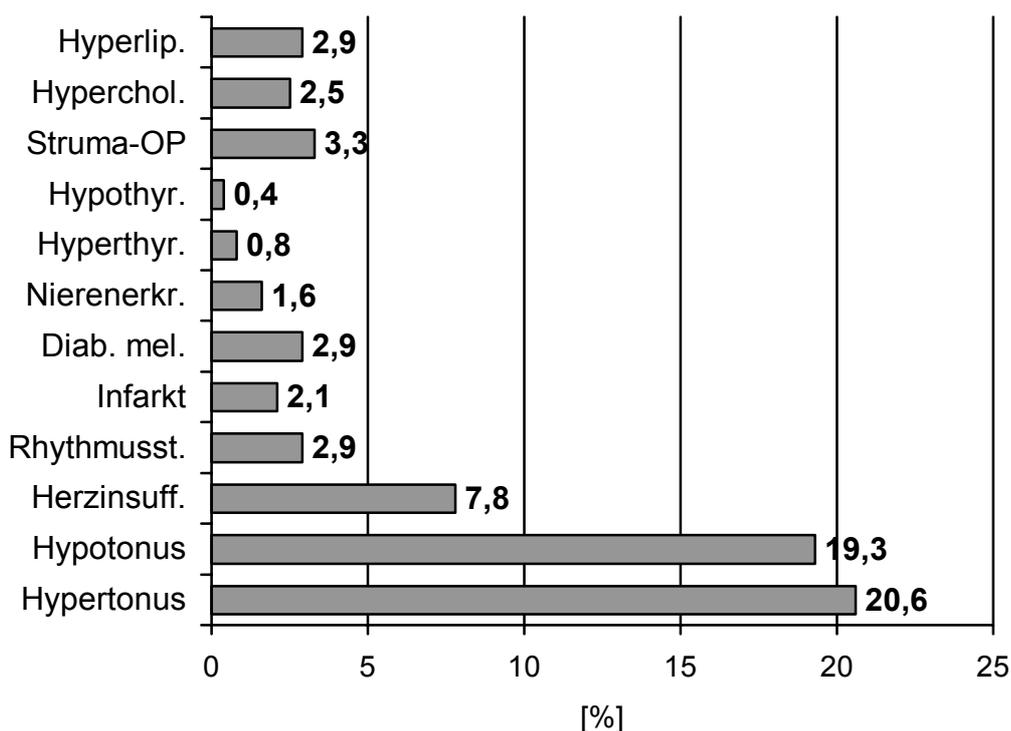


Abbildung 11: Internistische Erkrankungen Gesamtkollektiv (243 = 100 %)

Unter den internistischen Krankheitsbildern (Abbildung 11) wurde bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungen der arterielle Hypertonus mit 20,6 % (50 Patienten) gefolgt vom Hypotonus, mit 19,3 % (47) am häufigsten genannt. 7,8 % entsprechend 19 Patienten unseres Kollektivs berichteten weiterhin über Herzinsuffizienz, 2,9 % (7) über Herzrhythmusstörungen und 2,1 % (5) über einen Zustand nach Herzinfarkt in ihrer Vorgeschichte.

Einen Diabetes mellitus geben noch 2,9 % (7), ein Nierenleiden 1,6 % (4) an. Befragt hinsichtlich hormoneller Störungen gaben acht Patienten (3,3 %) an, an der Schilddrüse operiert worden zu sein, eine Hyperthyreose hatten 0,8 % (2) und eine Hypothyreose 0,4% (1). Auf die Frage nach erhöhten Blutfettwerten konnten immerhin noch 2,5 %, also 6 Patienten eine Hypercholesterinämie und 2,9 % (7) eine Hyperlipidämie nennen.

In der Gesamtdarstellung von wichtigen Grundliden (Abbildung 12), die mit Vertigo, Nausea und Tinnitus verknüpft sein können stehen folglich die Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit 52,7 % an erster Stelle gefolgt von den Patienten mit Zustand nach Kopf-Hals-Traumata mit 39,5 %. Diabetes mellitus mit 2,9 %, sowie Nieren (1,8 %) und Nervenleiden (3,3 %) fallen hier nicht so ins Gewicht.

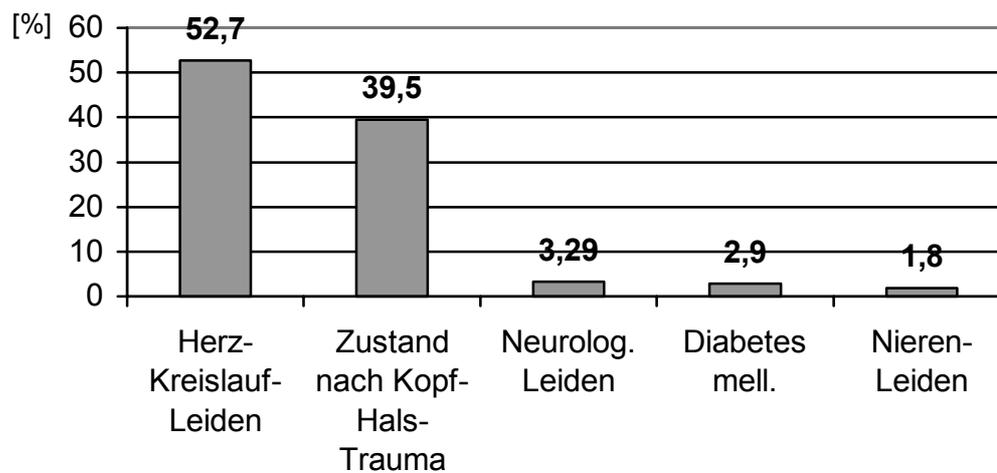


Abbildung 12: Grundleiden Gesamtkollektiv (243 = 100 %)

3.2 Patientenunterkollektive im Spiegel ihrer neurootologischen anamnestischen Daten

Im Nachfolgenden werden die statistischen Ergebnisse besonders ausgewählter Unterkollektive beschrieben. Unter den einzelnen Punkten sollen jedoch nur die gegenüber dem Gesamt- oder entsprechenden Vergleichskollektiven interessanten und veränderten Werte der Übersichtlichkeit halber in Tabellenform dargestellt werden.

Die übrigen Ergebnisse sind ebenfalls in Tabellenform, aus Platzgründen aber im Anhang nachzuschlagen.

3.2.1 Einteilung in die beschwerdebezogenen Unterkollektive

Wie bereits beschrieben, umfasst die Zahl der Patienten mit Schwindelsymptomen runde 80 Prozent (196 Patienten) des Gesamtkollektives. Vergleicht man nun die Zahl der Patienten mit Vertigosymptomen mit der Zahl derer, die vegetative Symptome erwähnen (Abbildung 13), so fällt auf, dass nur 45,4 % (89) der 196 Patienten ebenfalls eine vegetative Symptomatik haben, 54,6 % (107) haben keine.

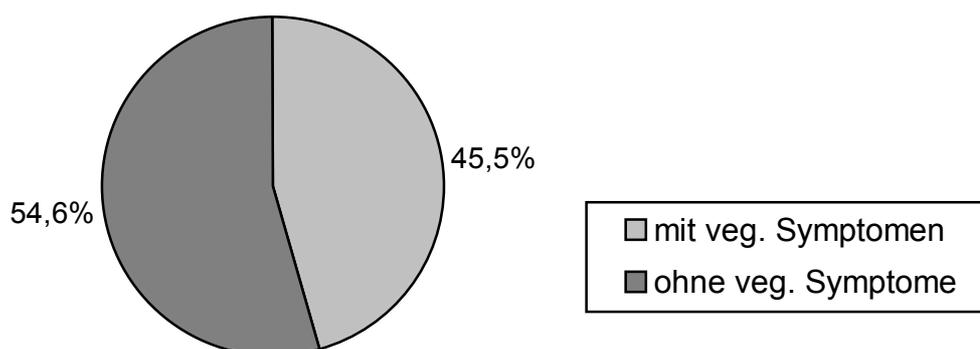


Abbildung 13: Alle Vertigopatienten (n = 196), mit /ohne vegetativer Symptomatik

Von diesen 89 Patienten mit vegetativer Symptomatik sind, wie schon genannt, der überwiegende Teil Frauen mit 57,3 % (51) und 42,7 % Männer (38).

Die Kombination nur vegetative Symptomatik ohne Schwindelsymptome (Vertigo) tritt in keinem Fall auf.

Ebenso fällt auf, dass zu den Hauptsymptomen in der Anamnese der Tinnitus und eine subjektive Hörminderung zählen. Wie bereits unter 3.1.1, berichteten nahezu dreiviertel unseres analysierten Kollektives (73,3 %) von Ohrgeräuschen, davon 114 (46,9 %) beidseits, 27 (11,1 %) nur rechts und 37 (15,2 %) nur linksseitig, 96,7 % bemerkten eine Hörminderung.

Aufgrund dieser Ergebnisse kristallisieren sich vier Vergleichskollektive heraus, welche im Nachfolgenden analysiert werden sollen:

- Das Kollektiv kein Vertigo und kein Tinnitus, im folgenden NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv genannt;
- Das Vertigo-Kollektiv
- Das Tinnitus-Kollektiv
- Das Vertigo und Tinnitus-Kollektiv

Herauszufinden gilt es nun unter anderem inwieweit die Ohrgeräusche mit den Schwindelsymptomen in den durchgeführten neurootologischen Untersuchungen korrelieren.

3.2.2 Die Anamnesedaten des NonVertigo/NonTinnitus- Kollektiv nach NOASC I

Anhand der bereits erörterten Ergebnisse erkennt man in unserem überwiegend neurootologische Symptome beschreibenden Kollektiv auch ein recht kleines, 12 Personen umfassendes Unterkollektiv entsprechend 4,9 % des Gesamtkollektives, welches in der Anamnese weder Vertigo noch Tinnitus-symptomatik angibt.

Das NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv besteht aus 5 Frauen (41,7 %) und 7 (58,3 %) Männern. Der Durchschnittspatient ist $47,0 \pm 16,7$, mindestens 7 und höchstens 63 Jahre alt, damit also etwas jünger als der Durchschnittspatient des Gesamtkollektives (Δ MW = 7,66 %), in Größe und Gewicht herrscht nahezu Übereinstimmung mit letzterem.

Auffällig ist ein im Vergleich etwas niedriger systolischer und diastolischer Blutdruckmesswert:

3. Ergebnisse

Blutdruck nach Riva-Rocci:	Gesamt-Koll. MW u. StD	NonVertigo/NonTinnitus MW u. StD	Δ MW %
Systolisch	128,6 \pm 21,04	125,5 \pm 28,16	-2,41 %
Diastolisch	75,92 \pm 12,25	74,38 \pm 10,84	-2,03 %

In diesem Unterkollektiv finden sich die niedrigsten Werte für Symptome aus dem Bereich Leistungsabfall, Wachheits- oder Befindlichkeitsstörungen.

Definitionsgemäß finden sich keine Vertigo- oder Nauseasympptome.

Angaben in %	Gesamt MW	NonVertigo/Non Tinnitus MW	Δ MW %
Erschöpfung	54,32	16,67	-69,31
Antriebslosigkeit	55,14	8,33	-84,90
Schwächegefühl	54,32	8,33	-84,67
Vergesslichkeit	62,14	25,00	-59,77
Benommenheit	60,49	25,00	-58,67
Ermüdbarkeit	72,02	25,00	-65,29
Schlaflosigkeit	53,09	16,67	-68,60

Zwei der Befragten (16,67 %, Δ MW -41,29 %) erlitten gut ein Jahr vor der Untersuchung ein Kopf-Hals-Trauma (hier: Kopf-Hals-Schleudertrauma)

Weit weniger Patienten berichten von oszilopsieartigen Sehstörungen:

Angaben in %	Gesamt MW	NonVertigo/Non Tinnitus MW	Δ MW %
Sehstörungen			
Flimmern	39,09	16,67	- 57,36
Mouches volantes	39,51	16,67	- 57,80

In diesem Kollektiv bemerkten mit 7 Patienten (58,3 %) etwas mehr als die Hälfte eine subjektive Hörminderung, also deutlich weniger als in unseren Vergleichskollektiven mit 96,71 % (Δ MW = - 39,68 %).

Bei den Herz-Kreislaufleiden zeigen sich weniger Bluthruckerkrankungen, jedoch ist die Zahl der Herzinsuffizienzen oder erlittenen Herzinfarkte, auch bedingt durch die Größe des Kollektiven immens höher.

3. Ergebnisse

Angaben in %	Gesamt MW	NonVertigo/Non-Tinnitus MW	Δ MW %
Herz-Kreislauf-Leiden			
- Hypertonus	20,58	16,67	-18,98
- Hypotonus	19,34	0,0	-100,00
- Herzinsuffizienz	7,82	8,33	+ 6,54
- Z.n. Herzinfarkt	2,06	8,33	+ 304,84

Bei Betrachtung der obigen Zahlen darf man jedoch nicht die Größe des dargestellten Kollektives unbeachtet lassen, da hier bereits ein Patient 8,33 % ausmacht!

3.2.3 Die Anamnesedaten des Vertigo-Kollektiv nach NOASC I

Das Vertigokollektiv umfasst 196 Patienten, entspricht 80,7 % des Gesamtkollektives. Hiervon sind 55,6 % (109) Patienten weiblichen und 44,4 % (87) männlichen Geschlechts. Von diesen Patienten berichtet jeder von mindestens einem Symptom aus der Anamnesegruppe Vertigo.

Der Patient des Vertigokollektivs ist durchschnittlich $50,0 \pm 14,5$ Jahre alt (Δ MW – 1,77 %), die Altersspanne reicht von 18 bis 90 Jahren.

In Durchschnittsgröße und Gewicht, sowie den gemessenen Blutdruckwerten nach Riva-Rocci entspricht dieses Kollektiv ebenfalls dem Gesamtkollektiv.

Deutliche Unterschiede in den Anamneseparametern zeigen sich gegenüber dem Gesamtkollektiv bei der Nennung der Symptome aus dem Bereich Leistungsabfall, Wachheitsstörungen und Befindlichkeitsstörungen:

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo-Kollektiv MW	Δ MW %
Erschöpfung	54,32	61,73	+ 13,64
Antriebslosigkeit	55,14	63,27	+ 14,74
Schwächegefühl	54,32	62,24	+ 14,58
Vergesslichkeit	62,14	66,33	+ 6,74
Benommenheit	60,49	67,86	+ 12,18
Ermüdbarkeit	72,02	80,61	+ 11,93

3. Ergebnisse

Bei den Vertigosymptomen tritt verstärkt Unsicherheitsgefühl, Schwankschwindel, Taumeligkeit und Drehschwindel auf. Die Anfallsdauer ist verlängert, zudem bestehen die Beschwerden bereits länger.

Die Gesamtzahl für Vertigo liegt für dieses Kollektiv erwartungsgemäß bei 100 Prozent.

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo- Kollektiv MW	Δ MW %
Schwankschwindel	61,73	76,35	+ 23,69
Drehschwindel	26,75	33,16	+ 23,97
Taumeligkeit	60,08	74,49	+ 23,93
Black out	2,06	2,55	+23,93
Unsicherheit	65,02	80,61	+ 23,98
Dauer des Anfalls			
Sekunden	75,72	93,88	+ 23,98
Minuten	37,45	46,43	+ 23,98
Stunden	27,98	34,69	+ 23,97
Tage	12,76	15,82	+ 24,01
Dauer der Beschwerden			
Seit Jahren	61,73	76,02	+ 23,15

Auch die begleitenden vegetativen Beschwerden liegen in diesem Kollektiv nahezu ein viertel über dem Mittelwert des Gesamtkollektivs.

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo- Kollektiv MW	Δ MW %
Schweißausbruch	1,23	1,53	+ 23,93
Herzklopfen	0,41	0,51	+ 23,93
Übelkeit	34,98	43,37	+ 23,99
Würgen	8,23	10,20	+ 23,93
Erbrechen	7,82	9,69	+ 23,93
Nausea gesamt	36,63	45,41	+ 23,98

Keine relevante Unterscheidung zum Gesamtkollektiv zeigt sich in der Zahl der beidseitigen Ohrgeräusche, eine deutliche Abweichung jedoch für den einseitigen Tinnitus. Bei der subjektiven Hörminderung findet sich kein wesentlicher Unterschied.

3. Ergebnisse

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo-Kollektiv MW	Δ MW %
Tinnitus bds.	46,91	46,94	+ 0,06
nur rechts	11,11	9,69	- 12,79
nur links	15,23	16,33	+ 7,25
Hörminderung gesamt	96,71	98,47	+ 1,82

Deutlicher stellen sich die Unterschiede bei begleitenden oszillopsieartigen Sehstörungen dar:

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo- Kollektiv MW	Δ MW %
Sehstörungen			
Doppelbilder	1,65	2,04	+ 23,93
Flimmern	39,09	44,39	+ 13,54
Mouches volantes	39,51	45,41	+ 14,94

Bei den Kopf-Halstraumata wurden im Vergleich zum Gesamtkollektiv mit 32,14 % Kopf-Hals-Schleudertraumata über eine höhere Anzahl traumatischer Vorschädigungen berichtet (Δ MW = + 13,19 %).

Internistischen Erkrankungen sind im Vertigokollektiv anteilmäßig höher vertreten als im Gesamt- oder den folgenden symptomorientierten Vergleichskollektiven:

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo- Kollektiv MW	Δ MW %
Hypertonus	20,58	22,45	9,11
Rhythmusstörungen	2,88	3,57	23,93
Z.n. Herzinfarkt	2,06	1,53	-25,64
Nierenleiden	1,65	2,04	23,93
Hyperthyreose	0,82	1,02	23,93
Hypothyreose	0,41	0,51	23,93
Hypercholesterinämie	2,47	2,04	-17,38
Hyperlipidämie	2,88	2,04	-29,18
Neurol. Leiden- Apoplex	2,88	3,57	23,93
Lähmungen	0,41	0,51	23,93

3.2.4 Die Anamnesedaten des Tinnitus-Kollektivs nach NOASC I

Dieses Kollektiv besteht aus 179 Patienten (73,66 % des Gesamtkollektivs), 85 (47,49 %) Frauen und 94 (52,51 %) Männer. Das Durchschnittsalter beträgt $49,71 \pm 13,95$ Jahre ($\Delta -2,34$), das Durchschnittsgewicht liegt bei $75,8 \pm 13,52$ kg bei einer Durchschnittsgröße von $171,6 \pm 7,79$ cm. In den vorgenannten und den Blutdruckwerten zeigen sich keine Unterschiede zum Gesamtkollektiv.

Mit einer Differenz der Mittelwerte von -0,77 % bei allen genannten Vertigosymptomen unterscheidet sich das Tinnituskollektiv hierbei nicht vom Gesamtkollektiv.

Die Beschwerde- und Anfallsdauer ähnelt ebenfalls dem Gesamtkollektiv, wobei jedoch eher eine leichte Tendenz in eine seit Jahren bestehende Symptomatik geht. (63,69 % zu 61,73 % Gesamt, Δ MW 3,08%).

Relevante Unterschiede finden sich erst bei der Anzahl der genannten Nausea-Symptome welche mit einer Gesamtzahl von 40,22 % mit einer prozentualen Differenz Δ MW von 8,93 % über der von 36,63 % liegt, auch hier scheint das vegetative System dieses Kollektives leichter irritierbar.

Angaben in %	Gesamt MW	Tinnitus- Kollektiv MW	Δ MW %
Schweißausbruch	1,23	1,68	+ 36,08
Herzklopfen	0,41	0,0	-100,00
Übelkeit	34,98	38,55	+ 10,21
Würgen	8,23	9,50	+ 15,43
Erbrechen	7,82	8,94	+ 14,34
Nausea gesamt	36,63	40,22	+ 9,81

Erwartungsgemäß sollten höhere Werte bei Angaben zu Tinnitus und Hörminderung erzielt werden, welches jedoch bei der Hörminderung nicht so signifikant auffällt wie bei den Ohrgeräuschen.

Angaben in %	Gesamt MW	Tinnitus- Kollektiv MW	Δ MW %
Tinnitus beidseits	46,91	63,69	+35,76
nur rechts	11,11	15,08	+35,72
nur links	15,23	20,67	+35,75
Hörminderung gesamt	96,71	98,88	+2,25

3.2.5 Die Anamnesedaten des Vertigo und Tinnitus –Kollektivs nach NOASC I

Das Vertigo mit Tinnitus Vergleichskollektiv umfasst 143 Patienten, damit 58,85 % vom Gesamtkollektiv. 73 Patienten (51,05 %) waren Frauen, 70 (48,68 %) Männer.

Durchschnittlich war ein Patient dieses Kollektives $49,48 \pm 13,77$ Jahre alt, und wog $76,4 \pm 13,89$ kg bei einer Körpergröße von $171,49 \pm 7,97$ cm. In den Blutdruckwerten findet sich auch hier kein relevanter Unterschied zum Gesamtkollektiv.

Im Vergleich zu allen anderen Kollektiven finden sich hier die meisten Nennungen für Symptome aus dem Bereich des Leistungsabfalls und der Wachheitsstörungen.

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo/Tinnitus- Kollektiv MW	Δ MW %
Erschöpfung	54,32	63,64	+ 17,16
Antriebslosigkeit	55,14	64,34	+ 16,68
Schwächegefühl	54,32	63,64	+ 17,16
Vergesslichkeit	62,14	68,53	+ 10,28
Benommenheit	60,49	69,93	+ 15,60
Ermüdbarkeit	72,02	81,82	+ 13,61
Schlaflosigkeit	53,09	57,34	+ 8,01

Die Vergleichszahlen für die Vertigosymptome ähneln denen des (Nur-) Vertigokollektives, siehe Kapitel 3.2.4. Definitionsgemäß ist auch hier die Zahl der Vertigo-Patienten 100 Prozent.

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo/Tinnitus- Kollektiv MW	Δ MW %
Schwankschwindel	61,73	76,92	+ 24,61
Drehschwindel	26,75	35,66	+ 33,31
Fallen	7,82	11,19	+ 43,11
Taumeligkeit	60,08	76,22	+ 26,86
Black out	2,06	1,40	- 31,96
Unsicherheit	65,02	80,42	+ 23,68
Claustrophobie	0,41	0,70	+ 70,10

Deutlich wird aus dieser Aufstellung aber auch, dass die Symptome Drehschwindel und Taumeligkeit im kombinierten Vertigo und Tinnitus-Kollektiv noch häufiger sind und die Zahl der vegetativen Symptome (hier: Nausea) auf ein noch stärker irritiertes Vegetativum hinweisen.

3. Ergebnisse

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo/Tinnitus- Kollektiv MW	Δ MW %
Schweißausbruch	1,23	2,10	+ 70,10
Herzklopfen	0,41	0,0	-100,00
Übelkeit	34,98	48,25	+ 37,94
Würgen	8,23	11,89	+ 44,46
Erbrechen	7,82	11,19	+ 43,11
Nausea gesamt	36,63	50,35	+ 37,47

Die Zahlen zu Tinnitus und Hörminderung sind ähnlich derer des Tinnituskollektives anzusetzen, die Zahl der Hörminderung liegt zwischen derer des Vertigo- und des Tinnituskollektives.

Angaben in %	Gesamt MW	Tinnitus/ Vertigo- Kollektiv MW	Δ MW %
Tinnitus bds.	46,91	64,34	+ 37,15
nur rechts	11,11	13,29	+ 19,61
nur links	15,23	22,38	+ 46,98
Hörminderung gesamt	96,71	98,60	+ 1,96

Die Anfallsdauer liegt wie im Gesamtkollektiv vornehmlich im Sekundenbereich. Jedoch ist aufgrund der möglichen Mehrfachnennungen generell ein Anstieg in allen genannten Zeiten erfolgt.

Die Beschwerdedauer ist hier im Bereich von Jahren anzusiedeln.

Angaben in %	Gesamt MW	Vertigo/Tinnitus- Kollektiv MW	Δ MW %
Dauer des Anfalls			
Sekunden	75,72	95,10	+ 25,59
Minuten	37,45	45,45	+ 21,37
Stunden	27,98	34,27	+ 22,46
Tage	12,76	14,69	+ 15,15
Wochen	7,41	9,09	+ 22,72
Monate	6,58	7,69	+ 16,79
Dauer der Beschwerden			
Seit Jahren	61,73	79,02	+ 28,01
Seit Jahrzehnten	0,41	0,70	70,10

In diesem Unterkollektiv werden auch für die Symptome der oszillopsieartigen Sehstörungen hohe Prozentwerte erzielt.

3. Ergebnisse

Angaben in %	Gesamt MW	Tinnitus/ Vertigo- Kollektiv MW	Δ MW %
Sehstörungen			
Doppelbilder	1,65	2,80	+ 70,10
Flimmern	39,09	49,65	+ 27,00
Mouches volantes	39,51	49,65	+ 25,68

Bei den übrigen Ergebnissen der Anamnese bleibt noch eine mit 32,17 % über dem Durchschnitt von 28,40 % (Δ MW = + 13,29) liegende Zahl von Kopf-Hals-Schleudertraumata.

Angaben in %	Gesamt MW	Tinnitus/ Vertigo- Kollektiv MW	Δ MW %
Herzinsuffizienz	7,82	6,29	- 19,55
Rhythmusstörungen	2,88	3,50	+ 21,50
Z.n. Herzinfarkt	2,06	0,70	- 65,98
Nierenleiden	1,65	2,10	+ 27,58
Hyperthyreose	0,82	0,70	- 4,95
Hypothyreose	0,41	0,70	+ ,10
Struma-OP	3,29	1,40	- 7,48
Hypercholesterinämie	2,47	0,70	- 71,65
Hyperlipidämie	2,88	0,70	- 5,70

Im Bezug auf internistische Krankheitsbilder finden sich ein etwas höherer Prozentsatz an Hypertonikern mit 21,68 % zu 20,58 % (Δ MW = + 5,36 und ein etwas niedrigerer Satz an Hypotonikern mit 16,78 % zu 19,34 % (Δ MW = - 13,24)

3.2.6 Einteilung in die krankheitsbezogenen Unterkollektive

In der Analyse der anamnestischen Daten fallen drei geäußerte Erkrankungen besonders ins Gewicht. Das sind zum einen die Kopf- Hals- Traumata, hier vor allem der Zustand nach einer Comotio cerebri, im Gesamtkollektiv von 14,4 % oder nach einem Schleudertrauma des Kopf-Halsbereiches, welcher von 28,4 % der Befragten berichtet wird.

Bei internistischen Erkrankungen fällt vor allem die Zahl der an Hypertonie erkrankten auf, welche mit 20,1 % jeden fünften dieses gemeinsamen Kollektivs betrifft.

3.2.7 Die Anamnesedaten des Unterkollektivs Commotio cerebri nach NOASC I

Das Commotio cerebri- Kollektiv umfasst 35 Patienten, das entspricht 14,4 % des Gesamtkollektivs. Mit 48,57 % (Δ MW -6,33 %) sind die Frauen hier etwas geringer vertreten als die Männer mit 51,43 % (Δ MW 6,82) also eher umgedrehte Verhältnisse als im Gesamtkollektiv.

Der Durchschnittspatient ist mit $46,58 \pm 15,63$ Jahren jünger als im Vergleich (Δ MW - 8,48 %), jedoch etwa genauso groß und so schwer wie im Gesamtkollektiv.

Bei den Blutdruckwerten zeigt sich ein wenig niedriger Wert in der Systole, jedoch bei einem etwas höheren Wert in der Diastole.

Blutdruck nach Riva-Rocci	Riva-	Gesamt MW + StD	Commotio cerebri-Kollektiv MW + StD	Δ MW %
Systolisch		128,6 \pm 21,04	126,7 \pm 24,28	- 1,48
Diastolisch		75,92 \pm 12,25	77,14 \pm 15,49	+ 1,61

In der Symptomgruppe Leistungsabfall unterscheidet sich das Commotio cerebri-Kollektiv nur in den Symptomen Schwächegefühl und Vergesslichkeit nennenswert vom Gesamtkollektiv. Unter den genannten Wachheitsstörungen fällt vor allem der hohe Prozentsatz der Patienten auf, welche „Benommenheit“ angeben.

Bei den Befindlichkeitsstörungen werden im Vergleich mehr als doppelt so häufig Depressionen genannt.

Angaben in %	Gesamt MW	Commotio cerebri-Kollektiv MW	Δ MW %
Schwächegefühl	54,32	57,4	+ 5,19
Vergesslichkeit	62,14	68,57	+ 10,35
Benommenheit	60,49	71,43	+ 18,08
Ermüdbarkeit	72,02	74,29	+ 3,15
Schlaflosigkeit	53,09	51,43	- 3,12
Depression	2,06	5,71	+ 177,71

Vertigosymptome wurden von 82,86 % der Patienten des Commotio cerebri-Kollektivs genannt. Mit dieser Zahl unterscheidet sich dieses Kollektiv nicht

3. Ergebnisse

wesentlich vom Gesamtkollektiv (Δ MW 2,20%), jedoch wurden die einzelnen Symptome in unterschiedlicher Verteilung genannt.

Besonders heraus sticht hierbei die Anzahl der Claustrophobien welche mit einem Δ MW von **597,56 %** sehr deutlich über dem Mittelwert des Gesamtkollektives liegt. Dennoch sollten auch in diesem Fall die Patientenfallzahlen pro Kollektiv beachtet werden.

Angaben in %	Gesamt MW	Commotio cerebri- Kollektiv MW	Δ MW %
Schwankschwindel	61,73	57,14	+ 7,43
Drehschwindel	26,75	42,86	+ 60,22
Fallen	7,82	5,71	- 26,92
Taumeligkeit	60,08	54,29	- 9,65
Unsicherheit	65,02	57,14	-12,12
Claustrophobie	0,41	2,86	+ 597,56
Vertigo gesamt	81,07	82,86	2,20

Im Folgenden wird die Verteilung der Nauseasympptome des Commotio cerebri-Kollektives ersichtlich. Im Vergleich zum Gesamtkollektiv zeigt sich eine Steigerung der Patientenzahl, welche Nausea-Beschwerden angeben um (Δ MW) 63,82 %. Hierbei vor allem bei den Symptomen der Schweißausbrüche und Übelkeit, hingegen berichtete keiner von damit einhergehendem Vomitus.

Angaben in %	Gesamt MW	Commotio cerebri- Kollektiv MW	Δ MW %
Schweißausbruch	1,23	2,86	+ 131,43
Übelkeit	34,98	57,14	+ 63,36
Erbrechen	7,82	0,00	-100,00
Nausea gesamt	36,63	60,00	+ 63,82

Die Anfallsdauer erfährt hier ähnlich dem vorangegangenen Vergleichskollektiv eine Zunahme in allen Zeitangaben, bedingt durch Mehrfachnennungen. Die Beschwerdedauer besteht vornehmlich seit einigen Monaten vor Vorstellung des Patienten in der Praxis.

3. Ergebnisse

Angaben in %	Gesamt MW	Commotio cerebri- Kollektiv MW	Δ MW %
Dauer des Anfalls			
Minuten	37,45	40,00	+ 6,81
Stunden	27,98	31,43	+ 12,31
Tage	12,76	14,29	+ 11,98
Wochen	7,41	8,57	+ 15,71
Monate	6,58	8,57	+ 30,18
Dauer der Beschwerden			
Seit Tagen	1,23	0,0	-100,00
Seit Wochen	2,06	0,0	-100,00
Seit Monaten	12,76	22,86	+ 79,17
Seit Jahren	61,73	60,00	- 2,80
Seit Jahrzehnten	0,41	2,86	+ 594,29

Auch ein vermehrtes Auftreten von oszilopsieartigen Sehstörungen ist erkennbar, Doppelbilder-Sehen wird jedoch nicht genannt.

Angaben in %	Gesamt MW	Commotio cerebri- Kollektiv MW	Δ MW %
Sehstörungen-Doppelbilder	1,65	0,00	-100,0
Flimmern	39,09	42,86	+ 9,62
Mouches volantes	39,51	37,14	- 5,98

Bei den Hörstörungen nennen im Vergleich 15,6 % mehr einen beidseitigen Tinnitus, rechtsseitig annähernd ebenso viele wie im Vergleich, jedoch ein nur linksseitiger Tinnitus wesentlich weniger, so dass keine Seitenbevorzugung mehr zu erkennen ist.

Eine Hörminderung stellen ebenso viele Patienten wie im Gesamtkollektiv fest.

Angaben in %	Gesamt MW	Commotio cerebri- Kollektiv MW	Δ MW %
Tinnitus beidseits	46,91	54,29	+ 15,71
nur rechts	11,11	11,43	+ 2,86
nur links	15,23	11,43	-24,94
Hörminderung gesamt	96,71	97,14	0,45

In der Auflistung der Kopf-Hals-Traumata müssen wir definitionsgemäß 100% für die Commotio cerebri in unserem Kollektiv finden. Jedoch werden auch alle anderen Traumata wesentlich häufiger als im Gesamtkollektiv genannt.

3. Ergebnisse

Angaben in %	Gesamt MW	Commotio cerebri- Kollektiv MW	Δ MW %
Kopf-Hals-Trauma			
Commotio cerebri	14,40	100,00	
Contusio cerebri	2,06	8,57	+ 316,57
Schädelfraktur	1,65	2,86	+ 73,57
HWS-Schleudertrauma	28,40	37,14	+ 30,81

Bei den übrigen internistischen Erkrankungen hebt sich vor allem die Anzahl der Hypotoniker hervor. Der Prozentsatz der Hypertoniker und Diabetiker ähnelt dem Gesamtkollektiv, Herzinsuffizienzen treten deutlich weniger auf. Alle übrigen internistischen Erkrankungen werden in diesem Kollektiv nicht benannt.

Angaben in %	Gesamt MW	Commotio cerebri- Kollektiv MW	Δ MW %
Internist. Erkrankungen			
Hypotonus	19,34	28,57	+ 47,72
Herzinsuffizienz	7,82	5,71	- 26,92

3.2.8 Die Anamnesedaten des Kollektiven von Patienten mit einem Zustand nach Kopf-Hals-Schleudertrauma nach NOASC I

Das Kollektiv umfasst mit 69 Patienten alle die, welche sich irgendwann einmal eine solche Verletzung zugezogen hatten. Es umfasst damit 28,4 % des Gesamtkollektives. 56,52 % des Kollektiven sind Frauen, das entspricht 9,01 % mehr als im Gesamtkollektiv und 43,48 % Männer, d.h. 9,70 % weniger als im Gesamtkollektiv.

Das Durchschnittsalter beträgt $46,15 \pm 11,86$ Jahre und ist damit das jüngste Kollektiv in unseren Vergleichen (Δ MW -9,33 %). Das Durchschnittsgewicht beträgt $75,29 \pm 13,89$ kg, die Durchschnittsgröße liegt bei $170,75 \pm 8,18$ cm.

Blutdruck nach Riva-Rocci	Gesamt MW + StD	HWS-Schleudertrauma- Kollektiv MW + StD	Δ MW %
Systolisch	$128,60 \pm 21,04$	$123,31 \pm 18,61$	- 4,11
Diastolisch	$75,92 \pm 12,25$	$75,96 \pm 13,58$	+ 0,05

3. Ergebnisse

Von allen Kollektiven zeigt dieses die höchsten Zahlen für Symptome aus dem Bereich Leistungsabfall und Wachheitsstörungen:

Angaben in %	Gesamt MW	HWS-Schleudertrauma- Kollektiv MW	Δ MW %
Erschöpfung	54,32	69,57	+ 28,06
Antriebslos	55,14	69,57	+ 26,15
Schwächegefühl	54,32	71,01	+ 30,73
Vergesslichkeit	62,14	75,36	+ 21,28
Benommenheit	60,49	81,16	+ 34,16
Ermüdbarkeit	72,02	85,51	+ 18,73
Schlaflosigkeit	53,09	63,32	+ 17,39

Oben genanntes gilt auch für die Symptome aus dem Vertigo-Bereich. In allen Bereichen liegt dieses Kollektiv deutlich über den anderen Vergleichskollektiven.

Angaben in %	Gesamt MW	HWS-Schleudertrauma- Kollektiv MW	Δ MW %
Schwankschwindel	61,73	71,01	+ 15,04
Drehschwindel	26,75	33,33	+ 24,62
Fallen	7,82	13,04	+ 66,82
Taumeligkeit	60,08	69,57	+ 15,78
Black-out	2,06	5,80	+ 181,74
Unsicherheit	65,02	73,91	+ 13,68
Vertigo gesamt	81,07	91,30	+ 12,62

Erwartungsgemäß musste mit der Zunahme der Schwindelsymptome auch mit einer Zunahme der vegetativen Begleitphänomene gerechnet werden.

Erstaunlicherweise berichtete keiner der Patienten von Schweißausbrüchen. Auffällig ist vor allem die gehäufte Nennung von Palpitationen, Würgereiz und Erbrechen.

Angaben in %	Gesamt MW	HWS-Schleudertrauma- Kollektiv MW	Δ MW %
Schweißausbruch	1,23	0,0	-100,0
Herzklopfen	0,41	1,45	+ 252,17
Übelkeit	34,98	55,07	+ 57,44
Würgen	8,57	15,94	+ 93,70
Erbrechen	7,82	13,04	+ 66,82
Nausea gesamt	36,63	56,52	+ 54,32

3. Ergebnisse

Die Anfallsdauer liegt vornehmlich im Bereich von Sekunden und Minuten, jedoch ist insgesamt in diesem Kollektiv an Anstieg der Prozentzahlen in allen Bereichen zuerkennen.

Die Beschwerden bestehen überwiegend schon seit einigen Monaten bis Jahren.

Angaben in %	Gesamt MW	HWS-Schleudertrauma- Kollektiv MW	Δ MW %
Dauer des Anfalls			
Sekunden	75,72	85,51	+12,93
Minuten	37,45	46,38	+ 23,84
Stunden	27,98	34,78	+ 24,30
Tage	12,76	14,29	+ 13,60
Wochen	7,41	10,14	+ 36,96
Monate	6,58	8,70	+ 32,07
Dauer der Beschwerden			
Seit Wochen	2,06	4,35	+ 111,30
Seit Monaten	12,76	15,94	+ 24,96
Seit Jahren	61,73	69,57	+ 12,70

Die Zahlen für Tinnitus ändern sich in der Verteilung ihrer Prävalenz, jedoch ohne sich am Ende in ihrer Gesamtzahl viel vom Gesamtkollektiv zu unterscheiden.

Erstaunlich ist bei diesem Kollektiv, dass alle Befragten von einer subjektiven Hörminderung berichten.

Angaben in %	Gesamt MW	HWS-Schleudertrauma- Kollektiv MW	Δ MW %
Tinnitus beidseits	46,91	44,93	-4,23
nur rechts	11,11	10,14	-8,70
nur links	15,23	17,39	+14,22
Hörminderung gesamt	96,71	100,00	+3,40

Ebenso zeigt sich in diesem Kollektiv eine deutliche Zunahme von oszilopsieartigen Sehstörungen. Bei über der Hälfte der Befragten zeigen sich hier Flimmerphänomene oder Mouches volantes.

3. Ergebnisse

Angaben in %	Gesamt MW	HWS-Schleudertrauma- Kollektiv MW	Δ MW %
Sehstörungen- Doppelbilder	1,65	2,90	+ 76,09
Flimmern	39,09	55,07	+ 40,87
Mouches volantes	39,51	55,07	+ 39,40

Bei den Kopf-Halstraumata findet sich in diesem Kollektiv definitionsgemäß bei 100 % der Patienten ein Kopf-Hals-Schleudertrauma. Ebenfalls höher als im Gesamtkollektiv ist die Zahl der Commotiones cerebri mit 18,84 % (Δ MW = 30,81 %)

Bei den internistischen Erkrankungen fällt auf, dass die Zahl der Hypertoniker mit 14,49 % im Vergleich zu 20,58 % deutlich kleiner ist (Δ MW -29,57 %). Bei den Nierenleiden finden sich mit 2,90 % Δ MW 76,09 % mehr Erkrankungen. Im Übrigen werden weder ein Herzinfarkt, eine Hypo- oder Hyperthyreose, noch eine Hypercholesterinämie genannt. Die Zahl der Hyperlipidämien liegt mit 1,45 % um ca. die Hälfte niedriger als im Gesamtkollektiv (Δ MW – 46,69 %).

3.2.9 Die Anamnesedaten des Hypertonus Kollektivs nach NOASC I

Das Kollektiv „Hypertonus“ umfasst 50 Patienten. 58 % davon sind Frauen, 42 % Männer. Das Durchschnittsalter beträgt $58,50 \pm 14,08$ Jahre und ist damit im Schnitt 8 Jahre älter als das Gesamtkollektiv (Δ MW + 14,93 %). Die Durchschnittsgröße beträgt $168,60 \pm 8,44$ cm, das Durchschnittsgewicht $76,98 \pm 14,70$ kg.

In den Blutdruckwerten bestätigt sich die Aufteilung des Kollektivs.

Blutdruck nach Riva- Rocci	Gesamt MW + StD	Hypertonus-Kollektiv MW + StD	Δ MW %
Systolisch	$128,60 \pm 21,04$	$147,50 \pm 20,53$	+ 14,70
Diastolisch	$75,92 \pm 12,25$	$83,06 \pm 12,75$	+ 9,40

Auch die Patienten dieses Kollektivs berichten von Symptomen aus den Bereichen Leistungsabfall, Wachheits- und Befindlichkeitsstörungen, mit jedoch geringerer Anzahl, ausgenommen das Symptom der Vergesslichkeit und der Depression.

3. Ergebnisse

Angaben in %	Gesamt MW	Hypertonus-Kollektiv MW	Δ MW %
Erschöpfung	54,32	50,00	- 7,95
Antriebslos	55,14	50,00	- 9,33
Schwächegefühl	54,32	48,00	- 11,64
Vergesslichkeit	62,14	64,00	+ 2,99
Benommenheit	60,49	64,00	+ 5,80
Ermüdbarkeit	72,02	74,00	+ 2,75
Schlaflosigkeit	53,09	56,00	+5,49
Depression	2,06	4,00	+ 94,40

Bei den Vertigosymptomen stehen vor allem die Symptome Drehschwindel, Fallneigung und Unsicherheit im Vordergrund, die übrigen unterscheiden sich kaum vom Gesamtkollektiv. Insgesamt ist trotzdem ein vermehrtes Auftreten von Vertigo berichtet worden.

Angaben in %	Gesamt MW	Hypertonus-Kollektiv MW	Δ MW %
Schwankschwindel	61,73	64,00	+ 3,68
Drehschwindel	26,75	36,00	+ 34,58
Fallen	7,82	10,00	+ 27,89
Unsicherheit	65,02	68,00	+ 4,58
Vertigo gesamt	81,07	90,00	+ 11,02

Auch bei den Nauseasymptomen zeigt sich ein insgesamt vermehrtes Auftreten, wobei keiner der Patienten von Palpitationen berichtete. Jedoch wurde deutlich weniger über Würgereiz oder Erbrechen berichtet, mehr aber über Schweißausbrüche.

Angaben in %	Gesamt MW	Hypertonus-Kollektiv MW	Δ MW %
Schweißausbruch	1,23	2,00	+ 62,00
Herzklopfen	0,41	0,00	- 100,00
Übelkeit	34,98	36,00	+ 2,92
Würgen	8,57	6,00	- 27,10
Erbrechen	7,82	4,00	- 48,84
Nausea gesamt	36,63	38,00	+ 3,75

3. Ergebnisse

Die Anfallsdauer liegt auch hier eher im Bereich von Sekunden bis Minuten. Die Beschwerden bestehen hier jedoch schon seit einigen Jahren, z.T. auch Jahrzehnten.

Angaben in %	Gesamt MW	Hypertonus-Kollektiv MW	Δ MW %
Dauer des Anfalls			
Sekunden	75,72	80,00	+ 5,65
Minuten	37,45	44,00	+ 17,49
Tage	12,76	14,00	+ 9,74
Wochen	7,41	8,00	+ 8,00
Monate	6,58	8,00	+ 21,50
Dauer der Beschwerden			
Seit Jahren	61,73	70,00	+ 13,40
Seit Jahrzehnten	0,41	2,00	+ 386,00

Auch hier berichten alle Befragten von einer subjektiven Hörminderung. Tinnitus besteht überwiegend beidseits, eine Seitenpräferenz herrscht nur noch bei jeweils sechs Prozent der Patienten.

Angaben in %	Gesamt MW	Hypertonus-Kollektiv MW	Δ MW %
Tinnitus beidseits	46,91	58,00	23,63
nur rechts	11,11	6,00	- 46,00
nur links	15,23	6,00	- 60,59
Hörminderung gesamt	96,71	100,00	3,40

Die oszillopsieartigen Sehstörungen sind in diesem mehr vertreten als im Gesamtkollektiv.

Nicht genannt wurden Geruchs- oder Geschmacksstörungen oder Trigeminus/Facialisstörungen.

Angaben in %	Gesamt MW	Hypertonus- Kollektiv MW	Δ MW %
Sehstörungen- Doppelbilder	1,65	2,90	+ 21,50
Flimmern	39,09	44,00	+ 12,55
Mouches volantes	39,51	48,00	+ 21,50

3. Ergebnisse

In diesem Kollektiv finden sich weitaus weniger Kopf- Hals- Traumata, alle anderen Zahlen entsprechen denen des Gesamtkollektivs.

Angaben in %	Gesamt MW	Hypertonus-Kollektiv MW	Δ MW %
Kopf-Hals-Trauma			
Schädelfraktur	1,65	0,00	- 100,0
Peitschenhiebverletzung	28,40	20,00	- 29,57

Die Anzahl der internistischen Begleiterkrankungen ist im Vergleich zu allen anderen vorherigen die GröÙte im Vergleich, was sicherlich z.T. auch mit dem höheren Durchschnittsalter der Patienten in Verbindung zu bringen ist. Die Änderungen sind der nachfolgenden Auflistung zu entnehmen. Die Zahl der Hypertonie-Erkrankten ist definitionsgemäß 100 Prozent.

Angaben in %	Gesamt MW	Hypertonus-Kollektiv MW	Δ MW %
Neurologische Leiden			
Lähmungen	0,41	2,00	+ 386,00
Apoplex	2,88	8,00	+ 177,71
Herz-Kreislauf-Leiden			
Hypotonus	19,34	4,00	-79,32
Herzinsuffizienz	7,82	16,00	+ 104,63
Z.n. Herzinfarkt	2,06	4,00	+ 94,40
Diabetes mellitus	2,88	8,00	+ 108,29
Hypercholesterinämie	2,47	6,00	+ 143,00
Hyperlipidämie	2,88	8,00	+ 177,71
Hyperthyreose	0,82	2,00	+ 143,00
Hypothyreose	0,41	0,00	-100,0

3.3 Klinische Befunde des Gesamtkollektives

Nach Abschluss der Patienteneigenanamnese nach dem System NOASC I (siehe auch unter Kapitel „Material und Methoden“, 2.2) folgen nun die Ergebnisse der klinischen Befunde der Elektronystagmographie, der Cranio-Corpo-Graphie, sowie der Evozierten Hirnpotentiale und der Audiometrie.

3.3.1 Die Elektronystagmographie des Gesamtkollektivs

Der **Spontannystagmus** und die zentrale Nystagmusschlagrate bei unterschiedlicher kalorischer Stimulation wurde bei 239 für links (= 98,4 %) bzw. 240 für rechts (=98,8%) der 243 Patienten jeweils seitengetrennt bestimmt.

Der Mittelwert des Spontannystagmus (Tabelle 8) rechts liegt mit 21,1 Schlägen pro 30 Sekunden über dem Normbereich von 17 (siehe auch I. Kapitel „Material und Methoden“, Seite 7), wobei Messungen zwischen 0,0 und 70 Schlägen pro Messzeitraum, sowie eine Standardabweichung von $\pm 10,8$ ermittelt wurden. Der Mittelwert für den links gerichteten Spontannystagmus liegt mit 18,0 Schlägen im Normbereich. Auch hierbei existiert ein breiter Messbereich von 0,0 bis 61 Nystagmusschlägen, die Standardabweichung liegt ähnlich dem Wert für rechts bei 10,4.

Tabelle 8: Ergebnisse Spontannystagmus im Gesamtkollektiv; Angabe in Nystagmusschlägen/ 30 Sekunden

Spontan-Nystagmus	Mittelwert	Standard-Abweichung	Maximum	Minimum	Normbereich
rechts (n = 240)	21,1	10,8	70,0	2,0	0-17
links (n = 239)	18,0	10,4	61,0	0,0	0-19

Die Mittel- und Maximalwerte des **kalorischen Nystagmus** (Tabelle 9) liegen ebenfalls im Normbereich, wenn man auch hier von einer Standardabweichung um den Mittelwert von 17,9 bis 20,5 absieht, die Minimumwerte jedoch deutlich außerhalb.

Addiert man die Standardabweichung zu den Mittelwerten, sie erkennt man für rechts Warm-, sowie links Warm- und Kaltspülung ein Überschreiten des Normbereiches, ebenso wie bei einer Subtraktion bei der Kaltspülung rechts.

Den ermittelten Normwerten entsprechend findet sich auch hier eine höhere Nystagmus-schlagrate für die linke Seite.

Tabelle 9: Zentrale Nystagmusfrequenz bei unterschiedlicher seitengetrennter kalorischer Reizung, Angabe in Nystagmusschlägen/ 30 Sekunden

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Standard-Abweichung	Maximum	Minimum	Normbereich NODEC III
rechts 44°C (n = 238)	41,8	17,9	106,0	4,0	20,9 – 55,7
rechts 30°C (n = 238)	42,7	19,8	126,0	5,0	25,6 – 64,0
links 44°C (n = 238)	44,6	20,2	137,0	4,0	23,1 – 60,9
links 30°C (n = 238)	47,4	20,5	125,0	4,0	24,2 – 66,8

Bei der Lokalisation eines möglichen Läsionsortes mittels der kalorischen Vestibularisprüfung bedienten wir uns wie unter Kapitel I. beschrieben einer trinären Codierung und dem Schmetterlingschema nach Claussen (Abbildung 14).

Die **Elektronystagmographie** der ausgewerteten Schmetterlingskalorigramme bezüglich der Lokalisation der Störung (Abbildung 15) ergab folgendes Bild:

Von 243 untersuchten Patienten waren 80 Fälle entsprechend 32,92 % als Normalbefund einzustufen, 101 Fälle (41,56 %) als pathologisch.

Als pathologische Reaktionsmuster beobachtet wurden:

- 51 Patienten (20,99 %) mit peripherer Störung,
- 50 (20,58 %) mit einer zentralen
- 62 Fälle (25,51 %) mit nicht genau klassifizierbaren Störungen, also Untersuchungsbefunden, die sich nicht eindeutig einem der oben

genannten Kollektive zuordnen ließen, oder auch durch Gaskalorisation inkomplette Codierungen enthielt.

