

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

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

**Altersabhängigkeit der objektiven und quantitativen  
neurootologischen Funktionsmessergebnisse bei 350 Vertigo-Patienten  
aus der Neurootologie der Würzburger Universitäts-HNO-Klinik**

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

vorgelegt von  
Konstantin Boeck  
aus Braunschweig

Würzburg, Juni 2004

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

Korreferent: Professor Dr. med. J. Helms

Dekan: Professor Dr. med. S. Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 21.12.2004

Der Promovend ist Arzt.

**Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet**



**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>I. EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>4</b>
2.1 Neurootologisches Patientenkollektiv.....	4
2.2 Art der Anamnese NODEC III.....	4
2.3 Polygraphische Elektronystagmographie.....	8
2.4 Spontannystagmus.....	11
2.5 Die kalorische Vestibularisprüfung.....	12
2.6 Der Rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT).....	16
2.7 Vestibulärer Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich (VRRSV).....	20
2.8 Optokinetischer Nystagmus (OKN).....	24
2.9 Blickpendelfolge (BPF).....	25
2.10 Tonaudiometrie.....	26
2.11 Cranio-Corpo-Graphie (CCG).....	27
2.12 Statistische Auswertungsverfahren.....	30
<b>III. ERGEBNISSE.....</b>	<b>31</b>
3.1 Beschreibung des Gesamtkollektivs 2001/2002.....	31
3.1.1 Anamnestische Daten des Gesamtkollektivs 2001/2002.....	31
3.1.2 Patientengesamtkollektiv.....	31
3.1.3 Geschlechterverteilung im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	32
3.1.4 Grunderkrankungen im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	32
3.1.5 Grunderkrankungen je Altersgruppe.....	33
3.1.6 Häufigkeit der Vertigosymptome im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	34
3.1.7 Geschlechtervergleich der Vertigosymptome im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	35
3.1.8 Altersverteilung der vier auffälligsten Vertigosymptome im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	36
3.1.8.1 Schwankschwindel.....	37
3.1.8.2 Drehgefühl.....	38
3.1.8.3 Unsicherheit.....	39
3.1.8.4 Fallneigung.....	40
3.1.9 Häufigkeit der vegetativen Symptome im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	41
3.1.10 Geschlechtervergleich der vegetativen Symptome im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	42

3.1.11	Altersverteilung der drei auffälligsten vegetativen Symptome im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	43
3.1.11.1	Übelkeit.....	43
3.1.11.2	Schweißausbruch.....	44
3.1.11.3	Erbrechen.....	45
3.1.12	Beschwerdedauer im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	46
3.1.13	Dauer der Beschwerden je Altersgruppe.....	47
3.1.14	Dauer der Schwindelanfälle im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	48
3.1.15	Dauer des einzelnen Schwindelanfalls je Altersgruppe.....	49
3.1.16	Audiologische Symptome im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	50
3.1.17	Tinnitus gesamt.....	50
3.1.18	Hörminderung gesamt.....	51
3.1.19	Lokalisation des Tinnitus.....	52
3.1.20	Lokalisation der Hörminderung.....	53
3.1.21	Art des Unfalls im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	54
3.2	Klinische Befunde im Gesamtkollektivs 2001/2002.....	55
3.2.1	Ergebnisse des Spontannystagmus im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	55
3.2.2	Zentrale Nystagmusfrequenz bei unterschiedlicher seitengetrennter kalorischer Reizung.....	55
3.2.3	Ort der Störung nach der Kalorisation im Schmetterlingsdiagramm.....	56
3.2.4	Kumulation und Amplitude – Ergebnisse.....	56
3.2.5	RIDT- Ergebnisse Perrotatorius rechts und links.....	57
3.2.6	RIDT rechts - Ergebnisse in Prozent aller Altersklassen.....	57
3.2.7	RIDT links - Ergebnisse in Prozent aller Altersklassen.....	58
3.2.8	RIDT- Ergebnisse Postrotatorius rechts.....	58
3.2.9	RIDT- Ergebnisse Postrotatorius links.....	58
3.2.10	Ergebnisse OKN – Rechtsdrehung.....	59
3.2.11	Ergebnisse OKN – Linksdrehung.....	59
3.2.12	Ergebnisse der angulären Deviation im CCG.....	60
3.2.13	Ergebnisse des Eigenspins im CCG .....	60
3.2.14	Ergebnisse Audiogramm rechts.....	61
3.2.15	Ergebnisse Audiogramm links.....	61
3.3	Vergleich NODEC IV Gesamtkollektiv mit dem Gesamtkollektiv 2001/2002.....	62
3.3.1	Vergleich der Grunderkrankungen im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	62
3.3.2	Vergleich der Grunderkrankungen im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 in den Altersgruppen bis 50 Jahre.....	64

3.3.3	Vergleich der Grunderkrankungen im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 in den Altersgruppen ab 51 Jahren.....	65
3.3.4	Vergleich der Vertigosymptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	66
3.3.5	Vergleich der gesamten Vertigosymptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	67
3.3.6	Vergleich der auffälligsten Vertigosymptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 in den Altersgruppen bis 50 Jahre.....	68
3.3.7	Vergleich der auffälligsten Vertigosymptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 in den Altersgruppen ab 51 Jahren.....	69
3.3.8	Vergleich der vegetativen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	70
3.3.9	Vergleich der gesamten vegetativen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	71
3.3.10	Vergleich der auffälligsten vegetativen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 in den Altersgruppen bis 50 Jahre.....	72
3.3.11	Vergleich der auffälligsten vegetativen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 in den Altersgruppen ab 51 Jahren.....	73
3.3.12	Vergleich der Dauer der Beschwerden im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	74
3.3.13	Vergleich der Dauer des einzelnen Schwindelanfalls im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002.....	75
3.3.14	Vergleich von Tinnitus und Hörminderung im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 in den vier Altersgruppen.....	76
3.4	Kasuistische Ergebnisse.....	77
3.4.1	FALL 1: 11 jährige Patientin mit kindlichem Nystagmus.....	77
3.4.2	FALL 2: 39 jähriger Patient mit normalem Schmetterlingsvestibulogramm.....	79
3.4.3	FALL 3: 49 jähriger Patient mit Enthemmung.....	81
3.4.4	FALL 4: 22 jähriger Patient mit rechtsseitiger Vestibularis-Hemmung und Spontannystagmus nach links.....	83
3.4.5	FALL 5: 79 jährige Patientin mit vestibulärem Hemmungsmuster.....	85
3.4.6	FALL 6: 33 jähriger Patient mit rechtsseitigem Nystagmusausfall und zentraler Störung.....	87

---

<b>IV. DISKUSSION.....</b>	<b>90</b>
4.1 Anatomie und Physiologie des Gleichgewichtssystems.....	90
4.2 Neuroanatomische Aspekte der vestibulo-okulären Gleichgewichtsreaktion.....	93
4.3 Ausbildung des vestibulären Apparates.....	94
4.4 Einteilung des Alters und altersabhängige Erscheinungen im ZNS.....	95
4.5 Vergleich der eigenen Ergebnisse mit anderen Studien.....	97
<b>V. ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>119</b>
<b>VI. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>122</b>



## I. EINLEITUNG

Ohren, Augen, Nase und Zunge sind periphere Kopf- und Sinnesorgane, welche die Menschen mit ihrer Umgebung verbinden.

Bei Reizung dieser Sinnesorgane durch die Umwelt werden spezifische Informationen, die eine gewisse Reizschwelle überschreiten, an höhere Zentren des Gehirns weitergeleitet. Dort werden sie aufgenommen und gespeichert. In der Regel lösen sie auch gleich wieder eine periphere Reaktion aus.

Die Neurootologie ist die medizinische Lehre von den Vorgängen in den Nerven und Nervenvernetzungen der Kopfsinne zum Beispiel in der Hörbahn von den Hörsinneszellen im Innenohr bis zu den Hörfeldern in der Großhirnrinde.

Sie ist eine neue interdisziplinäre Fachrichtung der klinischen Medizin, die sich vorzugsweise mit der normalen und krankhaften Sinnesleistung der Kopfsinnesorgane beschäftigt. Hier werden Patienten unter anderem auf Funktionsstörungen des Gleichgewichtorgans mittels kalorischer (thermischer) Reize und Drehprüfung (rotatorische Prüfung) untersucht (aequilibriometrische Diagnostik). Der dabei ausgelöste Nystagmus wird zum Beispiel unter Ausschluss der visuellen Fixation (geschlossene Augen) im abgedunkelten Raum mit Hilfe der Elektronystagmographie (ENG) registriert und anschließend ausgewertet.

Die Aequilibrimetrie benutzt verschiedene gleichgewichtsregulierende Systeme und Signale für die Analyse miteinander verknüpfter Bahnen. Dazu zählt die Untersuchung der vestibulo-okulären Nystagmusreaktionen mit Hilfe der Elektronystagmographie, bzw. der Videonystagmographie. Die Untersuchung des retino-okulären Systems verwendet das Auge als Sensor (Retina) auf der einen Seite und dasselbe Auge mit seiner äußeren Motorik als Reaktionsorgan auf der anderen Seite. Beide Systeme, die vestibulo-okulären, wie auch die retino-okulären bedürfen für die Aufdeckung von Störungen insbesondere der empfindlichen Nystagmusregistrierung.

Daneben gibt es aber auch ein vestibulo-spinales Reaktionssystem, dessen Inhalt die Kopf-Körperbewegungsmuster sind, welche zum Beispiel mit Hilfe der Cranio-Corpo-Graphie registriert werden.

Ferner werden vestibulo-vegetative Reaktionen mit Hilfe der vestibulär induzierten EKG Veränderungen registriert und ausgewertet.

Als sehr junge Disziplin innerhalb der Neurootologie gelten die vestibulär evozierten Hirnpotentiale. Diese finden heute auch bei der Analyse von Tinnitusphänomenen eine Verwendung [37].

Die Fortschritte auf dem Gebiet der Medizin erhöhen wesentlich die Lebenserwartungen der Gesamtbevölkerung. Dies führt dazu, dass sich die Ärzte heute mehr denn je mit den Krankheitsproblemen der Alterspatienten auseinandersetzen müssen. Die durchschnittliche Lebenserwartung eines Menschen in der Steinzeit betrug weniger als 20 Jahre, im Mittelalter 30 Jahre und um die Jahrhundertwende 46 Jahre [83]. Die heutige durchschnittliche Lebenserwartung liegt bei 70,46 Jahren für Männer und 77,09 Jahren für Frauen (BROCKLEHURST 1982) [20]. Für den erheblichen Anstieg der Lebenserwartung besonders im letzten Jahrhundert sind die Verbesserung der Hygienebedingungen und der Ernährung, die Zunahme der Geburtenkontrolle und die Fortschritte der Medizin u.a. durch die erfolgreiche Bekämpfung von Infektionskrankheiten durch zahlreiche Impfungen und den gezielten Einsatz von Antibiotika sowie die Bekämpfung von Stoffwechsel- und Herz-Kreislaufkrankungen verantwortlich.

Nach einer 1984 im Deutschen Ärzteblatt veröffentlichten Studie (EVaS-Studie) des Zentralinstitutes für die kassenärztliche Versorgung über Arztkonsultationen „Hauptanliegen und Diagnosen bei Senioren“ geht hervor, dass in der Bundesrepublik Deutschland bei den über 65-jährigen das häufigste symptomatische Hauptanliegen, einen Erstbesuch in der Praxis eines Allgemeinarztes durchzuführen, „Schwindel“ mit 8,5 % ist. Von der Beobachtungshäufigkeit her rangiert Schwindel mit 8,5 % noch vor Kurzatmigkeit (6,4 %), Medikationswunsch (5,1 %) und Herzschmerz (4,1 %) [44].