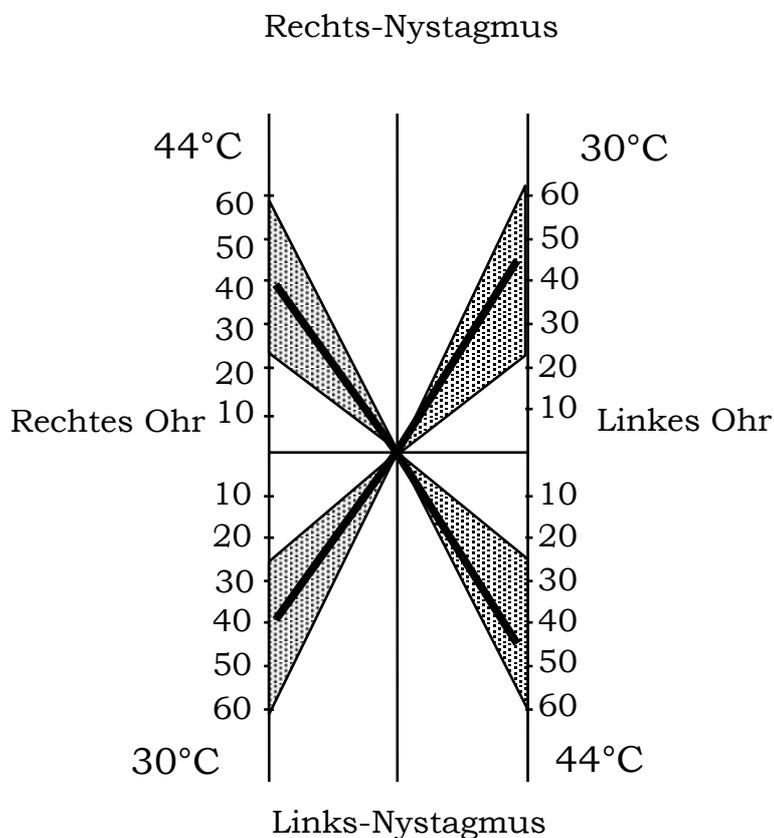


Abbildung 14: Mittelwerte des Kalorischen Nystagmus Gesamtkollektiv dargestellt im Schmetterlingsschema nach CLAUSSEN

Im Kalorisations-Code stellte sich weiterhin heraus, dass jeweils 2 Patienten ein Nystagmus-Enthemmungsüberwiegen für rechts bzw. links, und ebenfalls jeweils zwei Patienten ein Nystagmus-Hemmungsüberwiegen für rechts/ links aufwiesen.

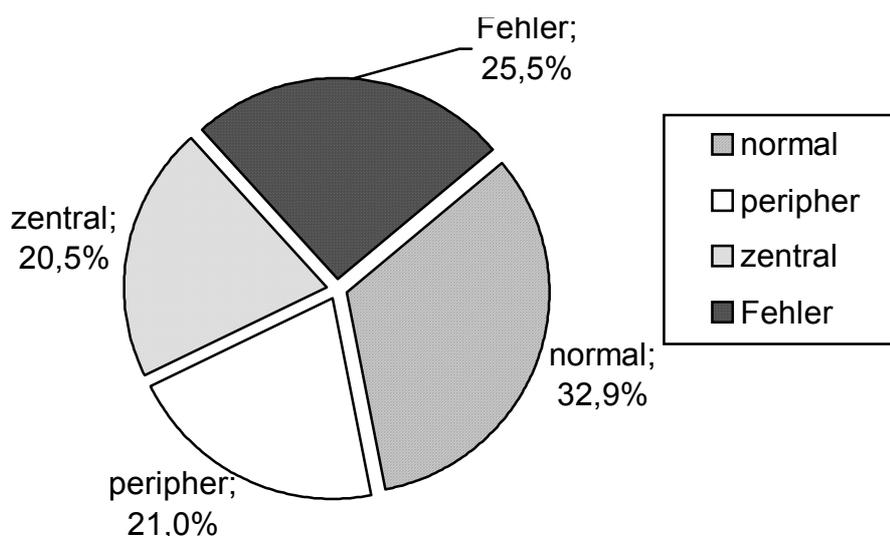


Abbildung 15: Störungslokalisation mittels Kalorisations-Schmetterling auf Basis des ENG, Gesamtkollektiv (243 = 100 %)

Im elektronystagmographisch aufgezeichneten und ausgewerteten **Rotatorischen Intensitätsdämpfungstest (RIDT)** wurden wie im ersten Kapitel „Material und Methoden“ bereits beschrieben, nur die perrotatorischen Ergebnisse (Tabelle 10), hier für 239 Patienten, entsprechend 98,8 %, jeweils nach Rechts und Linksdrehung ausgewertet.

Tabelle 10: RIDT- Ergebnisse Perrotatorius rechts und links; Angabe in Nystagmusschläge/ 30 sek., Gesamtkollektiv

	Mittelwert und StD	Minimum	Maximum	Normbereich
Perrotatorius rechts	56,1 ± 16,6	7,00	107,00	26,4 – 64,6
Perrotatorius links	52,5 ± 17,8	13,00	99,0	24,4 – 61,0

Deutlich wird hierbei das Abweichen der Minima und Maxima, wie auch der hinzuaddierten Standardabweichung zum Mittelwert vom Normbereich.

Stellt man nun den **Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)** an, der wie unter Kapitel I beschrieben die kalorische mit der postrotatorischen Nystagmusantwort vergleicht, so erhält man bezogen auf die rechte Seite für 145 Patienten (59,67 %) folgende Verteilung:

- 59,67 % ein Parallelverhalten
- 28,40 % ein Recruitment (Aufholverhalten)
- 9,88 % ein Decruitment (Blockierungsverhalten)

Für die linke Seite bei 140 (57,61 %) verwerteten Ergebnissen (100 %)

- 57,61 % ein Parallelverhalten
- 26,34 % ein Recruitment
- 13,99 % ein Decruitment

3.3.2 Die Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie des Gesamtkollektives

Als nächstes folgte die Ermittlung einer eventuell vorhandenen Störung mit Hilfe der Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie (US-CCG).

Hierzu wurde der Tretversuch nach UNTERBERGER und FUKUDA (Tabelle 11) bei 238 Patienten ausgewertet, das entspricht 97,9 % des Gesamtkollektives, bei 5 (2,1 %) Patienten konnte das Ergebnis nicht verwertet werden.

Tabelle 11: Ergebnisse Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches, Gesamtkollektiv

	Mittelwert und StD	Minimum	Maximum	Normbereiche ¹
Abweichungs-Länge [cm]	71,4 ± 36,3	3	177	72,8 ± 42,7 cm
Lateralschwankungsbreite [cm]	24,1 ± 10,4	7	78	11,0 ± 5,7 cm
Anguläre Deviation Gesamt [°]	27,8 ± 24,6	0	(-) 113	2,7° ± 51,4°
Eigenspin	40,5 ± 35,4	0	171	0,5° ± 82,8
Schrittzahl / 60 sec.	54,7 ± 9,2	31	90	

Aus erhobenen Befunden der Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches (Abbildung 16) ergeben sich

¹ Normbereiche entnommen aus NODEC IV- Kollektiv

- 41 (16,87 %) unauffällige CCG- Befunde,
- 156 (64,20 %) Patienten mit einer zentralen,
- 4 Patienten (1,05 %) mit einer peripheren und
- 37 Patienten (15,23 %), die eine kombinierte Störung aufweisen.
- 5 (2,06%) nicht verwertbare Befunde

Dementsprechend haben 80,48 % der Patienten in der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches ein pathologisches Ergebnis.

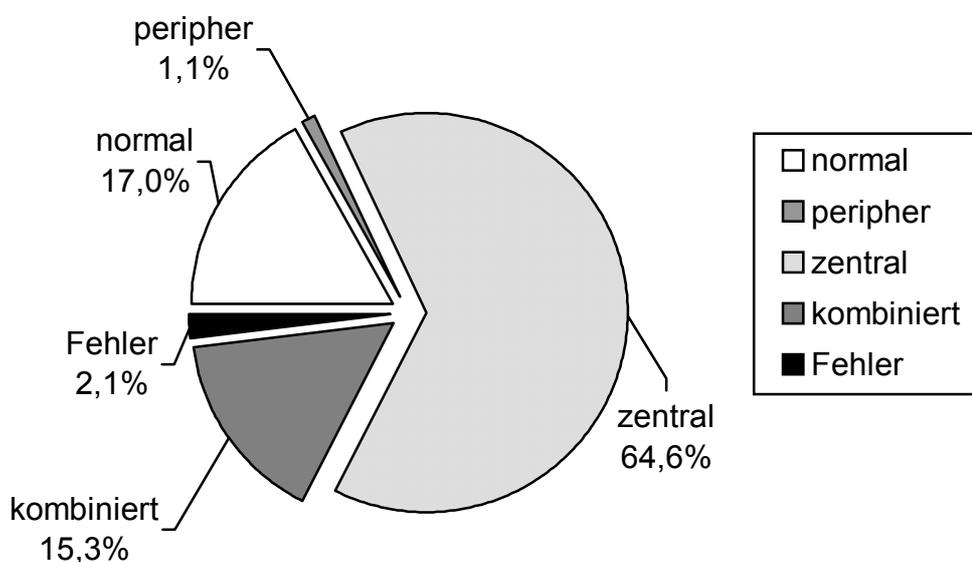


Abbildung 16: Störungslokalisierung im US-CCG des Tretversuches (n=243), Gesamtkollektiv

Der ebenfalls durchgeführte und mit der Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie dokumentierte Stehversuch nach ROMBERG ergab für die Lateralschwankung und Längsschwankung die in Tabelle 12 aufgezeichneten Ergebnisse.

Tabelle 12: Ergebnisse Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie des Stehversuches, Gesamtkollektiv

	Mittelwert und StD	Minimum	Maximum	Normbereich
Längsschwankung [cm]	6,89 ± 5,74	0,90	68,39	6,14 ± 4,39 cm = < 10,53 cm
Lateralschwankung [cm]	6,12 ± 5,43	0,80	55,70	4,40 ± 2,66 cm = < 6,66 cm

Im Einzelnen ergaben sich für das Stehversuchs- CCG 32 (13,17 %) pathologische Längs- und 58 (23,87 %) pathologische Lateralschwankungen. In Kombination hatten 24 Patienten (9,88 %) sowohl eine pathologische Längs- als auch Lateralschwankung, insgesamt war der Stehversuch also 66-mal (27,16 %) krankhaft zu werten, 176-mal als normal (72,43%), bei einer nicht durchgeführten Untersuchung (0,41 %).

Vergleicht man nun die Ergebnisse des Steh- mit dem Tretversuch-US-CCG so erhält man im Tretversuch 16,87 % (41) Normalbefunde, im Stehversuch jedoch 72,84 % (177), also mehr als das vierfache ($\Delta = + 331,77$ %!).

Das heißt, dass die Sensitivität des Tretversuches Pathologien aufzudecken außerordentlich viel größer sein muss, als die des Stehversuchs.

Bis auf vier Ergebnisse stimmten die pathologisch erkannten Stehversuch- CCGs mit den als pathologisch erkannten Tretversuch- CCGs überein (6,06% fehlende Übereinstimmung).

Aus größeren Fehleranalysen von NODEC ist bekannt, dass generelle Hirnstammstörungen in beiden Tests auffällig sind. Störungen im vorderen Kleinhirnschenkel z.B. führen aber zu selektiver Pathologie im Stehversuch.

3.3.2.1 Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Gesamtkollektives

In nachfolgender Abbildung 17 sollen die Ergebnisse bezüglich der Störungslokalisierung der Elektronystagmographie mit denen der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches graphisch verglichen werden.

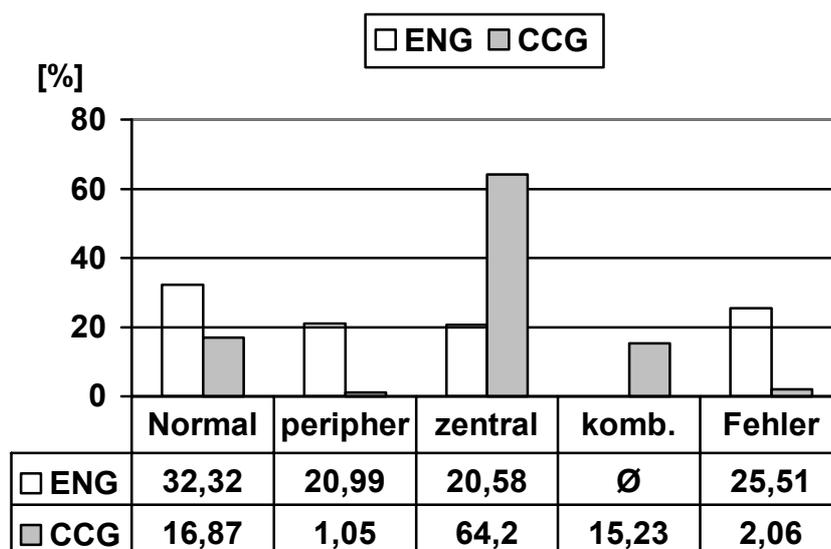


Abbildung 17: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuch-CCG, Gesamtkollektiv

Hieraus wird ersichtlich, dass über die kalorische Gleichgewichtsprüfung mittels der Elektronystagmographie nahezu doppelt so viele Normalbefunde und deutlich mehr periphere Störungen diagnostiziert wurden. Im Tretversuch der Cranio-Corpo-Graphie jedoch überwiegen die zentralen Störungen. Wir haben hierbei auch die Unterscheidungsmöglichkeit kombinierter Störungen, welche wir im ENG nicht haben. Aus diesem Grund steht hier in der Tabelle das Symbol \emptyset . Auffällig ist jedoch auch die hohe Anzahl an nicht durchgeführten oder fehlerhaften Messungen, z.B. durch einen inkompletten Schmetterling bei der Elektronystagmographie.

Die Korrelation der Ergebnisse des ENG mit denen der CCG ist also eher gering.

3.3.3 Evozierte Hirnpotentiale des Gesamtkollektives

Die Mittelwerte für die abgeleiteten akustischen Hirnstamm- (ABEP-) und Hirnrinden- (ALEP)-Latenzzeiten bei +80 dB überschwelliger Reizung liegen im Normbereich, allerdings mit großen Spannen zwischen den Minimum- und Maximumwerten (Tabelle 13).

Im Einzelnen bedeutet das für die Hirnstampotentiale einen Mittelwert von $5,8 \pm 0,3$ Millisekunden (ms) für die Welle V ipsi- und kontralateral rechts und $5,9 \pm 0,3$ ms für die linke Seite. Die Minimalwerte lagen jeweils bei 5 ms, die Maximalwerte bei 7 ms.

Tabelle 13: ABEP (+80 dB)-Latenzzeiten für Gesamtkollektiv (243 = 100%)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Maximum [ms]	Minimum [ms]	Erwartungs- zeiten [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,8 ± 0,3	7	5	5,9
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,9 ± 0,3	7	5	5,9

Bei den abgeleiteten Potentiale der Hirnrinde (ALEP) (Tabelle 14) ergaben sich für die rechte Seite für die ipsilaterale Positivität (P) 2 Werte zwischen 114 und 215 ms der Mittelwert lag bei $165,5 \pm 18,1$ ms und damit etwas niedriger als die Norm-Latenzzeit (180 ms). Ähnlich verhält es sich mit der linken ipsilateralen Seite. Als Mittelwert für P2 wurden hier $161,3 \pm 18,6$ ms ermittelt, bei einem Minimum von 116 und Maximum von 233 ms Latenz. Auch die jeweiligen Latenzzeiten für die ipsilaterale Negativität (N) 1 lassen im Mittelwert keine grobpathologischen Zeiten erkennen (Latenzzeit-Norm: 90 ms). Die Latenzzeiten für N1 rechts ipsilateral reichen von 53 bis 164 ms mit einem Mittelwert von $90,6 \pm 10,1$ ms, für links zwischen 116 und 233 ms bei einem Mittelwert von $88,4 \pm 11,4$ ms.

Tabelle 14: ALEP (+80 dB)- Latenzzeiten für das Gesamtkollektiv (240 von 243 = 98,8 %)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Maximum [ms]	Minimum [ms]	Erwartungszeiten [ms]
N1 rechts ipsi- lateral	$90,6 \pm 10,1$	164	53	90 (100-150)
P2 rechts ipsi- lateral	$165,8 \pm 18,1$	215	114	180 (175- 200)
N1 links ipsi- lateral	$88,4 \pm 11,4$	164	46	90 (100-150)
P2 links ipsi- lateral	$161,3 \pm 18,6$	233	116	180 (175- 200)

Ebenfalls ermittelt wurden bei den Patienten die Latenzzeiten der visuell evozierten Potentiale (VEP) (Tabelle 15). Hier interessierten vor allem die mittels EEG-Auswertung gesammelten Reizantworten bei 100 ms Latenzzeit, die so genannte p100 für rechts- und linksseitig.

Tabelle 15: VEP-Latenzzeiten des Gesamtkollektives (242 von 243 = 99,6%)

P 100	Mittelwert und StD	Maximum	Minimum	Erwartungszeiten
Rechts	95 ± 9,0	129	64	110 ms
Links	94 ± 8,8	129	64	110 ms

Die P100 rechts lag im Mittel bei 95 ms ± 9,0, mit einer Spanne von 64 bis 129 ms in Minimum bzw. Maximum. Die P100 links ähnlich bei 94,8 ms ± 8,8 und gleichen Werten für Minimum und Maximum.

3.3.4 Audiometrie des Gesamtkollektives

In der untersuchten Tonschwellenaudiometrie des Gesamtkollektives ergaben sich große Differenzen sowohl im Hinblick auf die interindividuell benötigten Schalldruckpegel der Einzelpersonen, als auch auf die intraindividuell frequenzabhängig benötigten Schalldruckpegel. In Anbetracht der erzielten Mittelwerte für die jeweils rechte (Abbildung 19) und linke Seite (Abbildung 18) erkennt man, dass zur Wahrnehmung höherer Frequenzen jeweils größere Schalldruckpegel nötig waren.

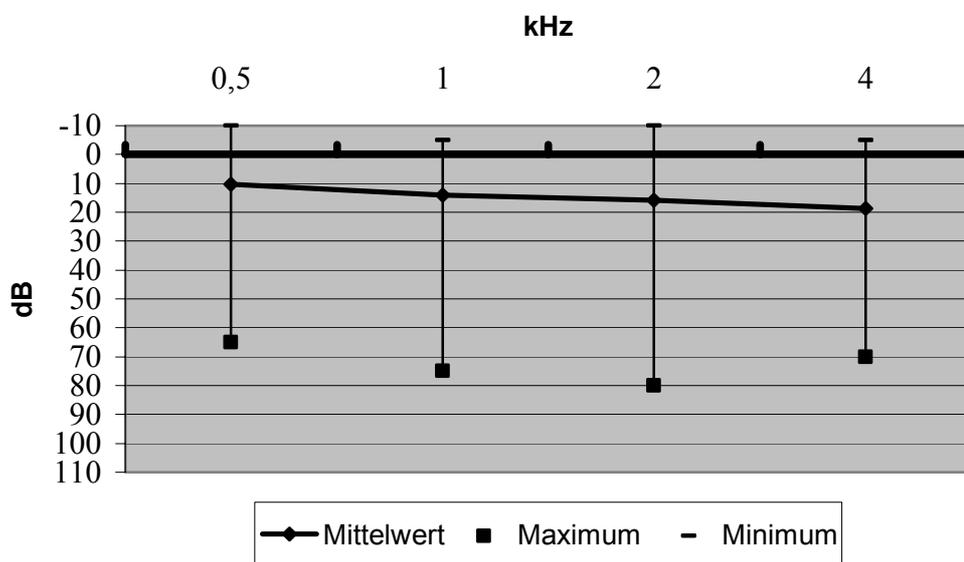


Abbildung 18: Tonschwellenaudiometrie (nur Luftleitung) für das linke Ohr, Gesamtkollektiv

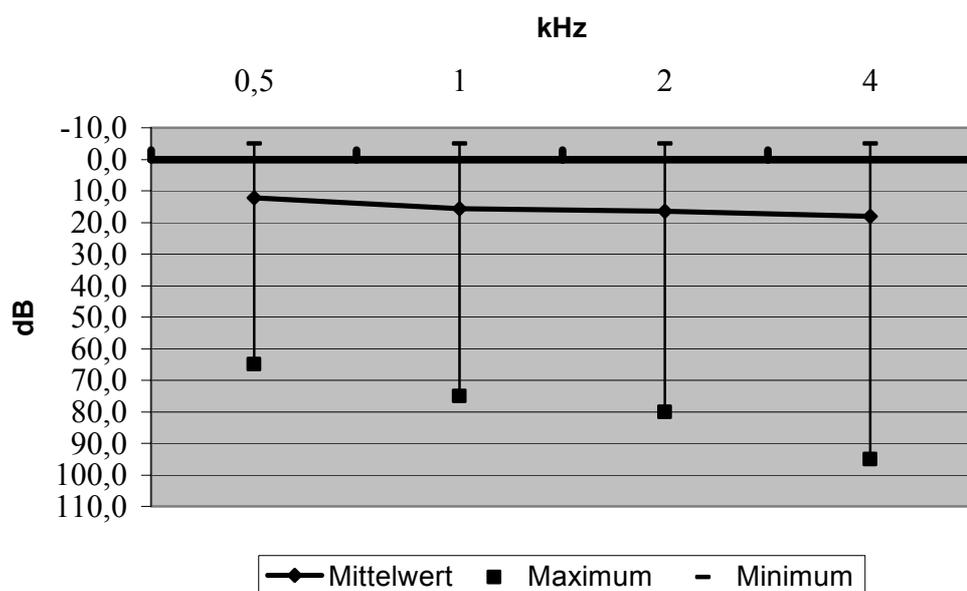


Abbildung 19: Tonschwellenaudiometrie (nur Luftleitung) für das rechte Ohr, Gesamtkollektiv

Die ebenfalls für diese Frequenzen ermittelte Unbehaglichkeitsschwelle 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz und 4 kHz mit Mittelwert und Standardabweichung, sowie den Maximum und Minimumwerte ergeben sich aus nachfolgender Tabelle 16. Die Werte wurden jedoch nur bei 85,6% (208 Patienten) ermittelt.

Tabelle 16: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Gesamtkollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=208)	1 kHz (n= 227)	2 kHz (n=219)	4 kHz (n=212)
Mittelwert und StD	99,30 ± 15,26	101,08 ± 16,43	102,74 ± 15,94	99,79 ± 17,97
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	40	35	5

Entsprechende Werte für die linke Seite enthält die folgende Tabelle 17:

Tabelle 17: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Gesamtkollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=202)	1 kHz (n= 212)	2 kHz (n= 218)	4 kHz (n= 209)
Mittelwert und StD	100,20 ± 15,60	102,13 ± 16,01	103,76 ± 15,84	101,27 ± 16,64
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	45	30	30

Sprachaudiometrisch ergab sich bezogen auf das Gesamtkollektiv für das Zahlenverständnis für die rechte Seite ein Schalldruckpegel-Mittelwert von 48 dB ± 16,10 dB Standardabweichung, für die linke Seite von 47,8 dB ± 14,8 dB.

Für das Wortverständnis ergab das optimale Hören für die rechte Seite einen Schalldruck- Mittelwert von 61,90 dB ± 9,2 dB und für links von 60,2 ± 13,90 dB. Die Spannbreite der erforderlichen Schalldruckpegel reicht von 25 dB links, bzw. 40 dB rechts bis zu 120 dB für beide Seiten.

Der ermittelte Diskriminationsverlust für Zahlen lag um einen Mittelwert von 1,4 % ± 9,2 % für rechts und 0,8 % ± 6,5 % für links, wobei der maximale Diskriminationsverlust für links bei 80% für rechts sogar bei 100 % lag.

Ebenfalls im Rahmen des Hörtests wurde versucht, den von immerhin $\frac{3}{4}$ des Kollektivs (siehe oben) genannten Tinnitus (beidseits, links, rechts.) von Frequenz und Schalldruckpegel her zu maskieren. Rechtsseitig war dies bei 14 Patienten (5,76 %) möglich, links bei 18 (7,41). Ein bilateral maskierbarer Tinnitus bestand bei 26 Patienten (10,7 %).

Der Mittelwert der Frequenz lagen beim rechtsseitigen Tinnitus bei 3,5 ± 2,4 (max. 8,00; min. 0,00), bei einem durchschnittlichen Schalldruckpegel von 45,9 ± 20,5 dB (max. 105; min. 5,0). Für die linke Seite ergab sich eine Frequenz von 3,1 ± 2,30 (max. 8,0; min. 0,0) bei einem ähnlichen Schalldruckpegel von 46,5 ± 22,3 (max. 115; min. 10)

3.4 Klinische Befunde des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektivs

Das NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv umfasst nur 12 Personen, welche weder Vertigo noch Tinnitus Symptome in der Anamnese angaben. Das entspricht 4,9 % des Gesamtkollektives.

3.4.1 Die Elektronystagmographie (ENG) des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektivs

Analysiert man die klinischen Befunde des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektives, so ergeben sich für den elektronystagmographisch aufgezeichneten **Spontannystagmus** jeweils Mittelwerte, die über dem Normbereich zu liegen kommen, allerdings mit verständlicherweise geringerer Standardabweichung als im Gesamtkollektiv, begründet auch durch ein kleineres Kollektiv. Die gemessenen Werte sind in Tabelle 18 ersichtlich.

Tabelle 18: Spontannystagmus NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv; Angabe in Nystagmusschlägen pro 30 Sekunden

Spontan- nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
rechts (n = 9) (Norm 0-17)	18,3	- 13,17	8,0	28	3
links (n = 9) (Norm 0-19)	21,9	21,61	9,3	36	5

Für den **kalorischen Nystagmus** ergeben sich auf den ersten Blick ebenfalls keine herausstechenden Abweichungen zum Gesamtkollektiv, wie in Tabelle 19 ersichtlich. Auch hier befinden sich die Mittelwerte im angenommenen Normbereich, die Standardabweichungen fallen ebenso wie beim Spontannystagmus geringer aus.

Im Kalorisations-Code zeigen sich weder ein Hemmungs- noch ein Enthemmungsüberwiegen.

Tabelle 19: Kalorischer Nystagmus, NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standardabweichung	Maximum	Minimum
Rechts 44°C (n = 8)	33,1	-20,67	13,2	49	7
Rechts 30°C (n = 8)	39,4	-7,71	19,3	60	6
Links 44°C (n = 8)	41,6	-6,70	13,8	72	29
Links 30°C (n = 8)	44,9	-5,22	17,4	74	26

In der **Elektronystagmographie** der ausgewerteten Schmetterlingskalorigramme (Abbildung 20) ergaben sich folgende Störungslokalisationen (n = 12):

- Normalbefunde bei 5 Patienten (41,66 %)
- Eine periphere Störung (8,33 %)
- Eine zentrale Störung (8,33 %)
- und 5 nicht zuordenbare bzw. nicht durchgeführte Messungen (41,66%).

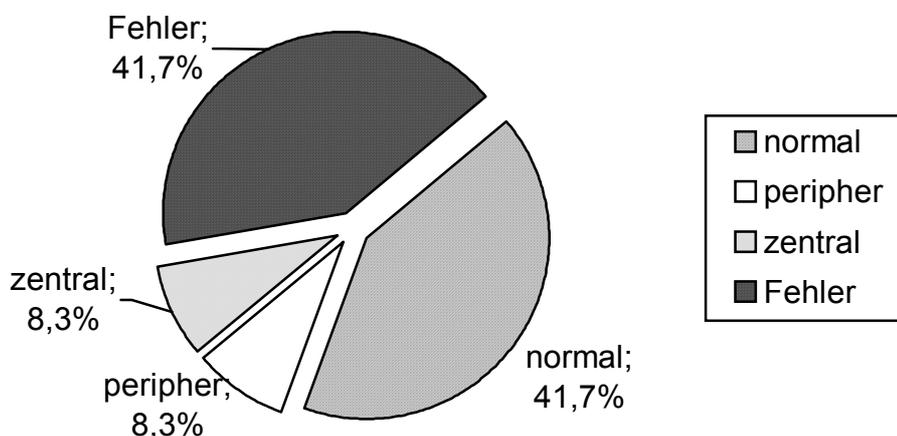


Abbildung 20: Störungslokalisation mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG, NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv (n = 12)

Es zeigt sich folglich ein deutlich höherer Anteil an Normalbefunden ($\Delta\% = + 26,75$) und weniger peripheren ($\Delta\% = -60,33$) und zentralen Störungen ($\Delta\% = -59,56$). Jedoch

ist hier der Anteil der Fehlmessungen im Vergleich zu anderen Kollektiven sehr hoch ($\Delta\% = + 63,53$).

Die Auswertung des rechts und linksseitigen Perrotatorius im elektronystagmographisch aufgezeichneten und ausgewerteten **Rotatorischen Intensitätsdämpfungstest (RIDT)** Tabelle 20 ergab für an 9 Patienten (75 %) durchgeführten Test folgendes Ergebnis:

Tabelle 20: RIDT: Nonvertigo /NonTinnitus-Kollektiv (n= 9); Angabe in Nystagmusschläge / 30 sec.

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Perrotatorius rechts	53,4 \pm 17,3	- 4,69	83	19
Perrotatorius links	52,7 \pm 15,3	0,30	73	28

Hierbei wird ersichtlich, dass auch in diesem Kollektiv die Maximumwerte als auch die zum Mittelwert hinzuaddierte Standardabweichung oberhalb des angenommen Normbereiches liegen.

Im **Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)** zeigte sich für die rechte Seite bei 8 verwertbaren Ergebnissen (66,67 %) folgende Verteilung:

- 41,67 % ein Parallelverhalten ($\Delta\% = - 30,17$)
- 25,00 % ein Recruitment ($\Delta\% = - 11,97$)
- 0,00 % ein Decruitment ($\Delta\% = -100,00$)

Für die linke Seite bei ebenfalls 8 verwerteten Ergebnissen (66,67 %)

- 33,33 % ein Parallelverhalten ($\Delta\% = -42,15$)
- 33,33 % ein Recruitment ($\Delta\% = + 26,54$)
- 0,00 % ein Decruitment ($\Delta\% = -100,00$)

Die Abweichungen zum Gesamtkollektiv sind in Klammern angegeben.

3.4.2 Die Cranio-Corpo-Graphie des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektivs

Analysiert man die Ergebnisse der Tretversuche mittels der Ultraschall Cranio-Corpo-Graphie, welche diesmal bei allen 12 Patienten durchgeführt wurde, so kommt man zu folgenden Ergebnissen, dargestellt in Tabelle 21 und Tabelle 22:

Tabelle 21: Ergebnisse CCG des Tretversuches, NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv (n = 12)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Abweichungs-Länge [cm]	74,9 \pm 47,4	4,90	3	134
Lateralschwankungsbreite [cm]	17,9 \pm 3,0	-25,54	12	23
Anguläre Deviation Gesamt [°]	37,74 \pm 28,69	35,85	-87	0
Eigenspin [°]	50,93 \pm 36,62	25,69	-148	2
Schrittzahl / 60 sec.	55,9 \pm 9,5	2,19	44	72

Aus den erhobenen Befunden der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches ergaben sich im einzelnen (Abbildung 21)

- 16,6 % (2) normale CCG- Befunde (Δ MW = -1,19 %),
- 58,3 % (7) zentrale Störungen (Δ MW = - 9,14 %),
- keine (0,0%) periphere Störung (Δ MW = -100 %),
- 25,0 % (3) kombinierte Störungen (Δ MW = + 64,15%),
- sowie keine (0,0 %) fehlerhafte Auswertungen (Δ MW = - 100 %).

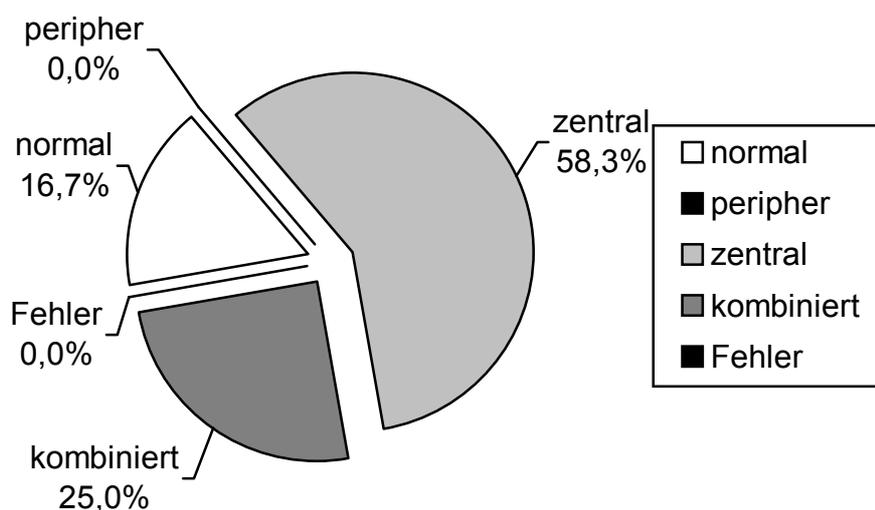


Abbildung 21: Störungslokalisierung gemäß US-CCG des Tretversuches, NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv

Für die Cranio-Corpo-Graphie des Stehversuches ergaben sich die der Tabelle 22 zu entnehmenden Ergebnisse.

Tabelle 22: US-CCG des Stehversuches, NonVertigo/NonTinnitus– Kollektiv (n = 12)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Längsschwankung [cm]	5,2 \pm 1,5	-6,54	3	9
Lateralschwankung [cm]	5,7 \pm 2,1	-24,96	3	9

Es wurden keine pathologischen Längs-, aber 2 (16,67 %) pathologische Lateralschwankungen aufgezeichnet.

Vergleicht man auch hier die Lokalreaktion des Stehversuches mit den Ergebnissen des Tretversuch- CCGs erhält man nur zwei pathologische Befunde (16,67 %) für das ganze Kollektiv, folglich also 83,34 % Normalbefunde.

Im Tretversuch- CCG erhalten wir genau umgedreht nur 2 Normalbefunde (16,67 %). Im Tretversuch werden also diesmal fast das Fünffache mehr (83,34 %) pathologische Befunde erhoben.

3.4.2.1 Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv

In der folgenden Abbildung 22 sollen auch in diesem Kollektiv die Ergebnisse der kalorischen Vestibularisprüfung mittels des ENG mit den Tretversuchergebnissen der US-CCG verglichen werden.

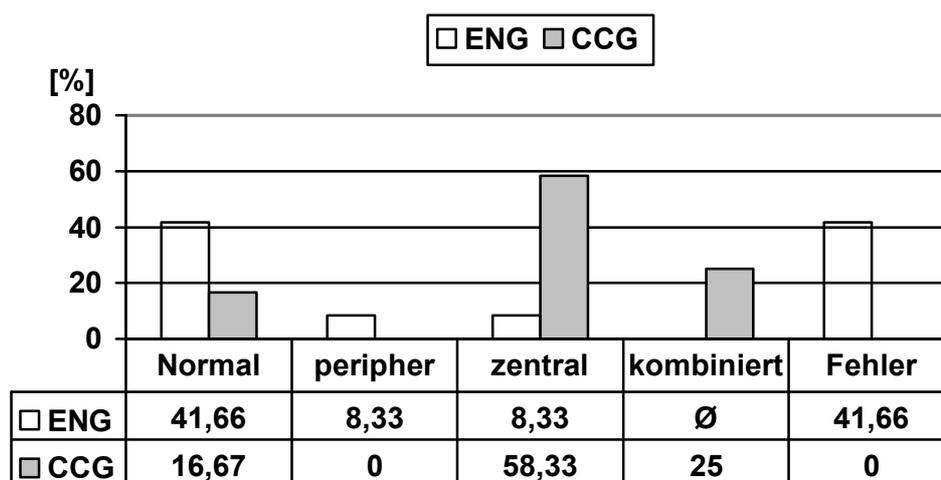


Abbildung 22: Vergleich der Ergebnisse der Störungslokalisierung gemäß ENG und CCG im NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv

Wie auch schon im Gesamtkollektiv erkennt man im CCG im Vergleich zum ENG eine Abnahme der Normalbefunde und der peripheren Störungen, bei einer deutlichen Zunahme der zentralen Störungen. Da im ENG keine kombinierten Störungen ausgewertet wurden gehen diese nicht mit in die Graphik ein. Deutlich auch hier der Unterschied bei den fehlerhaften oder nicht durchgeführten Messungen (inkompletter Schmetterling). Zur weiteren Interpretation verweisen wir auf Abschnitt 3.3.2.1.

3.4.3 Evozierte Hirnpotentiale NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv

Bei den Evozierte Hirnpotentiale, hier den ABEP-Latenzzeiten (Tabelle 23), zeigen sich im Vergleich zum Gesamtkollektiv kürzere Latenzen, wobei sich die Maximal und Minimalwerten eher angleichen (niedrigere Maxima bei höheren Minima).

Tabelle 23: ABEP -Latenzzeiten für NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv (n = 12)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	$5,8 \pm 0,17$	0,52	6,2	5,6
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	$5,9 \pm 0,19$	0,34	6,2	5

Interessanterweise finden sich bei den ermittelten ALEP-Latenzzeiten (Tabelle 24) im Mittel höhere Latenzen als im Gesamtkollektiv. Jedoch sind die Maxima deutlich niedriger angesetzt, die Minima ähnlich bei den ABEP-Latenzzeiten jedoch insgesamt höher.

Tabelle 24: ALEP-Latenzzeiten für NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv (n = 9)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
N1 rechts ipsi-lateral	90,0 ± 7,9	-0,70	101	78
P2 rechts ipsi-lateral	171,3 ± 13,5	3,31	191	151
N1 links ipsi-lateral	90,3 ± 8,3	2,06	109	80
P2 links ipsi-lateral	167,6 ± 15,8	3,93	191	137

Das gleiche Bild bietet sich bei den Latenzzeiten der Visuell- evozierten Potentiale (Tabelle 25). Auch hier sind die Werte im Mittel als auch die Minima höher als im Gesamtkollektiv.

Tabelle 25: VEP-Latenzzeiten NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv (n = 12)

P 100	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum	Minimum
rechts	100,4 ± 14,5	5,63	129	83
links	101,2 ± 13,6	6,77	129	88

3.4.4 Audiometrie NonVertigo/Non Tinnitus-Kollektiv

Die Audiometrie der nachfolgenden Kollektive umfasst die übliche Tonschwellenaudiometrie (Abbildung 23 und Abbildung 24) für die Luftleitung, die Sprachaudiometrie, sowie die Bestimmung der Unbehaglichkeitsschwelle und das Tinnitusmasking. Die Untersuchungen wurden bei 8 der 12 Patienten dieses Kollektivs durchgeführt, dies entspricht 66,67 %.

3. Ergebnisse

Im Mittel wird sowohl links- als auch rechtseitig weniger Schalldruck zur Wahrnehmung benötigt als im Gesamtkollektiv.

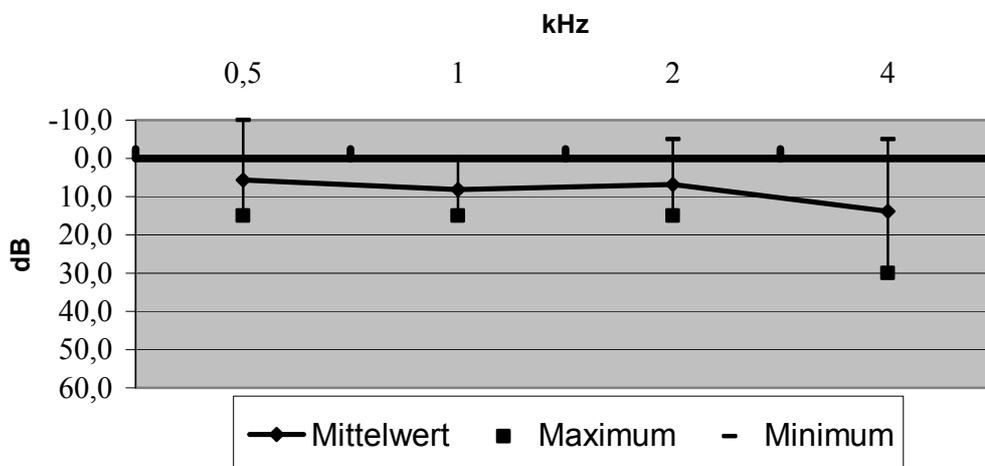


Abbildung 23: Tonschwellenaudiometrie (nur Luftleitung) links NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv (n=8)

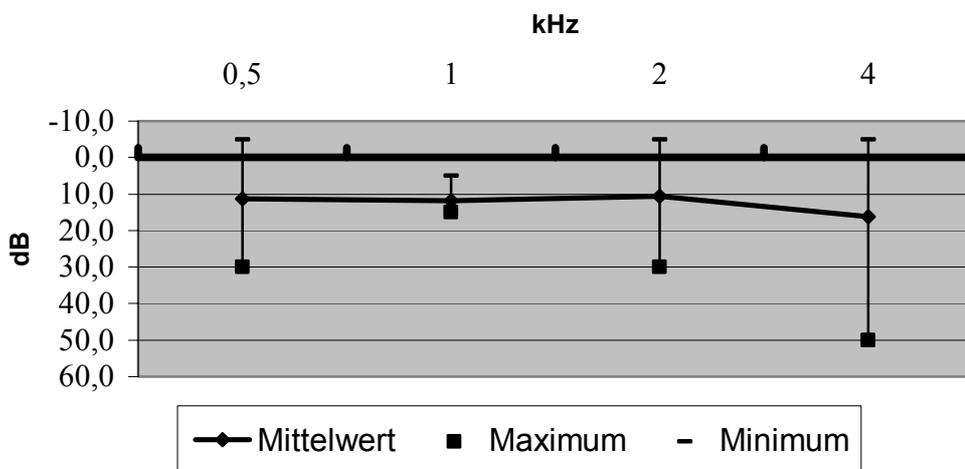


Abbildung 24: Tonschwellenaudiometrie (nur Luftleitung) rechts NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv (n=8)

Die ermittelte Unbehaglichkeitsschwelle (Tabelle 26 und Tabelle 27) für die entsprechenden Frequenzen ergab folgendes Ergebnis für die rechte Seite:

Tabelle 26: Unbehaglichkeitsschwelle rechts NonVertigo/NonTinnitus

Frequenz dB	500 Hz (n = 8)	1 kHz (n = 8)	2 kHz (n = 8)	4 kHz (n = 8)
Mittelwert und StD	98,13 ± 16,68	100,00 ± 15,12	101,88 ± 14,28	103,75 ± 15,29
Δ MW %	-1,18	-1,07	-0,84	3,97
Maximum	115	120	120	120
Minimum	70	85	85	80

Tabelle 27: Unbehaglichkeitsschwelle links, NonVertigo/NonTinnitus

Frequenz dB	500 Hz (n = 8)	1 kHz (n = 8)	2 kHz (n = 8)	4 kHz (n = 7)
Mittelwert und StD	98,13 ± 17,72	95,63 ± 20,08	97,50 ± 17,73	96,43 ± 18,19
Δ MW %	-2,07	-6,36	-6,03	-4,78
Maximum	115	120	120	120
Minimum	70	65	70	70

Die Sprachaudiometrie ergab für das rechte Ohr einen Mittelwert für das optimale Zahlenverständnis von $47,50 \pm 16,69$ dB. Das Maximum lag bei 80 das Minimum bei 30 dB. Der Diskriminationsverlust betrug 0 %. Der Schalldruck für optimales Hören lag im Mittel bei $61,25 \pm 18,08$ dB mit einem Maximum bei 60 und einem Minimum bei 40 dB.

Für das linke Ohr lag der Mittelwert für optimales Zahlenverständnis bei $45,00 \pm 7,56$ dB mit Maximum bei 60 dB und Minimum 40 dB. Der Diskriminationsverlust betrug ebenfalls 0%. Der Schalldruck für optimales Hören lag für diese Seite im Mittel etwas besser bei $53,75 \pm 7,44$ dB, das Maximum jedoch bei 70 dB und Minimum bei 50 dB.

Das Tinnitusmasking entfällt für dieses Kollektiv.

3.5 Klinische Befunde des Vertigo-Kollektives

Das Vertigokollektiv umfasst alle Patienten, welche Vertigosymptome in ihrer Anamnese äußerten, unabhängig davon, ob ein Tinnitus vorliegt oder nicht.

Das Kollektiv umfasst 196 Patienten, also 80,7 % des Gesamtkollektives.

3.5.1 Die Elektronystagmographie (ENG) des vestibulo-okulären Nystagmus des Vertigo-Kollektives

Die elektronystagmographisch aufgezeichneten Ergebnisse für das Vergleichskollektiv aller Patienten welche Vertigosymptome äußern, zeigt in der Analyse des Spontannystagmus (Tabelle 28) nahezu die gleichen Werte wie das Gesamtkollektiv, wobei nicht zu verschweigen ist, dass das aktuelle Kollektiv aber auch etwa 80 Prozent des Gesamtkollektives entspricht.

Tabelle 28: Spontannystagmus Vertigo-Kollektiv; Angabe in Nystagmusschlägen pro 30 Sekunden

Spontan-nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard-abweichung	Maximum	Minimum
rechts (n = 196) (Norm 0-17)	21,1	0,05	10,9	70,0	2,0
links (n = 195) (Norm 0-19)	17,6	-2,06	10,4	61,0	0,0

Für den kalorischen Nystagmus gilt ähnliches (Tabelle 29). Jedoch fällt als einziger Wert der Maximalwert mit 93,0 Schlägen für den Warmreiz der rechten Seite deutlich niedriger aus als im Gesamtkollektiv mit 106,0 Schlägen.

Bei zwei Personen stellte sich ein Enthemmungsüberwiegen für rechts (1,02 %), bei einer für links heraus (0,51 %). Ebenfalls fand sich für jeweils 2 Personen eine Hemmungsüberwiegen rechts bzw. links (1,02 %).

Tabelle 29: Kalorischer Nystagmus, Vertigo-Kollektiv

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard-abweichung	Maximum	Minimum
Rechts 44°C (n = 195)	41,3	-1,13	17,9	93,0	4,0
Rechts 30°C (n = 195)	42,77	0,23	19,6	126,0	5,0
Links 44°C (n = 194)	44,1	-1,17	20,0	128,0	4,0
Links 30°C (n = 194)	47,12	-0,49	20,73	125,0	4,0

In der **Elektronystagmographie** der ausgewerteten Schmetterlingskalorigramme ergaben sich graphisch (Abbildung 25) dargestellt für das Vertigo-Kollektiv folgende Störungslokalisationen (n = 196):

Normalbefunde bei 59 Patienten (30,10 %)

Periphere Störung bei 48 Patienten (24,49 %)

Zentrale Störung bei 39 Patienten (19,90 %)

und 50 nicht zuordenbare bzw. nicht durchgeführte Messungen (25,51%).

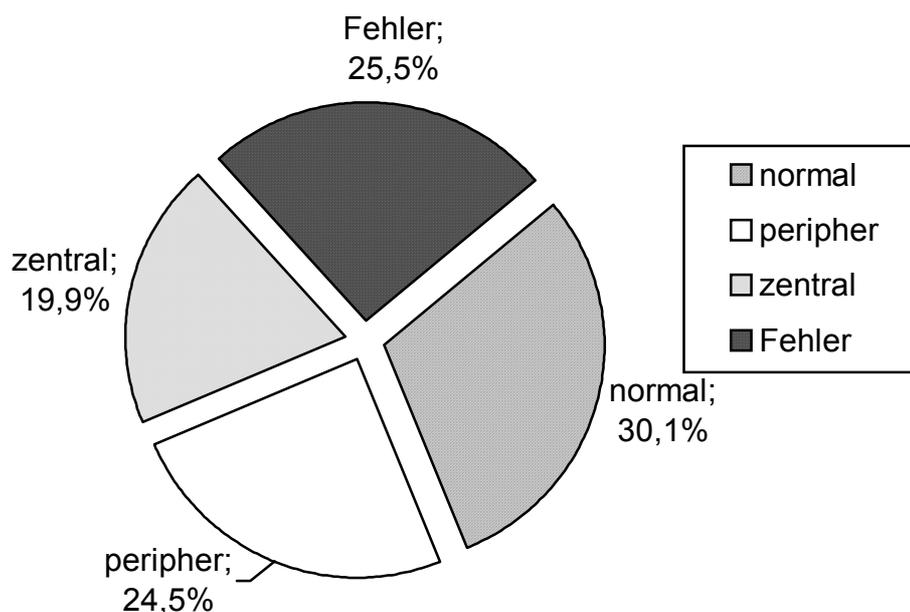


Abbildung 25: Störungslokalisation mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG; Vertigo-Kollektiv

Es sind in diesem Kollektiv folglich mit $\Delta\%$ Gesamt = - 8,57 weniger Normalergebnisse mittels ENG ermittelt worden. Die Zahl der peripheren Störungen liegt um $\Delta\%$ = 16,69 höher, die der zentralen um $\Delta\%$ = - 3,30 niedriger als im Vergleich. Die Anzahl der Fehlerhaften bzw. nicht durchgeführten Messungen liegt gleich.

Im elektronystagmographisch aufgezeichneten und ausgewerteten **Rotatorischen Intensitätsdämpfungstest (RIDT)** (Tabelle 30) wurden die perrotatorischen Ergebnisse, hier für 195 Patienten, entsprechend 99,5 %, nach Rechts und Linksdrehung ausgewertet.

Tabelle 30: RIDT: Vertigo-Kollektiv (n = 195); Angabe in Nystagmusschläge/30 sec.

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Perrotatorius rechts	56,2 ± 17,0	0,30	107,0	7,0
Perrotatorius links	53,4 ± 17,9	1,73	99,0	13,0

Auch hier zeigen sich keine wesentlichen Änderungen zum Gesamtkollektiv, bis auf einen um circa einen Schlag höheren Perrotatorius links pro 30 Sekunden (Gesamtkollektiv 52,51 / 30 sec).

Im **Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)** zeigte sich für die rechte Seite bei 194 verwertbaren Ergebnissen (98,98 %) folgende Verteilung:

- 58,16 % ein Parallelverhalten (Δ %=- 2,53)
- 30,16 % ein Recruitment (Δ %+ 7,78)
- 10,20 % ein Decruitment (Δ %+ 3,24)

Für die linke Seite bei ebenfalls 194 verwerteten Ergebnissen (98,98 %)

- 60,20 % ein Parallelverhalten (Δ %+ 4,50)
- 27,55 % ein Recruitment (Δ %+ 4,59)
- 11,22 % ein Decruitment (Δ %=- -19,80)

Die Abweichungen zum Gesamtkollektiv sind in Klammern angegeben.

3.5.2 Die Cranio-Corpo-Graphie des Vertigo-Kollektivs

Die Ergebnisse der Tretversuch-Cranio-Corpo-Gramme konnten wie auch in den anderen Vergleichskollektiven nicht bei allen Patienten ausgewertet werden, aufgrund z.T. inkompletter Messungen. Die Zahl der Probanden ist in der Tabelle 31 jeweils in Klammern angegeben.

Herausragend ist hier im Vergleich nur der Maximalwert der angulären Deviation, welcher mit (-) 113 ° deutlich unter den 168° des Gesamtkollektivs liegt (Δ MW % = - 32,74).

Tabelle 31: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Vertigo-Kollektiv

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Abweichungs-Länge [cm] (n = 193)	71,2 \pm 35,5	-0,39	4,3	176,7
Lateralschwankungsbreite [cm] (n = 193)	24,5 \pm 10,8	1,49	7,1	78,0
Anguläre Deviation Gesamt [°] (n = 192)	27,8 \pm 23,0	0,14	0,0	(-) 113,0
Eigenspin [°] (n = 192)	41,5 \pm 35,2	2,52	0,0	171,0
Schrittzahl / 60 sec. (n = 191)	55,0 \pm 9,1	0,58	31,0	90,0

Aus den ermittelten Werten der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches (Abbildung 26) ergeben sich folglich:

- 16,33 % (32) normale CCG- Befunde (Δ MW Gesamt % = -3,20),
- 65,82 % (129) zentrale Störungen (Δ MW Gesamt % = + 2,52),
- 1,53 % (3) periphere Störung (Δ MW Gesamt % = + 45,71),
- 14,29 % (28) kombinierte Störungen (Δ MW Gesamt % = - 6,17),
- sowie 2,04 % (4) fehlerhafte Auswertungen.

Im Vergleich der Ergebnisse des Stehversuch-Cranio-Corpo-Graphie (Tabelle 32) fallen im Vertigo-Kollektiv ein höherer Mittelwert und eine größere Standardabweichung sowohl für die Längs- als auch Lateralabweichung auf.

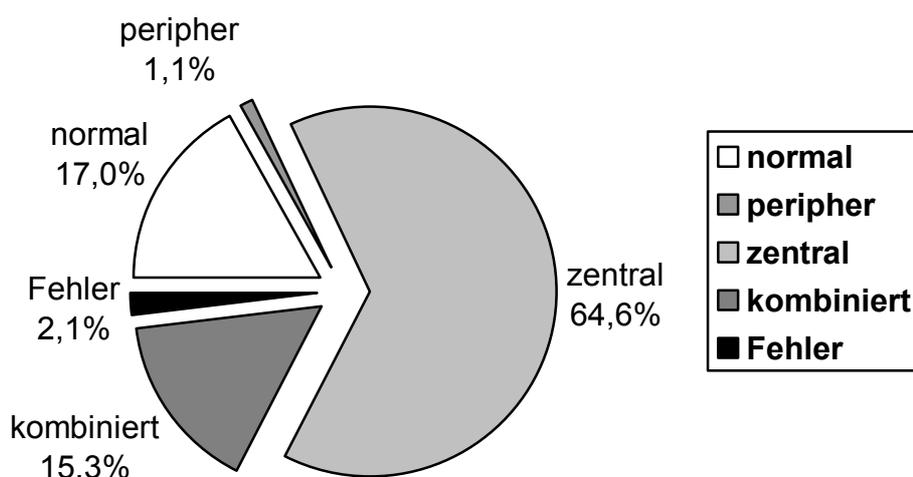


Abbildung 26: Störungslokalisierung mittels US-CCG im Vertigo-Kollektiv

Tabelle 32: Stehversuch-CCG, Vertigo-Kollektiv (n = 195)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Längsschwankung [cm]	7,17 ± 6,25	2,29	0,9	68,4
Lateralschwankung [cm]	6,3 ± 5,6	4,06	0,8	55,7

Im Einzelnen ergaben sich für das Stehversuchs- CCG 26 (13,27 %) pathologische Längs- und 51 (26,02 %) pathologische Lateralschwankungen. In Kombination hatten 20 Patienten (10,20 %) sowohl eine pathologische Längs- als auch Lateralschwankung, insgesamt war der Stehversuch also 57-mal (29,08 %) krankhaft zu werten, 138-mal als normal (70,41 %), bei einer nicht durchgeführten Messung (0,51 %).

Im Vergleich der Ergebnisse des Tretversuch- und des Stehversuch- Cranio-Corpo- Grammes erhält man beim Stehversuch 70,41 %, beim Tretversuch jedoch nur 16,33 % Normalbefunde (bei 81,63 % pathologischen Befunden). Bis auf zwei Befunde stimmten Steh- und Tretversuch überein (3,51 % fehlende Übereinstimmung).

Damit erkannte der Tretversuch circa das 3-fache mehr an Pathologien.

3.5.2.1 Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Vertigo-Kollektives

In der Abbildung 27 werden zum Vergleich die Ergebnisse der kalorischen Vestibularisfunktion (mittels des ENG) und die Ergebnisse des Tretversuches der CCG dargestellt.

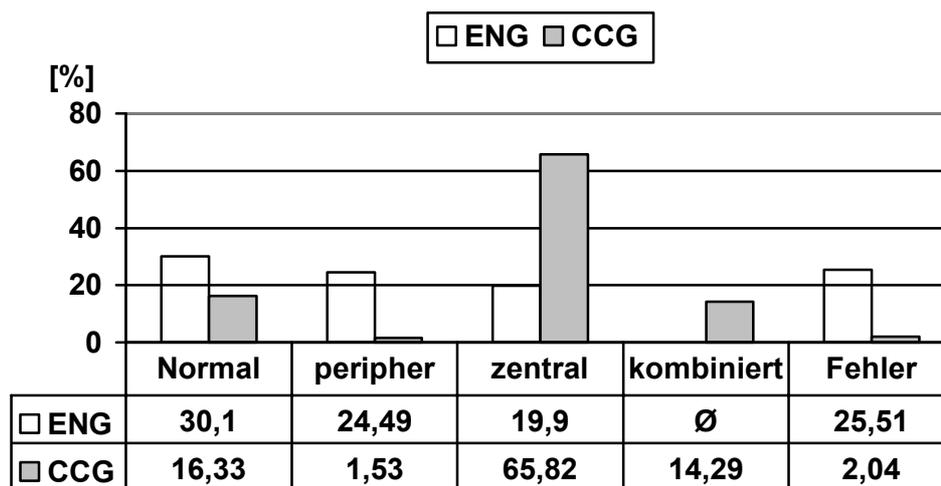


Abbildung 27: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuch- CCG, Vertigo-Kollektiv

Auch hier zeigt sich das annähernd gleich Bild wie in den vorangegangenen Kollektiven mit einer Abnahme der Normalbefunde und peripheren Störungen zu Gunsten der zentralen und kombinierten Störungen im CCG. Für die fehlerhaften bzw. nicht durchgeführten Messungen bzw. die nicht- dargestellten kombinierten Störungen gilt das in den vorherigen Kollektiven geschriebene.

3.5.3 Evozierte Hirn-Potentiale des Vertigo-Kollektivs

Die gemessenen Latenz-Mittelwerte für die abgeleiteten Hirnstamm- (ABEP-) und Hirnrinden- (ALEP-) Potentiale zeigen keine signifikanten Unterschiede zum Gesamtkollektiv, allenfalls eine geringfügig höhere Standardabweichung wie aus Tabelle 33 und Tabelle 34 zu entnehmen ist.

Tabelle 33: ABEP -Latenzzeiten für Vertigo-Kollektiv (n = 196)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,77 \pm 0,30	0,00	6,95	5,0
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,87 \pm 0,29	0,00	6,88	5,08
	5,88 \pm 0,29	0,17	6,96	5,04

Bis auf ein größeres Minimum bei N1 rechts ipsilateral und P2 links ipsilateral weichen auch die Ergebnisse der ALEP-Latenzzeiten (Tabelle 34) nicht wesentlich vom Gesamtkollektiv ab.

Tabelle 34: ALEP-Latenzzeiten für Vertigo-Kollektiv (n = 196)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
N1 rechts ipsi-lateral	90,89 \pm 10,21	0,29	164,40	66,0
P2 rechts ipsi-lateral	165,26 \pm 18,16	-0,35	212,40	114,0
N1 links ipsi-lateral	88,18 \pm 11,52	-0,31	164,4	66,0
P2 links ipsi-lateral	160,64 \pm 18,66	-0,38	232,80	122,40

Auch bei den ermittelten Latenzzeiten der Visuell Evozierten Potentiale fällt nur ein größerer Minimumwert für rechts, als auch linksseitig auf (Tabelle 35).

Tabelle 35: VEP-Latenzzeiten Vertigo-Kollektiv (n = 196)

P 100	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
rechts	94,88 \pm 8,64	-0,18	124	77,2
links	94,41 \pm 8,48	-0,39	125	76,0

3.5.4 Audiometrie des Vertigo-Kollektives

Wie bereits erwähnt, gleicht das Vertigo-Kollektiv in vielen Bereichen dem Gesamtkollektiv. Bei den Audiogrammbefunden ist dies nicht anders, wie aus den nachfolgenden Tabellen und Abbildungen entnommen werden kann. (Abbildung 28 und Abbildung 29).

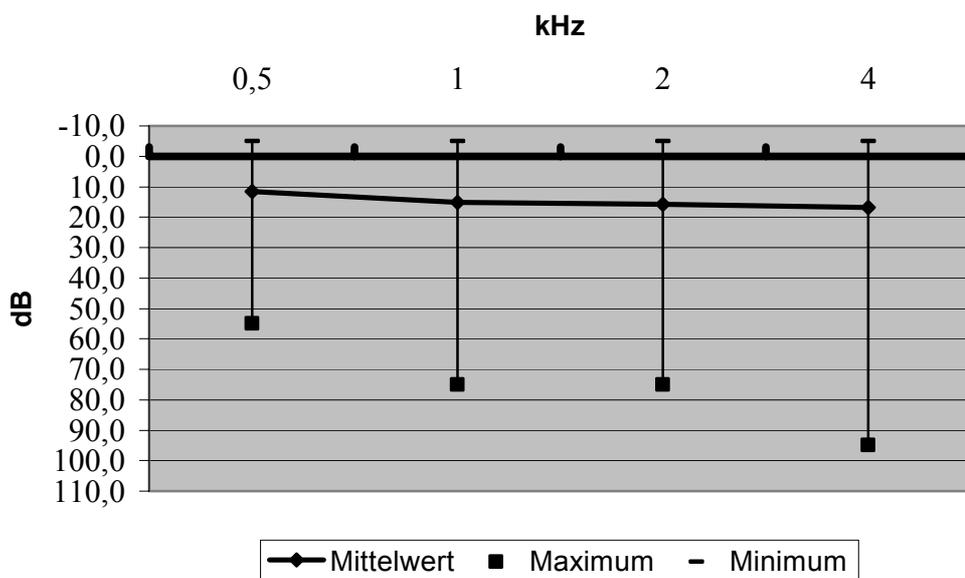


Abbildung 28: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Vertigo-Kollektiv für das rechte Ohr (n=195)

Im Vergleich mit dem Gesamtkollektiv bestehen keine wesentlichen Unterschiede in den Mittelwerten der benötigten Schalldrücke in diesem Kollektiv, sowohl für die linke als auch die rechte Seite.

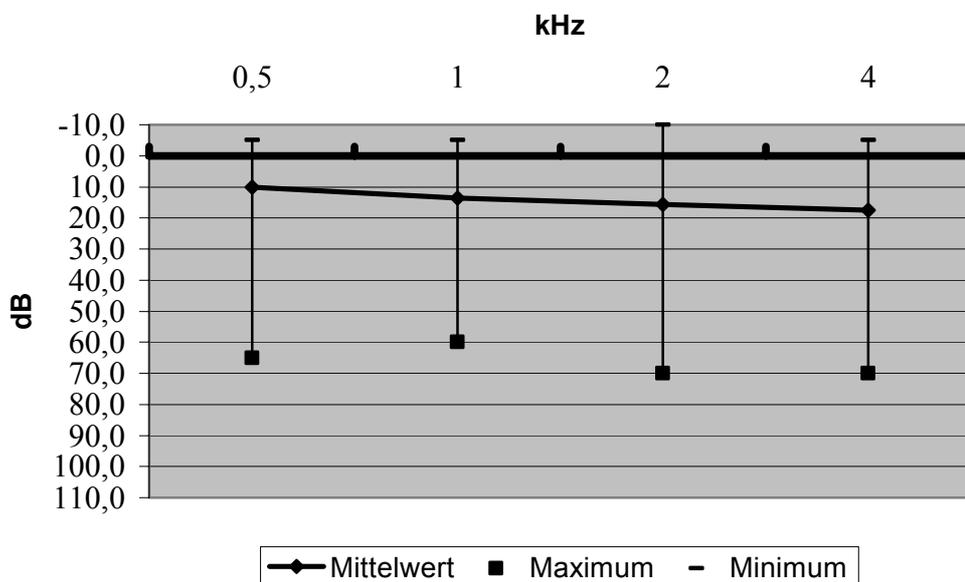


Abbildung 29: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Vertigo-Kollektiv für das linke Ohr (n=196)

3. Ergebnisse

Oben genanntes gilt auch für die beidseits ermittelte Unbehaglichkeitsschwellen (Tabelle 36 und Tabelle 37):

Tabelle 36: Unbehaglichkeitsschwelle für das rechte Ohr, Vertigo-Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=169)	1 kHz (n= 185)	2 kHz (n=2180)	4 kHz (n=173)
Mittelwert und StD	99,56 ± 15,03	100,78 ± 16,55	102,64 ± 15,65	99,31 ± 18,02
Δ MW %	-6,95	0,26	-0,30	-0,10
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	40	35	5

Tabelle 37: Unbehaglichkeitsschwelle für das linke Ohr, Vertigo-Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=165)	1 kHz (n= 182)	2 kHz (n=179)	4 kHz (n=172)
Mittelwert und StD	100,12 ± 15,86	102,01 ± 15,94	103,80 ± 16,10	100,90 ± 17,02
Δ MW %	-0,08	-0,12	0,04	-0,37
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	45	30	30

Auch in diesem Kollektiv wurde das Tinnitusmasking genauer analysiert welches in der Tabelle 38 dargestellt ist.

Tabelle 38: Tinnitusmasking Vertigo-Kollektiv

	MW und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Rechts Frequenz (n= 27)	3,72 ± 2,43	6,90	8,00	0,13
Rechts dB	2,96 ± 19,58	-6,36	75,00	5,00
Links Frequenz (n= 29)	3,00 ± 2,25	-3,85	8,00	0,13
Links dB	46,90 ± 19,57	0,90	90,00	10,00

So erscheint der Tinnitus der rechten Seite von höherer Frequenz bei geringerer Lautstärke. Links dagegen etwas tieffrequenter.

Ein beidseitiger maskierbarer Tinnitus bestand bei 18 Patienten (9,18 %).

3.6 Klinische Befunde des Tinnitus-Kollektives

In diesem Abschnitt sollen die Testergebnisse der Patienten betrachtet werden, welche in der Anamnese Ohrgeräusche angaben, unabhängig von Vertigo- Symptomen. Das Kollektiv umfasst 179 Patienten, das sind 73,7 % des Gesamtkollektives.

3.6.1 Die Elektronystagmographie (ENG) des Tinnitus-Kollektives

Auch dieses Kollektiv verhält sich aufgrund seiner Größe im Vergleich zum Gesamtkollektiv ähnlich wie dieses oder das Vertigokollektiv. Es sind keine wesentlichen Unterschiede in den elektronystagmographisch ermittelten Befunden, sowohl für den Spontan- (Tabelle 39) als auch den kalorischen Nystagmus (Tabelle 40).

Tabelle 39: Spontannystagmus Tinnitus-Kollektiv; Angabe in Nystagmusschlägen pro 30 Sekunden

Spontan- nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
rechts (n = 179) (Norm 0-17)	21,19	0,38	11,11	70,0	2,0
links (n = 178) (Norm 0-19)	17,69	-1,72	10,33	61,0	0,0

Im Kalorisations-Code findet sich für jeweils einen Patienten (0,56 %) ein Nystagmus-Enthemmungsüberwiegen rechts bzw. links, für zwei Patienten (1,12 %) ein Nystagmus-Hemmungsüberwiegen für rechts, und ein weiteres (0,56 %) für links.

Tabelle 40: Kalorischer Nystagmus, Tinnitus-Kollektiv

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
Rechts 44°C (n = 178)	41,86	0,24	18,37	106,0	4,0
Rechts 30°C (n = 178)	42,5	-0,40	19,98	126,0	5,0
Links 44°C (n = 177)	44,47	-0,34	20,82	137,0	9,0
Links 30°C (n = 177)	47,28	-0,15	20,02	125,0	10,0

In der **Elektronystagmographie** der ausgewerteten Schmetterlingskalorigramme ergaben sich für das Tinnitus-Kollektiv folgende Störungslokalisationen (n = 179, Abbildung 30):

- Normalbefunde bei 61 Patienten (34,08 %)
- Periphere Störung bei 40 Patienten (22,35 %)
- Zentrale Störung bei 38 Patienten (21,23 %)
- Und 40 nicht zuordenbare bzw. nicht durchgeführte Messungen (22,35 %).

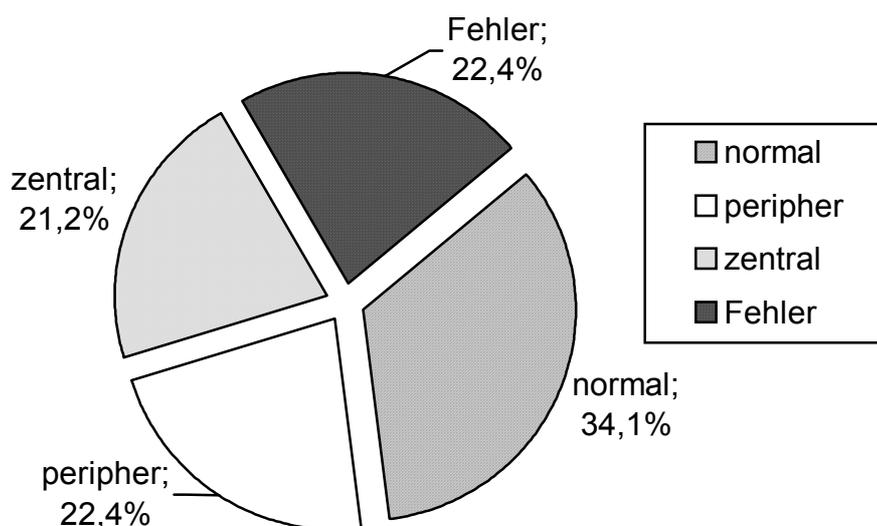


Abbildung 30: Störungslokalisation mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG; Tinnitus-Kollektiv

Mit diesem Ergebnis unterscheidet sich dieses Kollektiv mit einem etwas besserem Ergebnis für Normalbefunde ($\Delta = + 3,52 \%$) und weniger nichtverwertbaren Ergebnissen ($\Delta = - 12,39\%$) vom Gesamtkollektiv. Die Zahl der peripheren Störungen ist um $\Delta = 6,49 \%$ und die der zentralen Störungen um $\Delta = 3,18 \%$ höher.

Im elektronystagmographisch aufgezeichneten und ausgewerteten **Rotatorischen Intensitätsdämpfungstest (RIDT)** (Tabelle 41) wurden die perrotatorischen Ergebnisse, hier für 179 Patienten, entsprechend 100,0 %, nach Rechts- und Linksdrehung ausgewertet.

Tabelle 41: RIDT: Tinnitus-Kollektiv (n = 179); Angabe in Nystagmusschläge / 30 sec.

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Perrotatorius rechts	56,3 ± 16,7	0,46	107,0	7,0
Perrotatorius links	52,1 ± 18,2	-0,74	99,0	13,0

Auch hier zeigen sich keine wesentlichen Änderungen zum Gesamtkollektiv.

Im **Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)** zeigte sich für die rechte Seite bei 178 verwertbaren Ergebnissen (99,44 %) folgende Verteilung:

- 62,01 % ein Parallelverhalten ($\Delta\% = + 3,92$)
- 27,93 % ein Recruitment ($\Delta\% = - 1,65$)
- 9,50 in Decruitment ($\Delta\% = - 3,85$)

Für die linke Seite bei ebenfalls 178 verwerteten Ergebnissen (99,44 %)

- 60,33 % ein Parallelverhalten ($\Delta\% = + 4,72$)
- 22,91 % ein Recruitment ($\Delta\% = - 13,02$)
- 16,20 % ein Decruitment ($\Delta\% = + 15,80$)

Die Abweichungen zum Gesamtkollektiv sind in Klammern angegeben.

3.6.2 Die Cranio-Corpo-Graphie des Tinnitus-Kollektivs

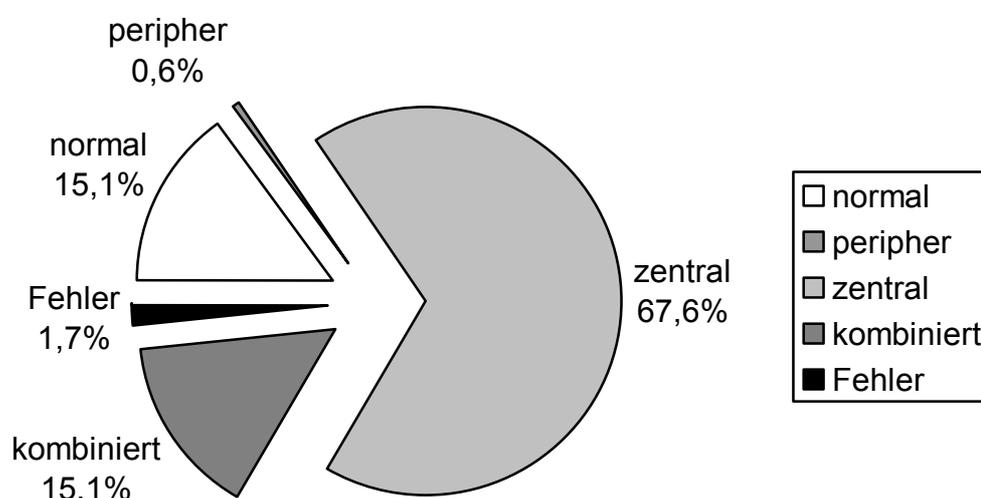
Im Tretversuch- CCG des Tinnituskollektivs fällt im Vergleich zum Gesamtkollektiv ein etwas größerer Mittel- und Minimumwert für die Längenabweichung, sowie die Lateralschwankung ins Auge. Gleichzeitig sind die Mittelwerte für die anguläre Deviation und den Eigenspin, sowie dessen Maximum kleiner (Tabelle 42).

Aus den Ergebnissen der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches (Abbildung 31) ergeben sich folglich:

- 15,08 % (27) normale CCG- Befunde,
- 67,59 % (121) zentrale Störungen,
- eine (0,56 %) periphere Störung,
- 15,08 % (27) kombinierte Störungen,
- sowie 1,68 % (3) fehlerhafte Auswertungen.

Tabelle 42: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Tinnitus-Kollektiv

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Abweichungs-Länge [cm] (n = 177)	72,73 \pm 36,61	1,82	3,70	176,70
Lateralschwankungsbreite [cm] (n = 177)	24,85 \pm 10,44	3,03	10,10	77,30
Anguläre Deviation Gesamt [°] (n = 176)	26,81 \pm 25,04	- 3,49	0,0	168,0
Eigenspin [°] (n = 176)	38,75 \pm 35,68	- 3,48	0,0	(-) 158,0
Schrittzahl / 60 sec. (n = 176)	54,2 \pm 9,35	- 0,95	31,0	90,0

**Abbildung 31: Störungslokalisierung mittels Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches im Tinnitus-Kollektiv**

Im Vergleich zum Gesamtkollektiv finden sich hier $\Delta\% = - 10,61$ weniger Normalbefunde. Die Zahl der peripheren Störungen ist um $\Delta\% = - 46,67$, die der kombinierten um $\Delta\% = - 0,98$ und die Anzahl der fehlerhaften Messungen um $\Delta\% = - 18,53$ niedriger. Die Zahl der zentralen Störungen zeigt sich als einzige um $\Delta\% = + 5,28$ erhöht.

Beim Stehversuchs- CCG (Tabelle 43) zeigen sich ebenfalls sehr deutliche Abweichungen in den Maximalwerten von Längs- und Lateralschwankung:

Tabelle 43: Stehversuch- CCG, Tinnitus-Kollektiv (n = 178)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Längsschwankung [cm]	6,74 \pm 3,35	-0,82	0,9	21,1
Lateralschwankung [cm]	6,07 \pm 54,81	-2,18	0,8	34,70

Im Einzelnen ergeben sich für das Stehversuch- CCG 28 (15,64 %) pathologische Längs- und 43 (24,02 %) pathologische Lateralschwankungen. In Kombination haben 22 Patienten (12,29 %) sowohl eine pathologische Längs- als auch Lateralschwankung, insgesamt ist der Stehversuch in 49 Fällen (27,73 %) als krankhaft zu bewerten, in 129 Fällen als normal (72,07%). Dabei weicht dieses Kollektiv nicht sehr vom Gesamtkollektiv ab. Bei einem Patienten wurde keine Messung durchgeführt (0,56).

Vergleicht man nun auch hier die Ergebnisse des Stehversuches mit denen des Tretversuches so haben im Stehversuch 72,07 %, im Tretversuch- CCG jedoch nur 15,08 % einen Normalbefund aufzuweisen. 83,22 % haben ein pathologisches Tretversuch- Ergebnis gegen 20,16 % im Stehversuch, das entspricht dem vierfachen mehr. Bei einer Messung stimmt das Ergebnis des Stehversuches nicht mit dem des Tretversuches überein (2,04 %).

3.6.2.1 Vergleiche der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Tinnitus-Kollektives

In der nachfolgenden Abbildung 32 ist der graphische Vergleich der Ergebnisse des kalorischen Vestibularistests mittels der ENG und des Tretversuchs- CCGs aufgezeigt.

Zusammenfassend für den Vergleich gilt dasselbe wie in den vorangegangenen Kollektiven. Das Tinnitus-Kollektiv verhält sich ähnlich dem Gesamt- und dem Vertigokollektiv.

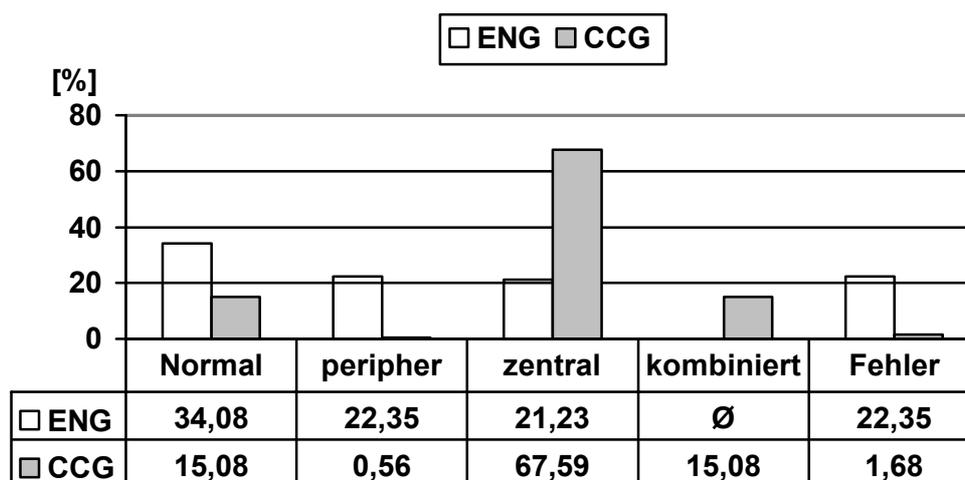


Abbildung 32: Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches, Tinnitus-Kollektiv

3.6.3 Evozierte Hirnpotentiale im Tinnitus-Kollektiv

Bei den ermittelten Latenzzeiten der evozierten Hirnpotentiale fanden sich für die ABEP-Latenzzeiten (Tabelle 44) keine wesentlichen Abweichungen zum Gesamtkollektiv.

Tabelle 44: ABEP– Latenzzeiten für Tinnitus-Kollektiv (n = 179)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,78 ± 0,27	0,17	6,92	5,04
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,88 ± 0,28	0,17	6,88	5,08
	5,88 ± 0,26	0,17	6,96	5,04

Bei den ALEP-Latenzzeiten (Tabelle 45) erkennt man deutlich niedrigere Maximums-Latenzzeiten für N1 rechts ipsi, sowie für N1 und P2 links ipsilateral.

Tabelle 45: ALEP-Latenzzeiten für Tinnitus-Kollektiv (n = 179)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
N1 rechts ipsilateral	90,16 \pm 8,80	-0,52	111,60	52,8
P2 rechts ipsilateral	165,18 \pm 18,33	-0,40	214,80	114,0
N1 links ipsilateral	87,63 \pm 10,76	-0,93	134,4	45,60
P2 links ipsilateral	160,38 \pm 18,07	-0,55	208,80	116,40

Keine nennenswerten Abweichungen fanden sich in den Visuell Evozierten Potentialen (Tabelle 46) dieses Kollektivs:

Tabelle 46: VEP-Latenzzeiten Tinnitus-Kollektiv (n = 178)

P 100	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
rechts	94,63 \pm 8,45	-0,44	124,0	64,0
links	94,23 \pm 8,28	-0,58	125,2	64,0

3.6.4 Audiometrie für das Tinnitus-Kollektiv

In der Audiometrie dieses Kollektivs erwartet man im Vergleich etwas schlechtere Werte als für das Gesamtkollektiv.

Diese Erwartung erfüllt sich auch in der Tonschwellenaudiometrie, wo für gleiche Frequenzen höhere Schalldrücke gemessen wurden, wie auch in Abbildung 33: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Tinnitus-Kollektiv für das rechte Ohr (n= 178) und Abbildung 34: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Tinnitus-Kollektiv für das linke Ohr (n= 178) ersichtlich wird.

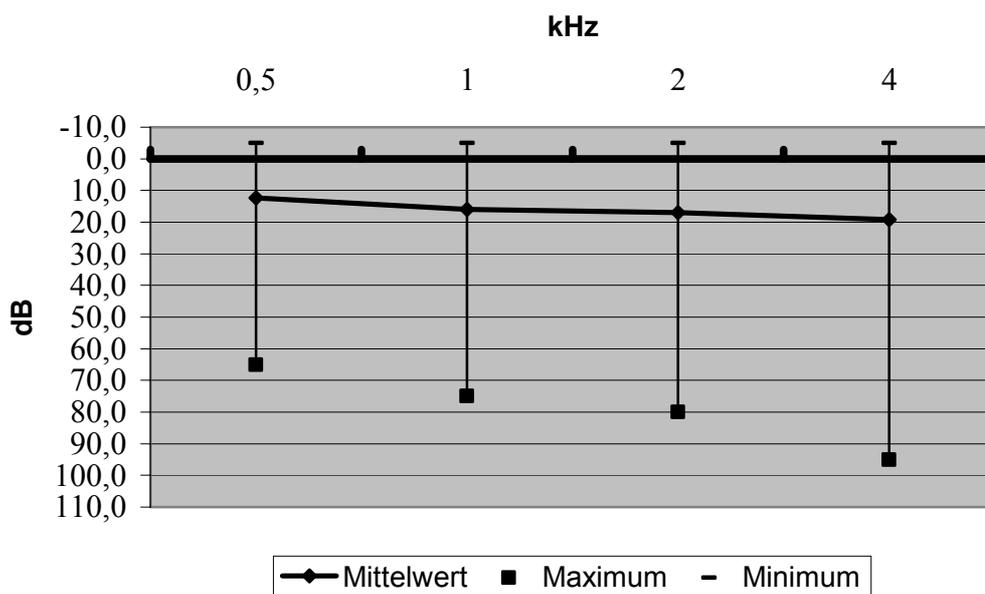


Abbildung 33: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Tinnitus-Kollektiv für das rechte Ohr (n= 178)

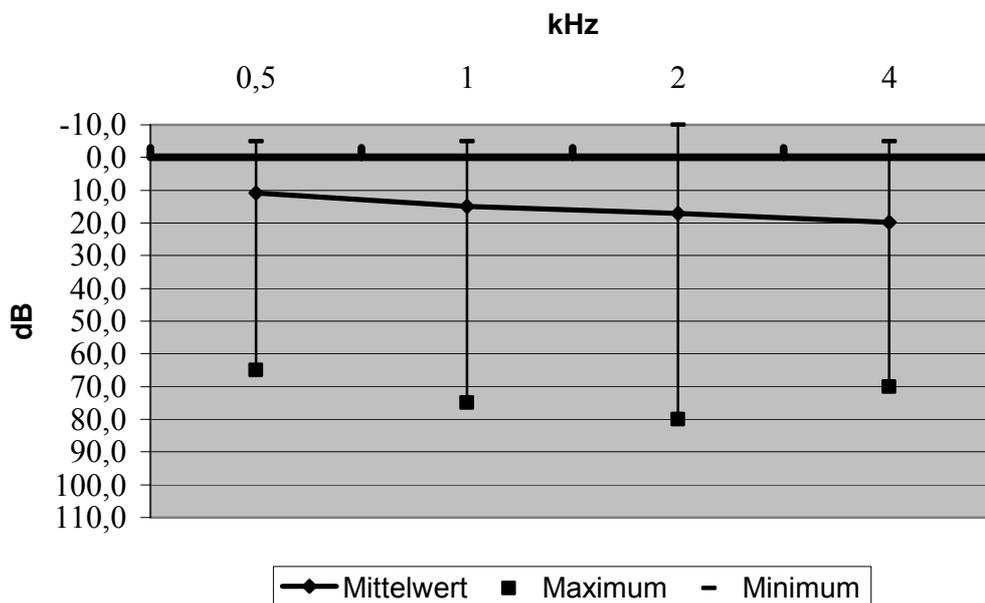


Abbildung 34: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) Tinnitus-Kollektiv für das linke Ohr (n= 178)

Auch für die Ergebnisse der Audiometrie gilt, dass aufgrund ähnlicher Fallzahlen die Hörkurven in diesem Kollektiv ähnlich denen des Gesamt- oder Vertigokollektives sind.

3. Ergebnisse

Diese Erwartung erfüllt sich auch im Bezug auf die Sprachaudiometrie, jedoch nur im Mittelwert (1,64 %) des Diskriminationsverlustes für das rechte Ohr, welcher um Δ MW = + 17,99 % höher liegt als im Vergleich. Für die linke Seite wurden beim Diskriminationsverlust sogar bessere Werte ermittelt (MW 0,45 %), mit einer Abweichung vom Gesamtkollektiv von Δ MW = - 40,79 %.

Die ebenfalls analysierte Unbehaglichkeitsschwelle für das rechte Ohr (Tabelle 47) und für das linke Ohr (Tabelle 48) zeigte keine relevanten Unterschiede zu den Ergebnissen des Gesamtkollektivs.

Tabelle 47: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Tinnitus-Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=158)	1 kHz (n= 172)	2 kHz (n=165)	4 kHz (n=160)
Mittelwert und StD	98,83 ± 15,55	101,10 ± 16,13	102,33 ± 16,07	98,84 ± 18,24
Δ MW %	-0,47	0,02	-0,40	-0,95
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	40	35	5

Tabelle 48: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Tinnitus-Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=155)	1 kHz (n= 167)	2 kHz (n=165)	4 kHz (n=160)
Mittelwert und StD	100,13 ± 15,41	102,13 ± 15,35	103,61 ± 15,60	101,00 ± 16,60
Δ MW %	-0,07	0,00	-0,14	-0,27
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	45	30	30

Das Tinnitusmasking ergab aufgrund der Konstruktion des Kollektivs bei gleicher Anzahl der getesteten Personen verständlicherweise auch exakt die gleichen Ergebnisse wie das Gesamtkollektiv (Δ MW % 0,00 %). Bezogen auf die Größe des Kollektivs ist jedoch der Prozentanteil der Personen mit durchgeführtem Tinnitusmasking größer (zwischen 22,35 % und 24,5 % im Vergleich zu 16,46 % und 18,11 % des Gesamtkollektivs).

Ein bilateral maskierbarer Tinnitus bestand bei 26, das entspricht 14,52 % bei diesem Kollektiv.

3.7 Klinische Befunde des Vertigo und Tinnituskollektives

In diesem Kollektiv sind alle Patienten eingeschlossen, welche sowohl Tinnitus als auch Vertigosymptome angaben. Dieses Kollektiv umfasst 143 Patienten, entsprechend 58,8 % des Gesamtkollektivs.

3.7.1 Die Elektronystagmographie (ENG) des Vertigo und Tinnitus-Kollektives

Die Ergebnisse der Elektronystagmographie des Vertigo- und Tinnitus-Kollektives zeigen im Vergleich zum Gesamtkollektiv kleinere Mittelwerte sowohl im Spontan- als auch im kalorischen Nystagmus (Tabelle 49 und Tabelle 50). Ebenso findet sich ein kleineres Maximum bei der Warmreaktion rechts und links, bei größeren Minima für Warm und Kalt-Reaktion links.

Tabelle 49: Spontannystagmus Vertigo und Tinnitus-Kollektiv; Angabe in Nystagmusschlägen pro 30 Sekunden

Spontan- nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
rechts (n = 143) (Norm 0-17)	20,9	-0,99	10,99	70,0	2,0
links (n = 142) (Norm 0-19)	17,25	-4,17	10,21	61,	0,0

Im Kalorisations-Code fand sich ein Nystagmus-Enthemmungsüberwiegen für rechts, und zweimal ein Nystagmus-Hemmungsüberwiegen für rechts und eines für links.

Tabelle 50: Kalorischer Nystagmus, Vertigo und Tinnitus-Kollektiv

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
Rechts 44°C (n = 142)	40,69	-2,56	17,89	93,0	4,0
Rechts 30°C (n = 142)	42,42	-0,59	19,81	126,0	5,0
Links 44°C (n = 141)	43,54	-2,42	20,51	128,0	9,0
Links 30°C (n = 141)	46,89	-0,97	20,05	125,0	10,0

In der **Elektronystagmographie** der ausgewerteten Schmetterlingskalorigramme (Abbildung 35) ergaben sich für das Vertigo und Tinnitus-Kollektiv folgende Störungslokalisationen (n = 143):

- Normalbefunde bei 44 Patienten (30,77 %)
- Periphere Störung bei 37 Patienten (25,87 %)
- Zentrale Störung bei 28 Patienten (19,58 %)
- und 34 nicht zuordenbare bzw. nicht durchgeführte Messungen (23,78%).

Im Vergleich zum Gesamtkollektiv ist hier ein höherer Anteil von peripheren Störungen (Δ MW = + 23,27 %), bei einer geringeren Anzahl normaler (Δ MW = - 6,53 %) und zentraler Befunde (Δ MW = - 4,84 %). Auch die Anzahl der fehlerhaften oder nicht durchgeführten Messungen ist um Δ MW = - 6,78 % niedriger.

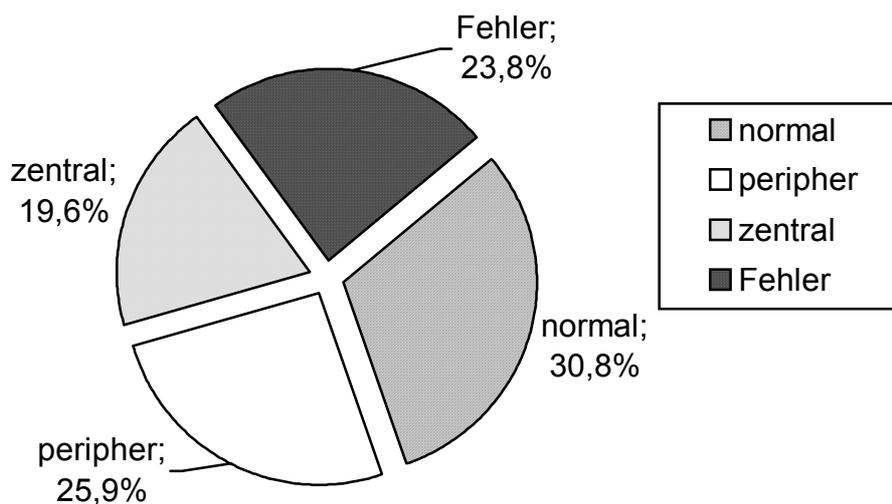


Abbildung 35: Störungslokalisation mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG, Vertigo und Tinnitus- Kollektiv

Beim elektronystagmographisch aufgezeichneten und ausgewerteten **Rotatorischen Intensitätsdämpfungstest (RIDT)** (Tabelle 51) dieses Kollektivs fielen keine groben Abweichungen zum Gesamtkollektiv auf:

Tabelle 51: RIDT: Vertigo und Tinnitus-Kollektiv (n = 143); Angabe in Nystagmusschläge / 30 sec.

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Perrotatorius rechts	56,22 \pm 17,16	0,27	107,0	7,0
Perrotatorius links	53,0 \pm 18,03	0,93	99,0	13,0

Im **Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)** zeigte sich für die rechte Seite bei 142 verwertbaren Ergebnissen (99,30 %) folgende Verteilung:

- 60,14 % ein Parallelverhalten ($\Delta\%$ = +0,79)
- 30,07 % ein Recruitment ($\Delta\%$ = +5,88)
- 9,09 % ein Decruitment ($\Delta\%$ = -8,00)

Für die linke Seite bei ebenfalls 142 verwerteten Ergebnissen (99,30 %)

- 63,64 % ein Parallelverhalten ($\Delta\%$ = +0,79)
- 23,78 % ein Recruitment ($\Delta\%$ = -9,72)
- 11,89 % ein Decruitment ($\Delta\%$ = -15,01)

Die Abweichungen zum Gesamtkollektiv sind in Klammern angegeben.

3.7.2 Die Cranio-Corpo-Graphie des Vertigo und Tinnitus- Kollektives

Tabelle 52: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Tinnitus und Vertigo- Kollektiv (n = 141)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Abweichungs-Länge [cm]	72,94 \pm 36,69	2,11	46,50	176,7
Lateralschwankungsbreite [cm]	24,97 \pm 10,68	3,52	10,10	77,30
Anguläre Deviation Gesamt [°]	27,59 \pm 23,58	-0,68	0,0	(-) 113,0
Eigenspin [°]	41,14 \pm 35,21	1,53	0,0	(-) 153,0
Schrittzahl / 60 sec.	54,56 \pm 9,39	-0,29	31,0	90,0

Im Tretversuch- CCG (Tabelle 52) zeigt sich lediglich ein größerer Minimumwert für die Länge und die Lateralschwankungsbreite. Ebenso zeigen sich deutlich kleinere Maximalwerte für die anguläre Deviation und den gemessenen Eigenspin.

Aus den ermittelten Werten der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches (Abbildung 36) ergaben sich folglich:

- 14,69 % (21) normale CCG-Befunde,
- 67,13 % (96) zentrale Störungen,
- eine (0,70%) periphere Störung,
- 16,08 % (23) kombinierte Störungen,
- sowie 1,40% (2) fehlerhafte Auswertungen.

In der Auswertung des Tretversuches dieses Kollektivs ergab sich um $\Delta MW = 33,33$ % weniger periphere Störungen, sowie $\Delta MW = - 12,92$ % weniger Normalbefunde bei $\Delta MW - 32,01$ % weniger fehlerhafter Messungen. Eine Zunahme um $\Delta MW = + 4,56$ % zeigte sich bei den zentralen und um $\Delta MW = + 5,58$ % bei den kombinierten Störungen. Insgesamt waren 83,91 % der Befunde pathologisch.

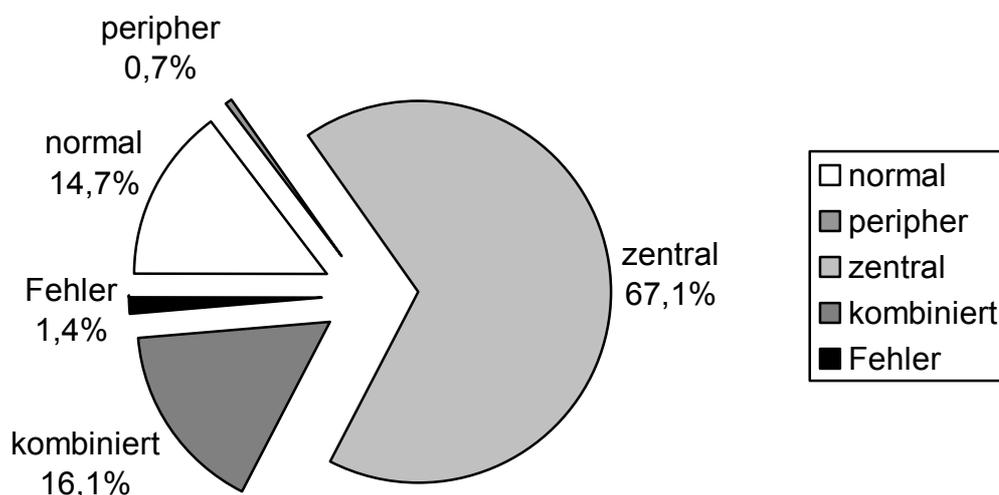


Abbildung 36: Störungslokalisierung mittels der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches im Vertigo und Tinnitus-Kollektiv

Im Stehversuch- CCG (Tabelle 53) zeigt sich in den ermittelten Mittelwerten keine relevante Abweichung zum Gesamtkollektiv, jedoch findet sich eine kleinere Schwankung um den Mittelwert (Standardabweichung) bei deutlich kleineren Maxima in Lateral- und Längsschwankung.

Tabelle 53: Stehversuch- CCG, Vertigo und Tinnitus-Kollektiv (n = 142)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Längsschwankung [cm]	6,88 \pm 3,39	1,31	0,9	21,10
Lateralschwankung [cm]	6,2 \pm 4,76	-0,15	0,8	34,70

Im Einzelnen ergaben sich für das Stehversuch- CCG 22 (15,38 %) pathologische Längs- und 40 (27,97 %) pathologische Lateralschwankungen. In Kombination hatten 18 Patienten (12,59 %) sowohl eine pathologische Längs- als auch Lateralschwankung, insgesamt war der Stehversuch also 44 -mal (30,77 %) krankhaft zu werten, 98-mal als normal (68,53 %), bei einem Patienten wurde keine Messung durchgeführt (0,7 %).

Im Vergleich der Ergebnisse von Stehversuch- und Tretversuch- USCCG finden sich beim Stehversuch 46,97 % Normalbefunde, beim Tretversuch jedoch nur 14,69 %. Das bedeutet, dass im Tretversuch- CCG mit 83,91 % auch nahezu das 3-fache mehr an pathologischen Fällen erkannt wurde.

3.7.2.1 Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Vertigo und Tinnitus-Kollektives

Wie in den vorangegangenen Kollektiven erfolgt auch hier der Vergleich der Ergebnisse der kalorischen Vestibularisreaktion dargestellt mittels des ENG und den Ergebnissen der CCG des Tretversuches.

Wie der Abbildung 37 zu entnehmen ist zeigen sich keine großen Unterschiede zu den vorgenannten Kollektiven, so dass wir auf diese verweisen möchten.

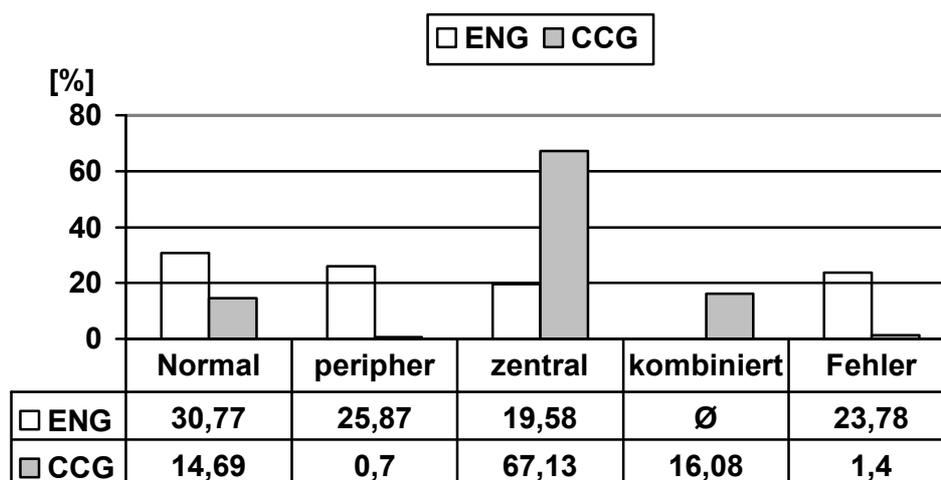


Abbildung 37: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisation aus ENG und Tretversuch-CCG, Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv

3.7.3 Evozierte Hirnpotentiale für das Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv

Bei den ermittelten ABEP- Latenzzeiten ergeben sich nahezu identische Befunde zum Gesamtkollektiv (Tabelle 54).

Tabelle 54: ABEP- Latenzzeiten für Vertigo und Tinnitus-Kollektiv (n = 143)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,77 ± 0,28	0,00	6,92	5,04
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,88 ± 0,29	0,17	6,88	5,08

In den ermittelten ALEP-Latenzzeiten (Tabelle 55) zeigen sich kürzere Latenzzeiten, sowohl auf den Mittelwert und Standardabweichung, als auch auf die Maximalwerte bezogen, bei etwas verlängerten Zeiten der Minima für N1 rechts ipsilateral und P2 links ipsilateral.

Tabelle 55: ALEP-Latenzzeiten für Vertigo und Tinnitus-Kollektiv (n = 143)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
N1 rechts ipsi-lateral	90,29 \pm 8,49	-0,38	111,60	66,0
P2 rechts ipsi-lateral	164,58 \pm 18,34	-0,76	212,40	114,0
N1 links ipsi-lateral	87,12 \pm 10,48	-1,50	118,8	45,60
P2 links ipsi-lateral	159,75 \pm 17,98	-0,94	207,60	122,40

Bei den Visuell Evozierten Potentialen (Tabelle 56) verhält es sich ähnlich wie bei den ALEP-Latenzzeiten beschrieben.

Tabelle 56: VEP-Latenzzeiten Vertigo und Tinnitus-Kollektiv (n = 143)

P 100	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
rechts	94,73 \pm 8,54	-0,34	124,0	77,2
links	94,11 \pm 8,36	-0,71	125,2	76,0

3.7.4 Audiometrie für das Vertigo und Tinnitus-Kollektiv

Für die Sprachaudiometrie, hier das optimale Zahlenverständnis, opt. Hören und Diskriminationsverlust zeigen sich deutlich bessere Werte für beide Seiten als im Gesamtkollektiv. So ist der Mittelwert des Diskriminationsverlustes des rechten Ohres annähernd gleich (Δ MW = + 1,44 %), der des linken Ohres mit Δ MW = 26,32 % besser als der des Gesamtkollektives bei annähernd gleichen mittleren Schalldrücken.

Dieses trifft ähnlich auch für die Tonschwellenaudiometrie des rechten und linken Ohres für die Luftleitung (Abbildung 38 und Abbildung 39) zu, welche im Mittel kein signifikanten Unterschiede zum Gesamtkollektiv erkennen lässt, außer, dass sich auch hier wieder geringere maximale Schalldrücke feststellen lassen.