Das Comité Permanent [39] beschreibt ebenfalls eine deutliche Zunahme der älteren Bevölkerung. 1985 betrug die Zahl der Menschen, die über 65 Jahre alt waren, in den Ländern der EWG 43,5 Millionen oder 13,5 % der Gesamtbevölkerung. 20 Jahre später, im Jahr 2005, steigt diese Zahl voraussichtlich auf 51,4 Millionen Menschen bzw. 16,5 % an. 2025 werden 68,5 Millionen Menschen bzw. 21,1 % über 65 Jahre alt sein. Die Zunahme der Lebenserwartung sorgt für gesellschaftliche, psychologische und nicht zuletzt auch medizinische Probleme. Dies ist ein wichtiger Grund, sich mit den altersphysiologischen Problemen, aber auch mit den pathologischen Veränderungen sowie therapeutischen Wege und Rehabilitationsmaßnahmen des alten Menschen ernsthaft zu befassen.

Das Anliegen dieser Doktorarbeit ist es, die Altersabhängigkeit bei 7 gleichgroßen Altersgruppen a 50 Patienten deskriptiv darzustellen, zu analysieren und miteinander zu vergleichen. Dafür sind 350 Akten aus der Neurootologie der Universitäts-HNO-Klinik Würzburg ausgewertet worden.

## **II. MATERIAL UND METHODEN**

### **2.1 Neurootologisches Patientenkollektiv**

Das neurootologische Patientenkollektiv, das für die vorliegende Arbeit herangezogen wurde, besteht aus 7 Gruppen a 50 Patienten. Diese 350 Patienten sind in verschiedene Altersgruppen eingeteilt.

Gruppe 1 = 11 - 20 Jahre

Gruppe 2 = 21 - 30 Jahre

Gruppe 3 = 31 - 40 Jahre

Gruppe 4 = 41 - 50 Jahre

Gruppe 5 = 51 - 60 Jahre

Gruppe 6 = 61 - 70 Jahre

Gruppe 7 = 71 - 80 Jahre

Die Patienten wurden aus den Archiven der Jahre 2001 und 2002 der Neurootologie in Würzburg fortlaufend retrospektiv ausgewählt.

Es sind 163 weibliche und 187 männliche Patienten.

Die Daten wurden mit Hilfe des von CLAUSSEN [27,36] entwickelten Anamnesebogens NODEC III (Nodec = Neurootologische Datenerfassung Claussen) erfasst und anschließend durch ein Excelprogramm (Tabellenkalkulationsprogramm) ausgewertet.

### **2.2 Art der Anamnese NODEC III**

Da die Anamnese, als entscheidendes Verfahren zu jeder ärztlichen Diagnose, vorrangig ist, braucht man einen gut ausgedachten Bestand an Fragen, der insbesondere zur Bearbeitung wissenschaftlicher Fragen immer die gleiche Struktur haben sollte. In der Neurootologie benutzt man den Anamnesebogen NODEC III, der von Prof. Dr. med. Claussen bereits 1968 in Berlin entwickelt und seit 1971 in Würzburg aktualisiert wurde.

Anfangs werden bei NODEC III die persönlichen Daten des Patienten wie Name, Beruf, Geburtsdatum, Wohnung und Untersuchungsdatum erfasst. Anschließend teilt sich der Fragebogen in 19 Fragenabschnitte ein, wobei jeder Abschnitt unterschiedlich viele Unterpunkte besitzt.

Zuerst wird nach den Schwindelsymptomen und „Vegetativen Symptomen“, die als Begleitreaktion auftreten können, gefragt. Es sind zum Einen Schwankschwindel, Liftschwindel, Drehgefühl, Fallneigung, Black out, Unsicherheit und zum anderen Schweißausbruch, Übelkeit, Würgen, Erbrechen und Kollaps.

Es folgen Aussagen über die Schwindelauslösemechanismen wie Kinetose, Kopfdrehen, Bücken, Aufstehen und Blickwendung.

Danach schließen sich Fragen zur Dauer der Beschwerden und des einzelnen Anfalls an. Hierzu wird ein geometrisches Zeitsystem von Sekunden über Minuten zu Stunden, Tagen, Wochen, Monaten, Jahren und Jahrzehnten verwendet. Zusätzlich hat man die Möglichkeit die Kategorien langdauernd gleichmäßig und an- und abschwellend langdauernd anzukreuzen.

Weiterhin sind noch Störungen folgender Kopfsinne und Kopfnerven von Interesse. Hierzu gehören bei den Geruchsstörungen: Anosmie und Parosmie, bei den Sehstörungen: Unschärfe, Doppelbilder, Bewegungseindrücke, ruckartige Bewegungseindrücke und Blindheit, bei den Symptomen im Bereich der Ohren: Ohrensausen, Hörminderung, Taubheit und Zustand nach Ohroperation, bei den Geschmackstörungen: Ageusie und Parageusie.

Um Informationen auch über die Kopfnerven zu erhalten, fragt man nach Trigeminuszeichen und die Lokalisation einer eventuellen Facialisparesie.

Traumen und wichtige Grunderkrankungen können ebenfalls Schwindelursache sein. Es handelt sich in erster Linie um Kopf-Hals-Traumen nach Verkehrsunfall, Arbeitsunfall, Sportunfall und Hausunfall, um Neurologische Leiden, um Herz-Kreislauf-Krankheiten wie arterieller Hypertonus, arterieller Hypotonus, Arteriosklerose, Herzinsuffizienz und Zustand nach Herzinfarkt, um Diabetes mellitus und um Nierenleiden.

Schließlich befasst sich die Anamnese mit der Einnahme von Pharmaka, wie Alkohol, Nikotin, Coffein, Salicylate, Streptomycin, Gentamycin, Contraceptiva, Sedativa, Antivertiginosa und Sonstige.

Um den Verlauf beurteilen zu können, steht eine fünfstufige Skala der subjektiven Selbsteinschätzung des Krankheitsverlaufs zur Verfügung.

Am Ende ist unter der Überschrift „Sonstiges“ Raum für handschriftliche Vermerke.

Der Anamnesebogen ist nur einseitig, aber zweispaltig gedruckt. Alle 19 Abschnitte können bei Vorhandensein des jeweiligen Symptoms angekreuzt werden. Manchmal kann man noch in rechts oder links genauer verschlüsseln (siehe Abbildung 1). Da somit die Fragen vorgegeben sind, besteht nicht die Gefahr etwas Wichtiges zu vergessen. Ein weiterer Vorteil ist es, das man den Verlauf des Patienten gut darstellen und einzelne Patienten untereinander vergleichen kann. Die gute und präzise Auswahl der Fragen ermöglicht dem Arzt, eine schnelle Anamnese zu erheben und zeigt ihm ein umfassendes augenblickliches Beschwerdebild des Patienten.

N O D E C III

Spezielle neurootologische Anamnese:

Name: \_\_\_\_\_ Beruf: \_\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Wohnung: \_\_\_\_\_ Untersuchungsdatum: \_\_\_\_\_

<p>1) <u>Schwindelsymptome:</u></p> <p>a) Schwankschwindel ( )</p> <p>b) Liftgefühl ( )</p> <p>c) Drehgefühl ( ) n. rechts ( ) n. links ( )</p> <p>d) Fallneigung ( ) n. rechts ( ) n. links ( )</p> <p>e) Schwarz-Werden-Vor-Augen ( )</p> <p>f) Unsicherheit ( )</p> <p>2) <u>Vegetative Symptome:</u></p> <p>a) Schweißausbruch ( )</p> <p>b) Übelkeit ( )</p> <p>c) Würgen ( )</p> <p>d) Erbrechen ( )</p> <p>e) Kollaps ( )</p> <p>3) <u>Schwindelauslösung:</u></p> <p>a) Kinetose -Schiff, Flugzeug, Bahn, Auto- ( )</p> <p>b) Kopfdrehen ( )</p> <p>c) Bücken ( )</p> <p>d) Aufstehen ( )</p> <p>e) Blickwendung ( )</p> <p>4) <u>Dauer der Beschwerden:</u></p> <p>a) seit Stunden ( )</p> <p>b) seit Tagen ( )</p> <p>c) seit Wochen ( )</p> <p>d) seit Monaten ( )</p> <p>e) seit Jahren ( )</p> <p>f) seit Jahrzehnten ( )</p> <p>5) <u>Dauer des einzelnen Anfalls:</u></p> <p>a) 1-2 Sekunden ( )</p> <p>b) Minuten ( )</p> <p>c) Stunden ( )</p> <p>d) Tage ( )</p> <p>e) Wochen ( )</p> <p>f) Monate ( )</p> <p>g) langdauernd gleichmäßig ( )</p> <p>h) an- und abschwellend langdauernd ( )</p> <p>6) <u>Geruchsstörungen:</u></p> <p>a) Anosmie ( )</p> <p>b) Parosmie ( )</p> <p>7) <u>Sehstörungen:</u></p> <p>a) Unschärfe ( )</p> <p>b) Doppelbilder ( )</p> <p>c) Bewegungseindrücke ( ) ruckartige ( )</p> <p>d) Blindheit - rechts ( ) links ( )</p> <p>8) <u>Ohrensymptome:</u></p> <p>a) Ohrensausen - rechts ( ) links ( )</p> <p>b) Hörverminderung - rechts ( ) links ( )</p> <p>c) Taubheit - rechts ( ) links ( )</p> <p>d) Zust. n. Ohr-OP - rechts ( ) links ( )</p>	<p>9) <u>Geschmacksstörungen:</u></p> <p>a) Ageusie ( )</p> <p>b) Parageusie ( )</p> <p>10) <u>Trigeminuszeichen</u></p> <p>rechts ( )</p> <p>links ( )</p> <p>11) <u>Facialisparese:</u></p> <p>a) peripher rechts ( ) links ( )</p> <p>b) zentral rechts ( ) links ( )</p> <p>12) <u>Kopf-Hals-Trauma:</u></p> <p>a) Verkehrsunfall ( )</p> <p>b) Arbeitsunfall ( )</p> <p>c) Sportunfall ( )</p> <p>d) Hausunfall ( )</p> <p>13) <u>Neurologische Leiden:</u> ( )</p> <p>14) <u>Herz-Kreislauf-Leiden:</u></p> <p>a) Hypertonus ( )</p> <p>b) Hypotonus ( )</p> <p>c) Arteriosklerose ( )</p> <p>d) Herzinsuffizienz ( )</p> <p>e) Zustand nach Herzinfarkt ( )</p> <p>15) <u>Diabetes Mellitus:</u> ( )</p> <p>16) <u>Nierenleiden:</u> ( )</p> <p>17) <u>Pharmaka oder Genußmittel:</u></p> <p>a) Alkohol ( )</p> <p>b) Nikotin ( )</p> <p>c) Coffein ( )</p> <p>d) Salicylate ( )</p> <p>e) Streptomycin ( )</p> <p>f) Gentamycin ( )</p> <p>g) Contraceptiva ( )</p> <p>h) Sedativa ( )</p> <p>i) Antivertiginosa ( )</p> <p>j) Sonstige ( )</p> <p>18) <u>.....-Untersuchung, Beschwerden:</u></p> <p>a) unverändert ( )</p> <p>b) leicht gebessert ( )</p> <p>c) deutlich gebessert ( )</p> <p>d) leicht verschlechtert ( )</p> <p>e) deutlich verschlechtert ( )</p> <p>19) <u>Sonstiges:</u></p>
---	---

Abbildung 1:

Anamnesebogen NODEC III mit vorgedruckten Fragepunkten.

### 2.3 Polygraphische Elektronystagmographie (ENG)

Die elektrophysiologische Beurteilung des Nystagmus hat sich vor allen in der Hals-Nasen-Ohrenärztlichen, neurologischen und augenärztlichen Diagnostik etabliert, unter anderem zur Differentialdiagnostik des Schwindels, bei Gleichgewichtsstörungen, als ergänzendes Verfahren bei fraglicher Encephalomyelitis disseminata und zur Untersuchung von Sehstörungen.