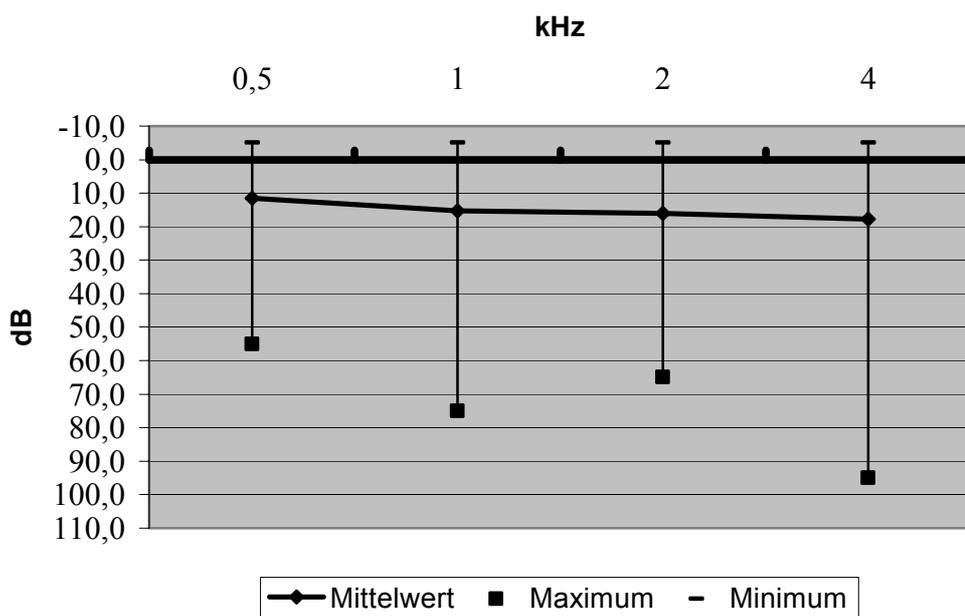


Abbildung 38: Tonschwelleanaudiometrie (Luftleitung) Vertigo und Tinnitus-Kollektiv für das rechte Ohr (n= 142)

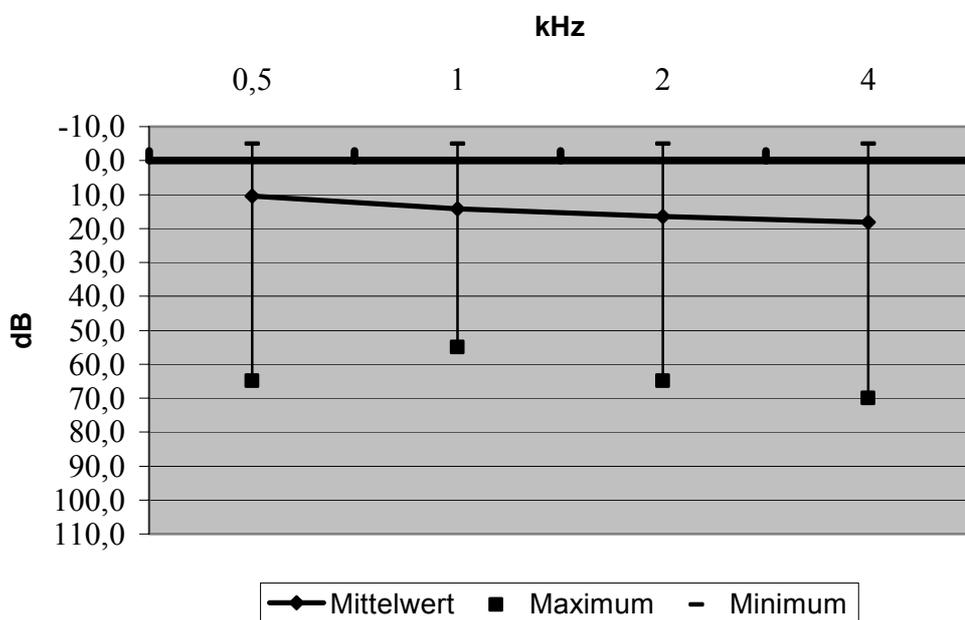


Abbildung 39: Tonschwelleanaudiometrie (Luftleitung) Vertigo und Tinnitus-Kollektiv für das linke Ohr (n= 143)

3. Ergebnisse

Die Unbehaglichkeitsschwelle für das rechte Ohr (Tabelle 57) wurde nur bei 88- 95 % des Kollektivs ermittelt. Auch hier gibt es keine deutlichen Unterschiede zum Gesamtkollektiv.

Tabelle 57: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=126)	1 kHz (n= 137)	2 kHz (n=133)	4 kHz (n=128)
Mittelwert und StD	99,25 ± 15,10	100,84 ± 16,00	102,29 ± 15,37	98,44 ± 18,06
Δ MW %	-0,05	-0,24	-0,44	-1,35
Maximum	115	120	120	120
Minimum	45	40	35	5

Oben genanntes gilt auch für die Unbehaglichkeitsschwelle des linken Ohres (Tabelle 58). Diese wurde ebenfalls nur bei 87,4 bis 94,4% des Kollektivs ermittelt. Auch hier finden sich keine wesentlichen Abweichungen.

Tabelle 58: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=125)	1 kHz (n= 135)	2 kHz (n=133)	4 kHz (n=129)
Mittelwert und StD	100,04 ± 15,74	101,74 ± 15,30	103,50 ± 15,82	100,39 ± 17,04
Δ MW %	-0,16	-0,38	-0,25	-0,87
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	45	30	30

Letztlich soll auch hier das Tinnitusmasking verglichen werden. Im Gesamtkollektiv konnten wir bei insgesamt 44 (= 18,11 %) Personen ein Tinnitusmasking durchführen. In diesem Kollektiv sind es 27 Personen für das rechte Ohr, bzw. 29 Personen für das linke Ohr, was immerhin 18,9 % bzw. 20,3 % der Personen dieses Kollektivs entspricht.

Der Tinnitus (Tabelle 59) erscheint rechts tieffrequenter und von geringerem Schalldruck. Für links ist dies nicht so ausgeprägt. Es fällt auch ein kleinerer maximaler Schalldruck für beide Seiten auf.

Ein beidseitiger maskierbarer Tinnitus besteht bei 19 Personen, das entspricht 13,29 % dieses Kollektivs.

Tabelle 59: Tinnitusmasking Vertigo- und Tinnitus-Kollektiv

	MW und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Rechts Frequenz (n= 27)	3,27 \pm 2,43	-6,03	8,00	0,13
Rechts dB	42,96 \pm 19,58	-6,36	75,00	5,00
Links Frequenz (n= 29)	3,00 \pm 2,25	-3,85	8,00	0,13
Links dB	46,90 \pm 19,57	0,90	90,00	10,00

3.8 Die klinischen Befunde des Commotio cerebri- Kollektivs

In diesem Kollektiv wurden alle Patienten zusammengefasst, welche in ihrer Anamnese von einem Schädel-Hirn-Trauma I°, einer Commotio cerebri berichtet haben. Es umfasst 35 Personen, entsprechend 14,4 % des Gesamtkollektivs.

3.8.1 Die Elektronystagmographie (ENG) des Commotio cerebri- Kollektivs

In der Elektronystagmographie des Commotio cerebri- Kollektivs finden sich sowohl in der Spontan- als auch kalorischen Nystagmusmessung erheblich kleinere Maxima- bei höheren Minimawerten (Tabelle 60 und Tabelle 61).

Tabelle 60: Spontannystagmus Commotio cerebri- Kollektiv

Spontan- nystagmus/ 30 sec.	Mittelwert	Δ MW	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
rechts (n = 35) (Norm 0-17)	24,86	17,75	11,91	51,0	4,0
links (n = 34) (Norm 0-19)	18,71	3,92	9,20	42,0	3,0

Die Mittelwerte von Spontan- als auch kalorischem Nystagmus ähneln denen des Gesamtkollektivs, Ausnahmen bilden hierbei nur der Spontannystagmus rechts und die kalorische Kaltreaktion links (Tabelle 60 und Tabelle 61).

Tabelle 61: Kalorischer Nystagmus Commotio cerebri- Kollektiv

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standardabweichung	Maximum	Minimum
Rechts 44°C (n=35)	41,89	0,30	15,12	71,0	15,0
Rechts 30°C (n = 35)	43,83	2,72	14,17	77,0	12,0
Links 44°C (n = 35)	44,83	0,47	16,27	99,0	24,0
Links 30°C (n = 35)	51,83	9,46	17,49	94,0	15,0

In der **Elektronystagmographie** mittels der Darstellung im Schmetterlings-Kalorigramm (Abbildung 40) ergaben sich für das Tinnitus-Kollektiv folgende Störungslokalisationen (n = 35):

Normalbefunde bei 15 Patienten (42,86 %)

Periphere Störung bei 6 Patienten (17,14 %)

Zentrale Störung bei 5 Patienten (14,29 %)

Und 9 nicht zuordenbare bzw. nicht durchgeführte Messungen (25,71 %).

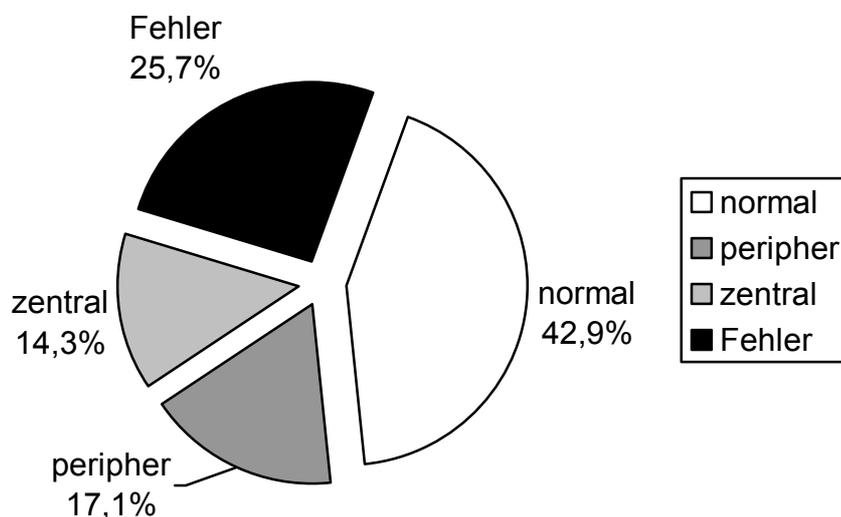


Abbildung 40: Störungslokalisation mittels Kalorisations-Schmetterling auf Basis des ENG; Commotio cerebri- Kollektiv

Im Vergleich zum Gesamtkollektiv (32,9 %) ist somit der Anteil der Normalbefunde deutlich höher ($\Delta\% = + 30,27$). Im Gegenzug ist die Anzahl der peripheren Störungen

um $\Delta\% = -18,38\%$ und der zentralen Störungen um $\Delta\% = -30,61\%$ niedriger. Die Zahl der nicht zu verwertenden Ergebnisse entspricht circa der des Vergleichkollektives ($\Delta\% = +0,82\%$).

Beim elektronystagmographisch aufgezeichneten und ausgewerteten **Rotatorischen Intensitätsdämpfungstest (RIDT)** des Commotio cerebri-Kollektivs ergaben sich folgende Abweichungen zum Vergleichskollektiv (Tabelle 62):

Tabelle 62: RIDT: Commotio cerebri- Kollektiv (n = 35); Angabe in Nystagmusschläge / 30 sec

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Perrotatorius rechts	61,0 ± 16,47	8,79	99,0	30,0
Perrotatorius links	54,11 ± 16,55	3,06	91,0	14,0

Im **Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)** zeigte sich für die rechte Seite bei 35 verwertbaren Ergebnissen (100 %) folgende Verteilung:

- 57,14 % ein Parallelverhalten ($\Delta = -4,24\%$)
- 37,14 % ein Recruitment ($\Delta = +30,77\%$)
- 5,71 % ein Decruitment ($\Delta = -42,20\%$)

Für die linke Seite bei ebenfalls 35 verwerteten Ergebnissen (100 %)

- 62,86 % ein Parallelverhalten ($\Delta = +9,11\%$)
- 28,57 % ein Recruitment ($\Delta = +8,47\%$)
- 8,57 % ein Decruitment ($\Delta = -38,74\%$)

Die Abweichungen zum Gesamtkollektiv sind in Klammern angegeben.

3.8.2 Die Cranio-Corpo-Graphie des Commotio cerebri- Kollektivs

Die im Tretversuch- CCG ermittelten Abweichungen zum Vergleichskollektiv sind in nachfolgender Tabelle 63 zu entnehmen. In den Maximalzahlen zeigen sich auch diesmal niedrigere Werte bei zum Teil höheren Werten in den Minima.

Tabelle 63: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Commotio cerebri- Kollektiv (n= 33)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Abweichungs-Länge [cm]	64,20 \pm 34,14	- 10,13	6,50	144,60
Lateralschwankungs- breite [cm]	22,19 \pm 7,60	- 5,03	9,00	46,40
Anguläre Deviation Gesamt [°]	30,52 \pm 26,27	9,85	0,00	105,00
Eigenspin [°]	42,48 \pm 38,83	4,85	1,00	171,00
Schrittzahl / 60 sec.	53,15 \pm 8,64	-2,87	31,00	68,00

Aus den erhobenen Befunden der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches (Abbildung 41) ergeben sich

- 6 (17,14 %) unauffällige CCG-Befunde,
- 22 (62,86 %) Patienten mit einer zentralen,
- 1 (2,86 %) Patient mit einer peripheren und
- 4 (11,43 %) Patienten mit einer kombinierten Störung
- 2 (5,71%) Fehlerhafte/Fehlende Ergebnisse.

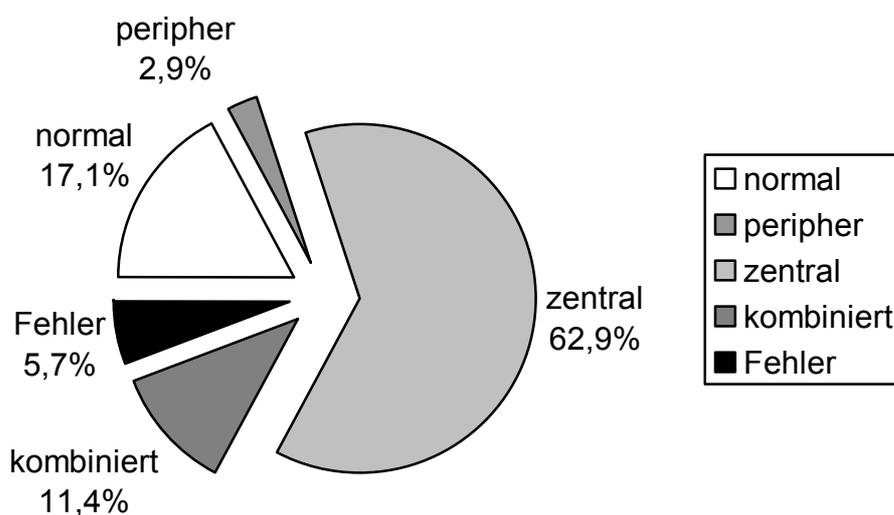


Abbildung 41: Störungslokalisierung mittels Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches im Commotio cerebri- Kollektiv

Auch im US-CCG zeigen sich für dieses Kollektiv etwas weniger pathologische Befunde als im Vergleichskollektiv („normal“ $\Delta\% = + 1,60$), weniger zentrale ($\Delta\% = - 2,09$) und kombinierte Störungen ($\Delta\% = - 33,85$) und bedingt durch die Größe des Kollektives bei gleicher Absolutzahl (1!) ein deutlich höherer Prozentsatz an peripheren Störungen ($\Delta\% = + 73,16$) und der fehlenden /fehlerhaften Messungen ($\Delta\% = +177,78$ %, Absolutzahl: 2!).

In den Ergebnissen des Stehversuch- CCGs Tabelle 64 finden sich deutlich kleinere Maximalwerte, die Minimumwerte sind etwas höher als im Vergleichskollektiv, insgesamt zeigen sich weniger pathologische Werte.

Im Einzelnen ergaben sich für das Stehversuchs- CCG 5 (14,29 %) pathologische Längs- und 8 (22,86 %) pathologische Lateralschwankungen. In Kombination hatten 4 Patienten (11,43 %) sowohl eine pathologische Längs- als auch Lateralschwankung, insgesamt war der Stehversuch also 5-mal (14,29 %) krankhaft zu werten, 30-mal als normal (85,71 %).

Tabelle 64: Stehversuch- US-CCG, Comotio cerebri– Kollektiv (n = 35)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Längsschwankung [cm]	6,01 \pm 5,06	- 1,82	2,30	30,80
Lateralschwankung [cm]	6,62 \pm 3,03	- 3,96	2,60	13,80

Im Vergleich der mittels des US-CCGs ermittelten Befunde bei Steh- und Tretversuch zeigen sich 85,71 % Normalbefunde im Stehversuch, jedoch nur 17,14 % im Tretversuch. Das heißt, dass der Tretversuch auch hier fast sechsmal mehr pathologische Fälle erkannt hat.

3.8.2.1 Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Comotio cerebri- Kollektivs

In diesem Kollektiv erfolgt ebenfalls die vergleichende Darstellung der Ergebnisse der kalorischen Vestibularisprüfung mittels der ENG und der Tretversuchs- CCG, zu entnehmen der Abbildung 42.

In diesem Kollektiv zeichnen sich im ENG- Befund die bisher meisten Normalbefunde ab. Dies ist jedoch nicht in den Befunden der CCG der Fall.

Im Übrigen verweisen wir auf die vorangegangenen Kollektive zur Erörterung der übrigen Befunde.

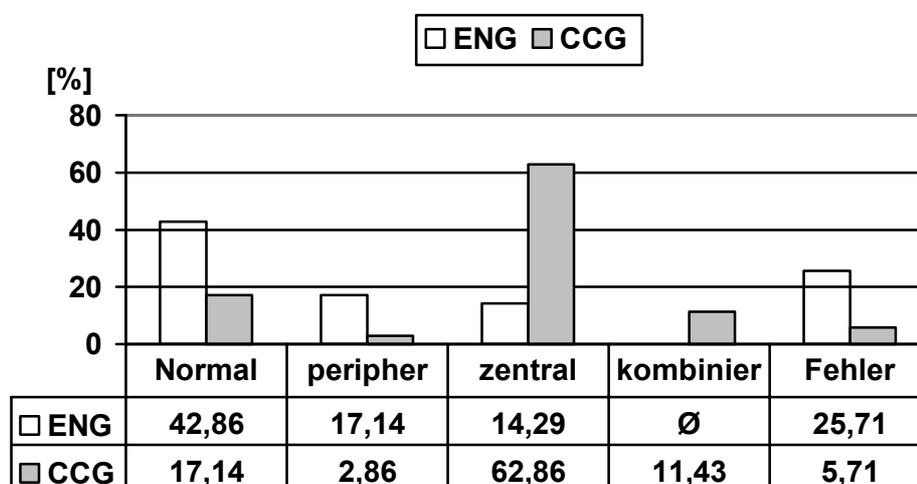


Abbildung 42: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisierung aus ENG und Tretversuch- CCG, Commotio cerebri- Kollektiv

3.8.3 Evozierte Hirnpotentiale des Commotio cerebri- Kollektivs

Bei den ermittelten ABEP-Latenzzeiten ergeben sich allenfalls geringe Abweichungen zum Gesamtkollektiv, welche der nachfolgenden Tabelle 65 zu entnehmen sind.

Die Maximalzeiten sind in diesem Kollektiv deutlicher verändert als die Mittelwerte. Die Minimal-Werte liegen nur für die rechte Seite etwas höher.

Tabelle 65: ABEP -Latenzzeiten für Commotio cerebri- Kollektiv (n = 35)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,74 ± 0,22	-0,48	6,20	5,36
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,78 ± 0,27	-1,52	6,28	5,08
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,82 ± 0,26	-0,84	6,40	5,04

Bei den ALEP-Latenzzeiten finden sich die nachstehenden Ergebnisse in Tabelle 66. Deutlich kürzer als im Gesamtkollektiv sind auch hier wieder die Maximalwerte, bei höheren Minimumwerten.

Tabelle 66: ALEP-Latenzzeiten für Commotio cerebri- Kollektiv (n = 35)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
N1 rechts ipsi-lateral	91,10 \pm 6,41	0,52	106,80	76,80
P2 rechts ipsi-lateral	164,57 \pm 16,36	-0,76	201,60	129,60
N1 links ipsi-lateral	89,55 \pm 9,69	1,25	118,80	61,20
P2 links ipsi-lateral	156,48 \pm 19,71	-2,96	208,80	126,00

Bei den Visuell Evozierten Potentialen (Tabelle 67) verhält es sich ähnlich den zuvor beschriebenen ABEP- und ALEP-Latenzzeiten.

Tabelle 67: VEP-Latenzzeiten Commotio cerebri- Kollektiv (n=35)

P 100	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
rechts	94,31 \pm 7,56	-0,78	110,80	78,40
links	93,42 \pm 7,82	-1,44	110,80	79,60

3.8.4 Audiometrie des Commotio cerebri- Kollektivs

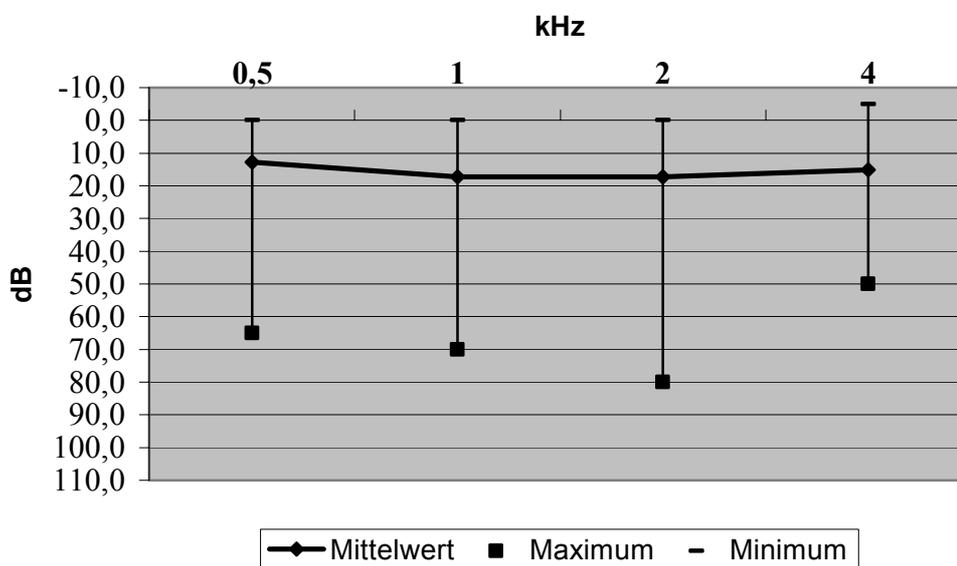
In der Sprachaudiometrie (Tabelle 68 und Tabelle 69) betreffend hier optimales Zahlenverständnis, optimales Hören und Diskriminationsverlust sind die Ergebnisse nachfolgend dargestellt. Eine wirkliche Tendenz lässt sich hierbei nicht herauslesen.

Tabelle 68: Sprachaudiometrie rechts Commotio cerebri- Kollektiv

Sprachaudiometrie	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
opt. Zahlenverstehen [dB] rechts (n= 35)	50,0 \pm 18,31	4,21	110,0	30,0
Diskriminationsverlust [%] rechts (n=34)	1,18 \pm 6,86	-15,36	40,0	0,0
opt. Hören [dB] rechts (n= 33)	62,73 \pm 11,93	1,32	90,0	40,0

Tabelle 69: Sprachaudiometrie links Commotio cerebri- Kollektiv

Sprachaudiometrie	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
opt. Zahlenverstehen [dB] links (n= 34)	49,71 \pm 6,86	4,02	40,0	0,0
Diskriminationsverlust [%] links (n= 35)	1,18 \pm 17,90	+ 55,26	120,0	30,0
opt. Hören [dB] links (n= 33)	57,88 \pm 15,47	-3,77	110,0	50,0

**Abbildung 43: Tonschwellenaudiometrie (Luftleitung) rechts, Commotio cerebri-Kollektiv**

Bei der Tonschwellenaudiometrie (Abbildung 43 und Abbildung 44) fallen geringfügig höhere Schalldrücke für die Frequenzen von 0,5 bis 2 kHz beidseits auf, ein niedrigerer Schalldruck für die 4 kHz Frequenzen, rechts mehr als links.

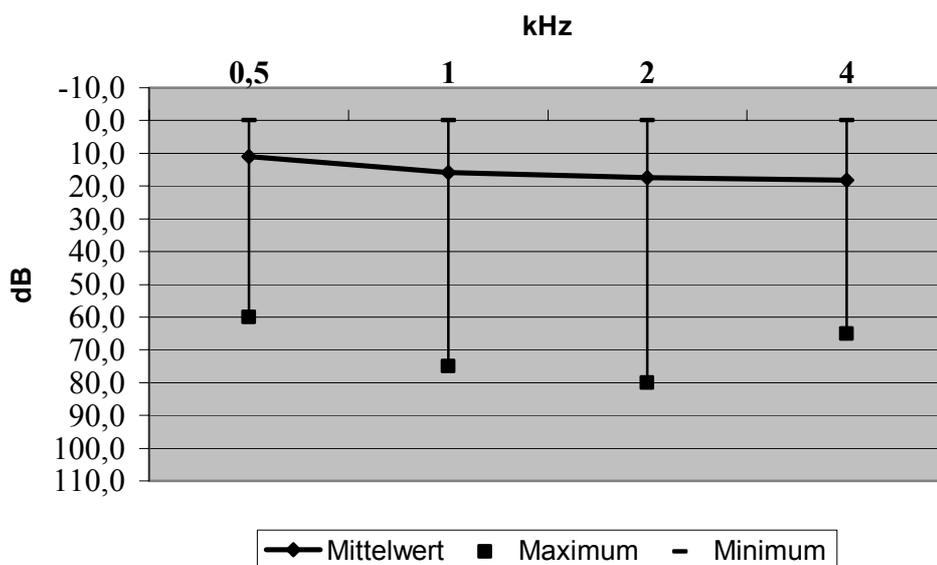


Abbildung 44: Tonschwellaudiometrie (Luftleitung) links Commotio cerebri-Kollektiv

Die Unbehaglichkeitsschwelle für das rechte Ohr (Tabelle 70) wurde nur bei 80,0 bis 88,6% der Patienten ermittelt. Hier zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zum Gesamtkollektiv.

Tabelle 70: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Commotio cerebri- Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=29)	1 kHz (n= 31)	2 kHz (n=28)	4 kHz (n=28)
Mittelwert und StD	98,62 ± 13,09	100,65 ± 18,29	101,79 ± 15,17	100,89 ± 16,22
Δ MW %	-0,68	-0,43	-0,93	1,11
Maximum	115	120	120	120
Minimum	65	40	50	45

Gleiches gilt für die Unbehaglichkeitsschwelle des linken Ohres (Tabelle 71). Auch diese wurde nur bei 77,1 % bis 85,7 % der Patienten ermittelt. Auch hier finden sich keine signifikanten Abweichungen.

Tabelle 71: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Commotio cerebri- Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=28)	1 kHz (n= 30)	2 kHz (n=30)	4 kHz (n=27)
Mittelwert und StD	101,25 ± 13,31	101,17 ± 14,48	105,33 ± 12,86	100,00 ± 16,41
Δ MW %	1,05	-0,94	1,52	-1,25
Maximum	120	120	120	120
Minimum	80	70	80	60

Das Tinnitusmasking wurde bei 6 Patienten durchgeführt, das entspricht 17,14 % des Kollektivs. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle 72 aufgelistet.

Der Tinnitus ist in diesem Kollektiv von tieferer Frequenz und geringerer Lautstärke. Ein beidseitiger maskierbarer Tinnitus fand sich bei 4 Patienten, das entspricht 11,43 %.

Tabelle 72: Tinnitusmasking Commotio cerebri- Kollektiv

	MW und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Rechts Frequenz (n= 27)	2,58 ± 2,96	-25,77	8,00	0,25
Rechts dB	35,83 ± 26,35	-21,9	70,00	5,00
Links Frequenz (n= 29)	2,63 ± 2,13	-15,87	6,00	0,50
Links dB	41,67 ± 40,46	-10,36	115,00	10,00

3.9 Die klinischen Befunde des Patientenkollektivs mit einem Zustand nach Kopf-Hals-Schleudertrauma

In diesem Kollektiv zusammengefasst wurden alle Patienten, welche in ihrer Anamnese von einem Kopf-Hals-Schleudertrauma, auch als Peitschenhieb- oder „whiplash-injury“ bezeichnet, berichtet haben. Dieses Kollektiv besteht aus 69 Personen, das entspricht 28,40 % des Gesamtkollektivs.

3.9.1 Die Elektronystagmographie (ENG) des Patientenkollektivs mit einem Zustand nach Kopf-Hals-Schleudertrauma

Die Elektronystagmographie des Kopf-Hals-Schleudertrauma-Kollektivs zeigt sowohl in den Ergebnissen des Spontan- (Tabelle 73) als auch des kalorischen Nystagmus

(Tabelle 74) keine signifikanten Unterschiede zum Gesamtkollektiv.

Tabelle 73: Spontannystagmus des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“; Angaben in Nystagmusschläge/30 sec.

Spontan- nystagmus	Mittelwert	Standard- abweichung	Δ MW %	Maximum	Minimum
rechts (n = 69) (Norm 0-17)	20,33	10,43	-3,68	50,0	3,0
links (n = 69) (Norm 0-19)	17,72	10,06	-1,53	56,0	0,0

Tabelle 74: Kalorischer Nystagmus des Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“; Angaben in Nystagmusschläge /30 sec.

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
Rechts 44°C (n = 69)	38,64	-7,48	17,19	93,0	12,0
Rechts 30°C (n = 69)	41,87	-1,88	19,48	126,0	11,0
Links 44°C (n = 69)	45,30	1,53	21,41	119,0	12,0
Links 30°C (n = 69)	46,74	-1,29	23,03	125,0	10,0

Im Kalorisations-Code fanden sich jeweils für einen Patienten ein Enthemmungsüberwiegen für rechts und links (1,45 %), sowie für jeweils zwei Patienten ein Hemmungsüberwiegen für rechts bzw. links (2,90 %).

In der **Elektronystagmographie** mittels der Darstellung im Schmetterlingskalorigramm (Abbildung 45) ergaben sich für das Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“ folgende Störungslokalisationen (n = 69):

Normalbefunde bei 22 Patienten (31,88 %)

Periphere Störung bei 11 Patienten (15,94 %)

Zentrale Störung bei 16 Patienten (23,19 %)

Und 10 nicht zuordenbare bzw. nicht durchgeführte Messungen (14,49 %).

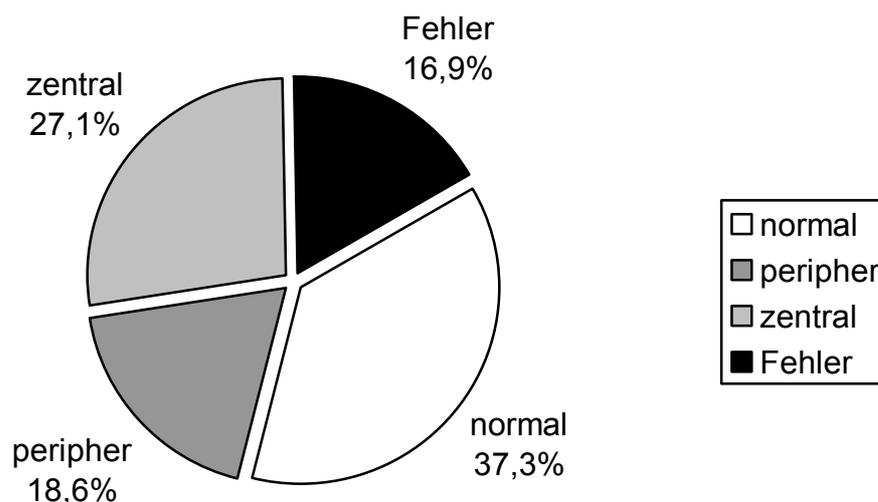


Abbildung 45: Störungslokalisierung mittels Kalorisations-Schmetterling auf der Basis des ENG; Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Im Vergleich zum Gesamtkollektiv bedeutet dies eine Zunahme an zentralen Störungen um $\Delta\% = 12,69\%$, bei etwas weniger Normalbefunden von $\Delta\% = -3,15\%$, deutlich weniger peripherer Störungen $\Delta\% = -24,05\%$ und Reduktion der fehlerhaften/fehlenden Messungen um $\Delta\% = -43,19\%$.

Auch bei den Mittelwerten des elektronystagmographisch aufgezeichneten **RIDT (Rotatorischen Intensitätsdämpfungstests)** fallen keine signifikanten Unterschiede auf (Tabelle 75):

Tabelle 75: RIDT für Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“ (n = 69); Angabe in Nystagmusschläge / 30 sec.

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Perrotatorius rechts	54,33 ± 15,14	-3,10	96,0	20,0
Perrotatorius links	53,65 ± 15,68	2,18	89,0	26,0

Im **Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)** zeigte sich für die rechte Seite bei 69 verwertbaren Ergebnissen (100,00 %) folgende Verteilung:

- 66,67 % ein Parallelverhalten ($\Delta\% = + 11,73$)
- 28,99 % ein Recruitment ($\Delta\% = + 2,06$)
- 4,35 % ein Decruitment ($\Delta\% = - 55,99$)

Für die linke Seite bei ebenfalls 69 verwerteten Ergebnissen (100,00 %) bei gleicher Verteilung:

- 66,67 % ein Parallelverhalten ($\Delta\% = + 15,72$)
- 28,99 % ein Recruitment ($\Delta\% = + 10,04$)
- 4,35 % ein Decruitment ($\Delta\% = - 68,92$)

Die Abweichungen zum Gesamtkollektiv sind in Klammern angegeben.

3.9.2 Die Cranio-Corpo-Graphie des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Im Tretversuch -CCG (Tabelle 76) zeigen sich keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der Mittelwerte mit dem Gesamtkollektiv, abgesehen vom Eigenspin.

Auch hier finden sich wie häufig in den anderen Vergleichskollektiven geringere Maximalwerte.

Tabelle 76: Ergebnisse Tretversuch- USCCG des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Maximum
Abweichungs-Länge [cm] (n= 68)	69,65 ± 33,87	-2,49	156,50	156,50
Lateralschwankungsbreite [cm] (n= 68)	24,45 ± 8,35	1,36	49,20	49,20
Anguläre Deviation Gesamt [°] (n= 67)	27,66 ± 23,98	-0,43	113,0	113,0
Eigenspin [°] (n= 67)	45,47 ± 38,63	12,22	171,00	171,00
Schrittzahl / 60 sec. (n= 66)	54,53 ± 8,89	-0,35	80,00	80,00

Aus den Ergebnissen der Ultraschall- Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches (Abbildung 46) ergeben sich nun:

- 10,14 % (7) Normalbefunde,
- 69,57% (48) zentrale Störungen,
- 2,90 % (2) periphere Störungen,
- 14,49 (10) kombinierte Störungen,
- und 2,90 % (2) fehlerhafte/ fehlende Messungen.

Verglichen mit dem Gesamtkollektiv findet sich ein geringerer Anteil an Normalbefunden ($\Delta\% = - 39,86$) und weniger kombinierte Störungen ($\Delta\% = - 16,15$). Der Anteil der zentralen Störungen ist um $\Delta\% = + 8,36$, der der peripheren um $\Delta\% = 75,67$ erhöht. Obwohl in diesem Kollektiv nur zwei Messungen fehlen oder fehlerhaft sind bedeutet dies eine Zunahme um $\Delta = 40,88 \%$!

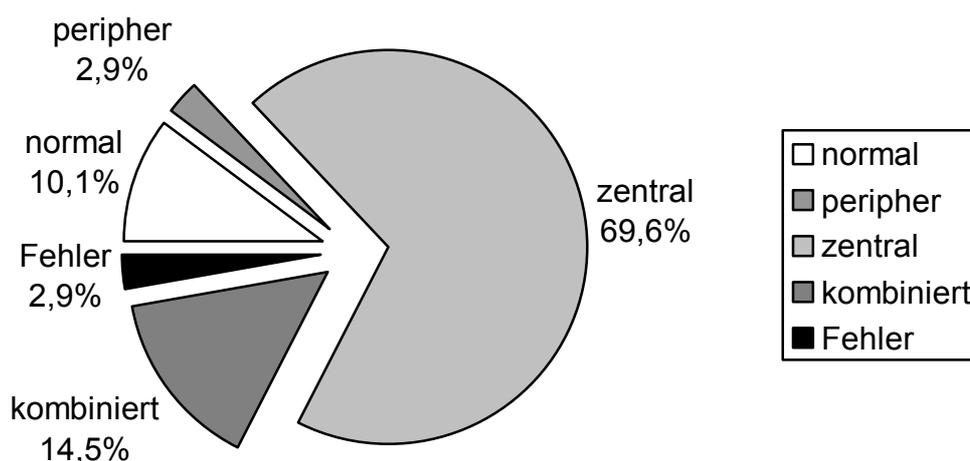


Abbildung 46: Störungslokalisation mittels US-CCG –Tretversuch; Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Im Stehversuch- US-CCG (Tabelle 77) zeigt sich eine Abweichung zu den Mittelwerten des Gesamtkollektivs. Der Maximalwert der Längsschwankung ist deutlich kleiner (Gesamtkollektiv: 55,70 cm).

Im Einzelnen Ergaben sich für das Stehversuchs- CCG 17 (24,64 %) pathologische Längs- und 25 (36,23 %) pathologische Lateralschwankungen. In Kombination hatten 12 Patienten (17,39 %) sowohl eine pathologische Längs- als auch Lateralschwankung,

insgesamt war der Stehversuch also 18-mal (26,08 %) krankhaft zu werten, 51-mal als normal (73,91 %).

Tabelle 77: Stehversuch- CCG, Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“ (n = 69)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Minimum	Maximum
Längsschwankung [cm]	6,75 \pm 5,23	10,29	0,80	30,80
Lateralschwankung [cm]	8,01 \pm 8,19	16,26	0,90	68,39

Stellt man auch hier den Vergleich an zwischen den Befunden des Stehversuch- und des Tretversuch- CCGs, erhält man, verleiße man sich nur auf den Stehversuch 73,91 % Normalbefunde, im Tretversuch sind dies jedoch nur 10,14 %, das entspricht mehr als dem siebenfachen als Unterschied.

Umgedreht bedeutet dies in Bezug auf die pathologisch erkannten Fälle, dass das Tretversuch- Cranio-Corpo-Gramm mehr als 3-mal so viele Fälle als krankhaft erkannt hat, als das Stehversuch-Cranio-Corpo-Gramm.

3.9.2.1 Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Kollektives „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Der ebenfalls für dieses Kollektiv angestellte graphische Vergleich der Ergebnisse der kalorischen Nystagmusreaktion im ENG mit denen des CCG- Tretversuches ist der Abbildung 47 zu entnehmen. Für die Interpretation der Ergebnisse verweisen wir u. a. auf die vorangegangenen Kollektive. Deutlich ist in diesem Kollektiv eine Zunahme der zentralen Störungen im CCG, geringer auch im ENG.

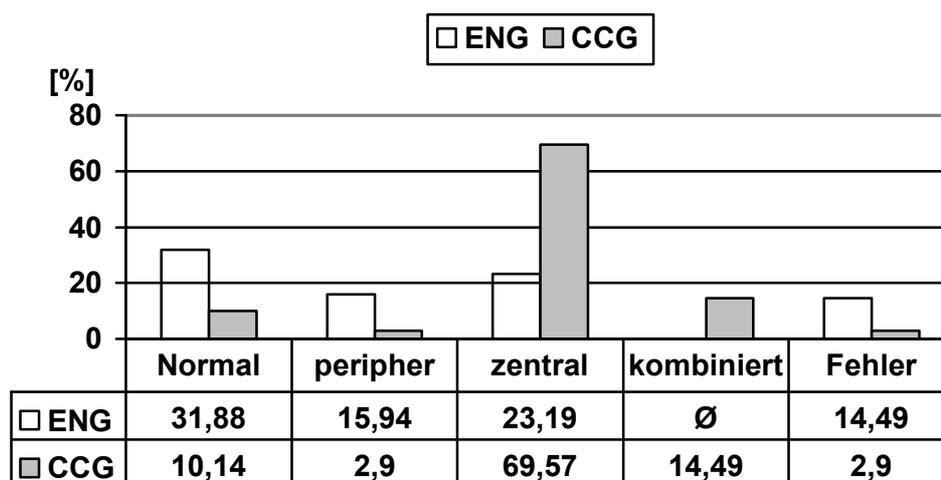


Abbildung 47: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisation aus ENG und Tretversuch- CCG, Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

3.9.3 Evozierte Hirnpotentiale des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Bei den ermittelten Zeiten der akustischen Hirnstammpotentiale (ABEP) (Tabelle 78) zeigen sich keine relevanten Unterschiede zum Gesamtkollektiv.

Tabelle 78: ABEP -Latenzzeiten für Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“ (n = 69)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,75 ± 0,33	-0,43	6,96	5,00
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,86 ± 0,30	-0,10	6,76	6,76
	5,85 ± 0,29	-0,41	6,88	5,36

Bei den akustischen Hirnrindenpotentialen (ALEP) (Tabelle 79) zeigen sich ebenfalls keine relevanten Unterschiede.

Tabelle 79: ALEP-Latenzzeiten für Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“ (n = 69)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
N1 rechts ipsi-lateral	90,43 \pm 9,85	-0,22	121,20	52,80
P2 rechts ipsi-lateral	165,03 \pm 17,49	-0,49	201,60	118,80
N1 links ipsi-lateral	86,93 \pm 9,71	- 1,71	102,00	45,60
P2 links ipsi-lateral	158,83 \pm 17,53	-1,50	205,20	123,60

Gleiches gilt für die Latenzzeiten der Visuell Evozierten Potentiale (VEP) (Tabelle 80):

Tabelle 80: VEP-Latenzzeiten des Kollektivs „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“ (n = 69)

P 100	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
rechts	93,77 \pm 8,26	- 1,34	124,00	78,40
links	93,69 \pm 8,12	-1,15	125,20	79,60

3.9.4 Audiometrie für das Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Die Sprachaudiometrie zeigt annähernd gleich Werte für den Schalldruck des optimalen Zahlenverständnisses beidseits und des optimalen Hörens. Sehr deutlich im Vergleich zum Gesamtkollektiv ist, dass in diesem Kollektiv kein Diskriminationsverlust für beide Ohren ermittelt werden konnte ($\Delta\%$ = -100,00 %). Ebenso liegen die maximal benötigten Schalldrücke deutlich niedriger (siehe hierzu bitte auch die Vergleichstabellen im Anhang).

Diese Unterschiede setzen sich auch in der Tonschwellenaudiometrie (Abbildung 48 und Abbildung 49) fort, die vor allem in den höheren Frequenzen deutlich niedrigere Schalldrücke benötigt.

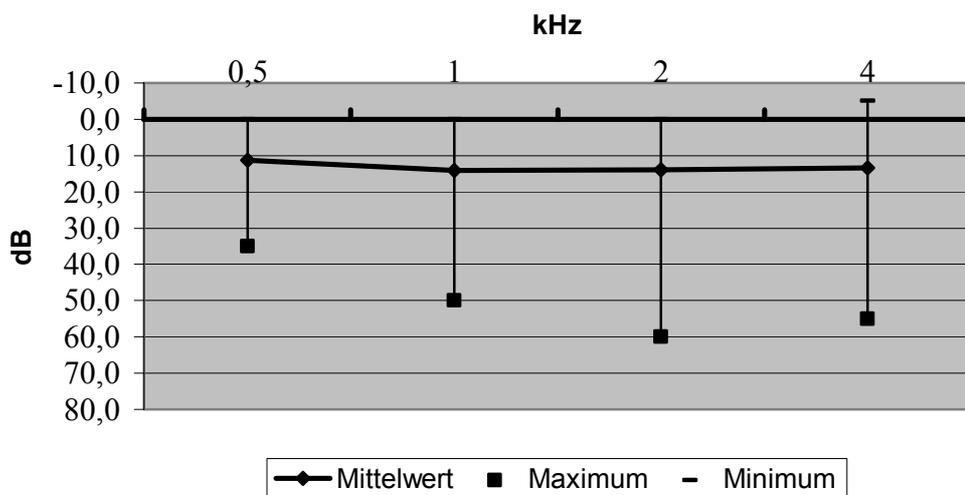


Abbildung 48: Tonschwellenaudiometrie (LL) rechts; Kopf-Hals-Schleudertrauma-Kollektiv (n= 68)

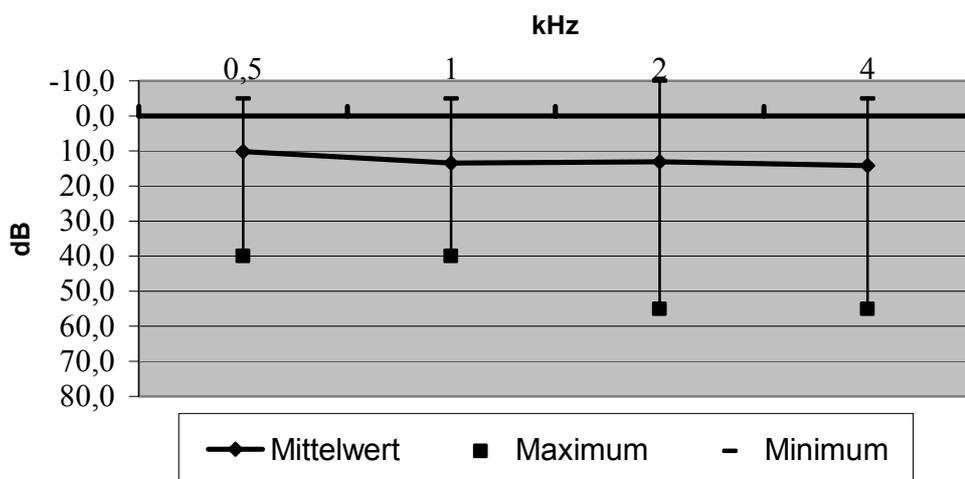


Abbildung 49: Tonschwellenaudiometrie (LL) links; Kopf-Hals-Schleudertrauma-Kollektiv (n=69)

Die ermittelte Unbehaglichkeitsschwelle (Tabelle 81 und Tabelle 82) zeigt keine wesentlichen Unterschiede zum Gesamtkollektiv.

Die Bestimmung erfolgte für rechtsseitig bei 86,96 % bis 97,10 % der Kollektivs (Tabelle 81).

Tabelle 81: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Frequenz dB	500 Hz (n=60)	1 kHz (n= 67)	2 kHz (n=65)	4 kHz (n=64)
Mittelwert und StD	97,50 ± 16,25	99,10 ± 18,63	100,54 ± 18,40	98,13 ± 19,75
Δ MW %	- 1,81	- 1,95	- 2,14	- 1,67
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	40	35	35

Die Bestimmung der Unbehaglichkeitsschwelle der linken Seite (Tabelle 82) wurde bei 84,06 % bis 97,10 % der Patienten durchgeführt.

Tabelle 82: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Frequenz dB	500 Hz (n=58)	1 kHz (n= 67)	2 kHz (n=66)	4 kHz (n=63)
Mittelwert und StD	97,84 ± 17,52	100,15 ± 18,07	100,98 ± 18,46	98,02 ± 19,10
Δ MW %	- 2,35	- 1,94	- 2,67	- 3,21
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	45	30	30

Das Tinnitusmasking erfolgte bei 9 Patienten (13,04 %) für die rechte Seite und 8 (11,59 %) für die linke. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle 83 aufgelistet.

Der Tinnitus ist in diesem Kollektiv von tieferer Frequenz und geringerer Lautstärke.

Ein bilateral maskierbarer Tinnitus bestand bei 6 Patienten, das entspricht 8,70 % dieses Kollektives.

Tabelle 83: Tinnitusmasking Kollektiv „Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma“

	MW und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Rechts Frequenz (n= 8)	2,72 ± 2,77	-21,78	8,00	0,13
Rechts dB	41,11 ± 20,88	-10,39	70,00	5,00
Links Frequenz (n= 9)	1,44 ± 2,00	-53,93	6,00	0,13
Links dB	41,25 ± 17,47	-11,25	65,00	10,00

3.10 Die klinischen Befunde des Hypertonus- Kollektivs

Analog der vorangegangenen Kollektive erfolgte auch bei dem nun letzten Vergleichskollektiv die Einteilung nach anamnestisch angegebenen Daten, hier dem Bluthochdruck. Dieses Kollektiv umfasst 50 Patienten, 20,58 % des Gesamtkollektivs.

3.10.1 Die Elektronystagmographie (ENG) des Hypertonus- Kollektivs

Die Ergebnisse des Spontan- und des kalorischen Nystagmus sind in den nachfolgenden Tabellen (Tabelle 84 und Tabelle 85) zu entnehmen. Die prozentualen Abweichungen der Mittelwerte zum Gesamtkollektiv lassen keine einheitliche Tendenz erkennen.

Tabelle 84: Spontannystagmus Hypertonus- Kollektiv; Angabe in Nystagmusschläge /30 sec. (n=50)

Spontan- nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
rechts (n = 50) (Norm 0-17)	21,78	3,17	13,30	70,0	2,00
links (n = 50) (Norm 0-19)	16,64	- 7,56	10,01	44,00	3,0

Die Maximalwerte sind sowohl beim Spontan- als auch dem kalorischen Nystagmus deutlich niedriger als im Gesamtkollektiv, siehe hierzu bitte auch die Tabellen im Anhang.

Tabelle 85: Kalorischer Nystagmus Hypertonus- Kollektiv; Angabe in Nystagmusschläge/ 30 sec. (n=50)

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Δ MW %	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
Rechts 44°C	43,74	4,74	18,91	85,0	4,0
Rechts 30°C	40,36	- 5,41	17,83	84,00	5,0
Links 44°C	45,18	1,26	20,45	100,0	4,0
Links 30°C	48,82	3,10	21,37	93,00	4,0

Im Kalorisations-Code findet sich weder für die linke, noch die rechte Seite ein Enthemmungs-Überwiegen, sowie auch kein Hemmungsüberwiegen der linken Seite. Lediglich bei einer Person fand sich ein Hemmungsüberwiegen rechts, was bei der Größe dieses Kollektivs 2,0 % bedeutet.

In der **Elektronystagmographie** der ausgewerteten Schmetterlingskalorigramme (Abbildung 50) ergaben sich für das Hypertonus-Kollektiv folgende Störungslokalisationen (n = 50):

- Normalbefunde bei 14 Patienten (28,0 %)
- Periphere Störung bei 11 Patienten (22,0 %)
- Zentrale Störung bei 10 Patienten (20,0 %)
- Und 15 nicht zuordenbare bzw. nicht durchgeführte Messungen (30,0 %).

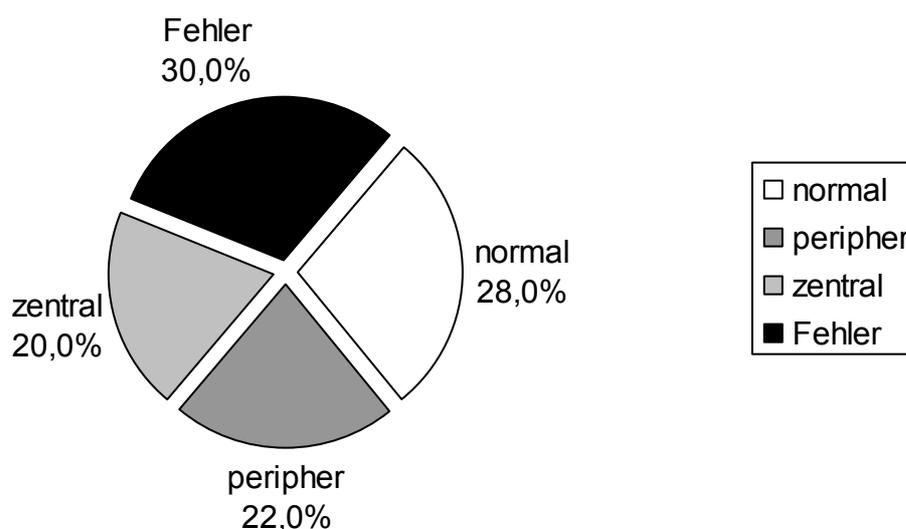


Abbildung 50: Störungslokalisation mittels Schmetterlingskalorigramm auf der Basis des ENG; Hypertonus- Kollektiv

Im Vergleich zum Gesamtkollektiv ist die Zahl der Normalbefunde um $\Delta = - 14,95 \%$ niedriger, ebenso die Anzahl der peripheren Störungen um $\Delta = - 4,70 \%$. Die Anzahl der mittels ENG ermittelten Zahl der zentralen Störungen ist um $\Delta = + 6,92 \%$ erhöht, bei einer hohen Anzahl von nicht durchgeführten oder fehlerhaften Messungen ($\Delta = + 17,60 \%$), welche in diesem Kollektiv fast ein Drittel ausmachen.