In der Neurootologie benutzt man die Nystagmusanalyse, um sowohl die sensomotorischen Prüfungen objektiv darzustellen und zu dokumentieren, als auch quantitativ und qualitativ auswerten zu können. Ihre Ergebnisse sind sowohl mit geöffneten als auch mit geschlossenen Augen verwertbar und sie können auch bei Säuglingen und bettlägerigen Patienten verwendet werden. Hierfür macht man sich zu Nutze, dass das Auge ein Dipol ist, wobei an der Cornea eine positive und an der Retina eine negative Ladung besteht. Die Nystagmusreaktion kann als elektrische Potentialverschiebung bzw. Widerstandsänderung über den sich bewegenden Augenbulbus durch an definierten Hautpunkten befestigten Elektroden registriert und durch einen Elektronystagmographen graphisch veranschaulicht werden.

Es handelt sich um Augenbewegungsmuster, die durch Reizung des Labyrinths, des Auges oder des Halses entstehen, die eine langsame Augenablenkungsbewegung und eine schnelle richtungsangebende Augenrückstellbewegung aufweisen. Das dreieckförmige Nystagmussignal entsteht im zentralnervösen Nystagmusgenerator als Reaktion auf einen Rezeptorreiz und eine darauffolgende Verarbeitung im ZNS, welche vergleichbar mit einer Input-Output-Beziehung ist (siehe Abbildung 2 und 3).



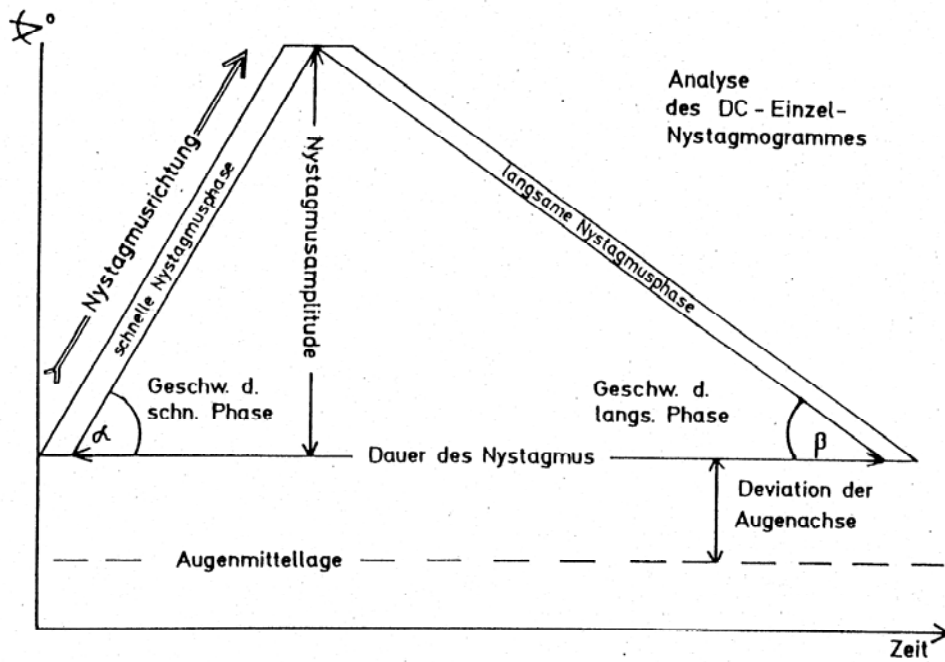


Abbildung 2:  
Funktionsbild eines okulären Nystagmusschlages als Weg-Zeit-Diagramm  
(Claussen, 1969)

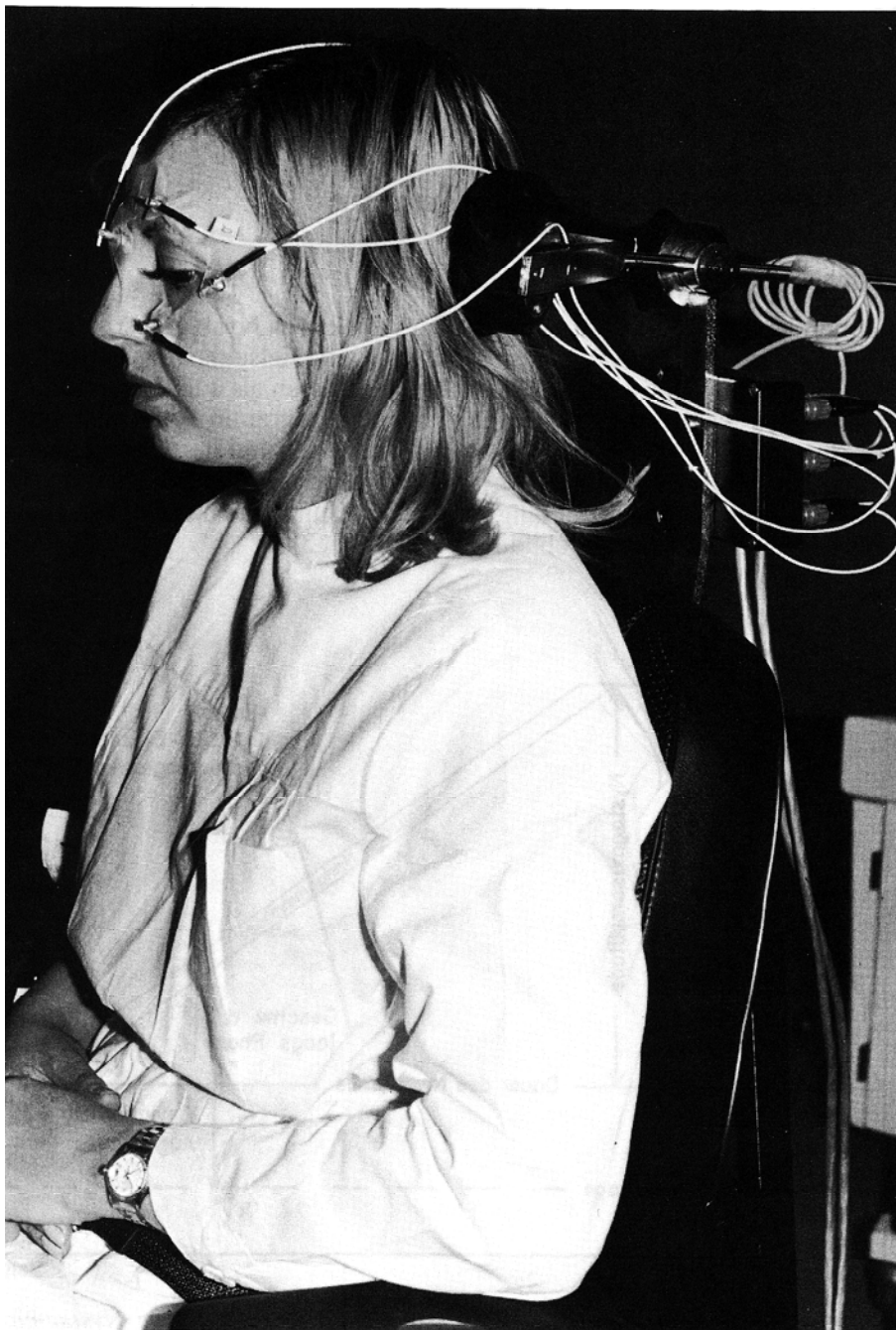


Abbildung 3:  
Probandin mit angelegten ENG-Elektroden zur Aufzeichnung der  
Mehrspurelektronystagmographie

## 2.4 Spontannystagmus

Der Spontannystagmus, der in Ruhe auftritt, sollte bei allen experimentellen Prüfungen mittels ENG gemessen werden, da er die Grundaktivität des zentral nervösen Nystagmusgenerators anzeigt. Der Spontannystagmus ist lageabhängig und wird von der Beleuchtungsstärke im Raum beeinflusst. Er wird durch Schließen der Augen und Dunkelheit gesteigert und durch Öffnen der Augen, durch Belichtung sowie Blickfixierung gehemmt. Im Liegen ist er um 1/4 bis 1/3 stärker als im Sitzen. Es gibt diese Unterschiede, weil beim Menschen das okuläre System in der Hierarchie der Sinnesorgane höher angelegt ist als das vestibuläre System. Man sollte jedoch wissen, dass auch der normale Mensch (CLAUSSEN [27,28,33,34,36], COATS [38], RUBIN [81], NORRIS [73]) bei Betrachtung der Augenbewegung im Elektronystagmogramm Spontannystagmen in großem Ausmaße aufweist. Deshalb wertet man den vorhandenen Spontannystagmus allein nicht mehr als Gleichgewichtsfunktionsstörung. Wichtig ist es genormte Messbedingungen zu schaffen, damit einzelne Werte miteinander verglichen werden können und man den Standard bilden kann.

Ein repräsentativer Parameter zur Präsentation der maximalen senso-motorischen Leistung des vestibulo-okulären Systems ist die Nystagmusschlagrate in einem Zeitraum von 30 sec; sie wird nach CLAUSSEN [27,36] auch zentrale Nystagmusfrequenz genannt. Sie wird, wie auch die Kalorisation in Rückenlage bei geschlossenen Augen im Dunkeln monokulär horizontal und vertikal 60 sec lang aufgezeichnet. Ausgezählt wird dabei nur das zweite 30 sec-Intervall, damit man möglichst gleichbleibende Hintergrundbedingungen erzeugt. Die Norm des rechtsschlägigen Spontannystagmus in Kalorisationsposition liegt bei 0–17 Nystagmusschlägen innerhalb einer Zeitspanne von 30 sec bzw. bis 0,55 Hz. Pathologische Befunde erwartet man bei 24 Nystagmusschlägen pro 30 sec.

Demgegenüber erstreckt sich bei linksgerichtetem Spontannystagmus in Kalorisationsposition der Normbereich von 0–19 Nystagmusschlägen pro 30 sec bzw. bis 0,6 Hz. Nächster Parameter ist die Nystagmusamplitude, mit der die Intensität des Spontannystagmus bestimmt werden kann. Hierzu wird die Hüllkurve des Spontannystagmus parallel angezeichnet. Jetzt wird die Entfernung der Parallelen

gemessen und in Mikrovolt bzw. Winkelgrad umgerechnet. Der Normbereich des rechtsgerichteten Spontannystagmus in Kalorisationsposition ist 30–135  $\mu\text{V}$ . Dieser Wert kann jedoch im hohen Lebensalter niedriger sein als bei jungen Patienten. Die Nystagmusamplitude wird in das Schmetterlingskennlinienschema III nach CLAUSSEN [27,36] eingegeben. Weiterhin kann aus der Elektronystagmographie auch die Geschwindigkeit der langsamen Nystagmusphase beim Spontannystagmus gemessen werden. Man ermittelt die zwischen langsamer Nystagmusphase und 0-Linie liegenden Winkel von 10 nebeneinander im Kumulationsbereich liegenden Nystagmusschlägen und errechnet das arithmetrische Mittel. Der Normbereich des rechtsgerichteten Spontannystagmus ist 0–12 Grad pro Sekunde und der für den linksgerichteten Spontannystagmus ist 0–14 Grad pro Sekunde. Das Ergebnis wird graphisch in das Schmetterlingskennliniendiagramm Typ 4 eingetragen.

Um die Basisaktivität für den rotatorischen Intensitätsdämpfungstest (RIDT) ermitteln zu können, wird der Spontannystagmus mit geschlossenen Augen im Dunkeln auf einem Drehstuhl sitzend gemessen. 0–11 Schläge pro 30 sec ist der Normbereich für den rechtsgerichteten und 0–14 Schläge pro 30 sec ist der Normbereich für den linksgerichteten Spontannystagmus. Nach CLAUSSEN [27,34,36] ist die in der Literatur gebräuchliche Differenzierung zwischen Spontan- und Lagenystagmus nicht möglich, da jeder Spontannystagmus durch die jeweilige Lage des Körpers im Raum beeinflusst wird.