Im elektronystagmographisch aufgezeichneten und ausgewerteten **Rotatorischen Intensitätsdämpfungstest (RIDT)** des Hypertonus- Kollektivs (Tabelle 86) zeigt sich eine leichte Erhöhung der Nystagmusschlagrate, der Maximumwerte sind niedriger als im Vergleich.

Tabelle 86: RIDT Hypertonus- Kollektiv (n = 49); Angabe in Nystagmusschläge / 30 sec.

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Perrotatorius rechts	56,71± 17,58	1,15	96,0	7,0
Perrotatorius links	54,78 ± 17,41	4,31	94,0	14,0

Im **Vestibulären-Reiz-Reaktionsstärke-Vergleich (VRRSV)** zeigte sich für die rechte Seite bei 49 verwertbaren Ergebnissen (98,00 %) folgende Verteilung:

- 56,00 % ein Parallelverhalten ($\Delta\% = - 6,15$)
- 30,00 % ein Recruitment ($\Delta\% = + 5,63$)
- 12,00 % ein Decruitment ($\Delta\% = + 21,46$)

Für die linke Seite bei ebenfalls 49 verwerteten Ergebnissen (98,00 %)

- 48,00 % ein Parallelverhalten ($\Delta\% = - 16,68$)
- 38,00 % ein Recruitment ($\Delta\% = + 44,27$)
- 12,00 % ein Decruitment ($\Delta\% = - 14,22$)

Die Abweichungen zum Gesamtkollektiv sind in Klammern angegeben.

3.10.2 Die Cranio-Corpo-Graphie des Hypertonus- Kollektivs

Die Ergebnisse des Tretversuch- US-CCGs (Tabelle 87) zeigen bei den Mittelwerten eine höhere Abweichung bei der Lateralschwankungsbreite. Die Minimalwerte sind z.T. doppelt so hoch, die Maximalwerte wieder niedriger als im Gesamtkollektiv.

Tabelle 87: Ergebnisse Tretversuch US-CCG, Hypertonus- Kollektiv (n= 49)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Abweichungs-Länge [cm]	72,38 \pm 38,97	1,33	159,70	4,30
Lateralschwankungsbreite [cm]	26,24 \pm 9,82	8,81	65,60	12,90
Anguläre Deviation Gesamt [°]	27,35 \pm 22,56	- 1,56	91,00	0,0
Eigenspin [°]	41,24 \pm 32,78	1,79	140,00	0,0
Schrittzahl / 60 sec.	55,92 \pm 9,42	2,19	82,00	38,0

Aus den Ergebnissen der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches (Abbildung 51) ergibt sich hieraus als Störungslokalisierung das Vorliegen von:

- 8,00 % (4) Normalbefunden,
- 80,00 % (40) zentralen Störungen,
- keinen peripheren Störungen
- 12,00 % (6) kombinierten Störungen
- keinen fehlerhaften oder fehlenden Messung.

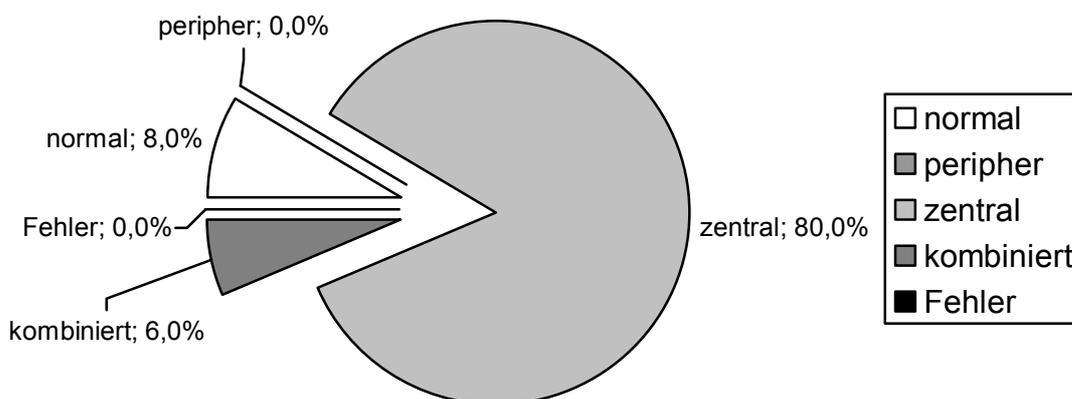


Abbildung 51: Störungslokalisierung mittels Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches, Hypertonus- Kollektiv (n=50)

In den Ergebnissen der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie findet sich eine Zunahme der zentralen Störungen um $\Delta = + 24,61$ %. Die Zahl der kombinierten Störungen ist um Δ

= - 30,56 % niedriger, periphere Störungen kommen überhaupt nicht vor ($\Delta = - 100,00$ %). Die Zahl der Normalbefunde ist hier um über die Hälfte reduziert ($\Delta = - 52,58$ %).

Im Stehversuch- US-CCG (Tabelle 88) sind die Mittelwerte beider Kategorien erhöht. Ebenso auch wieder die Minimalwerte. Das Maximum der Längsschwankung ist niedriger als im Vergleich.

Tabelle 88: Stehversuch-CCG, Hypertonus– Kollektiv (n = 50)

	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Lateralschwankung [cm]	6,64 \pm 7,90	8,50	55,70	1,80
Längsschwankung [cm]	7,27 \pm 6,59	5,54	48,40	1,10

Im Einzelnen ergaben sich für das Stehversuch- CCG 8 (16,0 %) pathologische Längs- und 15 (30,0 %) pathologische Lateralschwankungen. In Kombination hatten 6 Patienten (12,0 %) sowohl eine pathologische Längs- als auch Lateralschwankung, insgesamt war der Stehversuch also 17-mal (34,0 %) krankhaft zu werten, 33-mal als normal (66,0 %).

Auch bei dem hier angeschlossenen Vergleich der Ergebnisse des Steh- und des Tretversuch- CCGs erhält man das gleiche Bild wie in den vorangegangenen Kollektiven, dass im Stehversuch mit 34 % 3-mal weniger pathologische Befunde erkannt wurden als im Tretversuch mit 92 %.

3.10.2.1 Vergleich der Ergebnisse der Elektronystagmographie mit der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches des Hypertonus- Kollektives

Auch in diesem Kollektiv soll ein graphischer Vergleich der Ergebnisse der kalorischen Vestibularisprüfung mittels der Elektronystagmographie und den Ergebnissen des Tretversuches der Cranio-Corpo-Graphie erfolgen, wie in Abbildung 52 dargestellt. In diesem Kollektiv findet sich der höchste Prozentsatz an zentralen Störungen gemäß dem CCG, periphere wurden nicht diagnostiziert. Dies kann der Hinweis auf ein PICA-Syndrom in diesem Kollektiv sein, welches in der Diskussion noch weiter besprochen werden soll. Im Übrigen setzt sich die Tendenz fort, dass weitaus weniger Normalbefunde mittels des CCG erhoben werden. Die Zahl der fehlerhaften oder nicht

durchgeführten Messungen ist ebenfalls deutlich niedriger. Kombinierte Störungen wurden mittels des ENG nicht erhoben, daher erscheint hier für das ENG die Zahl Null.

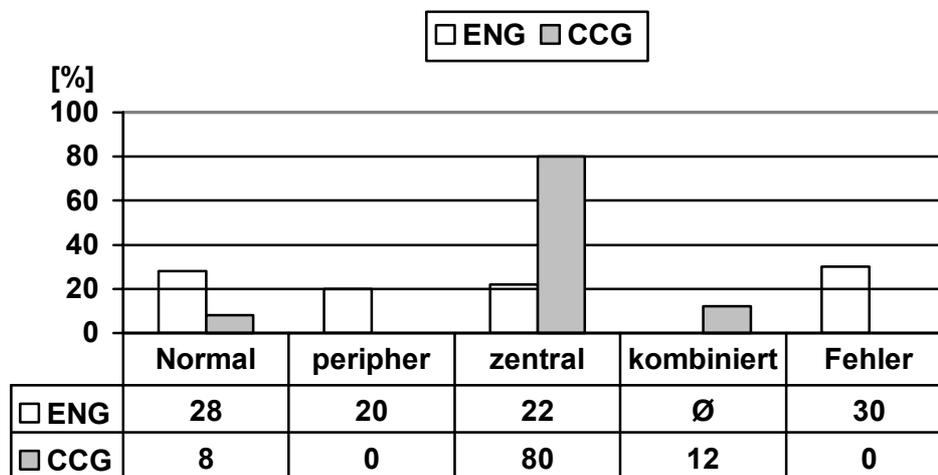


Abbildung 52: Vergleich Ergebnisse Störungslokalisation aus ENG und Tretversuch- CCG, Hypertonus-Kollektiv

3.10.3 Evozierte Hirnpotentiale des Hypertonus- Kollektivs

In folgender Tabelle 89 sind die Zeiten der akustisch evozierten Hirnstamm-Potentiale (ABEP) aufgezeichnet. Wesentliche Abweichungen zum Gesamtkollektiv gibt es nicht.

Tabelle 89: ABEP- Latenzzeiten Hypertonus- Kollektiv (n = 50)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,86 ± 0,28	1,49	6,68	5,36
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,88 ± 0,31	1,54	6,68	5,40
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,91 ± 0,26	0,70	6,68	5,52
kontralateral, Welle V	5,96 ± 0,28	1,45	6,80	5,44

Auch die Mittelwerte der akustisch evozierten Hirnrindenpotentiale (ALEP, Tabelle 90) zeigen keine signifikanten Unterschiede. Die Minimumwerte sind im Vergleich höher, die Maximumwerte niedriger.

Tabelle 90: ALEP- Latenzzeiten Hypertonus- Kollektiv (n = 50)

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Δ MW %	Maximum [ms]	Minimum [ms]
N1 rechts ipsi-lateral	90,67 \pm 9,42	0,05	120,0	68,4
P2 rechts ipsi-lateral	164,88 \pm 16,69	-0,58	200,40	124,8
N1 links ipsi-lateral	87,70 \pm 9,57	-0,85	102,0	61,2
P2 links ipsi-lateral	161,38 \pm 17,46	0,08	192,0	122,4

Bei den Visuell Evozierten Potentialen (Tabelle 91) gibt es geringfügig höhere Mittelwerte, die Minima und Maxima stimmen mit dem Gesamtkollektiv überein.

Tabelle 91: VEP-Latenzzeiten Hypertonus- Kollektiv (n = 50)

P 100	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
rechts	96,79 \pm 11,59	1,83	128,8	64,0
links	96,12 \pm 11,13	1,41	128,8	64,0

3.10.4 Audiometrie des Hypertonus- Kollektivs

Für die Sprachaudiometrie zeigen sich deutlich schlechtere Werte bei den Hypertonikern als im Gesamtkollektiv, wie z.B. in der nachfolgenden Tabelle 92:

Tabelle 92: Sprachaudiometrie Hypertonus- Kollektiv

Sprachaudiometrie	Mittelwert und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
opt. Zahlenverstehen [dB] rechts (n= 35)	55,0 \pm 15,94	14,63	100,0	40,0
Diskriminationsverlust [%] rechts (n=34)	2,40 \pm 11,88	72,66	80,0	0,0
opt. Hören [dB] rechts (n= 33)	69,15 \pm 16,26	11,69	110,0	50,0
opt. Zahlenverstehen [dB] links (n= 34)	52,60 \pm 16,14	10,06	100,0	30,0
Diskriminationsverlust [%] links (n= 35)	1,20 \pm 6,27	57,89	40,0	0,0
opt. Hören [dB] links (n= 33)	64,47 \pm 13,64	7,18	100,0	50,0

3. Ergebnisse

Deutlich schlechtere Ergebnisse zeigen sich auch in der Tonschwellenaudiometrie im Vergleich mit allen anderen Kollektiven. Wie die nachfolgende Abbildung 53 und Abbildung 54 erkennen lassen, werden für alle Frequenzen im Mittel 25 und 50 % höhere Schalldrücke benötigt, wobei hier das rechte Ohr im Tieftonbereich das etwas „schlechtere“ zu sein scheint. Je höher die Frequenz, desto mehr Schalldruck ist erforderlich.

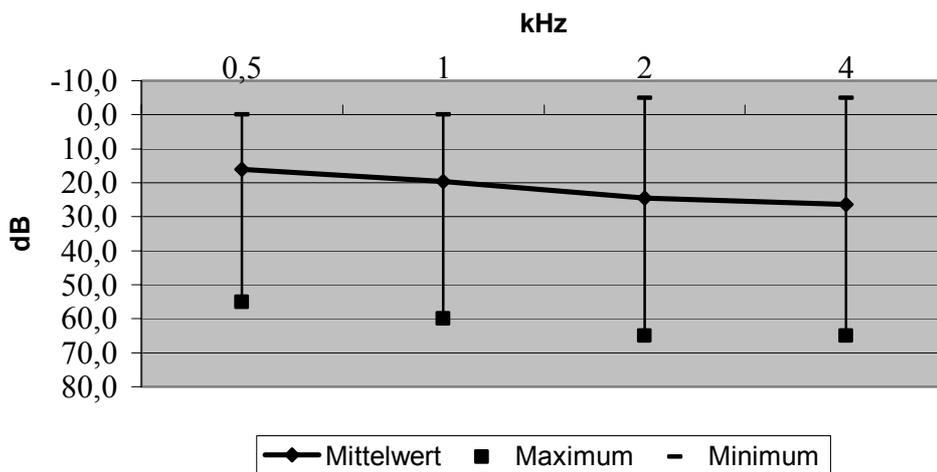


Abbildung 53: Tonschwellenaudiometrie (LL) rechts, Hypertonus- Kollektiv

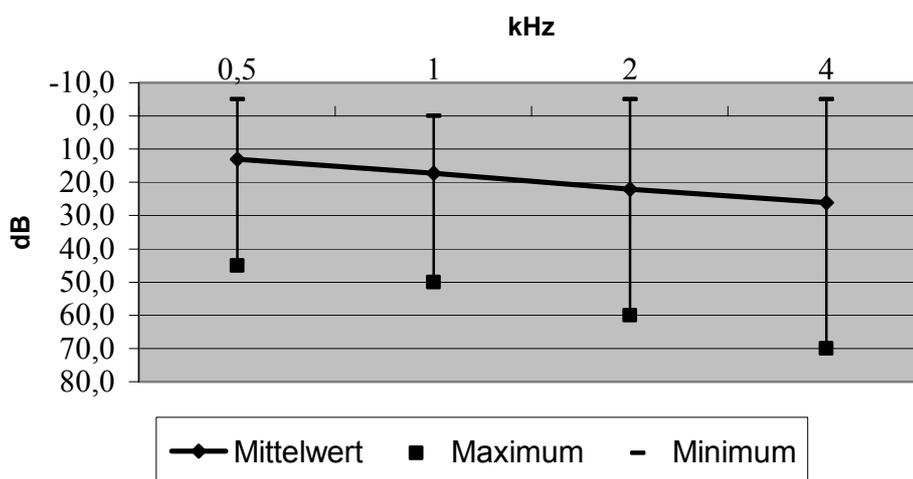


Abbildung 54: Tonschwellenaudiometrie (LL) links, Hypertonus- Kollektiv

3. Ergebnisse

Bei der Ermittlung der Unbehaglichkeitsschwelle (Tabelle 93 und Tabelle 94) wird im Durchschnitt etwas weniger Schalldruck benötigt, um diese zu erreichen. Minimum und Maximums-Schwelle sind jedoch nicht verändert.

Tabelle 93: Unbehaglichkeitsschwelle rechtes Ohr, Hypertonus- Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=45)	1 kHz (n= 47)	2 kHz (n=45)	4 kHz (n=45)
Mittelwert und StD	96,33 ± 18,45	97,45 ± 19,94	99,11 ± 17,33	99,33 ± 18,67
Δ MW %	-2,99	-3,59	-3,53	-0,46
Maximum	115	120	120	120
Minimum	45	40	35	35

Tabelle 94: Unbehaglichkeitsschwelle linkes Ohr, Hypertonus- Kollektiv

Frequenz dB	500 Hz (n=45)	1 kHz (n= 47)	2 kHz (n=47)	4 kHz (n=45)
Mittelwert und StD	98,0 ± 18,81	99,47 ± 17,45	101,81 ± 16,82	99,78 ± 18,55
Δ MW %	- 2,20	- 2,61	- 1,88	- 1,47
Maximum	120	120	120	120
Minimum	45	45	30	30

Auch in diesem Kollektiv soll das Tinnitusmasking analysiert werden. Das konnte bei sechs Personen (12 %) für die rechte Seite geschehen, sowie bei 8 Personen (16%) für die linke. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle 95 aufgelistet.

Tabelle 95: Tinnitusmasking Hypertonus- Kollektiv

	MW und StD	Δ MW %	Maximum	Minimum
Rechts Frequenz (n= 6)	4,17 ± 3,13	19,73	8,00	1,00
Rechts dB	55,83 ± 15,63	21,69	70,00	40,00
Links Frequenz (n= 8)	3,81 ± 2,62	22,20	8,00	0,50
Links dB	52,50 ± 16,90	12,95	75,00	30,00

Der Tinnitus ist in diesem Kollektiv von höherer Frequenz und größerer Lautstärke, wobei die Maximallautstärke um 35 bis 45 dB niedriger liegt als im Gesamtkollektiv. Ein bilateral maskierbarer Tinnitus bestand bei 6 Patienten, entsprechend 12 % dieses Kollektivs.

4. Kasuistik

4.1 Fall 1: Beispiel für einen Befund ohne nachweisbare Gleichgewichts- funktionsstörung

Herr H. St; Alter bei Untersuchung: 57 Jahre, Körpergröße 172 cm, Körpergewicht: 74 kg, Blutdruck nach Riva-Rocci bei Untersuchung: 150/80 mmHg

Beruf: Außendienstmitarbeiter

Anamnese:

Herr H. St. stellt sich wegen eines seit ca. einem Monat bestehenden subjektiv störenden Tinnitus des rechten Ohres vor. Dieses Ohrgeräusch imponiere wie ein Motorengeräusch und dauere von ca. 7 sec bis zu Stunden an. Des Weiteren berichtet er von Hörverlust beidseits. Zu internistischen Erkrankungen befragt berichtet er von Herz-Kreislaufstörungen hier im Sinne eines fraglichen Hypotonus.

Aequilibrimetrie:

Hyperdysmetrische Nystagmusmuster im polygraphischen ENG der optischen Blickpendelfolge. Square-Wave-Muster (sog. okuläre Gegenrucke) im polygraphischen ENG. Altersgemäße kalorische vestibulookuläre Nystagmuserregbarkeit. Altersgemäße perrotatorische und postrotatorische vestibulookuläre Nystagmusreaktionen bds. Parallel ausgeglichene, normale supraliminale kalorische und perrotatorische vestibulookuläre Nystagmusreaktion beidseits des VRSSV.

Audiometrie:

Pancochleäre Schallempfindungsschwerhörigkeit bds. Akustisch nicht bestimmbare Geräusche im Kopf beidseits.

Sensorisch evozierte Hirnpotentiale:

Verlangsamung der akustisch evozierten Hirnstammpotentiale im Hirnstammabschnitt bis zum Colliculus inferior rechts sowohl nach rechts- wie auch nach linksseitiger Reizung. Altersgemäße Messkurven der akustisch evozierten späten bzw.

Hirnrindspotentiale sowohl nach rechts- wie auch nach linksseitiger Reizung. AltersgemäÙe Messkurven der visuell evozierten Hirnpotentiale sowohl nach rechts- wie auch nach linksseitiger Reizung.

Diagnose:

Pancochleäre neurosensorische Hörstörung. Pontomedulläre Hörbahnstörung. Tinnitus cranii sive cerebri.

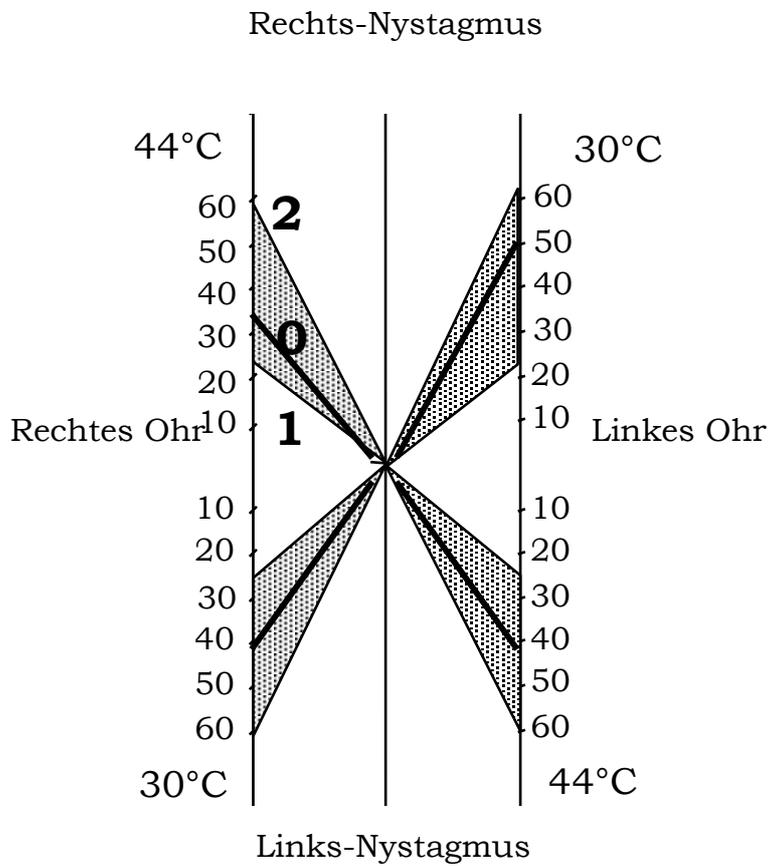


Abbildung 55: Fallbeispiel 1; normales Schmetterlingskalorigramm

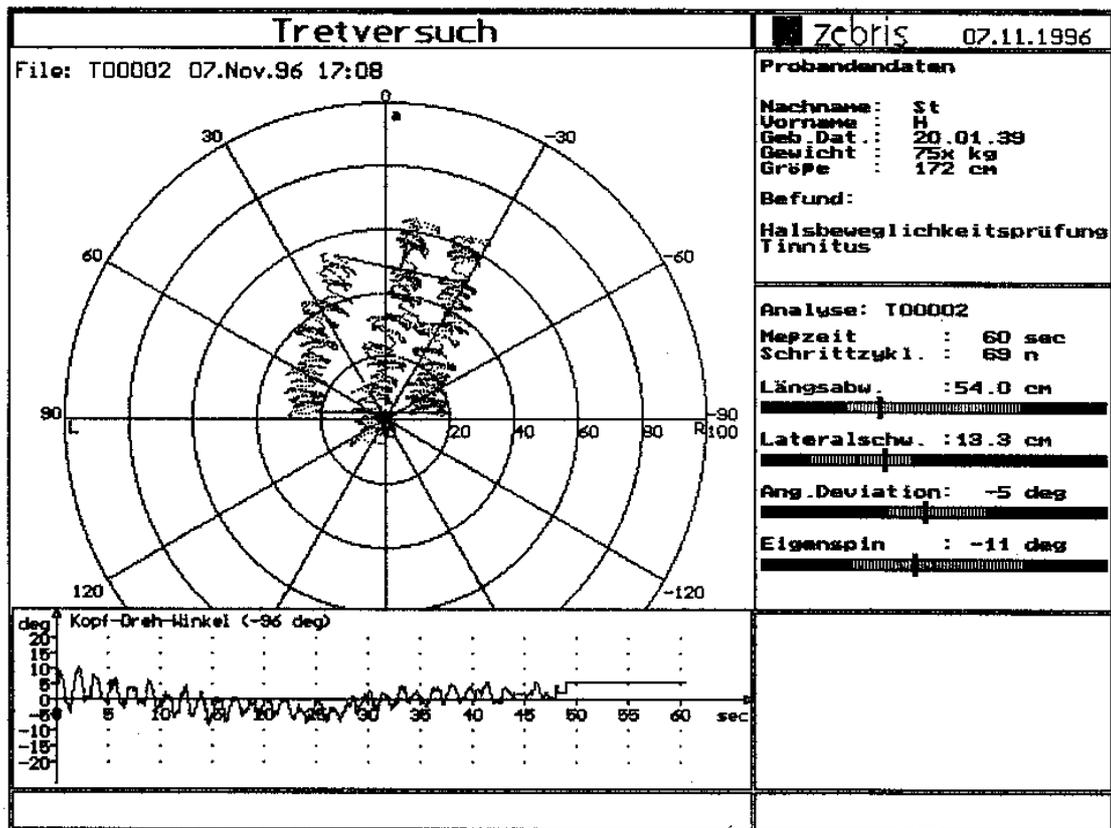


Abbildung 56: Fallbeispiel 1; US-CCG Tretversuch, Normalbefund, Wertetabellarisch

Craniocorppogramm	
Tret- CCG:	
Abweichungs-Länge	54,0 cm
Lateral-Schwankung	13,3 cm
Ang. Dev.	- 5 °
Eigenspin	- 11 °
Steh-CCG:	
Lateral-Schwankung	1,6 cm
Längs-Schwankung	3,9 cm

4.2 Fall 2: Beispiel für eine peripher vestibuläre Gleichgewichtsstörung

Herr S. H.; Alter bei Untersuchung: 62 Jahre, Körpergröße: 171 cm, Körpergewicht 72 kg, Blutdruck systolisch/ diastolisch: 120/75 mmHg.

(Rentner)

Anamnese:

Herr S.H. leidet seit Monaten unter drückenden rechtsseitigen Kopfschmerzen und Schwindelbeschwerden im Sinne von Drehschwindel mit begleitender Übelkeit. Diese Anfälle dauern in der Regel nur einige Sekunden und können durch Kopfdrehung, im Liegen, durch Lagewechsel wie bücken, aufstehen, und laufen oder auch durch Seitenblick oder Abwärtsblick ausgelöst werden. Herr H. berichtet auch von Wachheitstörungen wie Benommenheit und Müdigkeit.

Daneben bestehen bei dem Patienten noch ein Tinnitus beidseits seit Monaten mit wechselnder Dauer und ein subjektiv empfundener Hörverlust beidseits.

In der Vorgeschichte berichtet er von einer Prostata- Operation und einer Septum OP 1991, Medikamenteneinnahme wird verneint.

Aequilibrimetrie:

CCG-Muster der zentr. bzw. kombinierten peripheren und zentralen vestibulospinalen Kopf-Körperabweichung nach links. Blickrichtungsnystagmus bei der optischen Blickpendelfolge im polygraphischen ENG. Hyperdysmetrische Nystagmusmuster im polygraphischen ENG der optischen Blickpendelfolge. Undulationsmuster (sog. Augenwogen) im polygraphischen ENG. Dysrhythmische Nystagmusmuster im polygraphischen ENG. Linksseitige periphere Warmenthemmung der kalorischen vestibulookulären Nystagmuserregbarkeit. Enthemmte linksschlägige perrotatorische und rechtsschlägige postrotatorische vestibulookuläre Nystagmusreaktionen. Kombiniertes sowohl zentral als auch perihervestibuläres Hemmungs-/ Enthemmungsrecruitment links des VRRSV der supraliminalen kalorischen und perrotatorischen vestibulookulären Nystagmusreaktion.

Audiometrie:

Cochleobasale Schallempfindungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich beidseits.

Sensorisch evozierte Hirnpotentiale:

Gestörte Amplitudenverhältnisse und Graphoelemente der akustisch evozierten Hirnstammpotentiale (ABEP) im gesamten Hirnabschnitt rechts sowohl nach rechts wie auch nach linksseitiger Reizung.

Latenzverlangsamung der akustischen evozierten späten bzw. Hirnrindenpotentiale (ABEP) rechts sowohl nach rechts wie auch nach linksseitiger Reizung. Altersgemäße Messkurven der visuell evozierten Potentiale (VEP) sowohl nach rechts als auch nach linksseitiger Reizung.

ABEP (+80 dB)-Latenzzeiten

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Erwartungszeiten [ms]
Rechts ipsi- und kontralateral, Welle V	5,64 / 5,72	5,9
Links ipsi- und kontralateral, Welle V	5,76 / 5,80	5,9

ALEP (+80 dB)- Latenzzeiten

Erregungsort	Mittelwert und StD [ms]	Erwartungszeiten [ms]
N1 rechts ipsi-lateral	91,2	90
P2 rechts ipsi-lateral	176,4	180
N1 links ipsi-lateral	81,6	90
P2 links ipsi-lateral	156,0	180

Diagnose:

Multisensorische neurootologische Funktionsstörung. Peripher vestibuläre Gleichgewichtsstörung. Kombinierte (periphere und zentrale) vestibulospinale Störung mit verstärkter Hirnstammtaumeligkeit. Labile und latente zentrale Vestibularisenthemmung. Zentrale Reaktionsenthemmung des optokinetischen Systems. Hochtonschwerhörigkeit. Pontomedulläre Hörbahnstörung. Supratentorielle Hörbahnverlangsamung.

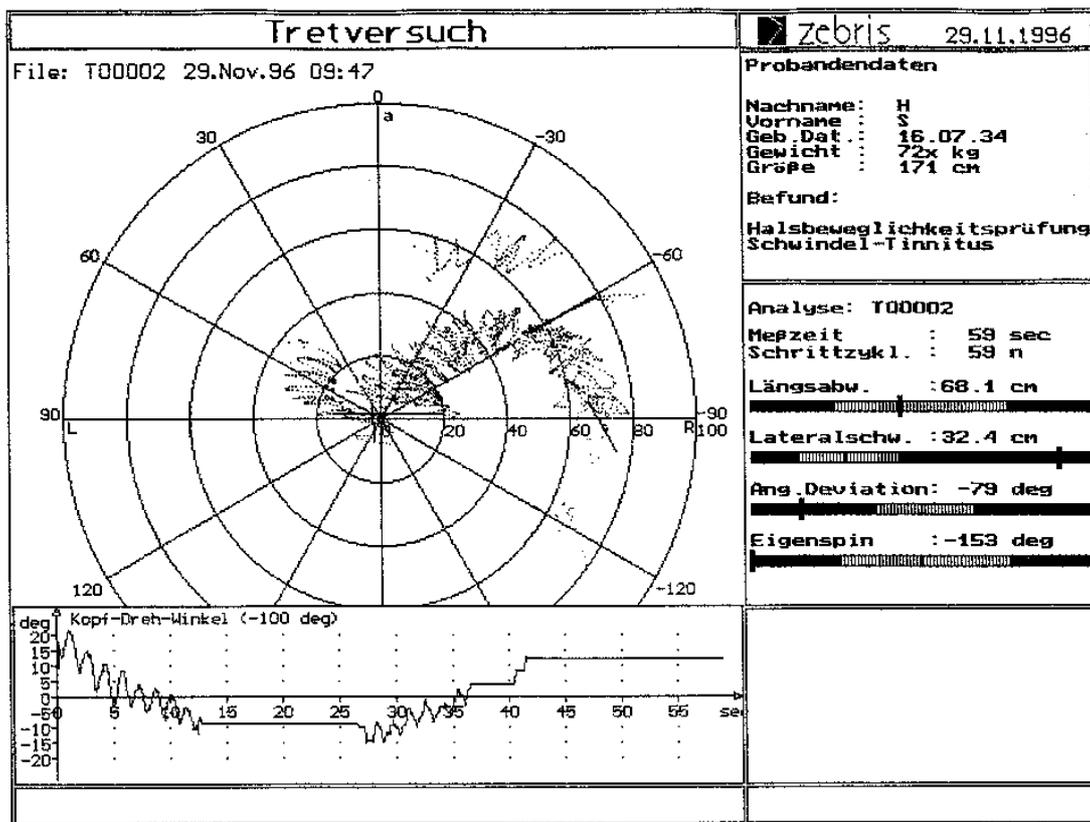


Abbildung 57: Fallbeispiel 2; pathologisches Tret-CCG, kombiniert periphere und zentrale Kopf-Körperabweichung nach links

Craniocorpogramm	
Tret- CCG:	
Abweichungs-Länge	68,1 cm
Lateral-Schwankung	32,4 cm
Ang. Dev.	- 79 °
Eigenspin	- 153 °
Steh-CCG:	
Lateral-Schwankung	5,5 cm
Längs-Schwankung	8,2 cm

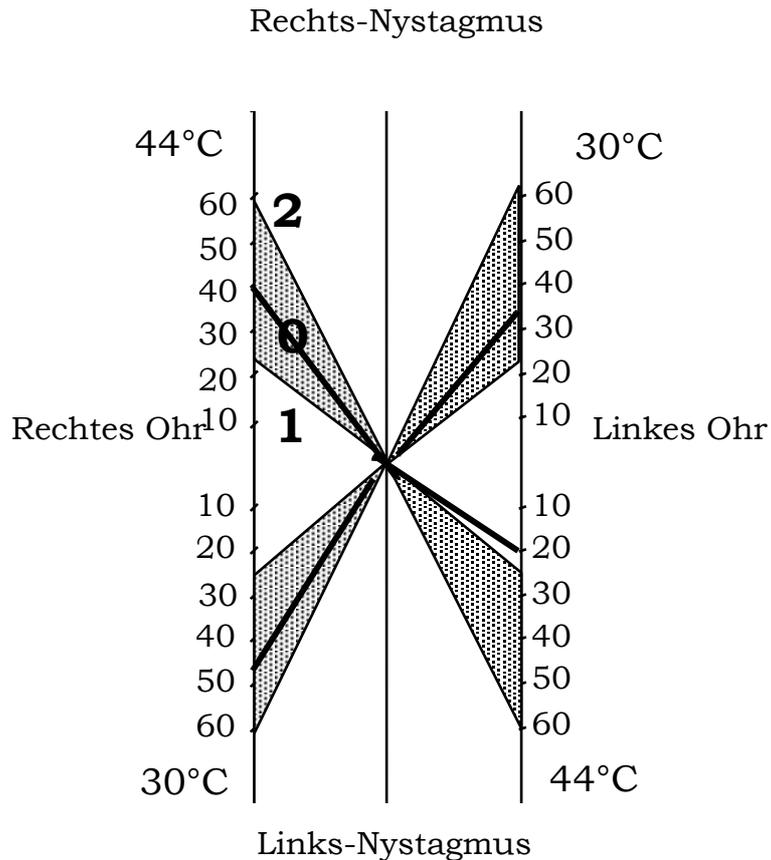


Abbildung 58: Fallbeispiel 2; Schmetterlingskalorigramm mit linksseitiger peripherer Warmenthemmung

4.3 Fall 3: Beispiel für eine kombinierte periphere und zentrale Gleichgewichtstörung

Frau S.S.; Alter bei Untersuchung: 29 Jahre, Körpergröße: 167cm, Körpergewicht 74 kg, Blutdruck systolisch/ diastolisch: 110/ 60 mmHg.
(Kinderkrankenschwester)

Anamnese

Frau S.S. leidet unter Schwindelbeschwerden, Wachheitsstörungen und subjektiv erlebten Leistungsabfall. Die Schwindelanfälle dauern zwischen einigen Sekunden bis zu mehrere Stunden und sind dabei von langdauernd gleichmäßigem Charakter. Daneben bestehen ein subjektiv störender Tinnitus links (Rauschen) mit wechselnder

Dauer seit einigen Jahren und Hörstörungen beidseits. Ebenso berichtet sie von Herz-Kreislaufstörungen und Hypotonus und oszillopsieartigen Sehstörungen

Die Patientin berichtet weiter von einem Verkehrsunfall 1981 und über multiple Commotiones cerebri als Kind.

Aequilibrimetrie:

CCG-Muster der zentralen Kopf-Körper-Taumeligkeitsvergrößerung. Square-Wave-Muster (sog. Okuläre Gegenrucke) im polygraphischen ENG. Hyperdysmetrische Nystagmusmuster im polygraphischen ENG der optischen Blickpendelfolge. Blickrichtungsnystagmus bei der optischen Blickpendelfolge im polygraphischen ENG. Das polygraphischen ENG zeigt typische horizontale Nystagmusdissoziationen beim Vergleich der monokulären Augenbewegungen. Linksseitige periphere Warmhemmung der kalorischen vestibulookulären Nystagmuserregbarkeit. Altersgemäße perrotatorische und postrotatorische vestibulookulären Nystagmusreaktion beidseits. Periphervestibuläres Hemmungsrecruitment links des VRRSV der supraliminalen kalorischen und perrotatorischen vestibulookulären Nystagmusreaktion.

Audiometrie:

Pancochleäre Schallempfindungsschwerhörigkeit links. Herabgesetzte akustische Unbehaglichkeitsschwelle in mehreren Frequenzbereichen beidseits.

Sensorisch evozierte Hirnpotentiale:

Verlangsamung der akustisch evozierten Hirnstammpotentiale im Hirnstammabschnitt bis zum Colliculus inferior links. Altersgemäße Messkurven der akustisch evozierten späten bzw. Hirnrindenpotentiale. Altersgemäße Messkurven der visuell evozierten Hirnpotentiale.

Diagnose:

Multisensorische neurootologische Funktionsstörung. Kombinierte periphere und zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung. Hirnstammtaumeligkeit. Zentrale Reaktionsenthemmung des optokinetischen Systems. Pancochleäre neurosensorische Hörstörung.

Pontomedulläre Hörbahnstörung. Syndrom des überempfindlichen Ohres mit verminderter akustischer Dynamik.

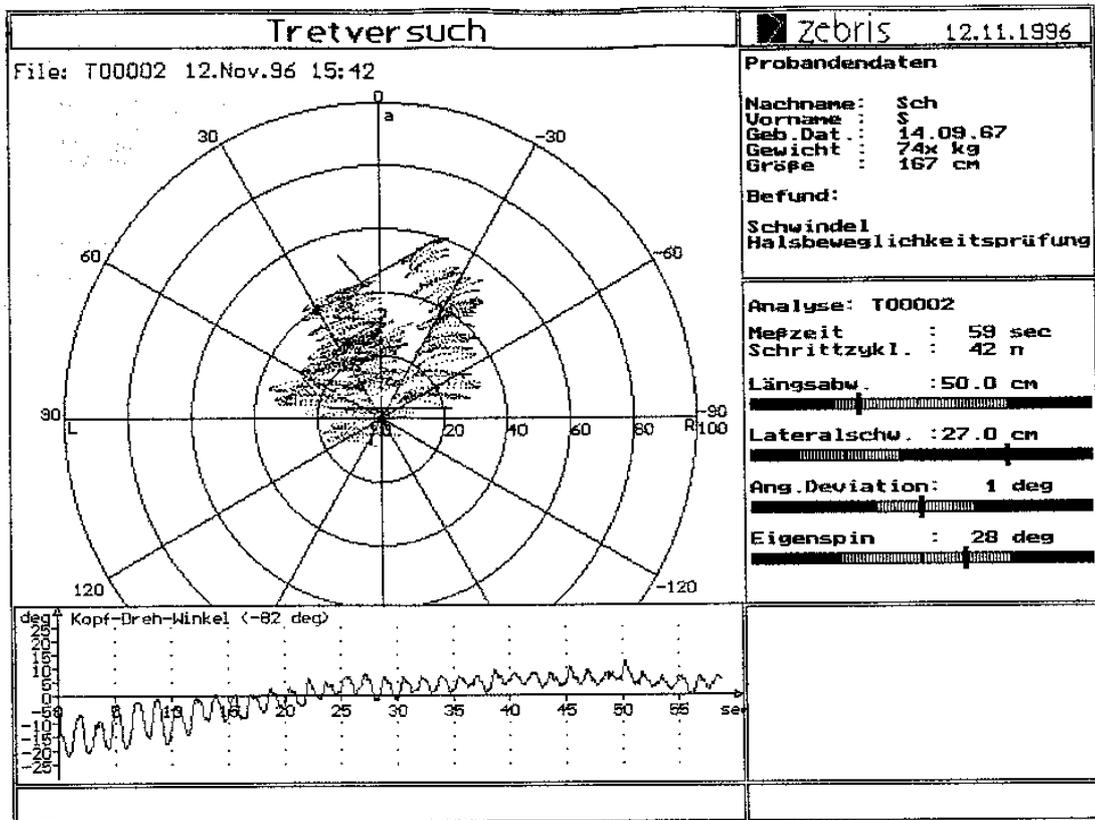


Abbildung 59: Fallbeispiel 3, pathologisches Tret-CCG, CCG-Muster der zentralen Kopf-Körper-Taumeligkeitsvergrößerung

Craniocorpogramm	
Tret- CCG:	
Abweichungs-Länge	50,0 cm
Lateral-Schwankung	27,0 cm
Ang. Dev.	1,0 °
Eigenspin	28,0 °
Steh-CCG:	
Lateral-Schwankung	8,8 cm
Längs-Schwankung	6,3 cm

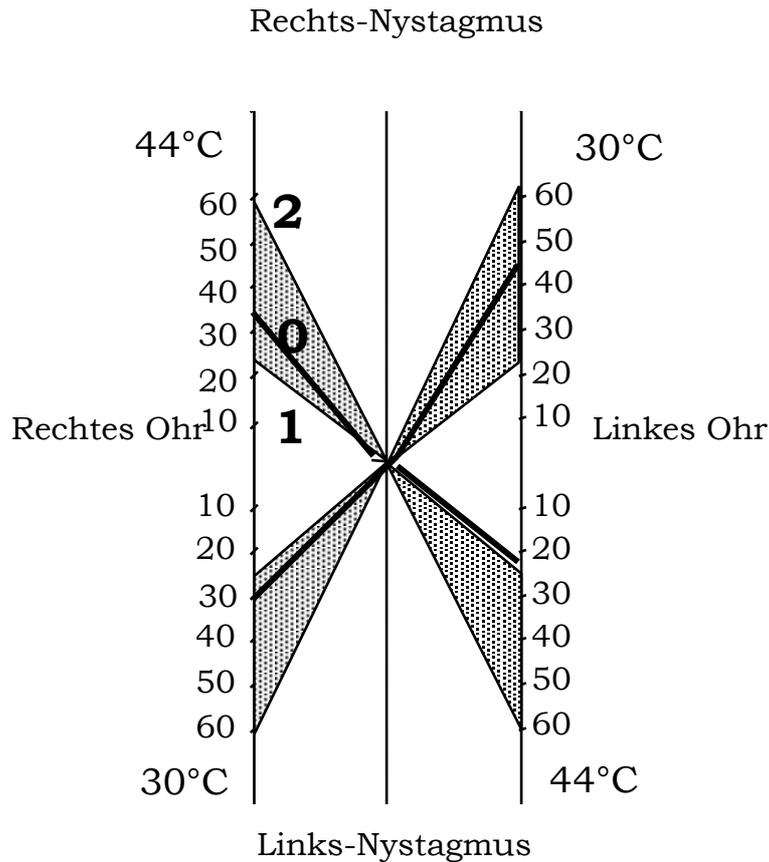


Abbildung 60: Fallbeispiel 3; periphere Warmhemmung links im Schmetterlingskalorigramm

4.4 Fall 4: Beispiel für eine überwiegend peripher- vestibuläre Gleichgewichtstörung

Frau H.R.; Alter bei Untersuchung: 48 Jahre, Körpergröße: 164 cm, Körpergewicht 70 kg, Blutdruck systolisch/ diastolisch: 110/ 65 mmHg.
(Büroangestellte)

Anamnese:

Frau H.R. berichtet von einem Kopf-Hals-Trauma 1995, bei dem sie einen Schlag gegen den Hals erlitt. Seither habe sie ein Pelzigkeitsgefühl im Mund, sowie der linke Arm als auch das Bein seien seither schwächer.

Sie berichtet außerdem von seither bestehenden Wachheitsstörungen, sowie einem andauernden Tinnitus und Hörstörungen. Außerdem besteht ein Hypotonus.

Aequilibrimetrie:

CCG-Muster der peripheren vestibulospinalen Störungsabweichung nach links. Blickrichtungsnystagmus. Hyperdysmetrische Nystagmusmuster. Im polygraphischen ENG typische horizontale Nystagmusdissoziationen beim Vergleich der monokulären Augenbewegungen. Dysrhythmische Nystagmusmuster. Rechtsseitig periphere Kaltthemmung der kalorischen Nystagmuserregbarkeit. Altersgemäß perrotatorische /postrotatorische vestibulookuläre Nystagmusreaktionen beidseits. Parallel ausgeglichene, normale supraliminale kalorische und perrotatorische vestibulookuläre Nystagmusreaktion beidseits des VRRSV.

Audiometrie:

Maskierbare Ohrgeräusche im Hochtonbereich beidseits. Cochleobasale Schallempfindungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich beidseits. Herabgesetzte akustische Unbehaglichkeitsschwelle in mehreren Frequenzbereichen beidseits. Cochleoapikale Schallempfindungsschwerhörigkeit im Tieftonbereich links.

Sensorisch evozierte Hirnpotentiale:

Altersgemäße Messkurven der akustisch evozierten Potentiale nach rechts/ linksseitiger Reizung. Altersgemäße Messkurven der akustisch evozierten späten bzw. Hirnrindenpotentiale nach rechts-/linksseitiger Reizung.

Altersgemäße Messkurven der Visuelle Evozierten Potentiale sowohl nach rechts als auch links Reizung.

Diagnose:

Multisensorische neurootologische Funktionsstörung. Kombinierte periphere und zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung. Periphere vestibulospinale Reaktionsstörung. Zentrale Reaktionsenthemmung des optokinetischen Systems. Hochtonschwerhörigkeit. Tieftonschwerhörigkeit. Tinnitus aurium. Syndrom des überempfindlichen Ohres mit verminderter akustischer Dynamik.

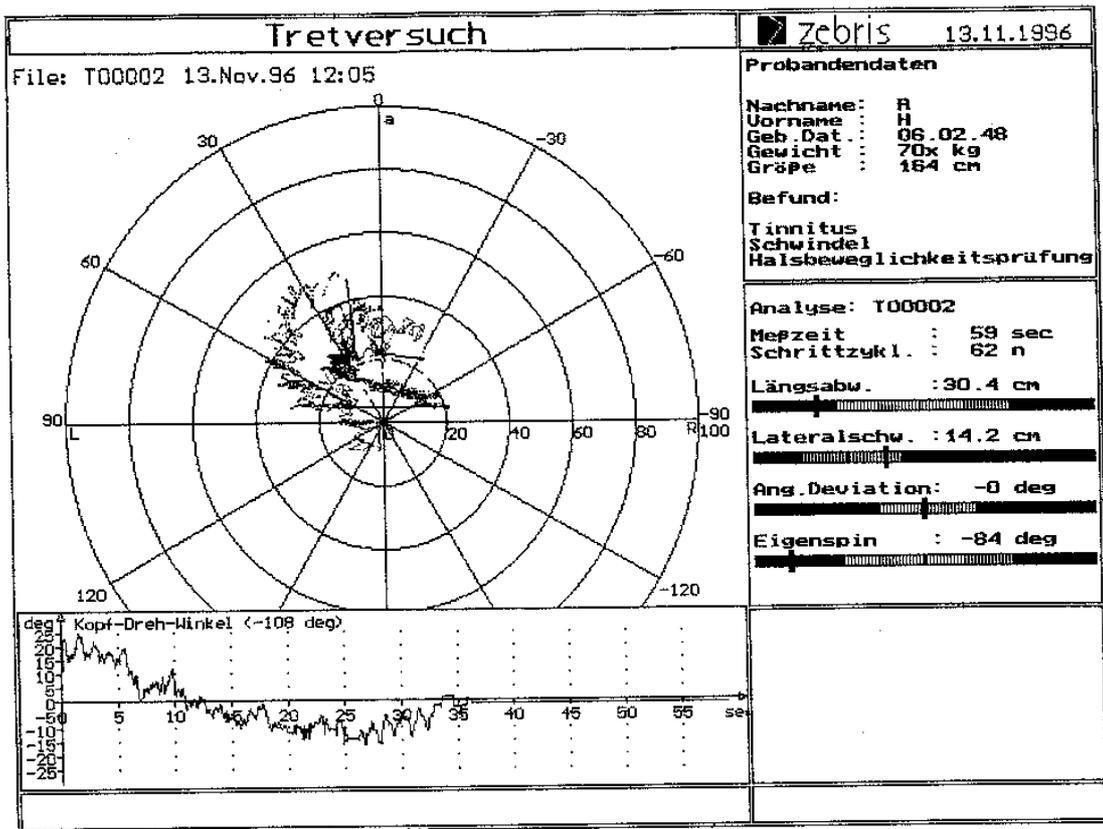


Abbildung 61: Fallbeispiel 4: CCG-Muster der peripheren vestibulospinalen Störungsabweichung nach links

Craniocorpoprogramm	
Tret- CCG:	
Abweichungs-Länge	30,4 cm
Lateral-Schwankung	14,2 cm
Ang. Dev.	0 °
Eigenspin	- 84 °
Steh-CCG:	
Lateral-Schwankung	5,0 cm
Längs-Schwankung	5,1 cm

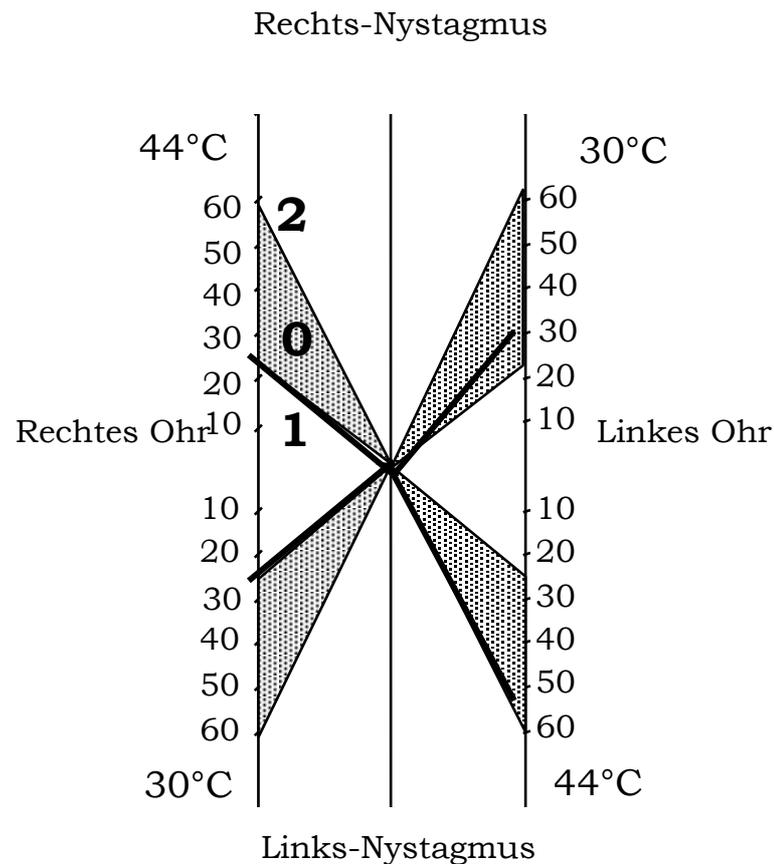


Abbildung 62: Fallbeispiel 4; rechtsseitig periphere Kalthemmung der kalorischen Nystagmuserregbarkeit

4.5 Fall 5: Beispiel für eine zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung

Frau U.L.; Alter bei Untersuchung: 35 Jahre, Körpergröße: 164 cm, Körpergewicht 85 kg, Blutdruck systolisch/ diastolisch: 105/ 70 mmHg.
(Heilpädagogin)

Anamnese:

Frau U.L berichtet von Kopfschmerz beidseits und subjektiv erlebten Leistungsabfall, sowie Wachheitsstörungen und Schwindelbeschwerden seit Jahren, sowie einer empfundenen Hörminderung beidseits. Zudem besteht ein Hypotonus. Z.n. Kopf-Hals-Trauma als Kind (Commotio cerebri und Peitschenhiebverletzung nach Verkehrsunfall).