## **2.5 Die kalorische Vestibularisprüfung (Schmetterlingsvestibulogramm)**

Die kalorische Bogengangsreizung, die durch BARANY [11] entdeckt wurde, ist die bedeutendste vestibuläre Gleichgewichtsfunktionsprüfung. Hierbei bestimmt man die Reizreaktionsbeziehung der einen Seite unabhängig von der anderen Seite, indem man den aufgetretenen Nystagmus mittels Temperaturgradienten darstellt. Beim liegenden Patienten mit um 30 Grad angehobenem Kopf erzeugt der kalorische Warmreiz einen ipsilateralen Nystagmus, der kalorische Kaltreiz einen kontralateralen Nystagmus.

Um die Rahmenbedingung der Kalorisation möglichst konstant zu halten gibt CLAUSSEN [27,29,36] die Kalorisationsposition an. Dies bedeutet, man legt den Patienten in entspanntem Zustand horizontal mit geschlossenen Augen auf einen spezifischen Lagerungstisch, dessen Kopfende um 30 Grad angehoben ist. Durch diese Kopfstellung wird der laterale Bogengang in Vertikalstellung gebracht. Ferner wird als kalorischer Standardversuch die Spülung mit 20 ml 30° C bzw. 44° C warmen Wasser 30 Sekunden lang benutzt. Der Abstand von Stimulus zu Stimulus beträgt etwa 6–8 Minuten. Die Wassertemperatur kann man dem von FITZGERALD und HALLPIKE [45] angegebenen Temperaturschemen entnehmen. Die Spülung erfolgt durch einen zuvor eingelegten und fixierten Spülkatheter. Aus dem Gehörgang heraus fließendes Wasser wird durch ein an der Ohrmuschel angebrachtes Plastiksäckchen aufgefangen. Hierdurch erzielt man eine Reizoptimierung, Schutz vor verfälschten Reizen und vermeidet Muskelartefakte durch Einnässen. Bei Patienten mit inflammatorischer oder traumatischer Perforation des Trommelfells wird die kalorische Reizung mit geschlossenen Augen monothermal bei 21° C mit 5 Liter Sauerstoff jeweils 30 Sekunden lang durchgeführt.

Die zentrale Nystagmusfrequenz nach CLAUSSEN [27,34,36], die als Kumulationsbereich der Nystagmen während 30 Sekunden festgelegt ist, wird zur Charakterisierung der kalorischen Vestibularisreaktion benutzt. Hier treten hinsichtlich der Größe und Häufigkeit die meisten Nystagmen auf. Danach wird die zentrale Nystagmusschlagrate in das von CLAUSSEN [27,34,36] entwickelte Schmetterlingsschema eingetragen. Das Schema ist aus 4 Quadranten aufgebaut, in die man diese einzelnen Reaktionen als Kennlinien einträgt. Dies geschieht wie folgt: Links der Ordinate die Reaktion des rechten Ohrs, rechts die des linken Ohrs. Der Rechtsnystagmus erhält seinen Platz oberhalb der Abszisse, der Linksnystagmus darunter (siehe Abbildung 4).

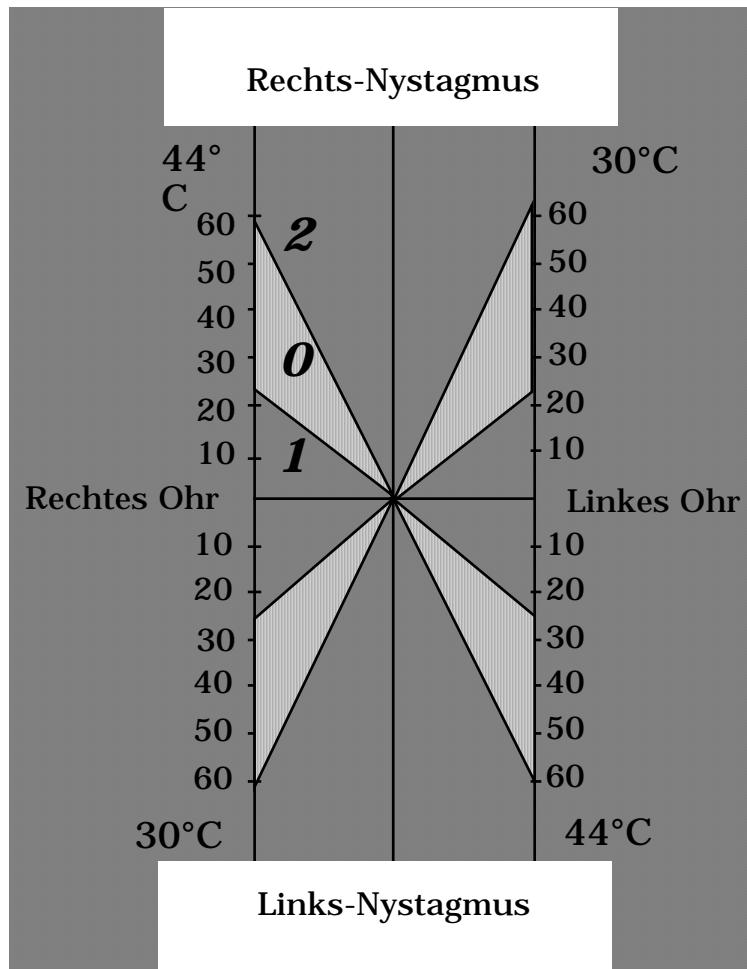


Abb. 4: Schmetterlingskalorigramm nach CLAUSSEN

Die Normbereiche für die Vestibulariskalorisation sind nach CLAUSSEN (NODEC III) [34]:

Rechts 44°: 19,5–56,1 Nystagmusschläge pro 30 sec

Rechts 30°: 24,3–63,9 Nystagmusschläge pro 30 sec

Links 44°: 22,5–59,7 Nystagmusschläge pro 30 sec

Links 30°: 22,5–65,7 Nystagmusschläge pro 30 sec

Vorteilhaft ist es, dass die Normbereiche in das Schmetterlingsschema eingezeichnet sind. Hierdurch kann man ablesen, ob ein normaler oder pathologischer Befund vorliegt. Bei einem Normalbefund liegen alle 4 Kennlinien innerhalb der schraffiert gezeichneten Normbereiche. Dagegen liegen bei einem pathologischen Befund eine

oder mehrere Kennlinien außerhalb der Bereiche. Die hierdurch mögliche Differenzierung zwischen peripherer und zentraler Gleichgewichtsfunktionsstörung ist diagnostisch von großer Bedeutung.

CLAUSSEN [27,34,36] erkennt eine zentrale Störung z. B. am Enthemmungsmuster vom „Typ des großen Schmetterlings“, bei dem mindestens 3 oder sogar alle 4 kalorischen Reaktionen über den Normalbereich herausstechen. Ebenfalls ist der Hinweis auf eine zentrale Störung ein bilateral asymmetrisches Bild mit einseitiger Über- und gegenseitiger Normalfunktion oder auch einseitiger Über- und gegenseitiger Unterfunktion.

Für eine periphere Störung spricht sowohl der einseitige Warmverlust mit spontanem Ausfallnystagmus zur Gegenseite, der sich als „3-flügeliger Schmetterling“ darstellt, als auch das als „einseitig kleiner Schmetterling“ bezeichnete Reaktionsmuster des einseitigen Warm- oder Kaltverlustes bei gegenseitiger Normfunktion.

Von kombinierten Störungen spricht man, wenn zentrale und periphere Störungen nicht klar zu trennen sind, da hier Befunde vorliegen, die sowohl für eine zentrale als auch periphere Störung sprechen.

Nach Eintragen der Reaktionskennlinien ergeben sich verschiedene Schmetterlingsmuster, die auch durch einen numerischen Trinären Code dargestellt werden können. Eine Nystagmusreaktion innerhalb des Normbereiches erhält die Kennziffer 0, eine Unterfunktion bzw. Nystagmushemmung die Kennziffer 1, eine Überfunktion bzw. Nystagmusenthemmung die Kennziffer 2. Die 4 Ziffern, die hintereinander geschrieben den Trinären Code bilden, beziehen sich vereinbarungsgemäß von links nach rechts gelegen auf folgende Reaktionskennlinien: Rechts 44° C, Rechts 30° C, Links 44° C, Links 30°C. Anhand des Trinären Codes ist es möglich, statistische Kategorien für typische zentrale und periphere Läsionsmuster festzulegen. Die zentralen Störungen lassen sich hinsichtlich ihres Entstehungsortes weiter unterscheiden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Trinär-codes der verschiedenen Läsionsmuster

Normalbefund	(0000)
Periphere vestibuläre Hemmung	(1100,1000,0011,0010)
Zentrale Nystagmushemmung	(1001,0110)
Allgemeine Hemmung	(1111)
Supratentorielle zentrale Nystagmushemmung	(2002,0220)
Infratentorielle Nystagmushemmung	(2200,0022)
Hirnstammenthemmung	(0002,0020,0200,2000, 2020,0202,2022,2202,2222)
Kombinierte Hemmungs- und Enthemmungsmuster	(0012,1020,2110,etc.)

Die Grundparameter des kalorischen Tests sind die zentrale Nystagmusfrequenz, die Nystagmusamplitude im Kumulationsbereich, die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase im Kumulationsbereich und die Kumulationslatenz, die als Zeit vom Spülbeginn bis zum Zeitraum des Frequenzmaximums definiert ist.

## 2.6 Der Rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)

Eine weitere diagnostische Möglichkeit im Bereich der vestibulo-okulären Nystagmusregulation bietet der RIDT nach CLAUSSEN [27,30], der wie die kalorische Vestibularisprüfung eine vestibuläre Gleichgewichtsfunktionsprüfung ist. Die Grundlage des Verfahrens ist die bilaterale Reizung der horizontal gestellten lateralen Bogengänge durch Drehbeschleunigung. Man erhält einen perrotatorischen Reiz, der supraliminal ist, und postrotatorischen Reiz, der supramaximal ausgelegt ist.

Beim RIDT wird ein binauraler Beschleunigungsstimulus, der genau messbar und abgestuft werden kann, benutzt. Dadurch kann man den Stimulus genau dosieren. Demgegenüber wird bei der Kalorimetrie mit dem Schmetterlingschema ein monoauraler Stimulus benutzt.



Beim RIDT befindet sich der Patient mit geschlossenen Augen in einem abgedunkelten Raum, damit er einen gleichzeitigen optokinetischen Nystagmus vermeidet. Er sitzt mit 30° anteflektiertem Kopf aufrecht auf einem elektronisch programmierbaren Drehstuhl (z. B. Hortmann-Drehstuhl). Diese Stellung des Kopfes hat den Vorteil, dass die lateralen Bogengänge in Horizontalstellung gebracht werden und somit in der Ebene der Drehbeschleunigung liegen.

Zuerst wird der Spontannystagmus auf den Drehstuhl sitzend mit geschlossenen Augen aufgezeichnet, um die Basisaktivität des Nystagmus generierenden Systems festzustellen. Die perrotatorische Nystagmusschlagzahl misst man, in dem man den Drehstuhl mit einer konstanten Drehbeschleunigung von 3° pro s<sup>2</sup> innerhalb von 30 sec auf eine Endgeschwindigkeit von 90° pro Sekunde bringt. Hierdurch erreicht man einen genau abstufbaren supraliminalen, das heißt über der Reizschwelle liegenden, rechteckförmigen Reiz für die beiden Bogengänge; dies löst einen Nystagmus in Drehrichtung aus.

Die nächsten 3 Minuten wird die Geschwindigkeit konstant gehalten, damit in der Stimuluspause die Cupulae in die Ausgangspositionen zurückkehren können. Die perrotatorische Nachschwankung klingt somit aus.

Danach wird zur Messung der postrotatorischen Schlagsumme der Drehstuhl binnen 0,3 Sekunden plötzlich abgebremst, was einen supramaximalen Beschleunigungsimpuls von 270 Grad pro s<sup>2</sup> darstellt. Dieser Impuls liegt deutlich über der Diskriminationsgrenze des Vestibularisapparates von 180 Grad pro s<sup>2</sup>. Postrotatorisch wird ein Nystagmus entgegen der Drehrichtung erzeugt.

Der gleiche Versuch, nur diesmal in entgegen gesetzter Richtung wird nach einer Pause von 3 Minuten gestartet.

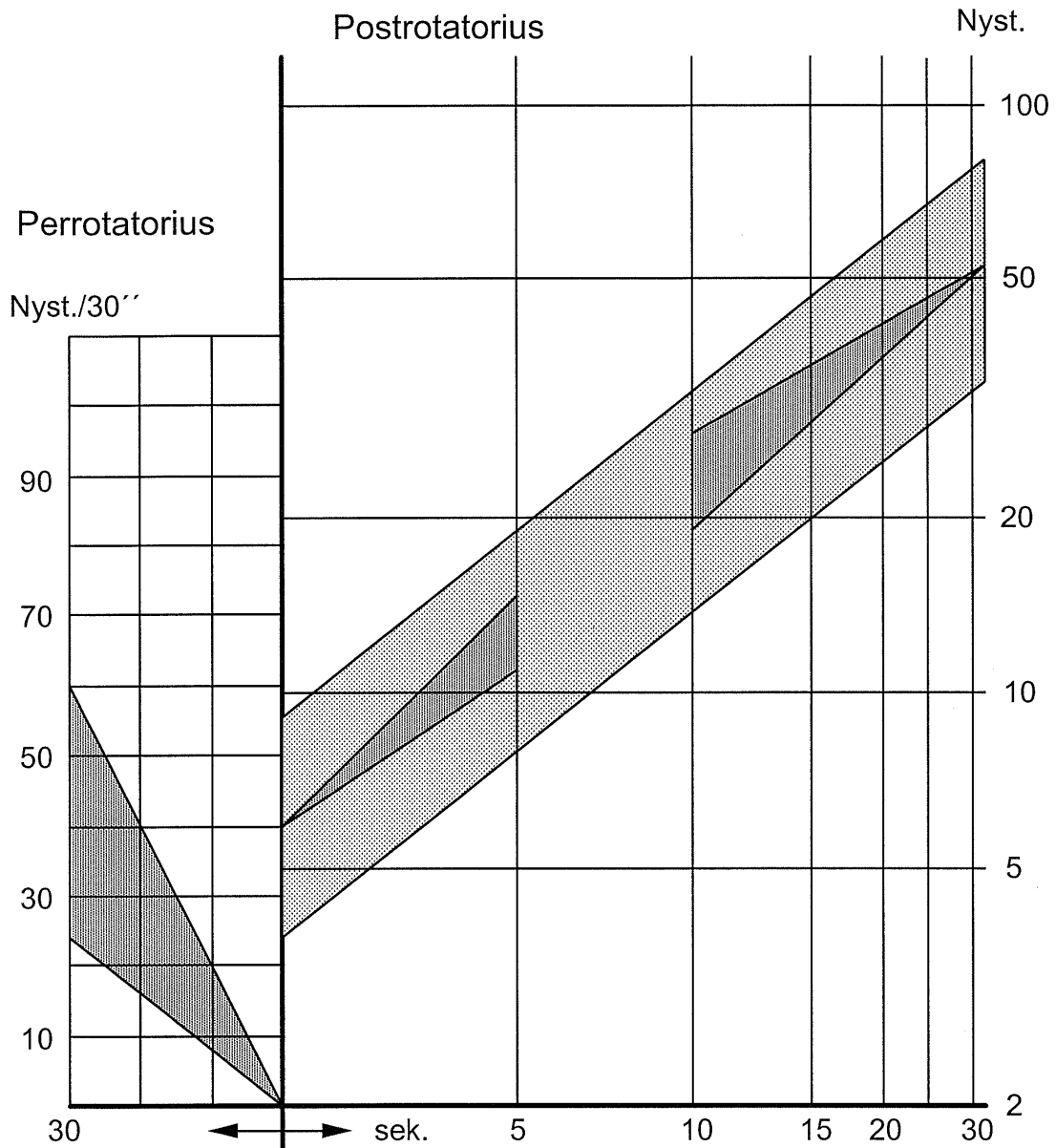
Nachteilhaft ist, dass durch die beidseitige Rezeptorstimulierung keine eindeutige Seitenzuordnung zu einem einzigen Innenohr-Bogengangssystem erfolgen kann.

Zur Auswertung des RIDT erstellt man die perrotatorische Kennlinie, indem man die Schlagratensumme (= Schlagzahl) des perrotatorischen Nystagmus (Perrotatorius I) während der Kumulationszeit in den linken Bereich des RIDT-Kennlinienschemas einträgt. Im Gegensatz dazu wird die postrotatorische Reaktion rechts im RIDT-Kennlinienschema dargestellt. Man muss jedoch eine doppelt-logarithmische Abbildung heranziehen, um die hyperbelförmige Reaktion linear darzustellen. Im einzelnen werden die postrotatorischen Nystagmusschläge während der ersten 30 sec nach der Bremsung in 5 sec Intervall ausgezählt und fortlaufend addiert. Deshalb kann man für jede Dreh- bzw. Nystagmusschlagrichtung 6 Schlagzahlen errechnen. Anschließend trägt man die Werte im RIDT = Kennlinienschema ein und verbindet sie miteinander. Der Rechtsnystagmus stellt sich als durchgezogene Linie dar, der Linksnystagmus als gestrichelte Linie.

Diese Methode der graphischen Darstellung des rotatorischen Tests entwickelte CLAUSSEN [27,30,36], um ähnlich wie beim Schmetterling die Ergebnisse in ein synoptisches Bild aufzutragen, wodurch sie leicht per primam vistam zu interpretieren sind.

Die perrotatorischen und postrotatorischen Kennlinien stellen sich L-förmig dar. In diesem L-Schema befindet sich links der Ordinate der Bereich des Perrotatorius I, in dem die Nystagmusschläge gegen die Zeit linear abgetragen werden, und rechts neben der Ordinate der Bereich des Postrotatorius 1 mit seiner doppel-logarithmischen Darstellung.

Man kann, wie auch beim Schmetterling, zwischen verschiedenen Musterkonfigurationen unterscheiden, da innerhalb des RIDT-Kennlinienschemas nach CLAUSSEN [27,30,36] Normbereiche eingezeichnet sind. Bei NODEC III liegt der Normbereich für den perrotatorischen Rechtsnystagmus zwischen 26,4 und 64,6 Nystagmusschlägen, für den linksgerichteten perrotatorischen Nystagmus zwischen 24,4 und 61 Schlägen (siehe Abbildung 5).



NYSTAGMUS	Rechtsgerichtet (———)		Linksgerichtet (---)	
	Schlagzahl	Schlagsumme	Schlagzahl	Schlagsumme
Perrotatorius				
Postrotatorius				
0.- 5. Sek.				
6.-10. Sek.				
11.-15. Sek.				
16.-20. Sek.				
21.-25. Sek.				
26.-30. Sek.				
Spontannystagmus				

Abbildung 5:  
L-Schema. Rotatorischer Intensitäts-Dämpfungstest (RIDT) nach CLAUSSEN

Beim RIDT wendet man wiederum den Trinären Code an.

0 = Kennlinie im Normbereich

1 = Kennlinie unterhalb des Normbereiches = Hemmungsverhalten = zentral oder peripher lokalisierbare Vestibularisstörung

2 = Kennlinie oberhalb des Normbereiches = Enthemmungsverhalten = zentrale Gleichgewichtsstörung

Man erhält eine 4-stellige Codierung, die mit der perrotatorischen rechten Kennlinie beginnt, dann perrotatorische linke Kennlinie und postrotatorische linke Kennlinie bis zur rechten postrotatorischen Kennlinie.

Topodiagnostisch beweisend ist erst die Kombination des RIDT mit anderen äquilibriometrischen Tests, wie z. B. dem CCG oder dem Schmetterlingskalorigramm.

Der RIDT hat hohe Aussagekraft über höhere Strukturen im Nystagmus generierenden System als dies mit der kalorischen Reaktion möglich ist. Man gewinnt viele Informationen über mesencephale und diencephale Läsionen. Dagegen treten die pontinen und die archäo- und paläo-cerebellären Läsionen im kalorischen Test bzw. in einem Pendeltest besser in Erscheinung.

## **2.7 Vestibulärer Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich (VRRSV)**

Der VRRSV wird durchgeführt, um die kalorische Warmreaktion und die gleichgerichtete perrotatorische Reaktion des RIDT miteinander zu vergleichen. Dies ist möglich, da beide Reizformen einen ähnlich starken maximalen Stimulusgipfel aufzeigen und damit den gleichen Effekt am Rezeptor bewirken. Der perrotatorische Reiz hat einen starken stufenförmigen Stimulus und der kalorische Reiz hat im Gegensatz dazu einen schwachen rampenförmigen Stimulus (siehe Abbildung 6). Hierzu kombiniert man für den VRRSV des Rechtsnystagmus den kalorischen Warmreiz des rechten Ohrs mit dem perrotatorischen Rechtsnystagmus und für den

VRRSV des Linksnystagmus den kalorischen Warmreiz des linken Ohrs mit dem perrotatorischen Linksnystagmus.

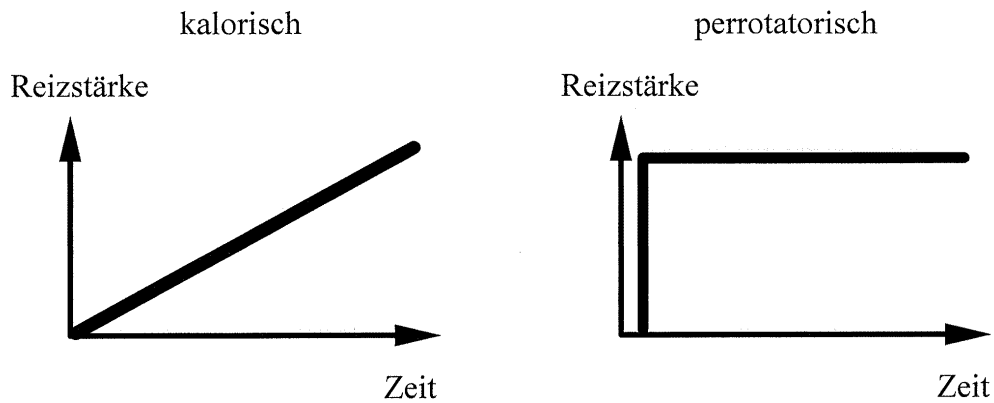


Abbildung 6:

Graphische Darstellung von kalorischen und perrotatorischen Vestibularisreiz

Aus diesem Vergleich kann man jetzt erkennen, ob es sich um ein paralleles Normverhalten handelt, ob es sich um ein paralleles Hemmungsverhalten, z. B. bei einer peripheren Vestibularisstörung oder ob es sich um ein paralleles Enthemmungsverhalten im Falle von zentralen Nystagmusenthemmungen handelt. Darüber hinaus können noch die 3 Haupttypen des VRRSV dargestellt werden. Es sind vestibuläre Parallelverhalten, Enthemmungsverhalten und Hemmungsverhalten.

Das Dekruitment, die zentrale Nystagmusblockierungserscheinung, z.B. bei MS, Basilarisinsuffizienz und ähnlichen Hirnstammstörungen, liegt vor, wenn der schwächere kalorische Stimulus in der Lage ist, eine normale Reaktion zu erzeugen, während der stärkere perrotatorische Stimulus aber nur dazu ausreicht, eine unternormale Reaktion zu erzeugen.

Beim vestibulären Rekrutment ist die kalorische Reaktion unter der Norm, während die gleichgerichtete perrotatorische Reaktion in der Norm gelegen ist.

„Es gibt Rekrutment- und Dekrutment- Phänomene, bei denen die postrotatorische Reaktion normal, übernormal oder unternormal verläuft, unabhängig von dem Ausmaß der perrotatorischen Reaktion. Rückschlüsse vom Postrotatorius auf die beiden anderen genannten vestibulären Nystagmusreaktionen sind heute noch sehr fragwürdig.“ (CLAUSSEN,1986) [28,36]

In Abbildung 7 sind die neun verschiedenen Typen des vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke- Vergleichs (VRRSV) dargestellt.