Aequilibrimetrie:

Altersgemäßes CCG.

Altersgemäß kalorische Nystagmusreaktion

Enthemmte rechts und linksschlägige perrotatorische sowie enthemmte rechtsschlägige postrotatorische Reaktion.

Zentralvestibuläres Enthemmungsrecruitment beidseits im VRRSV.

Audiometrie:

Pancochleäre Schallempfindungsschwerhörigkeit beidseits. Herabgesetzte akustische Unbehaglichkeitsschwelle in mehreren Frequenzbereichen beidseits.

Sensorisch evozierte Potentiale:

Altersgemäße AEP

Altersgemäße AE der späten bzw. Hirnrindenpotentiale. Altersgemäß für VEP

Diagnose:

Multisensorische neurootologische Funktionsstörung. Zentrale Gleichgewichts-Funktionsstörung vom Typ der labilen Hirnstammenthemmung. Zentrale Reaktionsenthemmung des optokinetischen Systems. Pancochleäre neurosensorische Hörstörung. Syndrom des überempfindlichen Ohres mit verminderter akustischer Dynamik.

5. Diskussion

5.1 Die menschliche Gleichgewichtstetrade

Im Zusammenhang mit der Diskussion der Ergebnisse dieser Arbeit soll ein Überblick über den Gleichgewichtssinn und das damit verbundene Raumkonzept des Menschen gegeben werden.

Das menschliche Raumkonzept stellt sich aus einer Tetrade an Sinnesinformationen zusammen. So ist für die Gleichgewichtsfunktion die gleichzeitige Auswertung von

1. Sinnesinformationen aus dem Auge (Sehen),
 2. aus dem Schwererezeptor des Innenohres, dem Vestibularapparat mit Informationen über das Schwerfeld der Erde (Gravitation),
 3. aus dem Höranteil des Ohres über die Schalllokalisationen (räumliches Gehör) und
 4. den Propriozeptoren aus den Muskel, Sehnen- und Gelenksrezeptoren besonders des Halses, des Rumpfes und der Beine über die Körperstellung im Raum
- für die Erstellung eines inneren Raumbildes erforderlich. Dieser innere sensorische Verarbeitungsprozess erfolgt zum Teil unter Umgehung des Bewusstseins, besonders im Mesencephalon und in den Basalganglien.

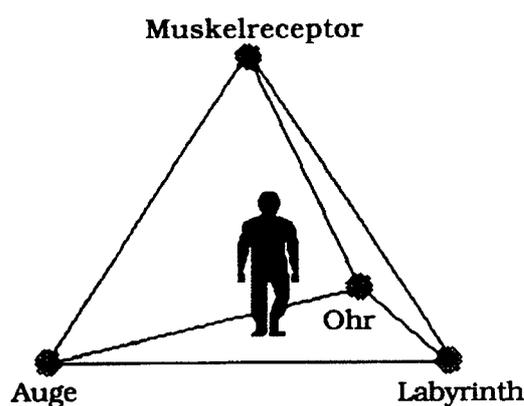


Abbildung 63: Sensorischer "Input Tetraeder"²

² Abbildung entnommen aus [Patil, Inaug. Diss., 1988]

Die Hauptaufgabe der gleichgewichtserhaltenden Regulationssysteme besteht u.a. darin, diese Informationen über die Stellung des Kopfes als Träger der Kopfsinne im Raum fortlaufend zusammen zutragen. Damit wird die räumliche Orientierung, u.a. im Hinblick auf das Einwirken linearer und angulärer Beschleunigungskräfte fortlaufend eingeregelt. Ferner ermöglicht dieses eine Blickfeldstabilisierung über die Augenkoordination bei vestibulärer Stimulation zu erreichen. Daneben muss für eine Koordination von Bewegungsabläufen (durch Einflüsse auf die Skelettmuskulatur) und eine Aufrechterhaltung des Reflexonus gesorgt werden, insbesondere, um bei gestörter Gleichgewichtsfunktion (z.B. Sturz etc.) wieder in die normale Ausgangsstellung zurückkommen zu können.

Als entscheidende zentralnervöse Strukturen der Verarbeitung dieser sensomotorischen Regulationen fungieren Bereiche des Cerebellums, des Mesencephalon, der Pons und der Medulla oblongata. Verbunden sind diese Strukturen durch das mittlere Längsbündel (Fasciculus longitudinalis medialis). Nach kaudal reichen dessen Fasern bis in die oberen Rückenmarkssegmente, nach kranial werden Verbindungen zu den Kernen der Hirnnerven III (N. oculomotorius), IV (N. trochlearis) und VI (N. abducens), somit bis in den Bereich der Kerne der oberen und unteren Vierhügelplatte des Mittelhirns geknüpft. Im Zusammenspiel mit der paramedianen pontinen Formatio reticularis entsteht hier im Unterbewusstsein ein Raumkonzept des Menschen.

Diese Verbindungen sind nötig, damit vom Mittelhirn aus die entsprechenden Feineinstellungen zur Koordination vorgenommen werden können, so die der Augen, als auch der Rumpf- und Körpermuskulatur, um allzu große Schwankungen des Kopfes und des Rumpfes zu vermeiden und um dadurch das am Augenhintergrund gesehene Bild zu stabilisieren [CLAUSSEN, 2003].

Die vestibulären Rezeptoren

Eine besonders wichtige Verbindung des mittleren Längsbündels besteht zu dem eigentlichen Gleichgewichtsorgan im Innenohr, dem Labyrinth einerseits, sowie den gleichgewichts-beeinflussenden Teilen des Cerebellums andererseits.

Das Labyrinthorgan enthält neben dem Corti-Organ (Hören) des Innenohres unterschiedliche Mechanorezeptoren für die vestibuläre Funktionen. Dies sind 3 Bogengangsorgane (Canales semicirculares), angeordnet in den 3 Ebenen des Raumes, sowie zwei Makulaorgane (Utriculus und Sacculus).

Alle fünf Sinnesorgane besitzen Sinnesepithelien, deren Mechanotransducer als Haarzellen bezeichnet werden. Diese ragen in eine gelatinöse, mucopolysaccharidhaltige Masse, in den Bogengängen als Cupula bezeichnet. In den Makulaorganen enthalten diese gallertigen Kissen, welche auf den Sinneszellen aufliegt, zusätzliche winzige Kalziumcarbonatkristalle, die so genannten Otolithen (Statokonien). [Klinke, 1994]

Den adäquaten Reiz für die Haarzellen stellt eine Deflektion ihrer Stereozilien dar, welche bipolar frequenzmoduliert sind. Die Entladefrequenz richtet sich hierbei nach dem Grad der Abscherung.

Um die verschiedenartigen Beschleunigungen zu bestimmen wird das Prinzip des „Range Fractionings“ ausgenutzt. So werden in einem niedrigen Beschleunigungsbereich bestimmte Haarzellen angesprochen, andere für einen mittleren Beschleunigungsbereich und wieder andere Gruppen von Haarzellen für sehr hohe Beschleunigungen.

Die Makulaorgane messen lineare Translationsbeschleunigungen. Die Macula sacculi ist mehr senkrecht angeordnet, und reagiert daher besonders auf vertikale Beschleunigungen, bei seitlicher Haltung des Kopfes sind die Sacculi aber auch an dessen Haltung beteiligt.

Auf der Erde ist der Mensch ständig einer Translationsbeschleunigung ausgesetzt, der Gravitationsbeschleunigung (Schwerkraft). Die Schwerkraft verschiebt daher die Otolithenmembran der nahezu senkrecht stehenden Sacculi nach unten und reizt dadurch die Haarzellen.

Ähnliches gilt für die Makula utriculi, deren Lage bei aufrechter Körperhaltung jedoch nahezu waagrecht ist. Die Gravitationsbeschleunigung bewirkt in dieser Lage keine Abscherung der Stereozilien. Eine Änderung der Kopfhaltung aus der Normalposition führt jedoch zu einem adäquaten Reiz jeweils der zwei Makulaorgane des rechten und des linken Innenohres. Aus den verschiedenen Entladefrequenzen, die dem ZNS simultan über die Afferenzen zugeleitet werden, ist es diesem möglich, die Lage des

Kopfes zu berechnen, und die Stellung von Kopf, Hals und Körper nach jeder Neueinstellung auszurichten.

Die Bogengangsorgane, Canales semicirculares, welche mit dem Utriculus in Verbindung stehen, reagieren auf Drehbeschleunigungen (Winkelbeschleunigungen).

Die Haarzellen der Cristae ampullares sind ebenfalls in eine gelatinöse Masse eingebettet. In den Bogengängen haben Endolymphe und Cupula die gleiche spezifische Dichte. Bei einer Beschleunigung in der Ebene des Bogenganges erfährt die Cupula durch die Trägheit der Endolymphe eine Auslenkung, und damit einen adäquaten Reiz für die Sinneszellen, welche daraufhin ihre Entladefrequenz modulieren. Man spricht in diesem Fall auch von einer „bidirektionalen Frequenzmodulation“ [CLAUSSEN, 2003] Die drei Bogengangsorgane sind dreidimensional kartesisch angeordnet, so dass für jede orthogonale Dimension ein Bogengang zuständig ist. Unterschiedliche Entladefrequenzen aller 6 Bogengänge ermöglichen dem ZNS die Berechnung von Drehbeschleunigungen jeder Richtung.

Über verschiedene Mechanorezeptoren in Gelenken, Muskeln, Sehnen und Bändern erhält das ZNS Informationen über die Länge und Spannung einzelner Muskeln und damit über die Lage jedes bestimmten Körperteiles im Raum.

Auf welche Weise das ZNS Informationen über Gelenkpositionen erhält ist noch nicht genau geklärt, die Mehrzahl der (bisher analysierten) Rezeptoren reagiert nur auf maximale Streckung oder Beugung eines Gelenkes, jedoch ist innerhalb des gesamten Bewegungsumfangs ein Lagesinn gegeben. Anzumerken ist hierbei, dass bei der Katze in der Halswirbelsäule spezifische Gelenkrezeptoren gefunden wurden. [CLAUSSEN, 2003]

In den Vestibulariskernen werden Informationen aus mehreren Sinnessystemen verarbeitet. Die Nuclei superior, medialis, lateralis und inferior des N. vestibularis finden sich im dorsolateralen Teil von Pons und Medulla oblongata am Boden des IV. Ventrikels.

Die Signale aus Utriculus und Sacculus werden hauptsächlich zu den Nuclei medialis (Schwalbe), lateralis (Deiters) und inferior geleitet. Die Afferenzen der Bogengänge

enden vor allem in den Nuclei superior, lateralis und medialis, aber auch im vestibulären Anteil des Cerebellums.

Von den Vestibulariskernen projizieren Bahnen zum Rückenmark, zum Cerebellum, zu den Augenmuskelkernen, sowie zu der Formatio reticularis, zum Thalamus, zum Colliculus superior und zu anderen höheren Zentren. Unser Bewegungssinn nützt also die Informationen verschiedener Sinnesorgane, wobei eine erste Konvergenz in den Vestibulariskernen zu finden ist.

Nachdem in den Vestibulariskernen die Umschaltung auf das 2. Neuron erfolgt ist, ziehen aufsteigenden Bahnen:

- Zur Formatio reticularis als Assoziationsfeld des Hirnstamms mit zusätzlichem Input aller Sinnesorgane, sowie der aufsteigenden spinalen und absteigenden kortikalen Bahnen
- Über das mediale Längsbündel zu den Kerngebieten der Augenmuskelnerven
- Über den Thalamus zum Kortex
- Zum Kleinhirn

Die kortikalen Projektionen enden wie die vestibulär evozierten Hirnpotentiale zeigen [SCHNEIDER et al, 1990], in der hinteren oberen Temporalwindung und wohl auch im Frontallappen, wodurch sich Bezüge zu teilweise komplexen psychomotorischen Anfallsäquivalenten und zum psychischen Befinden vermuten lassen.

Die spezifische Sinnesempfindung der einzelnen Sinnessysteme geht in der Regel mit deren Läsionen verloren. So führt eine Verletzung des Auges zur Blindheit, eine Schädigung des Corti-Organes zu Taubheit. Hingegen verlieren wir weder bei einer einseitigen noch bei einer beidseitigen Labyrinthläsion vollständig unseren Bewegungssinn, solange die Eingänge aus anderen Sinnessystemen erhalten bleiben [KLINKE, 1994]. Dadurch ist eine besondere zentralnervöse Plastizität im Hinblick auf die Gleichgewichtsregulation gewährleistet.

Kleinhirn

Bei fast allen Verbindungen zwischen den Vestibulariskernen und anderen ZNS-Strukturen ist das Kleinhirn zwischengeschaltet. Die enge Verbindung von Kleinhirn-

und Vestibulariskernen erklärt sich auch darin, dass Nodus und Flocculus ontogenetisch von der Vestibularformation abstammen (Vestibulocerebellum).

Seine Funktion besteht hierbei vor allem in der Hemmung exzitatorischer Relaisneurone. Das Cerebellum beeinflusst das Gleichgewicht auf unterschiedlichste Weise. Seine Regelkreise sind wichtig für die reflektorische Gleichgewichtserhaltung. So hat z.B. das Archicerebellum über die Vestibulariskerne und die vestibulo-spinalen Bahnen Einfluss auf die Motoneuronen der Körpermuskulatur. Ferner wirkt das System über die vestibulo-akzessorische Verbindung auf die Kopfstellung.

Nicht vergessen werden sollten aber auch solche komplexen Verschaltungen, wie die des Gleichgewichtssystems mit dem eigentlichen antriebsregulierenden System des Gehirns, welches auch als aktivierendes System der Formatio reticularis bezeichnet wird.

Ebenso komplex sind die Verschaltungen des Gleichgewichtssystems mit den Kernen der vegetativen (parasympathischen) Zellen im Bereich des Hirnstammes. Diese projizieren etwaige Gleichgewichtsfunktionsstörungen auf die Atmung, Herzfrequenz, auf die chemorezeptorische Triggerzone (CTZ) etc., was die schwindelbegleitenden vegetativen Reaktionen in Form von Übelkeit, Würgereiz, Erbrechen, Schweißausbruch, Vasokonstriktion oder Kollaps erklärt.

Der vestibulo-okuläre Reflex (VOR)

Zur optimalen Darstellung eines Gegenstandes in unserem Auge soll dieser möglichst scharf in der Fovea des Auges abgebildet werden und sollte sich dort trotz Körper- oder Kopfbewegung nicht verschieben. Daher dienen vestibulär ausgelöste Augenbewegungen, d.h. auch Rollbewegungen, der Stabilisierung des Blickes. Dazu ist es nötig, dass eine Kopfbewegung in die eine, eine Augenbewegung in die entgegengesetzte Richtung hervorruft bei gleicher Geschwindigkeit.

Bei einer Drehbewegung des Kopfes übermitteln die Bogengänge eine spezifische Erregung, welche über nur drei Neurone zu einer kompensatorischen Augenbewegung führt. Dieser Vorgang wird als vestibulookulärer Reflex bezeichnet (VOR) und ist in allen Richtungen eines dreidimensionalen Raumes aktiv. Dabei sind die Augenmuskeln in ähnlichen Ebenen wie die Bogengänge angeordnet.

Dieser 3-Neuronen-VOR ist so stabil, dass sein Erlöschen zu den Kriterien des Hirntodes gehört, denn auch bei Patienten in tiefster Bewusstlosigkeit ist dieser Reflex noch auszulösen. Dreht ein Gesunder seinen Kopf oder wird passiv auf einem Versuchsstuhl gedreht, tritt ein Nystagmus auf. Seine Richtung ist immer nach der schnellen Rückstellphase benannt, für deren Generation eine weitaus größere Anzahl von Neuronen im Hirnstamm und Cerebellum beteiligt ist als beim VOR.

Der retinookuläre Reflex (ROR)

Ebenso wie der VOR dient der ROR der Blickfeldstabilisierung, wobei der ROR hierfür bei unbewegtem Kopf zuständig ist.

Ebenso wie beim VOR werden Augendeviationen, welche mehr als 10° von der Ruhestellung abweichen durch schnelle Rücksteuerbewegungen ausgeglichen.

Der ROR gliedert sich in einen subkortikal und einen kortikal verschalteten Reflex. Das Kleinhirn kontrolliert hierbei das Verhältnis von Augen- zu Objektgeschwindigkeit, so wie das Zusammenwirken von VOR und ROR. Der subkortikale ROR wird durch eine großflächige Reizung der Retinaperipherie ausgelöst, durch zusätzlichen stationären Lichtreiz gehemmt und zeigt nach Reizende einen Nachnystagmus [CLAUSSEN, 2003].

Der kortikale ROR, auch visueller Greifreflex genannt, wird durch die Reizung fovealer und parafovealer Retinaabschnitte ausgelöst, durch zusätzliche optische Reize nicht gehemmt, und ist ohne Nachnystagmus.

Der vestibulookuläre Reflex (VOR) wird bei einem gleichzeitig ablaufenden retinookulären Reflex (ROR) von diesem gehemmt.

Der zervikookuläre Reflex (COR)

Eine Bewegung des Rumpfes gegen den unbewegten Kopf löst eine entgegengesetzte langsame Augenbewegung aus, den COR. Der Reflexweg verläuft von den sog. Halswirbelgelenkrezeptoren ausgehend ipsilateral im Halsmark, kreuzt dann teilweise zur Gegenseite und gelangt über die vestibulären Kerne oder auch direkt zu den Motoneuronen in den Augenmuskelkernen.

Bei einem Labyrinthausfall nimmt die zervicookuläre Reflexantwort zu um dadurch teilweise einen fehlenden oder eingeschränkten vestibulookulären Reflex (VOR)

auszugleichen. Auch diese Reaktion wird im Nebenschluss über die Kleinhirnflocculus stabilisiert und an die aktuelle Erregungssituation im Gesamtgleichgewichtsregulationssystem angepasst.

Der vestibulozervikale Reflex

Der vestibulozervikale Reflex ist im Prinzip ähnlich aufgebaut wie der vestibulookuläre Reflex. Vestibuläre Neurone können direkt über die vestibulospinale Bahn Motoneurone der Nackenmuskulatur erregen. Bei vielen Tieren kann man gut beobachten, wie ein Otolithenreflex die Kopfposition bestimmt. Ob z. B. eine Katze liegt, sitzt oder fällt, wird der Kopf meist in einer sog. Normalposition gehalten, welche die lateralen Bogengänge in eine ungefähre waagerechte Lage bringt.

Die zerviko-spinale Gleichgewichtsregulation

Deszendierend gelangen die vestibulären Meldungen zu den Kerngebieten der Kopf- und Halsmuskulatur (N. spinalis accessorius), sowie über den Tractus vestibulospinalis und Tractus rubro- bzw. reticulospinalis zu den motorischen Vorderhornzellen des Rückenmarks. Über diese Verbindungen werden die γ - und α - Motoneurone für die Skelettmuskulatur beeinflusst. Einer wichtigen Aufgabe kommt hierbei der laterale Tractus vestibulospinalis nach, welcher über die gesamte Länge des Rückenmarks zu verfolgen ist. Dieser bewirkt eine Kontraktion der Streckmuskeln bei gleichzeitiger Hemmung der Beugemuskulatur und ist daher mitverantwortlich für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts. So funktioniert z.B. die ipsilaterale Tonisierung der Muskulatur bei vestibulärem Reiz. Im Bereich des Halses erfolgt die Innervation der Muskulatur direkt über monosynaptische Motoneurone, im Bereich der Extremitäten über Zwischenneurone.

Beide Tractus vestibulospinales medialis und lateralis sind aber auch bedeutend für die Bewegung des Kopfes, welche über vestibuläre Verschaltungen laufen, indem die von ihnen angesteuerten Nackenmuskeln sowie die proximale Skelettmuskulatur für eine stabile Kopfhaltung sorgen.

Zusammenfassend bedeutet die Untersuchung von zervikookulärem Reflex (COR), retinookulärem Reflex (ROR) und vestibulo-okulärem Reflex (VOR) eine Prüfung der

Leistungsparameter von neuronalen Netzwerken im Hirnstamm, Mittel- und Kleinhirn, sowie der sie speisenden peripheren nicht willkürlich zu beeinflussenden Rezeptoren (reflexartig), eine sinnesphysiologische Messung, wie sie in der Cranio-Corpo-Graphie oder der Elektronystagmographie erfolgt.

Bezieht man in die Untersuchung auch Sakkaden und langsame Augenbewegungen ein, so kann man funktionelle Eigenschaften jener Neuronennetzwerke mit einbeziehen, die sich im Dienzephalon und in der Hirnrinde befinden und im Dienst der Willkürmotorik stehen.

5.2 Das klinische Bild der multisensorischen neurootologischen Funktionsstörung

Das gesamte menschliche Gleichgewichtssystem ist nicht in einem einzigen Arbeitsschritt prüfbar, vielmehr stellt die Gleichgewichtregulation ein kompliziertes Netzwerk an Zusammenhängen dar. Deshalb ist es sinnvoll, Teilsysteme zur Analyse zu bilden. Dieses diagnostische Vorgehen wird daher auch bei der Zusammensetzung der Messergebnisse als „äquilibrimetrische oder neurootologische Netzwerkanalyse“ bezeichnet [CLAUSSEN, 2003].

Auf jeden Fall soll bei Gleichgewichtsfunktionsstörungen ein objektiv und quantitativ fassbarer Befund erhoben werden. Dazu bedient man sich in der Äquilibrimetrie auch heute noch zum größten Teil der Nystagmusanalysen, mittels kalorischer oder Drehstuhlreize, sowie der Kopf-Körper-Bewegungsanalyse (CCG). Vorher sollte auf jeden Fall eine optokinetische Prüfung stattfinden, um Sehstörungen oder Augenmuskellähmungen erkennen zu können um so nicht bei der Nystagmusanalyse fehlgeleitet zu werden.

Historisch gesehen hat sich zunächst die instrumentelle Nystagmusanalyse zur Darstellung von Gleichgewichtsreaktionen viel schneller entwickelt als die registrierenden Verfahren zur Analyse der Kopf- Körper- Bewegungsreaktionen. Dies beruhte sicherlich nicht zuletzt darauf, dass die neuroanatomischen Strukturen der Nystagmusgeneration einfacher zu verstehen sind als die der Körpersteuerung, was in den vorherigen Abschnitten dieses Kapitels darzustellen versucht wurde.

In den dargestellten Kasuistiken 2, 3 und 4 (siehe Kapitel 4. Kasuistische Ergebnisse) zeigt sich deutlich, wie Gleichgewichtsfunktionen verflochten sind und durch verschiedene Tests abschnittsweise dargestellt werden können, so dass man zur Diagnose einer multisensorischen neurootologischen Funktionsstörung kommt.

Im Beispiel 5 hingegen zeigt sich die Sinnhaftigkeit multisensorischer neurootologischer Diagnostik in einem Gleichgewichtsnetzwerk. Die Ergebnisse der Cranio-Corpo-Graphie, sowie der kalorischen Nystagmusreaktion sind normal, ebenso die der sensorisch evozierten Potentiale. Hingegen findet sich allein in der Drehstuhlprüfung der Hinweis auf die Diagnose, ebenso im Audiogramm.

Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang auch noch einmal der Hinweis auf die Unterschiede in den Ergebnissen der Cranio-Corpo-Graphie und der Elektronystagmographie:

Die Erklärung der Differenz beider Verfahren, welche in dieser Arbeit dargestellt werden konnte, erklärt sich aus den vollkommen unterschiedlichen neuroanatomischen Ansatzstellen der einzelnen Tests. Während die Elektronystagmographie des Kalorisationstests den vestibulo-okulären Regelkreis testet, misst die Cranio-Corpo-Graphie die Kopf-Körper-Taumeligkeit des vestibulo-spinalen Regelkreises.

5.3 Die objektive und quantitative Messung der vestibulo-spinalen Kopf-Körpergleichgewichtsfunktion mit Hilfe der Computer-Cranio-Corpo-Graphie (USCCG)

Wie bereits im Kapitel 2, „Material und Methoden“ erwähnt, wurde die Cranio-Corpo-Graphie von CLAUSSEN für die arbeitsmedizinischen Untersuchungen der deutschen Berufsgenossenschaften entwickelt (1968).

Die Berufsgenossenschaften sehen im Rahmen des an sie ergangenen gesetzlichen Auftrages die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten als ihre wichtigste Aufgabe an. Ausgangspunkt für die Schaffung und Verabschiedung des Berufsgenossenschaftlichen Grundsatzes „Arbeiten mit Absturzgefahr“ (G 41) von 1983, waren daher auch die jährlichen Unfallanalysen mit den nicht zu übersehenden Zahlen von Absturzunfällen in der gewerblichen Wirtschaft. Wie für andere

Vorsorgeuntersuchungen wurde ein relativ einfach aufzubauender und zu bedienender Gleichgewichtsschnelltest mit Siebttestcharakter gesucht, und von Claussen seit 1968 auf- und ausgebaut [CLAUSSEN, 1986].

Das Substrat der hier durchgeführten Gleichgewichtsfunktionsprüfung sind bei der Cranio-Corpo-Graphie die Kopf- und Schulterchwankungen des Menschen während des Stehens (Stehversuch nach Romberg) und Tretens auf der Stelle (Tretversuch nach Unterberger und Fukuda). Das Phänomen der Taumeligkeit steht im Vordergrund der Untersuchung.

Auf die Versuchsanordnung und die verwendeten Materialien wurde bereits im Kapitel 2 „Material und Methoden“ eingegangen.

Ziel der sensomotorischen Untersuchungsmethoden der Neurootologie ist die messbare Erfassung der Gleichgewichtsfunktion, die Äquilibriometrie.

Zur Prüfung der vestibulo-spinalen Reaktion werden zwei langjährig bekannte sensomotorische Regelvorgänge mit Einwirkung auf Kopf- und Körperpositionierungen herangezogen. Eine motorische Reaktion in Form von Kopf-Körperstellreaktionen (vestibulo-spinaler Effektoranteil) ist das Ziel der Messungen beim Stehen und Treten auf der Stelle.

Mit Hilfe der Cranio-Corpo-Graphie ist es auch möglich, zusätzliche Kopfbewegungen objektiv in eine Beziehung zu den Rumpfbewegungen zu setzen, wie im Falle von Dyskinesien, z.B. Torticollis spasticus, Morbus Parkinson etc.

Ganz wichtig für einen Screeningtest ist dessen Objektivität und gute Reproduzierbarkeit.

In diesem Fall besitzt die Cranio-Corpo-Graphie ebenfalls eine besondere Bedeutung für das Aufdecken von Simulation, Aggravation oder psychogenem Schwindel. Hierzu werden gegebenenfalls im Abstand von 3-5 Minuten fünf Testwiederholungen des Unterberger'schen Tretversuches und /oder des Romberg'schen Stehversuches aufgezeichnet. Der psychisch Kranke oder der Simulant kann sein vorgetäushtes Muster nicht identisch reproduzieren.

5.3.1 Das USCCG des Tretversuches nach Unterberger und Fukuda

Für Angaben zur genauen Versuchsdurchführung verweisen wir auf den Abschnitt 2.4.1 Cranio-Corpo-Graphie- Tretversuch nach Unterberger und Fukuda.

Der Tretversuch ist nach Claussen [CLAUSSEN, 1986] der empfindlichste Vestibularitest, da er gleichzeitig eine Gleichgewichtsreaktion des gesamten Körpers darstellt. In ihn gehen auch Restitutions- und Kompensationsvorgänge ein. Sehr feine Gleichgewichtsfunktionsstörungen kann man daher oft schon allein mit dem Tretversuch offen legen.

In den nachfolgenden Abbildungen (entnommen aus [CLAUSSEN, 1986]) werden die Auswerteparameter des Tretversuches dargestellt. Der Ringabstand beträgt jeweils 20 cm.

Als erste Messung erfolgt die Bestimmung der Längsabweichung zwischen Ausgangs- und Endstellung. Vorteil der Ultraschall- Cranio-Corpo-Graphie ist hier wie bei den folgenden Messungen auch, dass das Ergebnis bereits elektronisch ausgewertet und ohne Umrechnen, durch die digitale Erfassung im Computer fertig ausgedruckt werden kann. Die Zeitersparnis sowie die gesunkene Fehlerquote sind ein weiterer Vorteil.

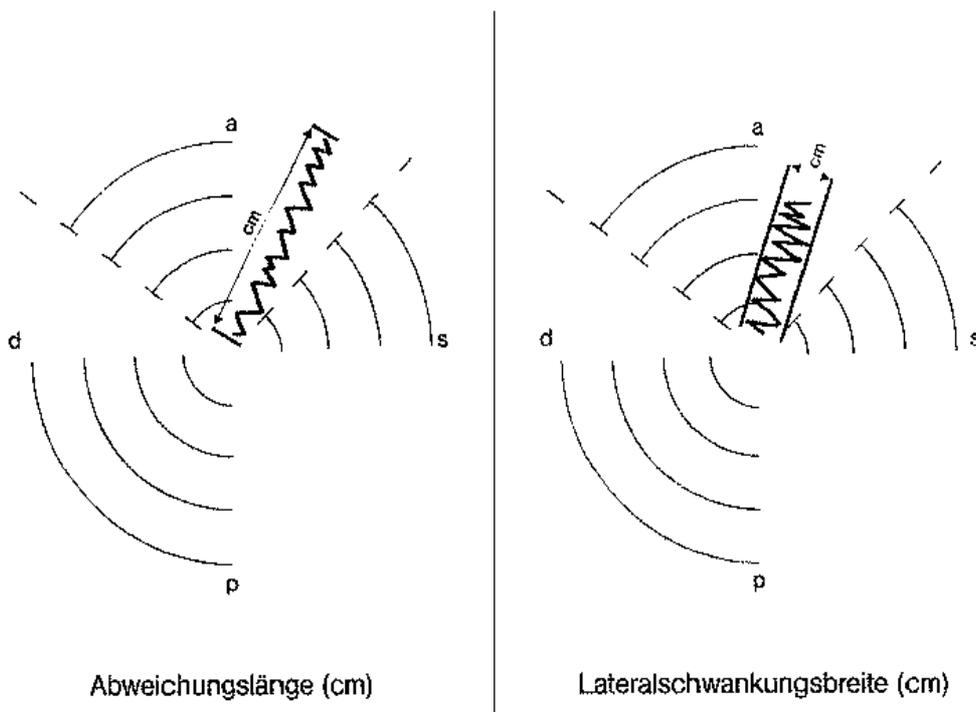


Abbildung 64: CCG- Parameter (1)

Die Abweichungslänge ist klinisch nur von geringer Bedeutung. Träger von Endoprothesen haben in der Regel ein dysmetrisches Gangbild und legen während des Tretversuches eine sehr weite Strecke zurück.

Allerdings drückt sich das vorsichtige Gangmuster des Patienten mit Altersschwindel durch eine reduzierte Abweichungslänge aus.

Als zweiter Messparameter wird die Lateralschwankungsbreite ausgewertet. Diese enthält die Schwankungsbreite der Schultern und des Hauptes während der einzelnen Schritte.

Die vergrößerte Lateralschwankungsbreite ist der aussagekräftigste Wert für eine zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung.

Als drittes erfolgt die Ermittlung der Schrittzahl, diese sollte wie unter Kapitel 2 erwähnt, zwischen 80 und 100 Schritten pro Minute liegen.

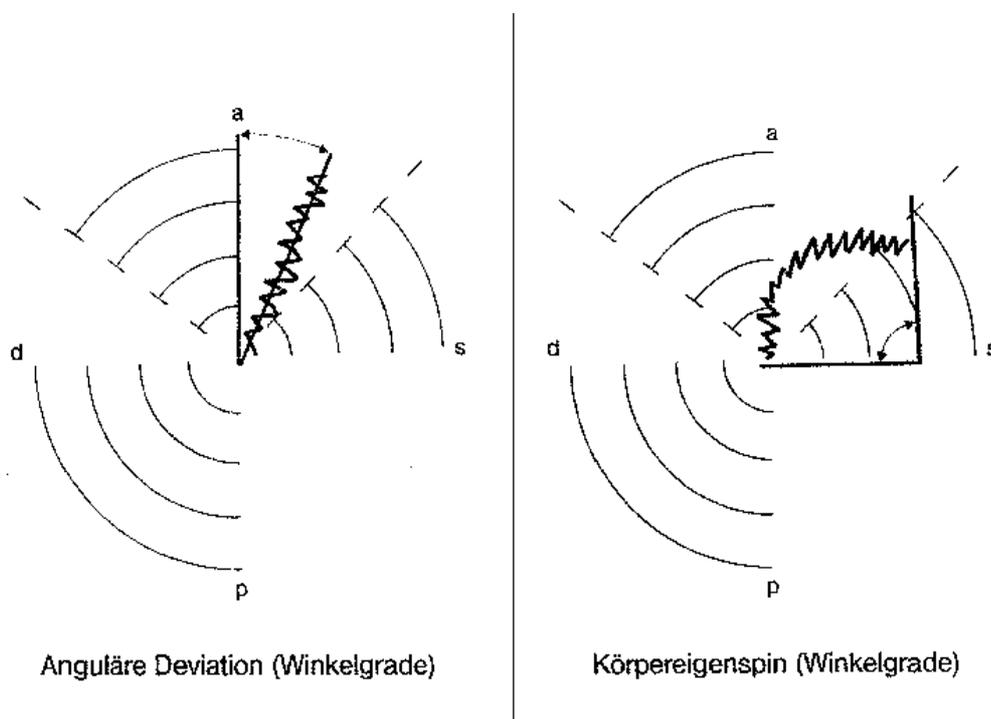


Abbildung 65: CCG- Parameter (2)

Als vierter Messparameter wird der Körperabweichungswinkel, d.h. die anguläre Deviation ermittelt. Diese entspricht dem Winkel zwischen Ausgangs- und Endpunkt. Abweichungen nach rechts, bekommen ein positives Vorzeichen, Abweichungen nach links ein negatives.

UNTERBERGER hatte bereits (1938) erklärt, dass eine Seitabweichung typisch für einen peripheren Labyrinthausfall sei. Diese Aussage muss relativiert werden, da auch zentrale Prozesse im Bereich des Kleinhirnbrückenwinkels zu einer Abweichung zu Gegenseite führen können, was man dann als Barré'sche Dysharmonie bezeichnet.

Als fünftes erfolgt die Ermittlung der Körpereigenspins, also die Drehung des Körpers um die eigene Achse. Die Aussagekraft dieses Wertes ist wesentlich geringer als die der angulären Deviation. Bei typischen peripher-vestibulären Störungen erfolgt meist neben der Seitenabweichung auch eine Drehung um die Körpereigenachse zur Seite der Störung.

5.3.2 Das USCCG des Stehversuches nach Romberg

Der Stehversuch wird ebenso wie der Tretversuch qualitativ und quantitativ mit Hilfe der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie (USCCG) ausgewertet.

Hier erfolgen die Auswertung der Längsschwankung, welche im Allgemeinen größer ist und der Lateralschwankung in Zentimetern. Überstarke Längsschwankungen zeigt zum Beispiel typischerweise der Morbus Parkinson am Kopf im Vergleich zu den Schultern. Der Morbus Parkinson zählt zur Gruppe des so genannten Dyskinesien. Hierher gehört auch der weitere wichtige Bereich des Torticollis spasticus. Mit Hilfe der Stehversuch Cranio-Corpo-Graphie lässt sich der Torticollis sehr gut verifizieren.

In diesen Test gehen neben der Tiefensensibilität auch Einflüsse seitens des Kleinhirns und höherer Hirnabschnitte ein. Vestibularisstörungen spiegeln sich indes seltener wieder. Daher ist für eine Bewertung einer Gleichgewichtsfunktion die Kombination aus Steh- und Tretversuch vorteilhaft.

5.3.3 Klinische und topodiagnostische Differenzierung unterschiedlicher Art im Vergleich des Tretversuch- und des Stehversuch-USCCG

Für die neurootometrische klinische Routine hat sich eine Kombination des Tret- mit dem Stehversuch bewährt. Der Stehversuch spricht nur in seltenen und klinisch schweren Fällen an. Dies trifft bei ausgedehnter Pathologie auf Störungen im tieferen Hirnstamm zu, wohingegen der Tretversuch sehr empfindlich auf die tiefen Hirnstammläsionen reagiert. Im Folgenden soll anhand von typischen Beispielen ein Überblick über das Zusammenspiel von Steh- und Tretversuch gegeben werden.

Periphere Vestibularisstörungen zeichnen sich durch eine deutliche Seitabweichung zur Erkrankungsseite im Tretversuch aus. Die Lateralschwankungsbreite ist normal. Meist kommt auch ein Körpereigenspin mit Abweichung zur Erkrankungsseite hinzu.

Vorkommen bei: Otitis interna (unterschiedlicher Genese)
 Mechanisches Trauma des Innenohres
 Neuritis /Neuropathia nervi vestibularis

Siehe hierzu auch Fallbeispiel 4 im Kapitel 4., Kasuistische Ergebnisse

Zentrale Vestibulo-spinale Störungen charakterisieren sich v.a. durch die verbreiterten Lateralschwankungen:

- Medullo-spinale Störungen: verbreiterte Lateralschwankungen im Tretversuch-CCG, normale Reaktion im Stehversuch; z.B. bei Läsion der Medulla oblongata

Vorkommen bei: basiläre Impression
 Syringobulbie
 Peitschenhiebverletzung nach HWS-Trauma
 Arteriosklerotische Durchblutungsstörung
 vom Typ PICA-Syndrom

Siehe hierzu auch Fallbeispiel 3, im Kapitel 4., Kasuistische Ergebnisse

- Monolaterale cerebello-pontine Störungen: Seitenabweichung mit verbreiteter Lateralschwankung, Stehversuch-CCG meist noch normal; z.B. bei Prozessen im Bereich des Kleinhirnbrückenwinkels:

- Vorkommen bei
- Akustikus-Neurinom
 - Laterale Meningitis
 - Prellungsherde im Kleinhirnbrückenwinkelbereich nach stumpfen Schädeltraumen
 - Basales Meningeom
- Diffuse Hirnstammstörungen: Verplumpung der Spuren im Stehversuch-CCG, Verbreiterung der Lateralschwankung im Tretversuch-CCG;
Vorkommen bei: Insuffizienz der Arteria basilaris (VBI)
Ponstumor
Prellung der Pons von der Schädelbasis her bei SHT
Lösungsmittelintoxikation der Hirnstammkerne vom Typ CTE (chronisch toxische Enzephalopathie durch flüchtige Chlorkohlenwasserstoffe wie Trichlorethylen etc.)
Bestimmte Formen der Multiplen Sklerose
 - Die isolierte zentrale Stehataxie: Verbreiterte Lateralschwankung im Stehtest, bei normalem Tretversuch-CCG; durch pathologische Veränderungen im Bereich der vorderen Kleinhirnschenkel oder im rubro-nigro-striatalen System.
Vorkommen bei: Encephalitiden
Durchblutungsstörungen Arteria cerebri posterior
Läsionen der vorderen Kleinhirnschenkel
Hirntumore
Multiple Sklerose

5.4 Auffällige Befunde und besondere Konfigurationen wichtiger neurootologischer Patientengruppierungen

Für diese Dissertation wurden die neurootometrischen Ergebnisse von 243 Patienten herangezogen. Die statistische Analyse ist in Kapitel 3 dargestellt.

Die Datensätze wurden nun in Hinblick auf häufige Beschwerden und Gruppen von Erkrankungen sortiert. Diese Ergebnisse werden der beschreibenden Statistik des gesamten Kollektivs gegenübergestellt.

Das Gesamtkollektiv

Das Gesamtkollektiv weist die im Folgenden beschriebenen Merkmale auf.

Insgesamt handelt es sich um ein Kollektiv mit nur wenigen gesunden Probanden. So ist die Anzahl der Patienten welche Schwindelsymptome beklagen bei hohen 81 %. Nahezu 97 % berichten von einem subjektiv bemerkten Hörverlust, und 73 % von einem ein- oder beidseitigem Tinnitus. Der Altersdurchschnitt liegt bei über 50 Jahren. Ebenso ist die Zahl der internistischen Erkrankungen (53 %) und der Kopf-Hals-Traumata (39,5 %) nicht zu vernachlässigen.

Auffälliger wird das ganze Kollektiv dann bei Betrachtung der Ergebnisse der klinischen Tests. Hier findet sich ein hoher Anteil an pathologischen Befunden in der Äquilibrimetrie. Die kalorische Gleichgewichtsprüfung erkennt dabei doppelt so viele Normalbefunde als die Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches. 67 % haben demnach im Schmetterlingskalorigramm einen pathologischen Befund, im CCG jedoch 82 %.

Interessiert hat in diesem Zusammenhang vor allem die Frage nach der Sensitivität der durchgeführten Cranio-Corpo-Graphie-Versuche. Es wurden der Stehversuch nach Romberg und der Tretversuch nach Unterberger-Fukuda durchgeführt.

Der dynamische Tretversuch-Test, welcher die Lokomotion testet, erkannte 3 -mal so viele Fälle als pathologisch als der statische Stehversuchtest; beim Tretversuch sind dies $n = 83 \%$, beim Stehversuch sind dies $n = 27 \%$.

Die verschiedenen getesteten evozierten Hirnpotentiale lassen im Mittel keine groben Pathologien erkennen. In der Tonschwellenaudiometrie zeigen sich im Mittel auch keine starken Hörverluste (10-20 dB).

Alle Teilkollektive sind bereits im Gesamtkollektiv enthalten. Dennoch kann man eine Verstärkung beziehungsweise Abschwächung von pathologischen Trends ausmachen, wie in der nachfolgenden Auflistung aufgezeigt wird.

Kollektive „NonVertigo/NonTinnitus“ und „Vertigo und Tinnitus“

Im Vergleich der symptombezogenen Unterkollektive zeigen vor allem das NonVertigo/NonTinnitus und das gegenteilige Vertigo- und Tinnituskollektiv einige Besonderheiten.

Von allen verglichenen Kollektiven ist das NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv in der Anamnese das „Gesündeste“ sowohl im Bezug auf bestehende Erkrankungen, als auch bei den erfragten Symptomen. Es berichten dennoch bis zu $\frac{1}{4}$ der Untersuchten Symptome aus den Bereichen Leistungsabfall und Wachheitsstörungen. Über die Hälfte berichtete von subjektiver Hörminderung und ca. $\frac{1}{6}$ von oszilopsieartigen Sehstörungen. Keiner bejahte vegetative Symptome.

Umgekehrte Verhältnisse spiegeln sich in dem Mischkollektiv „Vertigo und Tinnitus“ wieder. Die Hälfte gibt vertigo-begleitende Symptome an, die höchste Anzahl in dieser Kollektivgruppe. Eben solches trifft für die oszilopsieartigen Sehstörungen und die internistischen Erkrankungen zu.

In den klinischen Befunden erweist sich das NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv nicht so „gesund“ wie primär angenommen. Im Schmetterlingskalorigramm haben 42 % einen Normal- und nur 17 % einen pathologischen Befund.

In der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches weisen dagegen nur 17 % einen Normalbefund auf, 83 % jedoch einen pathologischen.

Auch hier wurde nach der Sensitivität des Steh- und Tretversuches unterschieden:

Der Stehversuch ermittelte 17 % pathologische Ergebnisse, der Tretversuch jedoch 83 %, was nahezu dem fünffachen mehr erkannte Fälle entspricht.

Das Kollektiv „Vertigo und Tinnitus“ zeigt durch eine Konzentration der Patienten mit diesen Symptomen eine entsprechende Verteilung und anteilmäßige Zunahme von Vertigo- und Nauseasymptomen, als auch beim Tinnitus. Ebenfalls ist hier die Zahl der oszilopsieartigen Sehstörungen deutlich größer als im Gesamtkollektiv.

In den klinischen Befunden erkennt die Elektronystagmographie etwas mehr periphere Läsionen als im Gesamtkollektiv und weniger zentrale (19,5 %). Beim Tretversuch-

CCG ist dies genau umgekehrt mit 67 % zentralen Störungen. In beiden Tests werden weniger Normalbefunde als im Vergleich ermittelt.

Der Vergleich der CCG- Tests Stehversuch mit Tretversuch demonstriert auch hier, dass der Tretversuch aufgrund höherer Sensitivität mehr als 5-mal so viele pathologische Befunde (84 %) erhebt als der Stehversuch mit nur 15 %.

Kollektive „Tinnitus“ und „Vertigo“

Bei den zwei übrigen symptom- orientierten Kollektiven „Vertigo“ und „Tinnitus“ herrscht in weiten Teilen Deckungsgleichheit mit den Ergebnissen des Gesamtkollektivs sowohl in Anamnese als auch klinischen Befunden.

Interessante Unterschiede in der Anamnese bestehen jedoch bei dem Vertigo- und Nauseasymptom- Komplex. Dieser ist definitionsgemäß im Vertigokollektiv bei 100% Prozent und hat auch eine höhere Zahl an vertigobegleitenden Symptomen.

Im Tinnituskollektiv ist die Zahl der Schwindelsymptome nahezu gleich mit dem Gesamtkollektiv, jedoch bei einer kleinen Steigerung der vegetativen Symptome. Wie bei allen anderen Kollektiven bestehen die Symptome zu über $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ seit Jahren. Ebenfalls deutlich ist in beiden Kollektiven eine Zunahme der oszilopsieartigen Sehstörungen. Ist im Tinnituskollektiv die Zahl der Tinnitusfälle bei definitionsgemäß 100 %, unterscheidet sich das Vertigokollektiv hier nicht vom Gesamtkollektiv.

Bei den internistischen Erkrankungen hat das Vertigokollektiv nach dem Hypertonuskollektiv die zweithöchste Anzahl an Diagnosen.

Für die anderen symptomorientierten Kollektive trifft in diesem Punkt das Gegenteil zu, diese verzeichnen weniger internistische Erkrankungen als das Gesamtkollektiv.

In den klinischen Befunden des Vertigokollektiv erkennt man keine wesentliche Änderung in den Ergebnissen des ENG als auch des CCG, jedoch erkannten beide mehr periphere Läsionen als im Gesamtkollektiv. Für den Vergleich Stehversuch mit Tretversuch gilt bezüglich der Sensitivität dasselbe wie in den anderen Kollektiven.

Der Tretversuch für das Vertigo-Kollektiv erkannte hier mit 84 % das 3- fache mehr an Pathologien als der Stehversuch mit 30 %.

Im Tinnitus-Kollektiv erkannte das Tretversuch-Cranio-Corpo-Gramm mit 83 % sogar 4-mal so viele Fälle als pathologisch als das Stehversuch-Cranio-Corpo-Gramm mit 20 %.

Bei den klinischen Befunden des Tinnitus-Kollektivs zeigt das Schmetterlingskalorigramm mehr periphere Störungen an als im Gesamtkollektiv. Für das Tretversuch-CCG gilt hingegen weniger periphere Störungen stattdessen mehr zentrale und kombinierte. Auch hier erkannte der Stehversuch etwas mehr Fälle als pathologisch als im Gesamtkollektiv.

In der Audiometrie des Tinnituskollektivs fällt eine mäßige Verschlechterung der Hörkurve als auch der Sprachaudiometrie auf. Im Vertigo-Kollektiv erkennt man keine wesentlichen Änderungen zum Gesamtkollektiv. Alle übrigen Untersuchungen unterscheiden sich in beiden Kollektiven nicht signifikant vom Gesamtkollektiv.

Insgesamt fällt der Unterschied der symptomembezogenen Unterkollektive zum Gesamtkollektiv weit weniger gravierend aus, als der der krankheitsbezogenen Kollektive.

Im Vergleich der Teilkollektive untereinander zeigen vor allem die Krankheits-Kollektive einige anamnestiche und klinische Besonderheiten.

Kollektiv „Commotio cerebri“

Das Kollektiv „Zustand nach einer Commotio cerebri“ ist deutlich jünger als das Gesamtkollektiv. Hier überwiegt die Anzahl der Männer.

Bemerkenswert in der Anamnese ist in diesem Kollektiv der höchste Prozentsatz im Vergleich bei den vegetativen Symptomen /Nausea. Im Bezug auf internistische Erkrankungen ist dies das „gesündeste“ Kollektiv von allen miteinander verglichenen neben dem NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv, wobei allerdings nahezu 50 % mehr Patienten von einem Hypotonus berichten als im Gesamtkollektiv. Weiterhin ist die Anzahl anderer Kopf-Hals-Traumata (hier: Contusio cerebri, Schädelfraktur, HWS-Schleudertrauma“) überdurchschnittlich höher.

In der klinischen Untersuchung der kalorischen Elektronystagmographie wird bei über 42 % ein normales Ergebnis der Nystagmusreaktion diagnostiziert. In der Cranio-

Corpo-Graphie des Tretversuches jedoch haben nahezu 63 % eine zentrale Störung der Gleichgewichtsregulation.

In der Cranio-Corpo-Graphie des Stehversuches wird bei 86 % ein Normalbefund diagnostiziert, im Tretversuch ist dieses Verhältnis geradezu umgekehrt. Es werden fast sechsmal so viele krankhafte Befunde erhoben (83 % zu 14 %!), was deutlich die geringere Spezifität und Sensitivität des Stehversuches als statischem Test gegenüber einem die Lokomotion-prüfenden Test wie den Tretversuch unterstreicht.

Dieses Kollektiv zeigt auch ein schlechteres Audiometrieergebnis, mit Bevorzugung der tieferen Frequenzen v.a. des linken Ohres mit einem tieferfrequenten Tinnitus. Eine Latenzzeitverlängerung der evozierten Hirnpotentiale findet sich nicht.

Kollektiv „Zustand nach einem Kopf-Hals-Schleudertrauma“

Im Hinblick auf das Lebensalter ist dieses Kollektiv das jüngste, und hat bei den Vertigo und vertigobegleitenden Symptomen die meisten Nennungen.

Bemerkenswert auch der subjektive Hörverlust bei allen Befragten, mit einer Zunahme der Tinnitusfälle. Ebenso berichtet dieses Kollektiv deutlich mehr oszilopsieartige Sehstörungen.

In den klinischen Untersuchungsergebnissen zeigt das Kopf- Hals- Schleudertrauma-Kollektiv vor allem im CCG bei den Kopf-Körper-Taumeligkeiten deutliche Pathologien, wohingegen das ENG dreimal soviel Normalwerte anzeigt.

Von besonderem Interesse erscheinen gerade bei diesem Kollektiv, welches Verletzungen der Halswirbelsäule durch das Schleudertrauma erlitten hat, inwieweit sich dies auf die Testergebnisse der Cranio-Corpo-Graphie auswirkt.

Im Tretversuch erhalten wir 87 % pathologische Ergebnisse, nur 10 % Normalbefunde. Der Stehversuch hingegen ermittelt 74 % Normalbefunde. Der Tretversuch erkannte durch die Bewegung mehr als 3-mal so viele krankhafte Befunde der Kopf-Körper-Taumeligkeit als der Stehversuch (26 %), welcher die statische Positionierung prüft.