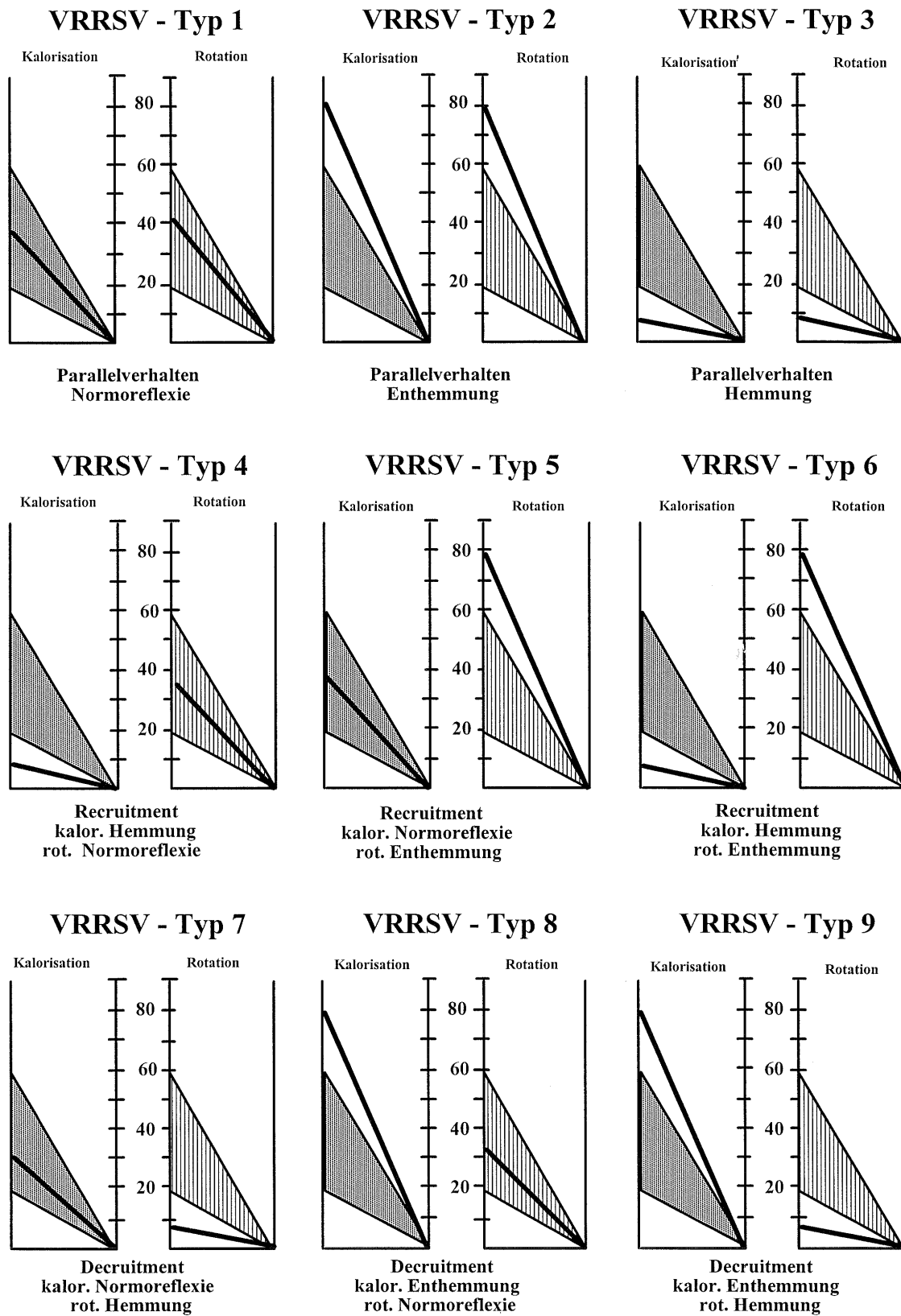


Abbildung 7:  
 Befundtypen des vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleichs (VRRSV)

## 2.8 Der optokinetische Nystagmus (OKN)

Der OKN, der zu den okulomotorischen Reflexen gehört, ist eine kompensatorische Bewegung des Auges, um eine Bildkonstanz bei bewegter Umwelt zu erzielen. Diese Bewegung ist kombiniert mit schnellen, reflektorischen Rückstellbewegungen des Bulbus und unwillkürlich von retinalen Signalen ausgelöst.

Während der langsamen Nystagmusphase folgt das Auge einem sich bewegenden Objekt und während der schnellen Nystagmusphase stellt sich die Sehachse wieder zurück. Man nennt den OKN auch den „Eisenbahnnystagmus“, weil man ihn bei aus dem Fenster blickenden Zugreisenden beobachten kann.

Davon muss man allerdings noch den sogenannten foveolären optokinetischen Nystagmus unterscheiden. Hier handelt es sich um eine willkürliche Folgebewegung der Augen zum Betrachten sich bewegender Objekte in ruhender Umgebung (z. B. Schlittschuhläufer auf der Eisbahn).

Der OKN zeigt die okulomotorische Störung vom retino-okulären Typ an. Dies geschieht mit dem sogenannten optokinetischen Freifeldnystagmus, der während der Drehung gemessen wird.

Der Patient wird mit geschlossenen Augen auf einen Drehstuhl gesetzt. Dann wird der Raum abgedunkelt und der Patient mit einer Geschwindigkeit von 90 Grad pro Sekunde gedreht. Nach 90 Sekunden wird das Licht wieder eingeschaltet, und er wird gleichzeitig aufgefordert, seine Augen zu öffnen. Danach werden die Nystagmusschläge im Zeitraum zwischen der 20. und 50. Sekunde ab dem Zeitpunkt der gleichmäßigen Drehung mit geöffneten Augen elektronystagmographisch registriert. Nach 30 Sekunden wird, bei gleichzeitigem Erlöschen des Lichtes, der Patient erneut aufgefordert die Augen zu schließen. Die folgenden 30 Sekunden werden genutzt um die Nystagmusschläge für den optokinetischen Nach- (After-) Nystagmus (OKAN) aufzuzeichnen.



## 2.9 Blickpendelfolge (BPF)

Die Blickpendelfolge ist eine optisch-biologische Eichung, die vor jeder retino-okulären und vestibulo-okulären Untersuchung erfolgen muss. Ziel der Untersuchung ist es, eine individuelle biologische ENG-Eichung vorzunehmen, diese ist Grundlage für jede elektronystagmographische Untersuchung. Zusätzlich stellt die Blickpendelfolge selbst einen optokinetischen Versuch dar.

In der Regel erstreckt sich der Blickbereich des Patienten von  $\pm 15^\circ$  um die horizontale Augenachse nach beiden Seiten von der Blickgeraden und  $10^\circ$  nach oben sowie  $15^\circ$  nach unten.

Bei der Blickpendelfolge liegt der Patient in Rückenlage horizontal auf einem kardanischen Lagerungstisch. Ein galgenförmiges physikalisches Pendel, das  $\pm 20^\circ$  um seine Mittellage schwingt, befindet sich senkrecht über dem Kopf des Patienten. Am äußeren Ende des Pendels ist eine Glühbirne angebracht. Somit ist der Patient gezwungen, jeweils  $5^\circ$  in die seitlichen Blickfelder hinein zu sehen, damit er die Amplitude von  $40^\circ$  erreicht. Um das Folgeverhalten zu optimieren, sollte die Pendelfrequenz 0,3 Hz betragen.

Es werden 10 Pendelumläufe elektronystagmographisch registriert, wobei die ersten 5 Zyklen zur Vorbereitung der Probanden dienen und nur die letzten 5 Zyklen zur Auswertung herangezogen werden. Findet man in diesen 5 Zyklen mehr als 10 Nystagmen in der einen oder in der anderen Richtung, so betrachtet man dies als eine überhöhte optisch auslösbare Nystagmusaktivität. Da man normalerweise eine glatte Sinuskurve erhält, sind „sakkadierte“ (treppenförmige) Kurvenläufe bzw. Augenbewegungen pathologisch. Hiermit sind die horizontalen qualitativen Bewegungsabläufe der Augen gut zu bewerten. Für die biologische optische Eichung wird die Augenamplitude gemessen. Zusammen mit der elektrischen Eichung kann nun der individuelle Wert des corneo-retinalen Potential in Mikrovolt ( $\mu\text{V}$ ) für  $1^\circ$  Augenbewegung ermittelt werden.

Zusätzlich kann man eine Aussage über die Synchronität bzw. Asynchronität beider Augen während der Folgebewegung über die Potentialänderung pro 1° Augenbewegung und über die Häufigkeit von optokinetischen Nystagmen treffen.

Schließlich können beim monokulären Ableitungsmodus okulomotorische Paresen der Augenmuskeln entdeckt werden. Somit kann man Fehlinterpretationen der Kurven, z. B. den Nystagmusausfall, vermeiden.

## 2.10 Tonaudiometrie

Die Diagnostik von Hörstörungen wird als Audiometrie bezeichnet. Zur Differenzierung der verschiedenen Hörstörungen nach topographischen Gesichtspunkten sollte man immer eine Stufendiagnostik anwenden. Zusätzlich sollte man darauf achten, dass vor jeder audiometrischen Untersuchung der Gehörgang und das Trommelfell zu inspizieren sind und ggf. vorhandene Zeruminalpfropfe entfernt werden müssen.

Die Tonaudiometrie ist die am häufigsten durchgeführte Untersuchungsmethode in der Audiometrie, da sie die Grundlage der gesamten audiologischen Diagnostik ist. Jede weitere Untersuchung beruht auf diesem Verfahren. Sie ist ein subjektives Verfahren zur Prüfung der Hörschwelle und des Sprachverständnisses.

Das Tonaudiogramm besteht aus einem standardisierten Formular, in dem die normale Hörschwelle als gerade Linie dargestellt ist, die für alle Frequenzen einen Hörverlust von 0 dB bezeichnet. Höhere Schwellenwerte, die angeben, um wie viel dB die Hörschwelle eines Patienten über der normalen Hörschwelle liegen, werden weiter nach unten eingetragen. Wenn die Reintonschwelle z. B. im Bereich von 10 dB liegt, spricht man von einem „Hörverlust von 10 dB“. Zur Prüfung der Luftleitung werden bei der Tonschwellenaudiometrie dem Patienten über einen Kopfhörer verschieden reine, d. h. obertonfreie Töne innerhalb eines Frequenzspektrums von 125 – 8000 Hz nach einander angeboten. Dieses erfolgt bei jedem Ohr getrennt. Angefangen vom sicher

unterschwelligem Bereich erhöht man den Schalldruck langsam bis der Patient eine Hörempfindung angibt. Dieser dazu nötige Schalldruck wird dann in das Audiogramm in die jeweilige Spalte eingetragen.

## **2.11 Die Cranio-Corpo-Graphie (CCG)**

Die Cranio-Corpo-Graphie nach CLAUSSEN [27,31,32,35,36] ist eine leicht erkennbare Methode, die durch einen geringen technischen Aufwand gekennzeichnet ist. Sie hält sensomotorische Kopf-Körper-Reaktionen, z. B. die Ergebnisse des Tretversuches nach UNTERBERGER [87] und des Stehversuches nach ROMBERG [77], photooptisch aus der Sicht von oben fest und wertet sie qualitativ und quantitativ aus. Hierfür maskiert man den Kopf mittels Helm und Glühlampe über der Stirn und Hinterhaupt. Zusätzlich werden beide Schultern mit Glühlampen versehen, die über dieselben Spannungsquellen wie die Glühlampen im Helm versorgt werden.

Jetzt führt man bei abgedunkeltem Raum und verbundenen Augen zur vestibulo-spinalen Prüfung den Tretversuch nach UNTERBERGER [87] und FUKUDA [51] mit 100 Schritten auf der Stelle durch. Die Kopf-Schulter-Bewegungsmuster werden als Leuchtspur über eine Sofortbildkamera mittels Dauerbelichtung registriert. Weil die Aufnahme über einen Spiegel über den Kopf des Patienten erfolgt (Abbildung 8), wird die linke Seite des Patienten auf der rechten Seite des Bildes abgebildet und umgekehrt. Zur quantitativen Auswertung wird nach Beendigung des Tretversuches in Kopfhöhe des Patienten in einer 2. Belichtung ein Leuchtpolarkoordinationssystem als Bezugssystem eingeblendet. Hierdurch erhält man ein zweidimensionales Kurvenbild mit Auswertskala.

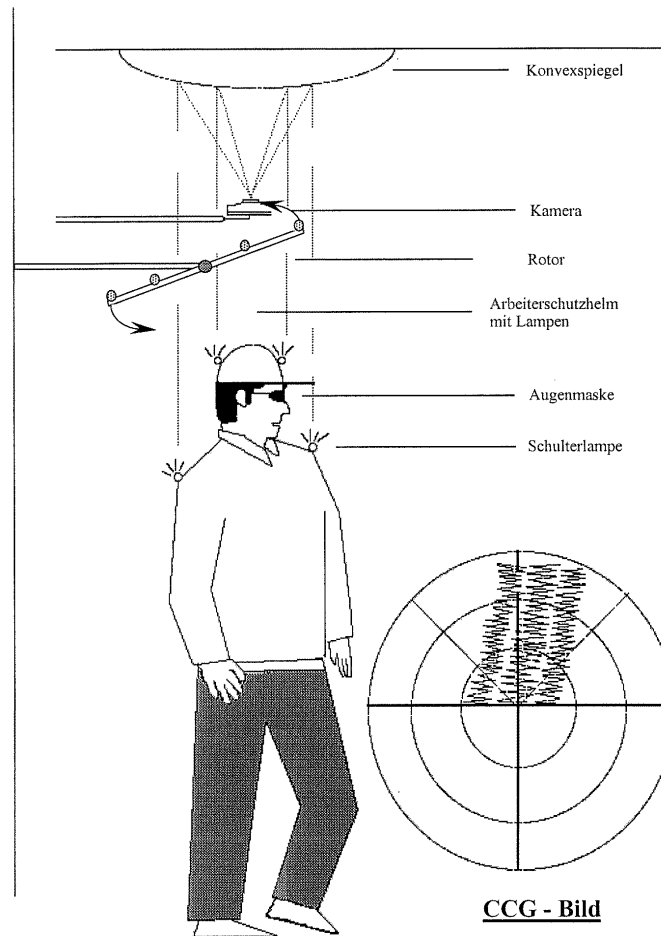


Abbildung 8:  
Schematische Darstellung der Cranio-Corpo-Graphie (CCG) nach CLAUSSEN

Die Auswertparameter sind:

1. Anguläre Deviation = der Abweichwinkel von der Ausgangsrichtung zur Endstellung gemessen in Winkelgrad
2. Lateralschwankungsbreite = Schwankungsbreite des Kopfes während jedes einzelnen Schrittes auf der Stelle gemessen in cm
3. Körpereigenspinn = die Rotation des Körper um die eigene Achse gemessen in Winkelgrad
4. Die Abweichungslänge = Abstand zwischen zurück gelegter Strecke von Ausgangspunkt zu Endpunkt gemessen in cm

Diagnostische Bedeutung kommt besonders der Seitenabweichung und der Lateralschwankungsbreite zu. Bestimmte Krankheitsbilder werden aus den einzelnen

Musterkonfigurationen abgelesen. Hierbei ergeben sich Hinweise für zentrale, periphere und kombinierte Vestibularisstörungen.

Typ 1: Normaltyp

Geringe Lateralschwankung und kleine Seitenabweichung, sowie Gang nach vorn im Normbereich.

Typ 2: Typ der peripheren Störung

Geringe Lateralschwankung und Abweichung zur Seite des gestörten bzw. operierten Ohres über den Normalbereich hinaus.

Typ 3: Typ der zentralen Störung

Große Lateralschwankungen, keine auffällige Seitenabweichung.

Typ 4: Typ der kombinierten Störung

Vergrößerte Lateralschwankung und deutliche Seitenabweichung über den Normbereich hinaus.

Der Stehversuch nach ROMBERG [77] wird meist mit dem Tretversuch nach UNTERBERGER [87] kombiniert, weil er allein im Bezug auf eine Vestibularisstörung nicht sehr aussagekräftig ist. Hierbei wird der Patient aufgefordert, 1 Minute lang in aufrechter Haltung mit nach vorne ausgestreckten Armen und abgedeckten Augen in einem verdunkelten Raum zu stehen.

Die Auswertparameter sind:

1. Schwankungsgröße in anterior-posteriorer Richtung
2. Schwankungsbreite in lateraler Richtung
3. Verdrehung des Kopfes gegenüber der Schulter (Tortikolliswinkel)
4. Typische Kopf- und Schulterleuchtfleckenkonfigurationen (z. B. bei M. Parkinson stärkerer anterior-posteriore Bewegungen des Kopfes als der Schultern)

Es herrschen meist Bewegungen in anterior-posteriorer Richtung vor. Sie ergeben typische Leuchtfleckenkonfigurationen für Kopf und Schulter, die sich aus 4 Flecken zusammensetzen, von denen der Stirnfleck der größte und auffälligste ist. Beide Schulterflecke sind nahezu identisch, jedoch äußert klein.

## **2.12 Statistische Auswertungsverfahren**

Zuerst wurde eine Exceltabelle mit den Ergebnissen von 350 alphabetisch ausgewählten Patienten, die im Jahre 2001 und 2002 durch den neurootologischen Anamnesebogen NODEC III befragt worden sind, erstellt. Ferner wurden bei den Patienten die unter Kapitel II aufgeführten Untersuchungsmethoden durchgeführt. Diese Datenbank ist wie folgt aufgebaut: Es befinden sich die Patientendaten von jedem Patienten in jeweils einer Zeile. Gleiche Datenkomplexe von verschiedenen Patienten sind somit in der gleichen Spalte aufgelistet. Danach wurde für jede Tabellenspalte eine einfache beschreibende Statistik mit Anzahl, Prozentanteil, Standardabweichung, Mittelwert, Minimalwert und Maximalwert erstellt.

Mit Hilfe des Tabellenkalkulations- und Graphikprogramm EXCEL und eines Personalcomputers (PC) erfolgte nun die statistische Auswertung.

### **III. ERGEBNISSE**

In diesem Teil der Dissertation werden die Daten aus der Datenbank statistisch ausgewertet. Sie enthält sowohl die Ergebnisse aus dem Anamnesebogen NODEC III, als auch die Messergebnisse aus den kalorischen Vestibularisprüfungen, dem Rotatorischen-Intensitäts-Dämpfungs-Test, dem vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich, dem Optokinetischen Nystagmus, der Blickpendelfolge, der Tonaudiometrie und des Cranio-Corpogramms.

Diese multiparametrische Datenbank umfasst Auswerteparameter von 350 Vertigo-Patienten. Diese wurden in 7 Kollektive à 50 Patienten zusammengefasst. Jedes Kollektiv enthält Patienten einer bestimmten Altersgruppe. In der vorliegenden Dissertation wird für die genannten 7 Kollektive eine einfache beschreibende Statistik zur Anwendung gebracht, welche anschließend die Unterkollektive miteinander vergleicht. Außerdem wird das NODEC IV Gesamtkollektiv dem Gesamtkollektiv 2001/2002 gegenüber gestellt.

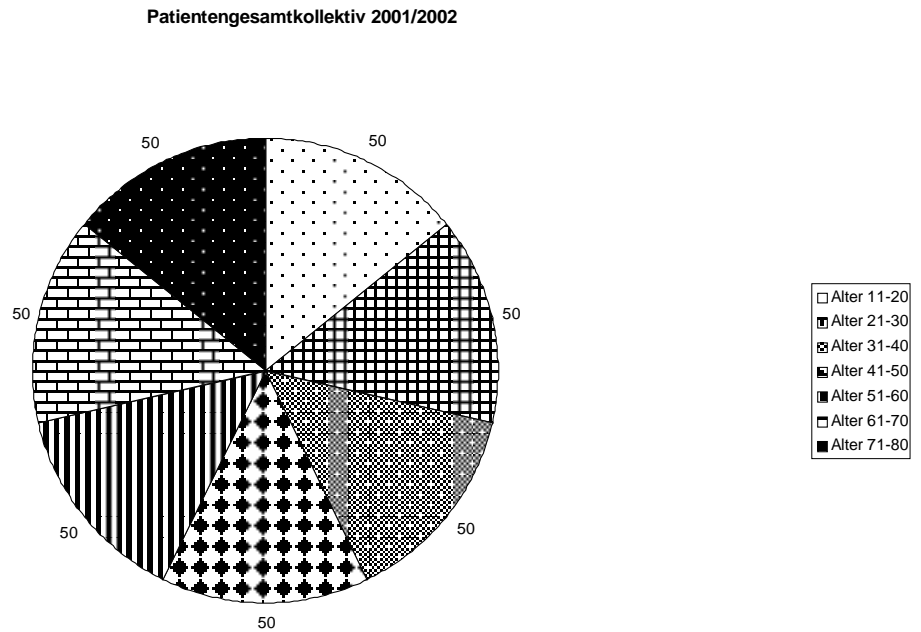
Am Ende des Ergebnisteils werden noch die Einzelfälle von sechs besonders ausgewählten Personen kasuistisch vorgestellt. Es werden aber zur Übersicht nur die interessanten und klinisch relevanten Werte beschrieben.

#### **3.1 Beschreibung des Gesamtkollektivs 2001/2002**

##### **3.1.1 Anamnestische Daten des Gesamtkollektivs 2001/2002**

Das Gesamtkollektiv 2001/2002 besteht aus 350 neurootologischen Vertigo-Patienten, die in 7 Gruppen à 50 Patienten eingeteilt sind (siehe Diagramm 1). Jede Gruppe enthält einen gewissen Altersbereich, nämlich Gruppe 1: 11-20 Jahre, Gruppe 2: 21-30 Jahre, Gruppe 3: 31-40 Jahre, Gruppe 4: 41-50 Jahre, Gruppe 5: 51-60 Jahre, Gruppe 6: 61-70 Jahre und Gruppe 7: 71-80 Jahre. Das Durchschnittsalter beträgt 40 Jahre +/- 14,95 Jahre. Der jüngste Patient ist 11 Jahre und der älteste ist 80 Jahre alt. Die Größe des Durchschnittspatienten aus diesem Gesamtkollektiv beträgt 170,1 cm +/- 9,8 cm. Sein Körpergewicht beträgt 73,6 kg +/- 9,8 kg.

Diagramm 1



Die Geschlechterverteilung im Gesamtkollektiv 2001/2002 ist mit 47,71 % Frauen (n=167) und 52,29 % Männern (n=183) relativ ausgewogen. Sie wird in Diagramm 2 skizziert.