Es erscheint daher vor allem bei der Fragestellung, ob Schwindelsymptome durch eine vermehrte Kopf-Körpertaumeligkeit nach Verletzungen im Kopf-Hals-Bereich mittels

der Äquilibrimetrie darstellbar sind, unabdingbar ein CCG mit sowohl dem Stehversuch nach Romberg als auch dem Tretversuch nach Unterberger-Fukuda durchzuführen, da der Stehversuch keine ausreichende Sensitivität für feine Pathologien aufweist. Ebenso reicht es nicht aus für diese Fragestellung nur die Nystagmusreaktionen (kalorisch oder rotatorisch) durchzuführen, da diese den eigentlich gestörten Regelkreis nicht testen.

Bestätigt werden konnte in diesem Fall die Aussage von MAURER und KRÄMER, wonach der Anteil der pathologischen ENG- Befunde zwischen 40- 50 % liegt (hier: 40 %). Es gibt viele Hinweise, dass eine neurologische und radiologische Untersuchung allein nicht ausreichend ist [CLAUSSEN, 1992] und eine Diagnostik der vestibulären Schäden unbedingt angeschlossen werden muss.

Im Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit den Untersuchungen der Arbeitsgruppe von Oosterveld, de Jong et al. (1991) [in CLAUSSEN, 1992], nähern sich die Ergebnisse z.T. deutlich an:

So klagen in dieser Arbeit 91 % der Patienten über Schwindelsymptome, in der Vergleichsstudie 86 %. Beschwerdefreie Intervalle und Veränderungen des Schweregrades der Beschwerden waren auch hier anzutreffen.

Deutlicher werden die Unterschiede bei den Symptomen Tinnitus (44,93 % zu 14 % in der Vergleichsstudie) und bei der Hörminderung die bei uns von allen Befragten angegeben wurde. In den audiometrischen Tests konnte bei unserem Kollektiv jedoch keine Verschlechterung der Hörleistung im Vergleich zum Gesamtkollektiv dargestellt werden, es war sogar das Gegenteil der Fall.

Hierbei muss man allerdings beachten, dass die Studie von Oosterveld et al Patienten untersucht hatte, die an langandauernden Beschwerden litten, in einem Intervall von einem halben bis 5 Jahre nach dem Unfall. In dem von uns betrachteten Kollektiv bestehen die Beschwerden bei annähernd 70 % der Patienten schon seit Jahren, so dass hier evtl. eine besondere Selektion vorliegt.

Auch in dieser Arbeit stellt sich damit heraus, dass die vielfach noch vertretene Ansicht, es handele sich beim HWS- Schleudertrauma und der Comotio cerebri um

Bagatelltraumen, welche von nur geringwertigen und schnell kompensierbaren vestibulären Symptomen begleitet sind und der sog. „Degressionsregel“ unterliegen, in dieser kategorischen Form nicht aufrecht zu erhalten werden kann.

Kollektiv „Hypertonus“

Das Hypertonus-Kollektiv ist vor allem auffällig durch den höchsten Altersdurchschnitt und durch seine hohe Anzahl an Begleiterkrankungen auf neurologischen wie internistischem Gebiet.

Dieses Kollektiv zeigt weiterhin in der Anamnese auch noch eine mäßige Zunahme der Vertigo- bei weniger vertigobegleitenden Symptome im Vergleich zum Gesamtkollektiv. In diesem Kollektiv findet sich ebenfalls eine hohe Anzahl von an Depression erkrankten.

Dazu finden wir in diesem Kollektiv eine Zunahme der oszilopsieartigen Sehstörungen und des subjektiven Hörverlustes, von letzterem berichten 100 % der Befragten.

In der Diagnostik zeigen sich die im Vergleich nicht unbedingt überraschend schlechtesten Hörkurven, kombiniert mit einer herabgesetzten Unbehaglichkeitsschwelle und einer Lautstärkezunahme (bei höherer Frequenz) der subjektiven Ohrgeräusche. Diese Symptomkombination passt zu dem Syndrom des „überempfindlichen Ohrs“. Weiterhin findet sich überwiegend eine Verlängerung der Latenzzeiten der sensorisch evozierten Potentiale hier vor allem der akustisch evozierten Hirnstammpotentiale (ABEP) und der visuell evozierten Potentiale, nicht hingegen der akustisch evozierten Hirnrindenpotentiale (ALEP)

Dieses Kollektiv zeigt die höchste Anzahl an pathologischen Befunden der Äquilibriometrie, sowohl in der Elektronystagmographie (44 %), als auch der Cranio-Corpo-Graphie des Tretversuches (92%). In letzterem wird bei 80 % eine zentrale Störung diagnostiziert welches in diesem Zusammenhang der Hinweis auf ein PICA-Syndrom sein kann. Dieses bezeichnet (vorwiegend im angloamerikanischen Sprachraum) das Insuffizienzsyndrom der Arteria cerebellaris inferior posterior.

Auch hier erkennt der Stehversuch 3-mal weniger krankhafte Befunde (34 %) als der Tretversuch (92 %).

Vertigo, Nausea und Tinnitus sind Indikatorsymptome, bisweilen auch Alarmsymptome. Sie können auch einen Hinweis geben auf das Nachlassen der zentralnervösen Leistungsfähigkeit im Alter. Man spricht dann von Presbyvertigo, Presbyataxie und Presbytinnitus.

Die vegetative Reaktionsbereitschaft mit Übelkeit und Erbrechen nimmt mit zunehmendem Alter wieder ab [CLAUSSEN, 1992], auch diese Tendenz ist in diesem Kollektiv erkennbar.

Das Kopf-Rumpf-Hals-Bewegungsmuster neurootologischer Patienten kann mit Hilfe der modernen, objektiven und quantitativen Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie (USCCG), während des Stehens, aber auch während des Tretens auf der Stelle gemessen dargestellt werden.

Die Auswertung aller neurootologischen Messungen zeigt im Hinblick auf den gewählten Schwerpunkt dieser Arbeit, dass der dynamische Tretversuch wesentlich empfindlicher reagiert, als der rigide Stehversuch. Abweichungen von diesem Trend haben wir weder beim Gesamtkollektiv, noch bei allen geprüften Unterkollektiven feststellen können. Damit ist bei sparsamen Einsatz der beiden Tests auf jedem Fall dem Tretversuch- Cranio-Corpo-Gramm der Vorzug vor dem Stehversuch- Carnio-Corpo-Gramm zu geben.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden 243 Patienten in dem neurootologischen Speziallabor einer HNO- Praxis untersucht.

Dabei wurden sie einer kompletten neurootologischen Untersuchung unterzogen mit dem standardisierten Anamnesebogen System NOASC I, der Elektronystagmographie (Spontannystagmus, kalorischer und rotatorische Nystagmus), der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie des Tret- und Stehversuches (nach Unterberger-Fukuda bzw. Romberg), der evozierten Hirnpotentiale (akustisch evozierte Hirnstammpotentiale (ABEP), akustisch evozierte Hirnrindenpotentiale (ALEP) und visuell evozierte Potentiale (VEP)), sowie der Audiometrie.

Zur statistischen Auswertung wurden zum einen symptomorientierte Unterkollektive gebildet, sortiert nach dem Vorhandensein verschiedener Hauptsymptome wie „Vertigo“, „Tinnitus“ oder „Vertigo und Tinnitus“ in Kombination, sowie zum Vergleich weder Vertigo noch Tinnitusymptome in der Anamnese.

Zum anderen wurden Unterkollektiv-Einteilungen nach verschiedenen gehäuft vorkommenden Erkrankungen des Gesamtkollektivs unternommen. So ergaben sich die Kollektive „Hypertonus“, „Zustand nach einer Commotio cerebri“ und „Zustand nach einem Kopf-Hals-Schleudertrauma“.

Dabei zeigen sich in den symptomorientierten Unterkollektiven größtenteils nur unwesentliche Unterschiede zum Gesamtkollektiv, z.T. begründet durch ähnliche Fallzahlen, aber auch durch die Tatsache, dass es sich nicht um ein Mischkollektiv aus gesunden und kranken Probanden handelt, sondern um Patienten, welche aus unterschiedlichen gesundheitlichen Gründen in der HNO-Praxis mit einem neurootologischen Praxisschwerpunkt vorstellig wurden.

In den Krankheitskollektiven zeigen sich hingegen z.T. deutliche Abweichungen in Anamnese und klinischem Befund:

So konnte vor allem in den Kollektiven „Zustand nach Commotio cerebri“ und „Zustand nach einem Kopf- Hals- Schleudertrauma“ eine deutliche Pathologie in den äquilibriometrischen Tests aufgezeigt werden. Gestützt durch eine Vergleichsstudie bestätigt sich die Annahme, dass es sich sowohl bei der Commotio cerebri vor allem aber auch beim HWS- Schleudertrauma nicht um Bagatellverletzungen mit schnell kompensierbaren Symptomen handelt, sondern sich unter Umständen ein langwieriger Verlauf anschließen kann.

Es wird auch nachgewiesen, dass es bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie dem arteriellen Hypertonus zu einer Beeinflussung der jeweils untersuchten Sinnesbahnsysteme kommt, wobei im Fall des hier untersuchten Kollektives aufgrund der Altersstruktur die Symptome auch schon Hinweis auf ein allgemeines Nachlassen der zentralnervösen Leistungsfähigkeit sein können, so dass hier unter Umständen schon von Presbyvertigo, Presbyataxie und Presbytinnitus gesprochen werden kann.

Das Verhalten der einzelnen Kollektive in den Tests ist im Ergebnisteil detailliert aufgezeigt und wird in der Diskussion ausführlich besprochen. Ausführlich wird auf das menschliche Raumkonzept und das Gleichgewichtsregulationssystem eingegangen, ebenso wie auf die Messung der Kopf-Körper-Gleichgewichtsfunktion mittels der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie. Besonderes Augenmerk gilt der klinischen und topodiagnostischen Differenzierung im Vergleich des Tretversuch- und Stehversuch-USCCG.

Typische Einzelfälle werden in einer Kasuistik vorgestellt. Hierbei erfolgt auch die Darstellung der multisensorischen neurootologischen Diagnostik in einem Gleichgewichtsnetzwerk anhand der Fallbeispiele.

Der Vergleich der Ergebnisse der Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie und derer der Elektronystagmographie zeigt deutliche Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsmethoden auf.

So zeigt die Cranio-Corpo-Graphie vor allem Störungen der vestibulo-spinalen Reflexbahn und damit die Funktion von Hirnstamm und dessen Verbindungen zum

Kleinhirn, währenddessen die Elektronystagmographie mit der Überprüfung des vestibulo-okulären Regelkreis eher Aussagen über Störungen in höher gelegenen Abschnitten des ZNS widerspiegelt

Eine Kongruenz der Ergebnisse ist somit nicht immer gegeben.

Ebenso zeigt sich in der vergleichenden Bewertung von Stehversuch und Tretversuch der Cranio-Corpo-Graphie, dass der Stehversuch als statischer Test im Hinblick auf die Auswerteparameter in Sensitivität und Spezifität dem Tretversuch als Lokomotionsprüfung unterlegen ist, und diese bei der Diagnosefindung mindestens in Kombination angewandt werden sollten. Bei einem sparsamen Einsatz der beiden Tests ist aber auf jedem Fall dem Tretversuch-Cranio-Corpo-Gramm der Vorzug vor dem Stehversuch-Cranio-Corpo-Gramm zu geben.

In dieser Arbeit wird ebenfalls gezeigt, welchen wichtigen Beitrag die Ultraschall-Cranio-Corpo-Graphie als Screeningmethode und zur Objektivierung neurootologischer Störungen mit Schwindel und Gleichgewichtsstörungen liefert.

7. Literaturverzeichnis

Bárány, R.; Wittmaack, K. (1911):

Funktionelle Prüfung des Vestibularapparates.

Verlag G. Fischer , Jena

Bárány, R.,(1906):

Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch
ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen.

M Schr. Ohrenheilk. 40: 193-297

Bartholomae, H.M. (1983, 1984):

Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeits-medizinische

Vorsorgeuntersuchungen bei Arbeiten mit Absturzgefahr (G 41).

Arbeitsmedizinisches Kolloquium des Hauptverbandes der gewerblichen
Berufsgenossenschaften, Seite 83 ff, 1983

sowie: Fassung 4 (1984): 533 - 540

Berghaus, A.; Rettinger, G.; Böhme, G. (1986):

Hals-Nasen-Ohrenheilkunde.

Hippokrates-Verlag

Breyer, A.; Claussen, C.F.; Glück, W.; Kempf, H. (1981):

Die Untersuchung der optischen Horizonteneinstellung bei
Freileitungsmonteuren.

Verhdlg. d. GNA, Bd. VIII, 327-342

Claussen ,C.F.; Claussen ,E. (1986):

CCG, eine einfache, vestibulo-spinale Taumeligkeitsmessung für
Verlaufsbeobachtungen in der Praxis.

Arch. Ohr.-, Nas.-,Kehlk.Heilk., Suppl., II, S.61 – 64

Claussen, C.F. (1970):

Der rotatorische Intensitätsdämpfungstest und seine Auswertung mit Hilfe des
L-Schemas.

Arch. klin. exp. Ohr.-, Nas.- u. Kehlk. Heilk, 197, 351-360

Claussen, C.F. (1970):

Die Cranio-Corpo-Graphie (CCG), eine einfache photooptische
Registrieremethode für vestibulo-spinale Reaktionen.

Zeitschr. Laryngol.Rhinol., 49, 634-639

Claussen, C.-F. (1970):

Über eine Gleichgewichtsfunktionsprüfung mit Hilfe der Cranio-Corpo-
Graphie (CCG) und Polarkoordinaten im Raume.

Arch.klin.exp.Ohr.-,Nas.-,Kehlk.Heilk., 196, 256-261, 1970

Claussen, C.F. (1971):

Der rotatorische Intensitäts-Dämpfungstest (RIDT) und seine Auswertung mit
Hilfe des L-Schemas.

Arch. Klein. Exp. ONK-Heilkunde197: 351,

Claussen, C.F. (1974):

Die Cranio-Corpo-Graphie.

Arch.klin.exp.Ohr.-,Nas.-u.Kehlk.Heilk.,207

Claussen, C.F. (1975):

Elektronystagmographie.

Edition Frankfurt

Claussen, C.F. (1975):

Über die Objektivierung von normalem, simuliertem und gestörtem
Gleichgewichtsverhalten mittels der Cranio-Corpo-Graphie (CCG).

Verhdlg. Deut. Ges. Arbeitsmed. ,15, 155-164

Claussen, C.F. (1978):

Cranio-Corpo-Graphie.

Verhdlg. der GNA, Bd. 6, 151-189

Claussen, C.F. (1978):

Die vestibulo-spinalen Gleichgewichtsfunktionsprüfungen und ihre klinisch-
praktische Bedeutung.

Verhdlg.d.GNA, Bd. VI, 1. Teil, edition medicin & pharmacie , Hamburg und
Neu-Isenburg

Claussen, C.F. (1979):

Cranio Corpo Graphy (CCG), a simple and objective equilibrium screening test.

Prepr.Aerospace med.ann.scient.meet., pp.53-54

Claussen, C.F. (1981):

Die objektive Aufzeichnung und quantitative Auswertung von Raumorientierungsaufgaben mittels eines fotooptischen Schnelltests, der Cranio-Corpo-Graphie.

Verhdlg. d. GNA, Bd. VIII, 107-150

Claussen, C.F. (1981):

Die objektive Darstellung des Torticolliswinkels mittels der Cranio-Corpo-Graphie (CCG).

Arch. Otorhinolaryngol., 231, 625-628

Claussen, C.F. (1981):

Epidemiologische und arbeitsmedizinische Erkenntnisse zur Entwicklung eines berufsgenossenschaftlichen Grundsatzes "Absturzgefahr".

Arbeitsmed. Kolloquium, Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. , S.41-64

Claussen, C.F. (1981):

Gleichgewichtsprüfungen und Arbeitsmedizin.

Verhdlg. d. GNA, Bd. VIII, Edition medicin & pharmacie , Hamburg und Neu-Isenburg

Claussen, C.-F. (1981):

Schwindel - Symptomatik, Diagnostik, Therapie.

Edition medicin & pharmacie , Dr.Werner Rudat & Co. , Hamburg

Claussen, C.F. (1982):

Beispiele einfacher und impulsmarkierter Cranio-Corpo-Gramme beim Zustand nach Schädel-Hirn-Trauma durch Arbeitsunfall.

Verhdlg. d. Deutsch. Ges. f. Arbeitsmed., 22. Jahrestagung, S. 299-305

Claussen, C.F. (1982):

Objektive Befunde beim Schwindelkranken mittels der Aequilibrimetrie.
In: Stollenz, E.; Consentius, K.: Arbeitsmedizinischer Grundlagen-Lehrgang.
H. Hoffmann-Verlag , Berlin, S. 183-189

Claussen, C.F. (1983):

Cranio-Corpo-Graphy (CCG), a simple objective and quantitative whole-body
as well as intracorporal posturography.
VIe Symposium international de posturographie, Kyoto 17-19 Sept.1981,
Agressologie , 24, 2:97-98

Claussen, C.F. (1983):

Eignungsuntersuchungen im Zusammenhang mit Kinetose und
Höhenschwindel.
Verhdlg.d.GNA, Bd. IX, 1-7

Claussen, C.F. (1983):

Neurootologische Untersuchung der Sinnesorgane unter besonderer
Berücksichtigung des Gleichgewichtssinnes.
In: Arbeitsmedizinisches Kolloquium, Schriftenreihe des Hauptverbandes der
gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. , Bonn, S.47-82

Claussen, C.-F. (1985):

Presbyvertigo, Presbyataxie, Presbytinnitus.
Springer-Verlag , Berlin

Claussen, C.F. (1988):

Diagnostic and practical Value of Craniocorpography in Vertiginous
Syndromes.
in: Fünfgeld, E.W.: Rökan (Ginkgo Biloba) - Recent Results in Pharmacology
and Clinic. Springer-Verlag , Berlin, pp.251-259

Claussen, C.F. (1990):

Cranio-corpo-Graphy, an objective and quantative representation of
movement patterns during the stepping and standing test.
In: A.Cesarani u. D.Alpini: Diagnosi e Trattamento dei Disturbi dell'
Equilibrio. Mediamix Edizioni Scientifiche, Milano, pg. 79 - 84

Claussen, C.F. (1990):

Examination of the Equilibrium System.

In: Helms, J.: Sensorineural Hearing Loss and Equilibrium Disturbances. G.

Thieme Verlag , Stuttgart, pg.54 - 56

Claussen, C.F. (1998):

Cranio-Corpo-graphy (CCG) – 30 years of equilibrimetric measurements of spatial and temporal head, neck and trunk movements.

The cultural background for the discoveries of Robert Bárány

Excerpta Medica, International Congress Series, 1201, Elsevier Publishers , Amsterdam, pg. 3 -8; 245 -259.

First edition 2000

Claussen, C.F.; Aust, G.; Schäfer, W.D.; von Schlachta, I. (1986);

Atlas der Elektronystagmographie.

edition medicin u. pharmacie dr. werner rudat u. co nachfolger , Hamburg

Claussen, C.-F.; Claussen, E. (1986):

Forschungsbericht Cranio-Corpo-Graphie (CCG) - Ein einfacher, objektiver und quantitativer Gleichgewichtstest für die Praxis.

Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. , St. Augustin

Claussen, C.-F.; Claussen, E.; Heindl, E. (1995):

Recent developments in the computer evaluation of cranio-corpo-graphy.

Excerpta Medica, International Congress Series, 1087, Elsevier Publishers , Amsterdam, pg. 287-292.

Claussen, C.F.; Claussen, E.; von Schlachta, I. (1982):

Das impulsmarkierte Cranio-Corpo-Gramm (IMCCG).

Arch.Otorhinolaryngol., 235, 608-612

Claussen, C.-F.; Claussen, E.; von Schlachta, I. (1983):

Das impulsmarkierte Cranio-Corpo-Gramm, ein differenzierter vestibulo-spinaler Test mit besonderer Bedeutung für die Arbeitsmedizin.

Neurootologie in Forschung und Praxis. Bericht über das Symposium über Neurootologie in Rostock, DDR, S. 117-123

Claussen, C.F.; Claussen, E.; von Schlachta, I. (1984):

Das impulsmarkierte Cranio-Corpo-Gramm, ein differenzierter vestibulo-spinaler Test mit besonderer Bedeutung für die Arbeitsmedizin.

Aus: Neurootologie - Forschung und Praxis, Abt. Wissenschafts-publizistik der Wilhelm-Pieck-Universität, Rostock, S. 117-123

Claussen, C.F.; Fort, E. (1976):

Der Schwindelkranke und seine neurootologische Begutachtung.

Edition medicin & pharmacie , Hamburg u.Neu-Isenburg

Claussen, C.F.; von Lühmann, M. (1976):

Das Elektronystagmogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik.

Edition medicin & pharmacie , Hamburg u.Neu-Isenburg

Claussen, C.F.: „Physiologie des vestibulären Sytems“,

in Haid, C.-T. (Hrsg.) (2003):

Schwindel aus interdisziplinärer Sicht.

1. Auflage, Thieme-Verlag , Stuttgart, 22-26; 30-31; 43 ff, 187 ff.

Claussen, C.F.; Bergmann de Bertora J.M.; Bertora G.O. (1988):

Otoneurooftalmologia.

Springer-Verlag , Berlin, Pg. 1-124

Claussen, C.F.; Claussen, E. (1987):

Die Craniocorpographie - ein neues, einfaches Verfahren zur äquilibrimetrischen Analyse von Schwindelzuständen.

Sandorama, Heft 4, 8 - 13

Claussen, C.F.; Claussen, E. (1988):

Objective and quantitative vestibular spinal testing by means of the Computer-Video-Cranio-Corpo-Graphy (CVCCG).

Advances in ORL, Karger, Basel, 42, 43- 49

Claussen, C.F.; Claussen, E. (1988):

Der Halstonusdysregulationsschwindel.

Arch.Ohr-,Nas- u.Kehlk.heilk., Supplement II, 200-202

- Claussen, C.F.; Helms, J.; Patil, N.; Schneider, D. (1990):
Vestibulo spinal testing using Cranio-Corpo-Graphy in Patients suffering from acoustic neuroma.
Acta-Otolaryng.(Stockh.)-Supplement 468, 239 – 242
- Claussen, C.F.; Schneider, D.; Helms, J. (1991):
Cranio-Corpo-Graphy Patterns in Patients with Acoustic Neurinoma.
Acta-Otolaryng.(Stockh.)-Supplement 481, 490 - 493
- Claussen, C.F.; Schneider, D.; Marcondes, L.G.; Patil, N. (1990):
A Computer analysis of typical CCG patterns in 1021 neurootological patients.
Acta-Otolaryng.(Stockh.)-Supplement 468, 235 – 238
- Claussen, CF (1985):
Presbyvertigo, Presbyataxie, Presbytinnitus. Gleichgewichts- und Sinnesstörungen im Alter.
Springer , Berlin
- Claussen, C-F. (1978):
Cranio-Corpo-Graphie.
Verhlg. GNA, 151-189
- Claussen, C-F. (1981):
Schwindel – Ein Leitfaden für die Praxis.
Edition medicin & pharmacie Hamburg und Neu-Isenburg
- Claussen, C-F. (1992):
Der Schwindelkranke Patient- Grundlagen der Neurootologie und Äquilibrimetrie.
edition medicin & pharmacie , Hamburg und Neu-Isenburg, 15, 23-57
- Claussen, E.; Claussen C.F: (1976):
Der Schwindelpatient aus der Sicht der HNO-Facharztpraxis.
Verhdlg. der GNA, Bd. 5, 81-91
- Coats, A.C.; Smith, M.S. (1967):
Body position and the intensity of caloroc nystagmus.
Acta otolaryng. , Stockholm, 63: 515

Dohlmann, G.F (1984):

Critical review of the concept of cupular function.

Acta Otolaryngol. , Stockholm, Suppl 376: 1-29

Dohlmann, G.F. (1925):

Physikalische und physiologische Studien zur Theorie des kalorischen

Nystagmus.

Acta Oto-Laryng. , Stockholm, Suppl 5

Fukuda, T. (1959):

"The stepping test: two phases of the labyrinthine reflex". Acta Otolaryngol.

(Stockh.), 50: 95-108.

Glück, W.; Claussen, C.F.; Kempf, H.; Breyer, A. (1981):

Cranio-Corpo-Graphische Untersuchungen des Kopf-Körper-Gleichgewichts
bei Hochleitungsmonteuren.

Verhdlg. GNA, Bd. VIII, 265-284

Hallpike, C.S. (1955):

Die kalorische Prüfung.

Pract. Oto-rhino-laryng 17: 302

Haralanov, S.; Claussen, C.-F.; Shkodrova, D.; Haralanov, L.; Schneider, D.;

Carvalho, C. (1995):

Cranio-corpo-graphy in schizophrenic patients.

Excerpta Medica, International Congress Series, 1087, Elsevier Publishers,
Amsterdam, pg. 325-328.

Helms, J. (Hrsg.) (1994):

Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis, Band 1 „Ohr“. Thieme-Verlag ,
Stuttgart

Henriksson, N.G.; Rubin, W.; Janecke, J.; Claussen, C.F. (1970):

A synopsis of the vestibular system.

Sandoz AB, Fack, 18320 Täby , Schweden,

Jewett, D.L.; Williston J.S. (1971):

Auditory –evoked far fields averaged from the scalp of humans. Brain 94,
681-696

Keidel, W.D. (1962):

Elektronisches Rechenwerk zur Mittelwertbildung statistisch streuender periodischer bioelektrischer Potentiale.

Z. Biol. 111 (1962), 54-66

Klinke, R.; Silbernagl, S. (1994):

Lehrbuch der Physiologie.

Thieme-Verlag, Stuttgart, 659-685

Köpf, B. (1978):

Über die quantitative und qualitative Auswertung eines sensiblen vestibulo-spinalen Tests, des Unterbergerschen Tretversuches, mittels der Cranio-Corpo-Graphie.

Inaug. Dissertation, Würzburg

Lischke, H.; Claussen, C.F. (1978):

Durchführung der Cranio-Corpo-Graphie unter arbeitsmedizinischen Bedingungen.

Verhdlg. d. GNA, Bd. VI, 263-278

Lowitzsch, K.; Maurer, K.; Hopf, H.C. (1983):

Evozierte Potentiale in der klinischen Diagnostik. Visuell, akustisch, somatosensibel.

Georg Thieme, Stuttgart

Marcondes, G; Claussen, C.F.; Schneider, D. (1987):

Eine Klassifizierung von Craniocorpographisch aufgezeichneten Kopf-Hals-Bewegungsmustern.

Arch.Ohr-,Nas- u.Kehlk.heilk., Supplement II, 366-367

Marcondes, L.G. (1987):

Über eine Systematik der mittels der Cranio-Corpo-Graphie aufgezeichneten Kopf-Körper-Bewegungsmuster.

Inaug.Dissertation, Würzburg

Marcondes, L.G.; Claussen, C.F.; Schneider, D.; Marcondes, V.(1987):

Computer cataloguing cranio-corpo-graphy pictures for a detailed data bank analysis of gait and standing patterns.

Acta AWHO -Otologia-Otoneurologia-Fonaudiologia-ORL, 6, 182 - 185

- Mauerer, K.; Leitner, H.; Schäfer, E. (1982):
Akustisch Evozierte Potentiale: Methode und klinische Anwendung; Stuttgart
- Mauerer, R. (1976)
Über die quantitative Auswertung des Romberg-Versuches mittels der Cranio-Corpo-Graphie.
Inaug. Dissertation, Würzburg
- Meinl, Zebris Medizintechnik GmbH (Hrsg.)(1999)
Meßsystem zur 3D-Bewegungsanalyse – CMS30P Bedienungsanleitung,
Text-Release 2/99, 1-11; 13; 16; 18.
- Patil, N.P. (1988):
Neurootologische Befunde bei der typischen peripheren Seitenabweichung im Cranio-Corpo-Gramm.
Inaug. Dissertation, Würzburg, (1988)
- Patil, N.P; Claussen, C.F.; Schneider, D. (1991):
Cranio-Corpo-Graphy: An Analysis of angular Deviation as a criterion for peripheral Vestibulopathies.
Proc.14. World Congr. of ORL, Kugler & Ghedini Publ. , Amsterdam, pg. 855 - 857
- Rohatgi, M. (1994):
Die Sensitivität der Vestibulospinalen Untersuchungen in der Äquilibrimetrie unter besonderer Berücksichtigung des WOFEC-Tests.
Inaug. Dissertation, Würzburg
- Romberg, H.(1848):
Lehrbuch der Nervenkrankheiten.
Springer-Verlag , Berlin, S. 184-191
- Scherer, H. (1996):
Das Gleichgewicht.
2. Auflage, Springer-Verlag , Berlin, 113-135; 194-208
- Scherer, H.; Clarke, A.H.; Baetke, F. (1985):
Überlegungen zur Physiologie der kalorischen Gleichgewichtsreaktion.
Laryng Rhinol Otol 59: 447 –484

Schneider, D. (1987):

Über die Anwendung sensorisch evozierter Hirnpotentiale in der Neurootologie.

Inaug. Dissertation, Würzburg

Schneider, D.; Marcondes, L.G.; Claussen, C.F. (1988):

Die Computeranalyse typischer Graphoelemente der Cranio-Corpo-Graphie bei 1021 Vertigo-Patienten.

Verhdlg.d.Deutsch. Ges. f. Arbeitsmed., 28. Jahrestagung, Gentner Verlag, Stuttgart, 683 - 685

Schneider,D.; Claussen, C.F.; Hahn, A.; Fraaß, U.E. (1990):

Die Darstellung per- und postrotatorischer Vestibularisreaktionen mittels des Brain Electrical Activity Mapping.

Arch. Ohr-, Nas- u. Kehlkheilk., Supplement II, S 252-253,

Schoener, L. (1976):

Über die vergleichende Auswertung von 1504 neurootolog.

Patientendatensätzen mit vestibulo-spinalem und vestibulo-okulären Befund.

Inaug. Dissertation, Würzburg

Schott, E. (1922):

Über die Registrierung des Nystagmus und anderer Augenbewegungen vermittels des Saitengalvanometers.

Dtsch. Arch. Klin. Med., 140: 79-90

Schubert, J.; Claussen, C.F.; Prott, W. (1978):

CCG bei Zustand nach Neck dissection.

Verhdlg. d. GNA, Bd. VI, 395-418

Sekezdi, T.; Claussen, C.F. (1987):

Graphoelements of the undulating head - body sway in cranio-corpo-graphy.

Acta AWHO -Otologia-Otoneurologia-Fonaudiologia-ORL, 6, 178-185

Spiegel, E.A.; Sommer, I. (1931);

Ophthalmo- und Otoneurologie.

Julius-Springer-Verlag, Berlin

Steinhausen, W. (1932):

Über die Eigenbewegung der Cupula in den Bogengangsampullen des Labyrinths.

Pflügers Archiv Physiol.; 229: 439

Steinhausen, W. (1933):

Über die Beobachtung der Cupula in den Bogengangsampullen des Labyrinths des lebenden Hechts.

Pflügers Archiv Ges Physiol. 232: 500

Unterberger, S (1938):

Neue objektive registrierbare Vestibular-Körper-Drehreaktion, erhalten durch Treten auf der Stelle: Der „Tretversuch“. Arch . Ohr.-, Nas.-u. Kehlk.-Heilk.

145; 478-492

Anhang: Anamnesedaten nach NOASC I

Anamnesedaten der beschwerdebezogenen Unterkollektive (1)

	Gesamt	NonVertigo/ NonTinnitus	ΔMW in % von Gesamt	Vertigo-Koll.	ΔMW in % von Gesamt
weiblich in %	51,85	41,67	-19,64	55,61	7,25
männlich in %	48,15	58,33	21,15	44,39	-7,81
n	243	12	4,94	196	80,66
Alter	50,90 ±14,75	47,00 ±16,71		50,00 ±14,63	
Gewicht	74,51 ±13,79	71,33 ±17,33		75,00 ±13,89	
Größe	170,52 ±8,37	169,08 ±11,78		170,00 ±8,35	
Blutdruck - Systole	128,60 ± 21,04	125,50 ± 28,16		128,00 ±21,35	
- Diastole	75,92 ±12,25	74,38 ±10,84		76,00 ±12,44	
Angaben in %	%	%		%	
Leistungsabfall:					
Erschöpfungszustand	54,32	16,67	-69,31	61,73	13,64
Antriebslosigkeit	55,14	8,33	-84,89	63,27	14,74
Schwächegefühl	54,32	8,33	-84,67	62,24	14,58
Vergeßlichkeit	62,14	25,00	-59,77	66,33	6,74
Verwirrtheit	0,00	0,00		0,00	
Wachheitsstörungen:					
Benommenheit	60,49	25,00	-58,67	67,86	12,18
Ermüdbarkeit	72,02	25,00	-65,29	80,61	11,93
Kollaps	0,00	0,00		0,00	
Schlaflosigkeit	53,09	16,67	-68,60	56,63	6,68
Befindlichkeitsstörungen:					
Labilität	0,00	0,00		0,00	
Angstzustände	0,00	0,00		0,00	
Depressionen	2,06	0,00	-100,00	2,55	23,93
Einsamkeit	0,00	0,00		0,00	
Gereiztheit	0,00	0,00		0,00	
Schwindelsymptome:					
Schwanken	61,73	0,00	-100,00	76,35	23,69
Lift	0,00	0,00		0,00	
Drehen	26,75	0,00	-100,00	33,16	23,97
Fallen	7,82	0,00	-100,00	9,69	23,93
Taumeligkeit	60,08	0,00	-100,00	74,49	23,98
Black-out	2,06	0,00	-100,00	2,55	23,93
Unsicher	65,02	0,00	-100,00	80,61	23,98
Claustrophobie	0,41	0,00	-100,00	0,51	23,93
Vertigo ges.:	81,07	0,00	-100,00	100,00	
vegetative Symptome:					
Schweißausbruch	1,23	0,00	-100,00	1,53	23,93
Herzklopfen	0,41	0,00	-100,00	0,51	23,93
Übelkeit	34,98	0,00	-100,00	43,37	23,99
Würgen	8,23	0,00	-100,00	10,20	23,93
Erbrechen	7,82	0,00	-100,00	9,69	23,93
Kollaps	0,00	0,00		0,00	
Vegetativ/ Nausea ges.	36,63	0,00	-100,00	45,41	23,98

Anhang: Anamnesedaten nach NOASC I

	Gesamt	NonVertigo/ NonTinnitus	Δ MW in % von Gesamt	Vertigo-Koll.	Δ MW in % von Gesamt
	%	%		%	
Beschwerdedauer:					
seit Stunden	0,00	0,00		0,00	
seit Tagen	1,23	0,00	-100,00	1,53	23,93
seit Wochen	2,06	0,00	-100,00	2,55	23,93
seit Monaten	12,76	0,00	-100,00	15,82	24,01
seit Jahren	61,73	8,33	-86,51	76,02	23,15
seit Jahrzehnten	0,41	0,00	-100,00	0,51	23,93
Anfallsdauer					
- in Sekunden	75,72	0,00	-100,00	93,88	23,98
Minuten	37,45	0,00	-100,00	46,43	23,98
Stunden	27,98	0,00	-100,00	34,69	23,97
Tage	12,76	0,00	-100,00	15,82	24,01
Wochen	7,41	0,00	-100,00	9,18	23,93
Monate	6,58	0,00	-100,00	8,16	23,93
langdauernd gleichmäßig	7,82	0,00	-100,00	9,69	23,93
langd. an-und abschwellend	0,00	0,00		0,00	
Tinnitus					
- beidseits	46,91	0,00	-100,00	46,94	0,06
nur rechts	11,11	0,00	-100,00	9,69	- 12,79
nur links	15,23	0,00	-100,00	16,33	7,25
Hörminderung gesamt	96,71	58,33	-39,68	98,47	1,82
Sehstörungen					
-Doppelbilder	1,65	0,00	-100,00	2,04	23,93
Flimmern	39,09	16,67	-57,36	44,39	13,54
Mouches volantes	39,51	16,67	-57,80	45,41	14,94
Geruchsstörungen	5,35	0,00	-100,00	5,10	- 4,67
Geschmacksstörungen	2,88	0,00	-100,00	2,55	- 11,48
Trigeminusstörungen	0,00	0,00		0,00	
Facialisparese	0,41	0,00	-100,00	0,51	23,93
Kopf-Hals-Trauma					
- Comotio	14,40	0,00	-100,00	14,80	2,75
Contusio	2,06	0,00	-100,00	2,04	- 0,86
Schädelfraktur	1,65	0,00	-100,00	1,53	- 7,05
Peitschenhiebverletzung	28,40	16,67	-41,29	32,14	13,19
Neurolog.Leiden					
- Lähmungen	0,41	0,00	-100,00	0,51	23,93
Apoplex	2,88	0,00	-100,00	3,57	23,93
Herz-Kreislauf-Leiden:					
Hypertonus	20,58	16,67	-18,98	22,45	9,11
Hypotonus	19,34	0,00	-100,00	19,39	0,25
Herzinsuffizienz	7,82	8,33	6,54	7,65	- 2,16
Rhythmusstörung	2,88	0,00	-100,00	3,57	23,93
Z.n. Herzinfarkt	2,06	8,33	304,84	1,53	- 25,64
Diabetes mellitus	2,88	0,00	-100,00	3,06	6,23
Nierenleiden	1,65	0,00	-100,00	2,04	23,93
Hyperthyreose	0,82	0,00	-100,00	1,02	23,93
Hypothyreose	0,41	0,00	-100,00	0,51	23,93
Struma-Op	3,29	0,00	-100,00	3,06	- 7,05
Hypercholesterinämie	2,47	0,00	-100,00	2,04	- 17,38
Hyperlipidämie	2,88	0,00	-100,00	2,04	- 29,18

Anhang: Anamnesedaten nach NOASC I

Anamnesedaten der beschwerdebezogenen Unterkollektive (2)

	Gesamt	Tinnitus-Koll.	Δ MW in % von Gesamt	Vertigo u. Tinnitus- Koll.	Δ MW in % von Gesamt
weiblich in %	51,85	47,49	-8,41	51,05	-1,55
männlich in %	48,15	52,51	9,06	48,68	1,10
n	243	179	73,66	143	58,84
Alter	50,90 $\pm 14,75$	49,71 $\pm 13,95$		49,48 $\pm 13,77$	
Gewicht	74,51 $\pm 13,79$	75,80 $\pm 13,52$		76,40 $\pm 13,89$	
Größe	170,52 $\pm 8,37$	171,60 $\pm 7,79$		171,50 $\pm 7,97$	
Blutdruck - Systole	128,60 \pm 21,04	128,68 $\pm 21,26$		128,49 $\pm 22,07$	
- Diastole	75,92 $\pm 12,25$	76,21 $\pm 12,70$		76,55 $\pm 12,94$	
Angaben in %	%	%		%	
Leistungsabfall:					
Erschöpfungszustand	54,32	55,87	2,85	63,64	17,16
Antriebslosigkeit	55,14	56,98	3,33	64,34	16,68
Schwächegefühl	54,32	56,42	3,86	63,64	17,16
Vergeßlichkeit	62,14	64,8	4,28	68,53	10,28
Verwirrtheit	0,00	0,00		0,00	
Wachheitsstörungen:					
Benommenheit	60,49	62,01	2,51	69,93	15,60
Ermüdbarkeit	72,02	73,74	2,39	81,82	13,61
Kollaps	0,00	0,00		0,00	
Schlaflosigkeit	53,09	55,31	4,19	57,34	8,01
Befindlichkeitsstörungen:					
Labilität	0,00	0,00		0,00	
Angstzustände	0,00	0,00		0,00	
Depressionen	2,06	2,23	8,38	2,80	36,08
Einsamkeit	0,00	0,00		0,00	
Gereiztheit	0,00	0,00		0,00	
Schwindelsymptome:					
Schwanken	61,73	62,01	0,46	76,92	24,61
Lift	0,00	0,00		0,00	
Drehen	26,75	28,49	6,51	35,66	33,31
Fallen	7,82	8,94	14,34	11,19	43,11
Taumeligkeit	60,08	61,45	2,28	76,22	26,86
Black-out	2,06	1,12	-45,57	1,40	-31,96
Unsicher	65,02	64,80	-0,34	80,42	23,68
Claustrophobie	0,41	0,56	36,08	0,70	70,10
Vertigo ges.:	81,07	80,45	-0,76	100,00	
vegetative Symptome:					
Schweißausbruch	1,23	1,68	36,08	2,10	70,10
Herzklopfen	0,41	0,00	-100,00	0,00	-100,00
Übelkeit	34,98	38,55	10,21	48,25	37,94
Würgen	8,23	9,50	15,43	11,89	44,46
Erbrechen	7,82	8,94	14,34	11,19	43,11
Kollaps	0,00	0,00		0,00	
Vegetativ/ Nausea ges.	36,63	40,22	9,81	50,35	37,47

Anhang: Anamnesedaten nach NOASC I

	Gesamt	Tinnitus-Koll.	Δ MW in % von Gesamt	Vertigo u. Tinnitus- Koll.	Δ MW in % von Gesamt
	%	%		%	
Beschwerdedauer:					
seit Stunden	0,00	0,00		0,00	
seit Tagen	1,23	1,12	-9,28	1,40	13,40
seit Wochen	2,06	1,12	-45,57	1,40	-31,96
seit Monaten	12,76	10,61	-16,83	13,29	4,18
seit Jahren	61,73	63,69	3,18	79,02	28,01
seit Jahrzehnten	0,41	0,56	36,08	0,70	70,10
Anfallsdauer - in Sekunden	75,72	76,54	1,08	95,10	25,59
Minuten	37,45	36,31	-3,04	45,45	21,37
Stunden	27,98	27,37	-2,19	34,27	22,46
Tage	12,76	11,73	-8,05	14,69	15,15
Wochen	7,41	7,26	-1,99	9,09	22,72
Monate	6,58	6,15	-6,60	7,69	16,79
langdauernd gleichmäßig	7,82	7,26	-7,15	9,09	16,26
langd. an-und abschwellend	0,00	0,00		0,00	
Tinnitus - beidseits	46,91	63,69	35,76	64,34	37,15
nur rechts	11,11	15,08	35,72	13,29	19,61
nur links	15,23	20,67	35,75	22,38	46,98
Hörminderung gesamt	96,71	98,88	2,25	98,60	1,96
Sehstörungen - Doppelbilder	1,65	2,23	35,47	2,80	70,10
Flimmern	39,09	43,02	10,04	49,65	27,00
Mouches volantes	39,51	43,02	8,89	49,65	25,68
Geruchsstörungen	5,35	6,70	25,24	6,29	17,57
Geschmacksstörungen	2,88	3,91	35,73	3,50	21,50
Trigeminusstörungen	0,00	0,00		0,00	
Facialisparese	0,41	0,56	36,08	0,70	70,10
Kopf-Hals-Trauma - Commotio	14,40	15,08	4,70	14,69	1,99
Contusio	2,06	2,23	8,38	2,10	2,06
Schädelfraktur	1,65	2,23	35,47	2,10	27,58
Peitschenhiebverletzung	28,40	27,93	-1,64	32,17	13,29
Neurolog. Leiden - Lähmungen	0,41	0,56	36,08	0,70	70,10
Apoplex	2,88	2,23	-22,59	2,80	-2,80
Herz-Kreislauf-Leiden:					
Hypertonus	20,58	19,55	-4,99	21,68	5,36
Hypotonus	19,34	18,44	-4,66	16,78	-13,24
Herzinsuffizienz	7,82	6,70	-14,31	6,29	-19,55
Rhythmusstörung	2,88	2,79	-3,15	3,50	21,50
Z.n.. Herzinfarkt	2,06	1,12	-45,57	0,70	-65,98
Diabetes mellitus	2,88	2,79	-3,15	2,80	-2,80
Nierenleiden	1,65	1,68	2,06	2,10	27,58
Hyperthyreose	0,82	0,56	-31,96	0,70	-14,95
Hypothyreose	0,41	0,56	36,08	0,70	70,10
Struma-Op	3,29	2,23	-32,26	1,40	-57,48
Hypercholesterinämie	2,47	1,68	-31,96	0,70	-71,65
Hyperlipidämie	2,88	2,23	-22,59	0,70	-75,70

Anhang: Anamnesedaten nach NOASC I

Anamnesedaten der Krankheitsbezogenen Unterkollektive (1)

	Gesamt Kollektiv	Commotio Kollektiv	ΔMW in % von Gesamtk.	Z.n.Kopf-Hals-Schleudertr.	ΔMW in % von Gesamtk.	Hypertonus-Kollektiv	ΔMW in % von Gesamtk.
weiblich in %	51,85	48,57	-6,33	56,52	9,01	58,00	11,86
männlich in %	48,15	51,43	6,82	43,48	-9,70	42,00	-12,77
n	243	35	14,40	69	28,40	50	20,58
Alter	50,90 ±14,75	46,58 ±15,63		46,15 ±11,86		58,50 ±14,08	
Gewicht	74,51 ±13,79	74,60 ±14,37		75,29 ±13,89		76,98 ±14,70	
Größe	170,52 ±8,37	170,20 ±7,49		170,75 ±8,18		168,60 ± 8,44	
Blutdruck - Systole	128,60 ± 21,04	126,71 ±24,28		123,31 ±18,68		147,50 ±20,53	
- Diastole	75,92 ±12,25	77,14 ±15,49		75,96 ±13,58		83,06±12,75	
Angaben in %	%	%		%		%	
Leistungsabfall:							
Erschöpfungszustand	54,32	54,29	-0,06	69,57	28,06	50,00	-7,95
Antriebslosigkeit	55,14	54,29	-1,56	69,57	26,15	50,00	-9,33
Schwächegefühl	54,32	57,14	5,19	71,01	30,73	48,00	-11,64
Vergeßlichkeit	62,14	68,57	10,35	75,36	21,28	64,00	2,99
Verwirrtheit	0,00	0,00		0,00		0,00	
Wachheitsstörungen:							
Benommenheit	60,49	71,43	18,08	81,16	34,16	64,00	5,80
Ermüdbarkeit	72,02	74,29	3,15	85,51	18,73	74,00	2,75
Kollaps	0,00	0,00		0,00		0,00	
Schlaflosigkeit	53,09	51,43	-3,12	62,32	17,39	56,00	5,49
Befindlichkeitsstörungen:							
Labilität	0,00	0,00		0,00		0,00	
Angstzustände	0,00	0,00		0,00		0,00	
Depressionen	2,06	5,71	177,71	2,90	40,87	4,00	94,40
Einsamkeit	0,00	0,00		0,00		0,00	
Gereiztheit	0,00	0,00		0,00		0,00	
Schwindelsymptome:							
Schwanken	61,73	57,14	-7,43	71,01	15,04	64,00	3,68
Lift	0,00	0,00		0,00		0,00	
Drehen	26,75	42,86	60,22	33,33	24,62	36,00	34,58
Fallen	7,82	5,71	-26,92	13,04	66,82	10,00	27,89
Taumeligkeit	60,08	54,29	-9,65	69,57	15,78	60,00	-0,14
Black-out	2,06	2,86	38,86	5,80	181,74	2,00	-2,80
Unsicher	65,02	57,14	-12,12	73,91	13,68	68,00	4,58
Claustrophobie	0,41	2,86	597,56	0,00	-100,00	0,00	-100,00
Vertigo ges.:	81,07	82,86	2,20	91,30	12,62	90,00	11,02
vegetative Symptome:							
Schweißausbruch	1,23	2,86	131,43	0,00	-100,00	2,00	62,00
Herzklopfen	0,41	0,00	-100,00	1,45	252,17	0,00	-100,00
Übelkeit	34,98	57,14	63,36	55,07	57,44	36,00	2,92
Würgen	8,23	8,57	4,14	15,94	93,70	6,00	-27,10
Erbrechen	7,82	0,00	-100,00	13,04	66,82	4,00	-48,84
Kollaps	0,00	0,00		0,00		0,00	
Vegetativ/ Nausea ges.	36,63	60,00	63,82	56,52	54,32	38,00	3,75

Anhang: Anamnesedaten nach NOASC I

	Gesamt Kollektiv	Commotio Kollektiv	ΔMW in % von Gesamtk.	Z.n.Kopf-Hals-Schleudertr.	ΔMW in % von Gesamtk.	Hypertonus-Kollektiv	ΔMW in % von Gesamtk.
	%	%		%		%	
Beschwerdedauer:							
seit Stunden	0,00	0,00		0,00		0,00	
seit Tagen	1,23	0,00	-100,00	0,00	-100,00	0,00	-100,00
seit Wochen	2,06	0,00	-100,00	4,35	111,30	2,00	-2,80
seit Monaten	12,76	22,86	79,17	15,94	24,96	12,00	-5,94
seit Jahren	61,73	60,00	-2,80	69,57	12,70	70,00	13,40
seit Jahrzehnten	0,41	2,86	594,29	1,45	252,17	2,00	386,00
Anfallsdauer - in Sekunden	75,72	74,29	-1,89	85,51	12,93	80,00	5,65
Minuten	37,45	40,00	6,81	46,38	23,84	44,00	17,49
Stunden	27,98	31,43	12,31	34,78	24,30	28,00	0,06
Tage	12,76	14,29	11,98	14,49	13,60	14,00	9,74
Wochen	7,41	8,57	15,71	10,14	36,96	8,00	8,00
Monate	6,58	8,57	30,18	8,70	32,07	8,00	21,50
langdauernd gleichmäßig	7,82	11,43	46,17	10,14	29,75	10,00	27,89
langd. an-und abschwellend	0,00	0,00		0,00		0,00	
Tinnitus - beidseits	46,91	54,29	15,71	44,93	-4,23	58,00	23,63
nur rechts	11,11	11,43	2,86	10,14	-8,70	6,00	-46,00
nur links	15,23	11,43	-24,94	17,39	14,22	6,00	-60,59
Hörminderung gesamt	96,71	97,14	0,45	100,00	3,40	100,00	3,40
Sehstörungen - Doppelbilder	1,65	0,00	-100,00	2,90	76,09	2,00	21,50
Flimmern	39,09	42,86	9,62	55,07	40,87	44,00	12,55
Mouches volantes	39,51	37,14	-5,98	55,07	39,40	48,00	21,50
Geruchsstörungen	5,35	2,86	-46,59	5,80	8,36	2,00	-62,62
Geschmacksstörunge n	2,88	2,86	-0,82	2,90	0,62	0,00	-100,00
Trigeminusstörungen	0,00	0,00		0,00		0,00	
Facialisparese	0,41	0,00	-100,00	0,00	-100,00	0,00	-100,00
Kopf-Hals-Trauma - Commotio	14,40	100,00		18,84	30,81	14,00	-2,80
Contusio	2,06	8,57	316,57	2,90	40,87	2,00	-2,80
Schädelfraktur	1,65	2,86	73,57	0,00	-100,00	0,00	-100,00
Peitschenhiebverletzung	28,40	37,14	30,81	100,00		20,00	-29,57
Neurologische Leiden - Lähmungen	0,41	0,00	-100,00	0,00	-100,00	2,00	386,00
Apoplex	2,88	0,00	-100,00	0,00	-100,00	8,00	177,71
Herz-Kreislauf- Leiden:							
Hypertonus	20,58	20,00	-2,80	14,49	-29,57	100,00	
Hypotonus	19,34	28,57	47,72	20,29	4,90	4,00	-79,32
Herzinsuffizienz	7,82	5,71	-26,92	7,25	-7,32	16,00	104,63
Rhythmusstörung	2,88	0,00	-100,00	2,90	0,62	2,00	-30,57
Z.n. Herzinfarkt	2,06	0,00	-100,00	0,00	-100,00	4,00	94,40
Diabetes mellitus	2,88	2,86	-0,82	2,90	0,62	6,00	108,29
Nierenleiden	1,65	0,00	-100,00	2,90	76,09	2,00	21,50
Hyperthyreose	0,82	0,00	-100,00	0,00	-100,00	2,00	143,00
Hypoathyreose	0,41	0,00	-100,00	0,00	-100,00	0,00	-100,00
Struma-Op	3,29	0,00	-100,00	2,90	-11,96	4,00	21,50
Hypercholesterinämie	2,47	0,00	-100,00	0,00	-100,00	6,00	143,00
Hyperlipidämie	2,88	0,00	-100,00	1,45	-49,69	8,00	177,71