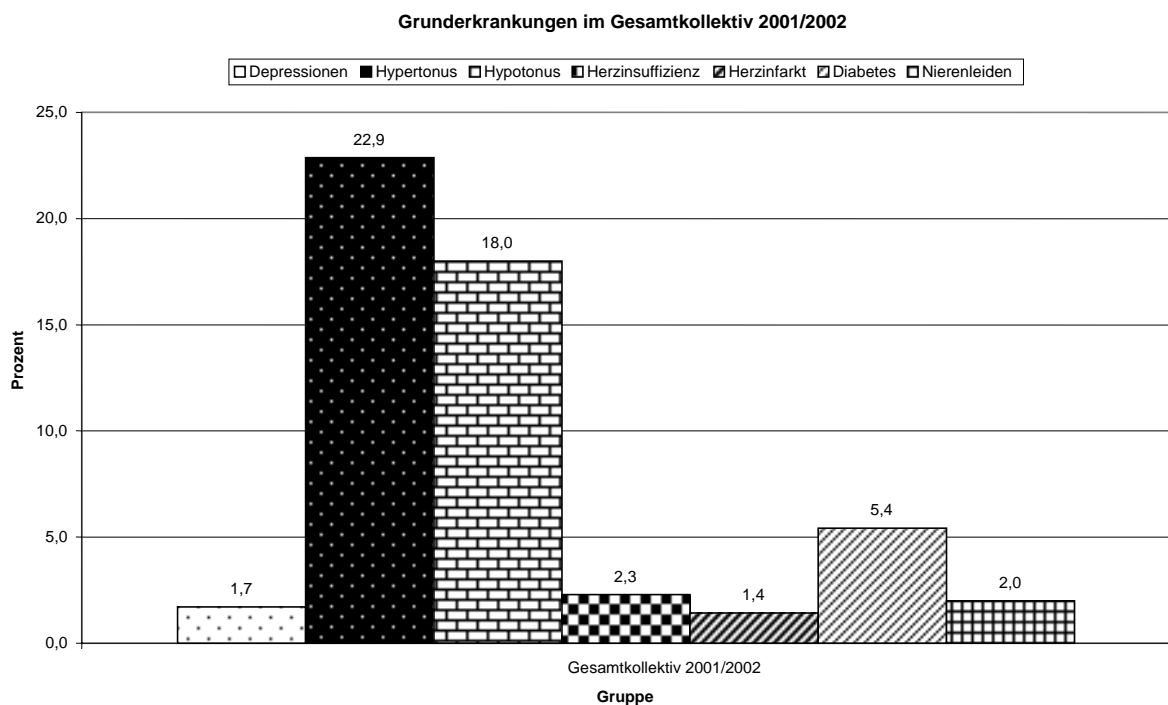
Diagramm 2





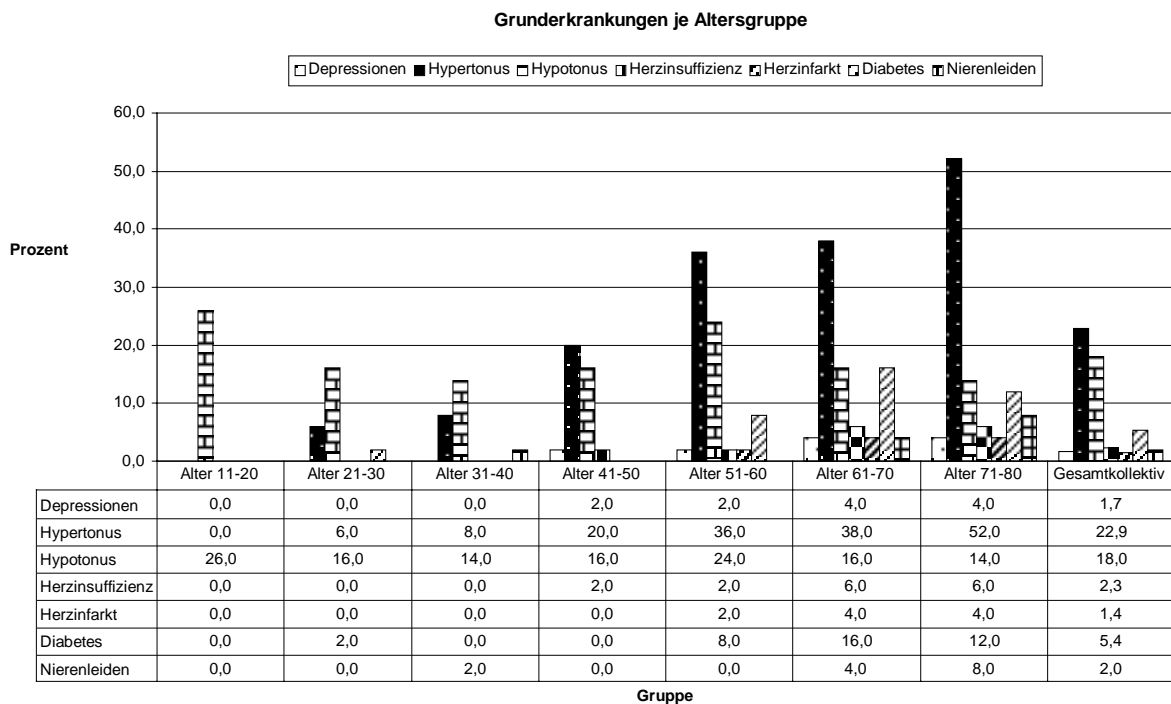
Bei der Anamnese stellte sich heraus, dass der arterielle Hypertonus mit 22,9 % (80 Patienten), gefolgt von dem arteriellen Hypotonus mit 18 % (63 Patienten), die häufigsten Grunderkrankungen im Gesamtkollektiv 2001/2002 sind. Weiterhin wurde noch Diabetes von 5,4 % (19 Patienten), Herzinsuffizienz von 2,3 % (8 Patienten), Nierenleiden von 2,0 % (7 Patienten), Depressionen von 1,7 % (6 Patienten) und Zustand nach Herzinfarkt von 1,4 % (5 Patienten) als Grunderkrankung angegeben. Hieraus wird deutlich, dass Herz-Kreislauf-Erkrankungen an oberster Stelle stehen (siehe Diagramm 3).

Diagramm 3



Wenn man sich die einzelnen Altersgruppen in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 anschaut, erkennt man in Diagramm 4, dass bei den Patienten von 11-40 Jahren arterieller Hypotonus an erster Stelle steht. Ab dem 41. Lebensjahr bis zu dem 80. Lebensjahr, übernimmt dann der arterielle Hypertonus mit ansteigendem Lebensalter immer deutlicher die Spitze. Depressionen und Herzinsuffizienz starten erst ab dem 41. Lebensjahr. Diabetes und Herzinfarkte ab dem 51. Lebensjahr, und Nierenleiden werden schließlich ab dem 61. Lebensjahr angegeben.

Diagramm 4

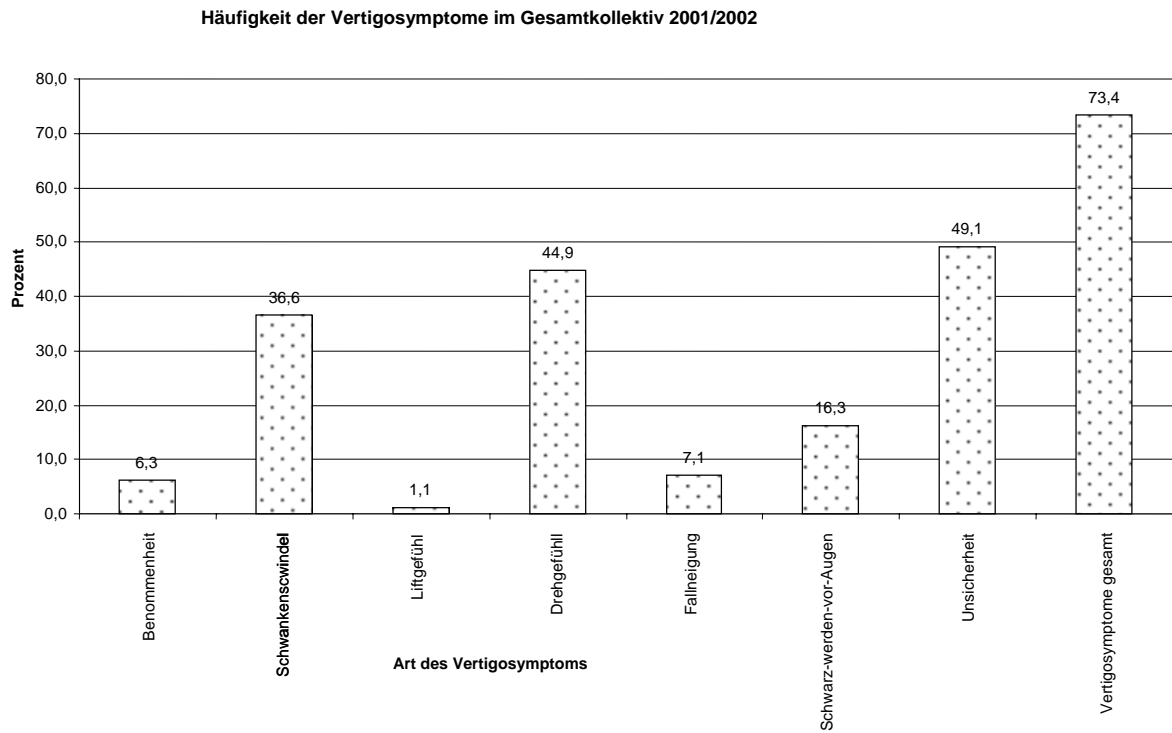


73,4 % (257 Patienten) berichteten in der Befragung über Vertigosymptome. Einige Patienten nannten sogar bis zu 5 verschiedene Symptome gleichzeitig.

Unsicherheit war mit 49,1 % (172 Patienten) das häufigste Vertigosymptom, gefolgt von Drehgefühl mit 44,9 % (157 Patienten) und Schwankschwindel mit 36,6 % (128 Patienten). Weniger benannt wurden Schwarz werden vor den Augen mit 16,3 % (57

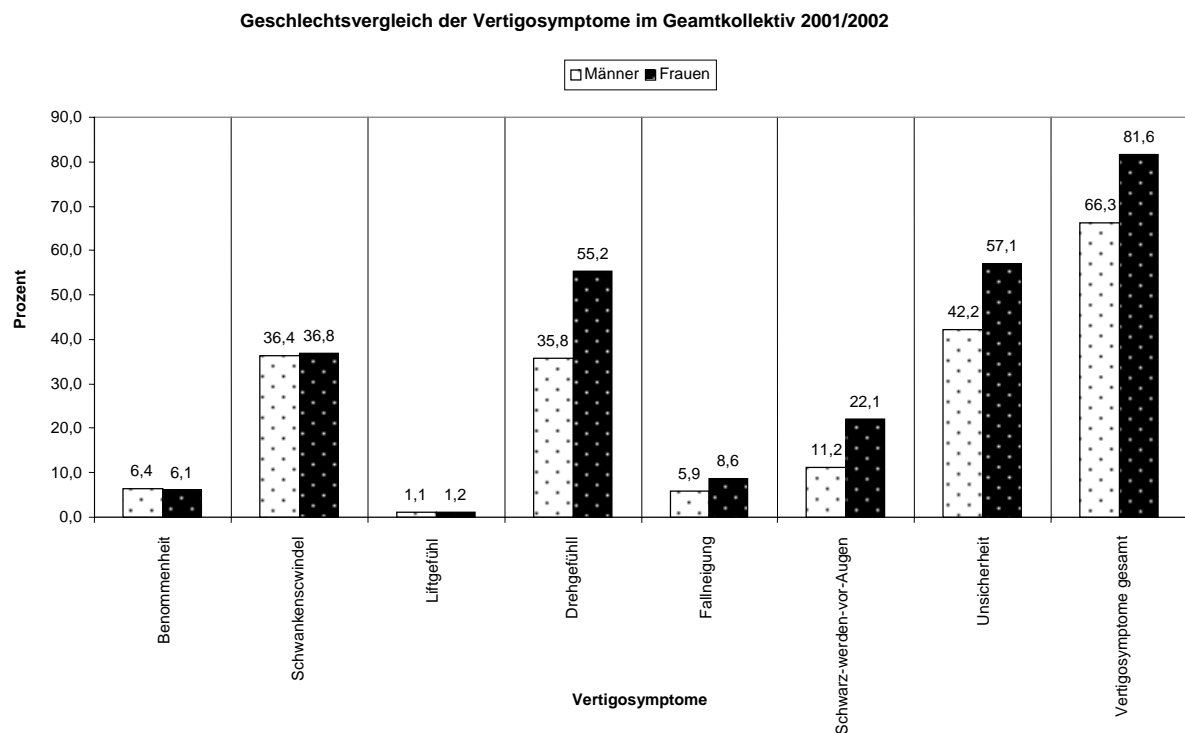
Patienten), Fallneigung mit 7,1 % (25 Patienten), Benommenheit mit 6,3 % (22 Patienten) und Liftgefühl mit 1,1 % (4 Patienten) (siehe Diagramm 5).

Diagramm 5