Anhang: Untersuchungsergebnisse Gesamtkollektiv

	Gesamtkollektiv	Prozent	Anzahl	MW	StD	Max.	Min.
Kalorisation	Sp.-re	98,77	240	21,11	10,80	70,00	2,00
	Sp.-li	98,35	239	18,00	10,37	61,00	0,00
WARE	44 re	97,94	238	41,76	17,93	106,00	4,00
KARE	30 re	97,94	238	42,67	19,76	126,00	5,00
WALI	44 li	97,53	237	44,62	20,20	137,00	4,00
KALI	30 li	97,53	237	47,35	20,50	125,00	4,00
ENG	normal	32,92	80				
	peripher	20,99	51				
	zentral	20,58	50				
	Fehler	25,51	62				
Kal.-Code	per.-zentral						
	Enth-Ü-re	0,82	2				
	Enth-Ü-li	0,82	2				
	Hemm-Ü-re	0,82	2				
	Hemm-Ü-li	0,82	2				
EKG	Spontan	98,35	239	73,66	12,59	120,00	46,00
	re 44	97,53	237	73,66	13,17	136,00	46,00
	re 30	97,94	238	72,14	12,23	120,00	48,00
	li44	97,53	237	73,05	12,58	132,00	48,00
	li 30	97,53	237	71,90	12,79	134,00	46,00
RIDT	Perrot. re.	98,35	239	56,07	16,57	107,00	7,00
	Perrot. li.	98,35	239	52,51	17,81	99,00	13,00
VRSSV rechts		97,94	238				
	Parallel	59,67	145				
	Recruitment	28,40	69				
	Decruitment	9,88	24				
VRSSV links		97,94	238				
	Parallel	57,61	140				
	Recruitment	26,34	64				
	Decruitment	13,99	34				
Tret-CCG	Länge	98,77	240	71,43	36,27	176,70	2,50
	Lat.-Schw.	98,77	240	24,12	10,45	78,00	7,06
	ang. Dev.	97,94	238	27,78	24,56	168,00	0,00
	Eigenspin	97,94	238	40,52	35,41	171,00	0,00
	Schrittzahl	97,53	237	54,72	9,16	90,00	31,00
	Oszillation	96,71	235	7,75	3,53	25,00	0,00
	zent.	64,20	156				
	peri.	1,05	4				
	komb.	15,23	37				
	norm	16,87	41				
	Fehler	2,06	5				
Steh-CCG	Lat.-Schw.	99,59	242	6,12	5,43	55,70	0,80
	Längs-Schw.	99,59	242	6,89	5,74	68,39	0,90
ABEP + 80 dB	re ipsi V	100,00	243	5,77	0,28	6,96	5,00
	re contr V	99,59	242	5,79	0,28	6,84	5,16
	li ipsi V	100,00	243	5,87	0,27	6,88	5,08
	li contr V	100,00	243	5,87	0,27	6,96	5,04
ALEP + 80 dB	N1 re ipsi	98,77	240	90,63	10,08	164,40	52,80
	P2 re ipsi	98,77	240	165,84	18,06	214,80	114,00
	N1 li ipsi	98,77	240	88,45	11,44	164,40	45,60
	P2 li ipsi	98,77	240	161,26	18,56	232,80	116,40

Anhang: Untersuchungsergebnisse Gesamtkollektiv

	Gesamtkollektiv	Prozent	Anzahl	MW	StD	Max.	Min.
VEP groß	P 100 re	99,59	242	95,05	9,00	128,80	64,00
	P 100 li	99,59	242	94,78	8,82	128,80	64,00
Sprachaudio rechts	Opt. Verst. Z. (dB)	97,94	238	47,98	16,10	120,00	0,00
	Diskrim.-Verlust (%)	97,53	237	1,39	9,22	100,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	94,65	230	61,91	14,04	120,00	40,00
Sprachaudio links	Opt. Verst. Z. (dB)	97,94	238	47,79	14,81	120,00	0,00
	Diskrim.-Verlust (%)	97,53	237	0,76	6,46	80,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	95,88	233	60,15	13,95	120,00	25,00
Luftleitung	500 Hz re	97,94	238	12,25	11,80	65,00	-5,00
	1 kHz re	97,94	238	15,59	13,33	75,00	-5,00
	2 kHz re	97,53	237	16,37	16,59	80,00	-5,00
	4 kHz re	96,30	234	17,99	18,69	95,00	-5,00
Unbehaglichkeitsschwelle	500 Hz re	85,60	208	99,30	15,26	120,00	45,00
	1 kHz re	93,42	227	101,08	16,43	120,00	40,00
	2 kHz re	90,12	219	102,74	15,94	120,00	35,00
	4 kHz re	87,24	212	99,79	17,97	120,00	5,00
Luftleitung	500 Hz li	97,94	238	10,32	11,07	65,00	-10,00
	1 kHz li	97,94	238	14,10	11,56	75,00	-5,00
	2 kHz li	97,94	238	15,92	16,04	80,00	-10,00
	4 kHz li	96,71	235	18,68	17,10	70,00	-5,00
Unbehaglichkeitsschwelle	500 Hz li	83,13	202	100,20	15,60	120,00	45,00
	1 kHz li	90,95	221	102,13	16,01	120,00	45,00
	2 kHz li	89,71	218	103,76	15,84	120,00	30,00
	4 kHz li	86,01	209	101,27	16,64	120,00	30,00
Tinnitusmasking	rechts Frequenz	16,46	40	3,48	2,43	8,00	0,13
	rechts dB	16,46	40	45,88	20,47	105,00	5,00
	links Frequenz	18,11	44	3,12	2,27	8,00	0,13
	links dB	18,11	44	46,48	22,32	115,00	10,00

Anhang: Untersuchungsergebnisse Vertigo-Kollektiv

	Vertigo-Kollektiv		Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
		Prozent						
Kalorisation	Sp.-re	100,00	196	21,12	0,05	10,85	70,00	2,00
	Sp.-li	99,49	195	17,63	-2,06	10,37	61,00	0,00
WARE	44 re	99,49	195	41,29	-1,13	17,85	93,00	4,00
KARE	30 re	99,49	195	42,77	0,23	19,60	126,00	5,00
WALI	44 li	98,98	194	44,10	-1,17	20,02	128,00	4,00
KALI	30 li	98,98	194	47,12	-0,49	20,73	125,00	4,00
ENG	normal	30,10	59		-8,57			
	peripher	24,49	48		16,69			
	zentral	19,90	39		-3,30			
	Fehler	25,51	50		0,00			
Kal.-Code	per.-zentral	83,67	164					
	Enth-Ü-re	1,02	2		24,39			
	Enth-Ü-li	0,51	1		-37,80			
	Hemm-Ü-re	1,02	2		24,39			
	Hemm-Ü-li	1,02	2		24,39			
EKG	Spontan	100,00	196	73,38	-0,38	12,98	120,00	46,00
	re 44	99,49	195	73,72	0,08	13,71	136,00	46,00
	re 30	99,49	195	72,07	-0,10	12,53	120,00	48,00
	li44	99,49	194	72,93	-0,16	12,97	132,00	48,00
	li 30	98,98	194	71,91	0,01	13,24	134,00	46,00
RIDT	Perrot. re.	99,49	195	56,24	0,30	16,99	107,00	7,00
	Perrot. li.	99,49	195	53,42	1,73	17,89	99,00	13,00
VRSSV rechts		98,98	194					
	Parallel	58,16	114		-2,53			
	Recruitment	30,61	60		7,78			
	Decruitment	10,20	20		3,24			
VRSSV links		98,98	194					
	Parallel	60,20	118		4,50			
	Recruitment	27,55	54		4,59			
	Decruitment	11,22	22		-19,80			
Tret-CCG	Länge	98,47	193	71,15	-0,39	35,51	176,70	4,30
	Lat.-Schw.	98,47	193	24,48	1,49	10,79	78,00	7,10
	ang. Dev.	97,96	192	27,82	0,14	22,99	(-)113	0,00
	Eigenspin	97,96	192	41,54	2,52	35,19	171,00	0,00
	Schrittzahl	97,45	191	55,04	0,58	9,13	90,00	31,00
	Oszillation	97,45	191	7,88	1,68	3,75	25,00	0,00
	zent.	65,82	129		2,52			
	peri.	1,53	3		45,71			
	komb.	14,29	28		-6,17			
	norm	16,33	32		-3,20			
Fehler	2,04	4		-0,83				
Steh-CCG	Lat.-Schw.	99,49	195	6,26	2,29	5,64	55,70	0,80
	Längs- Schw.	99,49	195	7,17	4,06	6,25	68,40	0,90
ABEP + 80 dB	re ipsi V	100,00	196	5,77	0,00	0,30	6,95	5,00
	re contr V	99,49	195	5,79	0,00	0,29	6,84	5,16
	li ipsi V	100,00	196	5,87	0,00	0,29	6,88	5,08
	li contr V	100,00	196	5,88	0,17	0,29	6,96	5,04
ALEP + 80 dB	N1 re ipsi	100,00	196	90,89	0,29	10,21	164,40	66,00
	P2 re ipsi	100,00	196	165,26	-0,35	18,16	212,40	114,00
	N1 li ipsi	100,00	196	88,18	-0,31	11,52	164,40	45,60
	P2 li ipsi	100,00	196	160,64	-0,38	18,66	232,80	122,40

Anhang: Untersuchungsergebnisse Vertigo-Kollektiv

	Vertigo-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
VEP groß	P 100 re	100,00	196	94,88	-0,18	8,64	124,00	77,20
	P 100 li	100,00	196	94,41	-0,39	8,48	125,20	76,00
Sprachaudio rechts	Opt. Verst. Z. (dB)	99,49	195	47,03	-1,98	14,97	120,00	0,00
	Diskrim.- Verlust (%)	99,49	195	1,23	-11,51	9,44	100,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	97,45	191	61,57	-0,55	13,79	120,00	40,00
Sprachaudio links	Opt. Verst. Z. (dB)	100,00	196	47,53	-0,54	14,94	120,00	0,00
	Diskrim.- Verlust (%)	100,00	196	0,92	21,05	7,10	80,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	97,96	192	59,87	-0,47	14,35	120,00	25,00
Luftleitung	500 Hz re	99,49	195	11,51	-6,04	10,95	55,00	-5,00
	1 kHz re	99,49	195	15,05	-3,46	13,14	75,00	-5,00
	2 kHz re	99,49	195	15,82	-3,36	16,41	75,00	-5,00
	4 kHz re	98,47	193	16,74	-6,95	18,39	95,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz re	86,22	169	99,56	0,26	15,03	120,00	45,00
	1 kHz re	94,39	185	100,78	-0,30	16,55	120,00	40,00
	2 kHz re	91,84	180	102,64	-0,10	15,65	120,00	35,00
	4 kHz re	88,27	173	99,31	-0,48	18,02	120,00	5,00
Luftleitung	500 Hz li	100,00	196	10,10	-2,13	10,60	65,00	-5,00
	1 kHz li	100,00	196	13,67	-3,05	11,12	60,00	-5,00
	2 kHz li	100,00	196	15,59	-2,07	15,80	70,00	-10,00
	4 kHz li	98,98	194	17,42	-6,75	16,96	70,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz li	84,18	165	100,12	-0,08	15,86	120,00	45,00
	1 kHz li	92,86	182	102,01	-0,12	15,94	120,00	45,00
	2 kHz li	91,33	179	103,80	0,04	16,10	120,00	30,00
	4 kHz li	87,76	172	100,90	-0,37	17,02	120,00	30,00
Tinnitus- masking	rechts Frequenz	13,78	27	3,72	6,90	2,43	8,00	0,13
	rechts dB	13,78	27	42,96	-6,36	19,58	75,00	5,00
	links Frequenz	14,80	29	3,00	-3,85	2,25	8,00	0,13
	links dB	14,80	29	46,90	0,90	19,57	90,00	10,00

Anhang: Untersuchungsergebnisse Tinnitus-Kollektiv

	Tinnitus-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
Kalorisation	Sp.-re	100,00	179	21,19	0,38	11,11	70,00	2,00
	Sp.-li	99,44	178	17,69	-1,72	10,33	61,00	0,00
WARE	44 re	99,44	178	41,86	0,24	18,37	106,00	4,00
KARE	30 re	99,44	178	42,50	-0,40	19,98	126,00	5,00
WALI	44 li	98,88	177	44,47	-0,34	20,82	137,00	9,00
KALI	30 li	98,88	177	47,28	-0,15	20,02	125,00	10,00
ENG	normal	34,08	61		3,52			
	peripher	22,35	40		6,49			
	zentral	21,23	38		3,18			
	Fehler	22,35	40		-12,39			
Kal.-Code	per.-zentral							
	Enth-Ü-re	0,56	1		-31,71			
	Enth-Ü-li	0,56	1		-31,71			
	Hemm-Ü-re	1,12	2		36,59			
EKG	Hemm-Ü-li	0,56	1		-31,71			
	Spontan	100,00	179	72,93	-0,99	12,54	114,00	46,00
	re 44	98,88	177	72,90	-1,03	12,55	114,00	46,00
	re 30	99,44	178	71,46	-0,94	11,96	116,00	48,00
	li44	98,88	177	72,18	-1,19	11,95	116,00	48,00
RIDT	li 30	98,88	177	71,21	-0,96	12,43	118,00	46,00
	Perrot. re.	100,00	179	56,33	0,46	16,74	107,00	7,00
VRSSV rechts	Perrot. li.	100,00	179	52,12	-0,74	18,21	99,00	13,00
		99,44	178					
	Parallel	62,01	111		3,92			
	Recruitment	27,93	50		-1,65			
VRSSV links	Decruitment	9,50	17		-3,85			
		99,44	178					
	Parallel	60,33	108		4,72			
	Recruitment	22,91	41		-13,02			
Tret-CCG	Decruitment	16,20	29		15,80			
	Länge	98,88	177	72,73	1,82	36,61	176,70	3,70
	Lat.-Schw.	98,88	177	24,85	3,03	10,44	77,30	10,10
	ang. Dev.	98,32	176	26,81	-3,49	25,04	168,00	0,00
	Eigenspin	98,32	176	39,11	-3,48	35,28	±158,00	0,00
	Schrittzahl	98,32	176	54,20	-0,95	9,35	90,00	31,00
	Oszillation	97,21	174	7,94	2,45	3,58	25,00	0,00
	zent.	67,59	121		5,28			
Steh-CCG	peri.	0,56	1		-46,67			
	komb.	15,08	27		-0,98			
	norm	15,08	27		-10,61			
	Fehler	1,68	3		-18,53			
	Lat.-Schw.	99,44	178	6,07	-0,82	4,81	34,70	0,80
	Längs-Schw.	99,44	178	6,74	-2,18	3,35	21,10	0,90
ABEP + 80 dB	re ipsi V	100,00	179	5,78	0,17	0,27	6,92	5,04
	re contr V	99,44	178	5,80	0,17	0,28	6,84	5,20
	li ipsi V	100,00	179	5,88	0,17	0,28	6,88	5,08
	li contr V	100,00	179	5,88	0,17	0,26	6,96	5,04
ALEP + 80 dB	N1 re ipsi	100,00	179	90,16	-0,52	8,80	111,60	52,80
	P2 re ipsi	100,00	179	165,18	-0,40	18,33	214,80	114,00
	N1 li ipsi	100,00	179	87,63	-0,93	10,76	134,40	45,60
	P2 li ipsi	100,00	179	160,38	-0,55	18,07	208,80	116,40

Anhang: Untersuchungsergebnisse Tinnitus-Kollektiv

	Tinnitus-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
VEP groß	P 100 re	99,44	178	94,63	-0,44	8,45	124,00	64,00
	P 100 li	99,44	178	94,23	-0,58	8,28	125,20	64,00
Sprachaudio rechts	Opt. Verst. Z. (dB)	99,44	178	47,81	-0,35	15,59	110,00	0,00
	Diskrim.- Verlust (%)	98,88	177	1,64	17,99	10,45	100,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	96,09	172	61,80	-0,18	13,23	110,00	40,00
Sprachaudio links	Opt. Verst. Z. (dB)	99,44	178	48,06	0,56	14,35	120,00	0,00
	Diskrim.- Verlust (%)	98,88	177	0,45	-40,79	6,01	80,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	97,77	175	61,20	1,75	14,03	120,00	40,00
Luftleitung	500 Hz re	99,44	178	12,42	1,39	11,88	65,00	-5,00
	1 kHz re	99,44	178	16,01	2,69	13,02	75,00	-5,00
	2 kHz re	98,88	177	16,89	3,18	16,14	80,00	-5,00
	4 kHz re	98,32	176	19,18	6,61	18,50	95,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz re	88,27	158	98,83	-0,47	15,55	120,00	45,00
	1 kHz re	96,09	172	101,10	0,02	16,13	120,00	40,00
	2 kHz re	92,18	165	102,33	-0,40	16,07	120,00	35,00
	4 kHz re	89,39	160	98,84	-0,95	18,24	120,00	5,00
Luftleitung	500 Hz li	99,44	178	10,87	5,33	11,47	65,00	-5,00
	1 kHz li	99,44	178	14,89	5,60	11,50	75,00	-5,00
	2 kHz li	99,44	178	17,02	6,91	15,89	80,00	-5,00
	4 kHz li	98,32	176	19,72	5,57	17,26	70,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz li	86,59	155	100,13	-0,07	15,41	120,00	45,00
	1 kHz li	93,30	167	102,13	0,00	15,35	120,00	45,00
	2 kHz li	92,18	165	103,61	-0,14	15,60	120,00	30,00
	4 kHz li	89,39	160	101,00	-0,27	16,60	120,00	30,00
Tinnitus- masking	rechts Frequenz	22,35	40	3,48	0,00	2,43	8,00	0,13
	rechts dB	22,35	40	45,88	0,00	20,47	105,00	5,00
	links Frequenz	24,58	44	3,12	0,00	2,27	8,00	0,13
	links dB	24,58	44	46,48	0,00	22,32	115,00	10,00

Anhang: Untersuchungsergebnisse Vertigo und Tinnitus-Kollektiv

	Vertigo und Tinnitus-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.	
Kalorisation	Sp.-re	100,00	143	20,90	-0,99	10,99	70,00	2,00	
	Sp.-li	99,30	142	17,25	-4,17	10,21	61,00	0,00	
WARE	44 re	99,30	142	40,69	-2,56	17,89	93,00	4,00	
KARE	30 re	99,30	142	42,42	-0,59	19,81	126,00	5,00	
WALI	44 li	98,60	141	43,54	-2,42	20,51	128,00	9,00	
KALI	30 li	98,60	141	46,89	-0,97	20,05	125,00	10,00	
ENG	normal	30,77	44		-6,53				
	peripher	25,87	37		23,27				
	zentral	19,58	28		-4,84				
	Fehler	23,78	34		-6,78				
Kal.-Code	per.-zentral								
	Enth-Ü-re	0,70	1		-14,63				
	Enth-Ü-li	0,00	0		-100,00				
	Hemm-Ü-re	1,40	2		70,73				
EKG	Hemm-Ü-li	0,70	1		-14,63				
	Spontan	100,00	143	72,04	-2,20	12,68	114,00	46,00	
	re 44	99,30	142	72,44	-1,66	12,85	114,00	46,00	
	re 30	99,30	142	70,79	-1,87	11,96	116,00	48,00	
	li44	98,60	141	71,42	-2,23	12,02	116,00	48,00	
RIDT	li 30	98,60	141	70,81	-1,52	12,61	118,00	46,00	
	Perrot. re.	100,00	143	56,22	0,27	17,16	107,00	7,00	
	Perrot. li.	100,00	143	53,00	0,93	18,03	99,00	13,00	
	VRSSV rechts		99,30	142					
		Parallel	60,14	86		0,79			
Recruitment		30,07	43		5,88				
Decruitment		9,09	13		-8,00				
VRSSV links		99,3	142						
	Parallel	63,64	91		10,47				
	Recruitment	23,78	34		-9,72				
	Decruitment	11,89	17		-15,01				
Tret-CCG	Länge	98,60	141	72,94	2,11	36,69	176,70	6,50	
	Lat.-Schw.	98,60	141	24,97	3,52	10,68	77,30	10,10	
	ang. Dev.	98,60	141	27,59	-0,68	23,58	(-)113,0	0,00	
	Eigenspin	98,60	141	41,14	1,53	35,21	(-)153	0,00	
	Schrittzahl	98,60	141	54,56	-0,29	9,39	90,00	31,00	
	Oszillation	97,90	140	8,09	4,39	3,84	25,00	0,00	
	zent.	67,13	96		4,56				
	peri.	0,70	1		-33,33				
	komb.	16,08	23		5,58				
	norm	14,69	21		-12,92				
Steh-CCG	Fehler	1,40	2		-32,01				
	Lat.-Schw.	99,30	142	6,20	1,31	4,76	34,70	0,80	
	Längs-Schw.	99,30	142	6,88	-0,15	3,39	21,10	0,90	
ABEP + 80 dB	re ipsi V	100,00	143	5,77	0,00	0,28	6,92	5,04	
	re contr V	99,30	142	5,79	0,00	0,28	6,84	5,20	
	li ipsi V	100,00	143	5,88	0,17	0,29	6,88	5,08	
	li contr V	100,00	143	5,88	0,17	0,28	6,96	5,04	
ALEP + 80 dB	N1 re ipsi	100,00	143	90,29	-0,38	8,49	111,60	66,00	
	P2 re ipsi	100,00	143	164,58	-0,76	18,34	212,40	114,00	
	N1 li ipsi	100,00	143	87,12	-1,50	10,48	118,80	45,60	
	P2 li ipsi	100,00	143	159,75	-0,94	17,98	207,60	122,40	

Anhang: Untersuchungsergebnisse Vertigo und Tinnitus-Kollektiv

	Vertigo und Tinnitus-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
VEP groß	P 100 re	100,00	143	94,73	-0,34	8,54	124,00	77,20
	P 100 li	100,00	143	94,11	-0,71	8,36	125,20	76,00
Sprachaudio rechts	Opt. Verst. Z. (dB)	99,30	142	46,48	-3,13	13,80	100,00	0,00
	Diskrim.- Verlust (%)	99,30	142	1,41	1,44	10,82	100,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	97,90	140	61,36	-0,89	12,88	110,00	40,00
Sprachaudio links	Opt. Verst. Z. (dB)	100,00	143	47,66	-0,27	14,15	100,00	0,00
	Diskrim.- Verlust (%)	100,00	143	0,56	-26,32	6,69	80,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	98,60	141	60,78	1,05	14,45	120,00	40,00
Luftleitung	500 Hz re	99,30	142	11,44	-6,61	10,65	55,00	-5,00
	1 kHz re	99,30	142	15,21	-2,44	12,39	75,00	-5,00
	2 kHz re	99,30	142	16,02	-2,14	15,57	65,00	-5,00
	4 kHz re	99,30	142	17,75	-1,33	18,05	95,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz re	88,11	126	99,25	-0,05	15,10	115,00	45,00
	1 kHz re	95,80	137	100,84	-0,24	16,00	120,00	40,00
	2 kHz re	93,01	133	102,29	-0,44	15,37	120,00	35,00
	4 kHz re	89,51	128	98,44	-1,35	18,06	120,00	5,00
Luftleitung	500 Hz li	100,00	143	10,52	1,94	10,86	65,00	-5,00
	1 kHz li	100,00	143	14,20	0,71	10,74	55,00	-5,00
	2 kHz li	100,00	143	16,40	3,02	15,38	65,00	-5,00
	4 kHz li	99,30	142	18,10	-3,10	16,89	70,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz li	87,41	125	100,04	-0,16	15,74	120,00	45,00
	1 kHz li	94,41	135	101,74	-0,38	15,30	120,00	45,00
	2 kHz li	93,01	133	103,50	-0,25	15,82	120,00	30,00
	4 kHz li	90,21	129	100,39	-0,87	17,04	120,00	30,00
Tinnitus- masking	rechts Frequenz	18,88	27	3,27	-6,03	2,43	8,00	0,13
	rechts dB	18,88	27	42,96	-6,36	19,58	75,00	5,00
	links Frequenz	20,28	29	3,00	-3,85	2,25	8,00	0,13
	links dB	20,28	29	46,90	0,90	19,57	90,00	10,00

Anhang: Untersuchungsergebnisse NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv

	NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
Kalorisation	Sp.-re	75,00	9	18,33	-13,17	8,03	28,00	3,00
	Sp.-li	75,00	9	21,89	21,61	9,31	36,00	5,00
WARE	44 re	66,67	8	33,13	-20,67	13,16	49,00	7,00
KARE	30 re	66,67	8	39,38	-7,71	19,26	60,00	6,00
WALI	44 li	66,67	8	41,63	-6,70	13,76	72,00	29,00
KALI	30 li	66,67	8	44,88	-5,22	17,44	74,00	26,00
ENG	normal	41,66	5		26,55			
	peripher	8,33	1		-60,31			
	zentral	8,33	1		-59,52			
	Fehler	41,66	5		63,31			
Kal.-Code	per.-zentral	16,67	2					
	Enth-Ü-re	0,00	0		-100,00			
	Enth-Ü-li	0,00	0		-100,00			
	Hemm-Ü-re	0,00	0		-100,00			
EKG	Hemm-Ü-li	0,00	0		-100,00			
	Spontan	66,67	8	71,25	-3,27	9,25	88,00	60,00
	re 44	66,67	8	70,50	-4,29	10,46	88,00	58,00
	re 30	66,67	8	68,50	-5,05	9,90	88,00	58,00
	li44	66,67	8	69,50	-4,86	9,67	88,00	58,00
RIDT	li 30	66,67	8	71,25	-0,90	10,36	92,00	62,00
	Perrot. re.	75,00	9	53,44	-4,69	17,33	83,00	19,00
VRSSV rechts	Perrot. li.	75,00	9	52,67	0,30	15,33	73,00	28,00
		66,67	8					
	Parallel	41,67	5		-30,17			
	Recruitment	25,00	3		-11,97			
VRSSV links	Decruitment	0,00	0		-100,00			
		66,67	8					
	Parallel	33,33	4		-42,15			
	Recruitment	33,33	4		26,54			
Tret-CCG	Decruitment	0,00	0		-100,00			
	Länge	100,00	12	74,93	4,90	47,38	134,00	3,00
	Lat.-Schw.	100,00	12	17,96	-25,54	3,01	13,00	12,00
	ang. Dev.	100,00	12	37,74	35,85	28,69	(-)87,00	7,00
	Eigenspin	100,00	12	50,93	25,69	36,62	(-)148,0	2,00
	Schrittzahl	100,00	12	55,92	2,19	9,49	72,00	44,00
	Oszillation	91,67	11	6,82	-12,00	2,82	12,00	3,00
	zent.	58,33	7		-9,14			
	peri.	0,00	0		-100,00			
	komb.	25,00	3		64,15			
Steh-CCG	norm	16,67	2		-1,19			
	Fehler	0,00	0		-100,00			
	Lat.-Schw.	100,00	12	5,72	-6,54	2,07	9,00	3,00
	Längs-Schw.	100,00	12	5,17	-24,96	1,47	9,00	3,00
ABEP + 80 dB	re ipsi V	100,00	12	5,80	0,52	0,17	6,20	5,60
	re contr V	100,00	12	5,72	-1,21	0,16	6,04	5,56
	li ipsi V	100,00	12	5,89	0,34	0,19	6,20	5,64
	li contr V	100,00	12	5,85	-0,34	0,19	6,28	5,60
ALEP + 80 dB	N1 re ipsi	75,00	9	90,00	-0,70	7,94	100,80	78,00
	P2 re ipsi	75,00	9	171,33	3,31	13,53	190,80	151,20
	N1 li ipsi	75,00	9	90,27	2,06	8,33	109,20	80,40
	P2 li ipsi	75,00	9	167,60	3,93	15,83	190,80	136,80

Anhang: Untersuchungsergebnisse NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv

	NonVertigo/NonTinnitus-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
VEP groß	P 100 re	100,00	12	100,40	5,63	14,48	128,80	83,20
	P 100 li	100,00	12	101,20	6,77	13,58	128,80	88,00
Sprachaudio rechts	Opt. Verst. Z. (dB)	66,67	8	47,50	-1,00	16,69	80,00	30,00
	Diskrim.-Verlust (%)	66,67	8	0,00	-100,00	0,00	0,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	66,67	8	61,25	-1,07	18,08	100,00	40,00
Sprachaudio links	Opt. Verst. Z. (dB)	66,67	8	45,00	-5,84	7,56	60,00	40,00
	Diskrim.-Verlust (%)	66,67	8	0,00	-100,00	0,00	0,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	66,67	8	53,75	-10,64	7,44	70,00	50,00
Luftleitung	500 Hz re	66,67	8	11,25	-8,16	10,26	30,00	-5,00
	1 kHz re	66,67	8	11,88	-23,80	3,72	15,00	5,00
	2 kHz re	66,67	8	10,63	-35,06	10,84	30,00	-5,00
	4 kHz re	66,67	8	16,25	-9,67	17,06	50,00	-5,00
Unbehaglichkeitsschwelle	500 Hz re	66,67	8	98,13	-1,18	16,68	115,00	70,00
	1 kHz re	66,67	8	100,00	-1,07	15,12	120,00	85,00
	2 kHz re	66,67	8	101,88	-0,84	14,38	120,00	85,00
	4 kHz re	66,67	8	103,75	3,97	15,29	120,00	80,00
Luftleitung	500 Hz li	66,67	8	5,63	-45,45	8,21	15,00	-10,00
	1 kHz li	66,67	8	8,13	-42,34	4,58	15,00	0,00
	2 kHz li	66,67	8	6,88	-56,78	7,53	15,00	-5,00
	4 kHz li	66,67	8	13,75	-26,39	10,26	30,00	-5,00
Unbehaglichkeitsschwelle	500 Hz li	66,67	8	98,13	-2,07	17,72	115,00	70,00
	1 kHz li	66,67	8	95,63	-6,36	20,08	120,00	65,00
	2 kHz li	66,67	8	97,50	-6,03	17,73	120,00	70,00
	4 kHz li	58,33	7	96,43	-4,78	18,19	120,00	70,00
Tinnitus-masking	rechts Frequenz	0,00	0					
	rechts dB	0,00	0					
	links Frequenz	0,00	0					
	links dB	0,00	0					

Anhang: Untersuchungsergebnisse Commotio-Kollektiv

	Commotio-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
Kalorisation	Sp.-re	100,00	35	24,86	17,75	11,91	51,00	4,00
	Sp.-li	97,14	34	18,71	3,92	9,20	42,00	3,00
WARE	44 re	100,00	35	41,89	0,30	15,12	71,00	15,00
KARE	30 re	100,00	35	43,83	2,72	14,17	77,00	12,00
WALI	44 li	100,00	35	44,83	0,47	16,27	99,00	24,00
KALI	30 li	100,00	35	51,83	9,46	17,49	94,00	15,00
ENG	normal	42,86	15		30,19			
	peripher	17,14	6		-18,32			
	zentral	14,29	5		-30,57			
	Fehler	25,71	9		0,80			
Kal.-Code	per.-zentral							
	Enth-Ü-re	0,00	0		-100,00			
	Enth-Ü-li	2,86	1		248,43			
	Hemm-Ü-re	0,00	0		-100,00			
	Hemm-Ü-li	2,86	1		248,43			
EKG	Spontan	100,00	35	70,17	-4,74	11,49	92,00	46,00
	re 44	100,00	35	70,06	-4,89	11,77	102,00	48,00
	re 30	100,00	35	68,69	-4,79	10,98	92,00	50,00
	li44	100,00	35	69,43	-4,96	11,15	88,00	48,00
	li 30	100,00	35	69,77	-2,96	12,85	116,00	48,00
RIDT	Perrot. re.	100,00	35	61,00	8,79	16,47	99,00	30,00
	Perrot. li.	100,00	35	54,11	3,06	16,55	91,00	14,00
VRSSV rechts		100,00	35					
	Parallel	57,14	20		-4,24			
	Recruitment	37,14	13		30,78			
	Decruitment	5,71	2		-42,16			
VRSSV links		100,00	35					
	Parallel	62,86	22		9,11			
	Recruitment	28,57	10		8,47			
	Decruitment	8,57	3		-38,73			
Tret-CCG	Länge	94,29	33	64,20	-10,13	34,14	144,60	6,50
	Lat.-Schw.	94,29	33	22,91	-5,03	7,60	46,40	9,00
	ang. Dev.	94,29	33	30,52	9,85	26,27	105,00	0,00
	Eigenspin	94,29	33	42,48	4,85	38,83	171,00	1,00
	Schrittzahl	94,29	33	53,15	-2,87	8,64	68,00	31,00
	Oszillation	94,29	33	8,15	5,18	2,66	15,00	4,00
	zent.	62,86	22		-2,09			
	peri.	2,86	1		73,16			
	komb.	11,43	4		-33,85			
	norm	17,14	6		1,62			
	Fehler	5,71	2		177,78			
Steh-CCG	Lat.-Schw.	100,00	35	6,01	-1,82	5,06	30,80	2,30
	Längs-Schw.	100,00	35	6,62	-3,96	3,03	13,80	2,60
ABEP + 80 dB	re ipsi V	100,00	35	5,74	-0,48	0,22	6,20	5,36
	re contr V	100,00	35	5,75	-0,70	0,26	6,56	5,32
	li ipsi V	100,00	35	5,78	-1,52	0,27	6,28	5,08
	li contr V	100,00	35	5,82	-0,84	0,26	6,40	5,04
ALEP + 80 dB	N1 re ipsi	100,00	35	91,10	0,52	6,41	106,80	76,80
	P2 re ipsi	100,00	35	164,57	-0,76	16,36	201,60	129,60
	N1 li ipsi	100,00	35	89,55	1,25	9,69	118,80	61,20
	P2 li ipsi	100,00	35	156,48	-2,96	19,71	208,80	126,00

Anhang: Untersuchungsergebnisse Commotio-Kollektiv

	Commotio-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
VEP groß	P 100 re	100,00	35	94,31	-0,78	7,56	110,80	78,40
	P 100 li	100,00	35	93,42	-1,44	7,82	110,80	79,60
Sprachaudio rechts	Opt. Verst. Z. (dB)	100,00	35	50,00	4,21	18,31	110,00	30,00
	Diskrim.- Verlust (%)	97,14	34	1,18	-15,36	6,86	40,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	94,29	33	62,73	1,32	11,93	90,00	40,00
Sprachaudio links	Opt. Verst. Z. (dB)	97,14	34	49,71	4,02	6,86	40,00	0,00
	Diskrim.- Verlust (%)	100,00	35	1,18	55,26	17,90	120,00	30,00
	Opt. Hören (dB)	94,29	33	57,88	-3,77	15,47	110,00	50,00
Luftleitung	500 Hz re	100,00	35	12,86	4,96	12,62	65,00	0,00
	1 kHz re	100,00	35	17,29	10,88	13,41	70,00	0,00
	2 kHz re	97,14	34	17,35	6,00	18,47	80,00	0,00
	4 kHz re	94,29	33	15,15	-15,78	14,55	50,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz re	82,86	29	98,62	-0,68	13,09	115,00	65,00
	1 kHz re	88,57	31	100,65	-0,43	18,29	120,00	40,00
	2 kHz re	80,00	28	101,79	-0,93	15,17	120,00	50,00
	4 kHz re	80,00	28	100,89	1,11	16,22	120,00	45,00
Luftleitung	500 Hz li	100,00	35	11,00	6,59	12,99	60,00	0,00
	1 kHz li	100,00	35	15,86	12,46	13,80	75,00	0,00
	2 kHz li	100,00	35	17,43	9,48	18,29	80,00	0,00
	4 kHz li	97,14	34	18,24	-2,38	18,25	65,00	0,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz li	80,00	28	101,25	1,05	13,31	120,00	65,00
	1 kHz li	85,71	30	101,17	-0,94	14,48	120,00	70,00
	2 kHz li	85,71	30	105,33	1,52	12,86	120,00	80,00
	4 kHz li	77,14	27	100,00	-1,25	16,41	120,00	60,00
Tinnitus- masking	rechts Frequenz	17,14	6	2,58	-25,77	2,96	8,00	0,25
	rechts dB	17,14	6	35,83	-21,90	26,35	70,00	5,00
	links Frequenz	17,14	6	2,63	-15,87	2,13	6,00	0,50
	links dB	17,14	6	41,67	-10,36	40,46	115,00	10,00

Anhang: Untersuchungsergebnisse Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma-Kollektiv

	Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
Kalorisation	Sp.-re	100,00	69	20,33	-3,68	10,43	50,00	3,00
	Sp.-li	100,00	69	17,72	-1,53	10,06	56,00	0,00
WARE	44 re	100,00	69	38,64	-7,48	17,19	93,00	12,00
KARE	30 re	100,00	69	41,87	-1,88	19,48	126,00	11,00
WALI	44 li	100,00	69	45,30	1,53	21,41	119,00	12,00
KALI	30 li	100,00	69	46,74	-1,29	23,03	125,00	10,00
ENG	normal	31,88	22		-3,15			
	peripher	15,94	11		-24,05			
	zentral	23,19	16		12,69			
	Fehler	14,49	10		-43,19			
Kal.-Code	per.-zentral							
	Enth-Ü-re	1,45	1		76,74			
	Enth-Ü-li	1,45	1		76,74			
	Hemm-Ü-re	2,90	2		253,48			
	Hemm-Ü-li	2,90	2		253,48			
EKG	Spontan	100,00	69	72,49	-1,58	13,46	114,00	46,00
	re 44	100,00	69	73,38	-0,38	15,11	136,00	46,00
	re 30	100,00	69	71,48	-0,92	13,84	120,00	48,00
	li44	100,00	69	73,19	0,19	14,59	130,00	48,00
	li 30	100,00	69	71,17	-1,01	13,32	122,00	46,00
RIDT	Perrot. re.	100,00	69	54,33	-3,10	15,14	96,00	20,00
	Perrot. li.	100,00	69	53,65	2,18	15,68	89,00	26,00
VRSSV rechts		100,00	69					
	Parallel	66,67	46		11,73			
	Recruitment	28,99	20		2,06			
	Decruitment	4,35	3		-55,99			
VRSSV links		100,00	69					
	Parallel	66,67	46		15,72			
	Recruitment	28,99	20		10,04			
	Decruitment	4,35	3		-68,92			
Tret-CCG	Länge	98,55	68	69,65	-2,49	33,87	156,50	6,12
	Lat.-Schw.	98,55	68	24,45	1,36	8,35	49,20	7,06
	ang. Dev.	97,10	67	27,66	-0,43	23,98	113,00	0,00
	Eigenspin	97,10	67	45,47	12,22	38,63	171,00	0,00
	Schrittzahl	95,65	66	54,53	-0,35	8,89	80,00	31,00
	Oszillation	95,65	66	7,70	-0,68	3,42	20,00	2,00
	zent.	69,57	48		8,36			
	peri.	2,90	2		75,67			
	komb.	14,49	10		-16,15			
	norm	10,14	7		-39,86			
	Fehler	2,90	2		40,88			
Steh-CCG	Lat.-Schw.	100,00	69	6,75	10,29	5,23	30,80	0,80
	Längs-Schw.	100,00	69	8,01	16,26	8,19	68,39	0,90
ABEP + 80 dB	re ipsi V	100,00	69	5,75	-0,43	0,33	6,96	5,00
	re contr V	100,00	69	5,74	-0,93	0,28	6,56	5,20
	li ipsi V	100,00	69	5,86	-0,10	0,30	6,76	6,76
	li contr V	100,00	69	5,85	-0,41	0,29	6,88	5,36
ALEP + 80 dB	N1 re ipsi	100,00	69	90,43	-0,22	9,85	121,20	52,80
	P2 re ipsi	100,00	69	165,03	-0,49	17,49	201,60	118,80
	N1 li ipsi	100,00	69	86,93	-1,71	9,71	102,00	45,60
	P2 li ipsi	100,00	69	158,83	-1,50	17,53	205,20	123,60

Anhang: Untersuchungsergebnisse Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma-Kollektiv

	Z.n. Kopf-Hals-Schleudertrauma	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
VEP groß	P 100 re	100,00	69	93,77	-1,34	8,26	124,00	78,40
	P 100 li	100,00	69	93,69	-1,15	8,12	125,20	79,60
Sprachaudio rechts	Opt. Verst. Z. (dB)	98,55	68	47,06	-1,92	12,10	90,00	30,00
	Diskrim.-Verlust (%)	98,55	68	0,00	-100,00	0,00	0,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	98,55	68	60,29	-2,61	12,33	110,00	40,00
Sprachaudio links	Opt. Verst. Z. (dB)	100,00	69	46,59	-2,50	9,87	80,00	30,00
	Diskrim.-Verlust (%)	100,00	69	0,00	-100,00	0,00	0,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	100,00	69	57,68	-4,10	10,59	80,00	40,00
Luftleitung	500 Hz re	98,55	68	11,32	-7,56	7,85	35,00	0,00
	1 kHz re	98,55	68	14,12	-9,44	9,77	50,00	0,00
	2 kHz re	98,55	68	13,82	-15,56	12,64	60,00	0,00
	4 kHz re	98,55	68	13,38	-25,61	13,78	55,00	-5,00
Unbehaglichkeitsschwelle	500 Hz re	86,96	60	97,50	-1,81	16,25	120,00	45,00
	1 kHz re	97,10	67	99,10	-1,95	18,63	120,00	40,00
	2 kHz re	94,20	65	100,54	-2,14	18,40	120,00	35,00
	4 kHz re	92,75	64	98,13	-1,67	19,75	120,00	35,00
Luftleitung	500 Hz li	100,00	69	10,14	-1,70	10,43	40,00	-5,00
	1 kHz li	100,00	69	13,41	-4,92	9,76	40,00	-5,00
	2 kHz li	100,00	69	13,12	-17,61	12,75	55,00	-10,00
	4 kHz li	100,00	69	14,13	-24,36	13,91	55,00	-5,00
Unbehaglichkeitsschwelle	500 Hz li	84,06	58	97,84	-2,35	17,52	120,00	45,00
	1 kHz li	97,10	67	100,15	-1,94	18,07	120,00	45,00
	2 kHz li	95,65	66	100,98	-2,67	18,46	120,00	30,00
	4 kHz li	91,30	63	98,02	-3,21	19,10	120,00	30,00
Tinnitusmasking	rechts Frequenz	13,04	9	2,72	-21,78	2,77	8,00	0,13
	rechts dB	13,04	9	41,11	-10,39	20,88	70,00	5,00
	links Frequenz	11,59	8	1,44	-53,93	2,00	6,00	0,13
	links dB	11,59	8	41,25	-11,25	17,47	65,00	10,00

Anhang: Untersuchungsergebnisse Hypertonus-Kollektiv

	Prozent Hypertonus-Kollektiv		Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
Kalorisation	Sp.-re	100,00	50	21,78	3,17	13,30	70,00	2,00
	Sp.-li	100,00	50	16,64	-7,56	10,01	44,00	3,00
WARE	44 re	100,00	50	43,74	4,74	18,91	85,00	4,00
KARE	30 re	100,00	50	40,36	-5,41	17,83	84,00	5,00
WALI	44 li	100,00	50	45,18	1,26	20,45	100,00	4,00
KALI	30 li	100,00	50	48,82	3,10	21,37	93,00	4,00
ENG	normal	28,00	14		-14,95			
	peripher	20,00	10		-4,70			
	zentral	22,00	11		6,92			
	Fehler	30,00	15		17,60			
Kal.-Code	per.-zentral							
	Enth-Ü-re	0,00	0		-100,00			
	Enth-Ü-li	0,00	0		-100,00			
	Hemm-Ü-re	2,00	1		143,90			
	Hemm-Ü-li	0,00	0		-100,00			
EKG	Spontan	100,00	50	73,88	0,30	13,72	120,00	52,00
	re 44	100,00	50	73,26	-0,54	12,92	116,00	52,00
	re 30	100,00	50	71,56	-0,80	12,30	106,00	50,00
	li44	100,00	50	72,72	-0,45	13,71	132,00	50,00
	li 30	100,00	50	71,30	-0,83	14,27	134,00	52,00
RIDT	Perrot. re.	98,00	49	56,71	1,15	17,58	96,00	7,00
	Perrot. li.	98,00	49	54,78	4,31	17,41	94,00	14,00
VRSSV rechts		98,00	49					
	Parallel	56,00	28		-6,15			
	Recruitment	30,00	15		5,63			
	Decruitment	12,00	6		21,46			
VRSSV links		98,00	49					
	Parallel	48,00	24		-16,68			
	Recruitment	38,00	19		44,27			
	Decruitment	12,00	6		-14,22			
Tret-CCG	Länge	98,00	49	72,38	1,33	38,97	159,70	4,30
	Lat.-Schw.	98,00	49	26,24	8,81	9,82	65,60	12,90
	ang. Dev.	98,00	49	27,35	-1,56	22,56	91,00	0,00
	Eigenspin	98,00	49	41,24	1,79	32,78	140,00	0,00
	Schrittzahl	98,00	49	55,92	2,19	9,42	82,00	38,00
	Oszillation	96,00	48	8,90	14,78	4,24	25,00	3,00
	zent.	80,00	40		24,61			
	peri.	0,00	0		-100,00			
	komb.	12,00	6		-30,56			
norm	8,00	4		-52,58				
	Fehler	0,00	0		-100,00			
Steh-CCG	Lat.-Schw.	100,00	50	6,64	8,50	7,90	55,70	1,80
	Längs-Schw.	100,00	50	7,27	5,54	6,59	48,40	1,10
ABEP + 80 dB	re ipsi V	100,00	50	5,86	1,49	0,28	6,68	5,36
	re contr V	100,00	50	5,88	1,54	0,31	6,68	5,40
	li ipsi V	100,00	50	5,91	0,70	0,26	6,68	5,52
	li contr V	100,00	50	5,96	1,45	0,28	6,80	5,44
ALEP + 80 dB	N1 re ipsi	100,00	50	90,67	0,05	9,42	120,00	68,40
	P2 re ipsi	100,00	50	164,88	-0,58	16,69	200,40	124,80
	N1 li ipsi	100,00	50	87,70	-0,85	9,57	102,00	61,20
	P2 li ipsi	100,00	50	161,38	0,08	17,46	192,00	122,40

Anhang: Untersuchungsergebnisse Hypertonus-Kollektiv

	Hypertonus-Kollektiv	Prozent	Anzahl	MW	Δ MW % zu Gesamt	StD	Max.	Min.
VEP groß	P 100 re	100,00	50	96,79	1,83	11,59	128,80	64,00
	P 100 li	100,00	50	96,12	1,41	11,13	128,80	64,00
Sprachaudio rechts	Opt. Verst. Z. (dB)	100,00	50	55,00	14,63	15,94	100,00	40,00
	Diskrim.- Verlust (%)	100,00	50	2,40	72,66	11,88	80,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	94,00	47	69,15	11,69	16,26	110,00	50,00
Sprachaudio links	Opt. Verst. Z. (dB)	100,00	50	52,60	10,06	16,14	100,00	30,00
	Diskrim.- Verlust (%)	100,00	50	1,20	57,89	6,27	40,00	0,00
	Opt. Hören (dB)	94,00	47	64,47	7,18	13,64	100,00	50,00
Luftleitung	500 Hz re	100,00	50	16,00	30,61	12,94	55,00	0,00
	1 kHz re	100,00	50	19,60	25,72	13,88	60,00	0,00
	2 kHz re	100,00	50	24,50	49,66	19,09	65,00	-5,00
	4 kHz re	100,00	50	26,40	46,75	19,56	65,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz re	90,00	45	96,33	-2,99	18,45	115,00	45,00
	1 kHz re	94,00	47	97,45	-3,59	19,94	120,00	40,00
	2 kHz re	90,00	45	99,11	-3,53	17,33	120,00	35,00
	4 kHz re	90,00	45	99,33	-0,46	18,67	120,00	35,00
Luftleitung	500 Hz li	100,00	50	13,00	25,97	9,90	45,00	-5,00
	1 kHz li	100,00	50	17,30	22,70	10,94	50,00	0,00
	2 kHz li	100,00	50	22,10	38,82	18,46	60,00	-5,00
	4 kHz li	100,00	50	26,00	39,19	18,82	70,00	-5,00
Unbehaglich- keitsschwelle	500 Hz li	90,00	45	98,00	-2,20	18,81	120,00	45,00
	1 kHz li	94,00	47	99,47	-2,61	17,45	120,00	45,00
	2 kHz li	94,00	47	101,81	-1,88	16,82	120,00	30,00
	4 kHz li	90,00	45	99,78	-1,47	18,55	120,00	30,00
Tinnitus- masking	rechts Frequenz	12,00	6	4,17	19,73	3,13	8,00	1,00
	rechts dB	12,00	6	55,83	21,69	15,63	70,00	40,00
	links Frequenz	16,00	8	3,81	22,20	2,62	8,00	0,50
	links dB	16,00	8	52,50	12,95	16,90	75,00	35,00

DANKSAGUNG

Für die Überlassung des Themas, sowie die gute Betreuung und Führung bedanke ich mich bei Herrn Professor Dr. med. Claus-Frenz Claussen.

Herrn Professor Dr. med. J. Helms danke ich für die Übernahme des Koreferates.

Herrn Dr. med. D. Schneider danke ich ebenfalls für die gute Betreuung. Mit seinen Ratschlägen und Hilfen stand er mir jederzeit tatkräftig zur Seite.

Den Mitarbeiterinnen der Praxis von Frau Dr. Claussen / Herrn Dr. Kersebaum in Bad Kissingen danke ich für die stete Hilfsbereitschaft und freundliche Unterstützung bei der Krankenblattrecherche.

LEBENS LAUF

Name	Katja Seidel
Geburtsdatum	26. Januar 1974
Geburtsort	Nürnberg
Familienstand	ledig
Nationalität	deutsch
Eltern	Hans-Joachim Seidel, Techniker, und Brigitta Seidel, Lackiererin
Schulbildung	1980-1984 Grundschule „Wandererstraße“ Nürnberg 1984-1993 Dürer-Gymnasium Nürnberg, Abschluss: Allgemeine Hochschulreife
Berufsausbildung	1993-1994 Einstellung und Ausbildung als Sanitätsoffiziersanwärter der Bundeswehr (Soldat auf Zeit)
Studium	SS 1994 -SS 2000 Studium der Humanmedizin an der Johann- Wolfgang- Goethe- Universität in Frankfurt/ Main 1996 Ärztliche Vorprüfung 1997 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung 1999 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung 2000 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Berufstätigkeit	Juni 2000 bis Dezember 2001 Ärztin im Praktikum, Dezember 2001 bis August 2002 Assistenzärztin in der Urologischen Abteilung am Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz September 2002 bis Januar 2003 Truppenarzt II. Luftwaffenausbildungsregiment 3 in Bayreuth Februar 2003 bis März 2004 Leiter der Außenstelle Montabaur, Standortsanitätszentrum Rennerod April bis Juni 2004 Truppenarzt im Standortsanitätszentrum Rennerod seit Juni 2004 Assistenzärztin in der Urologischen Abteilung am Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz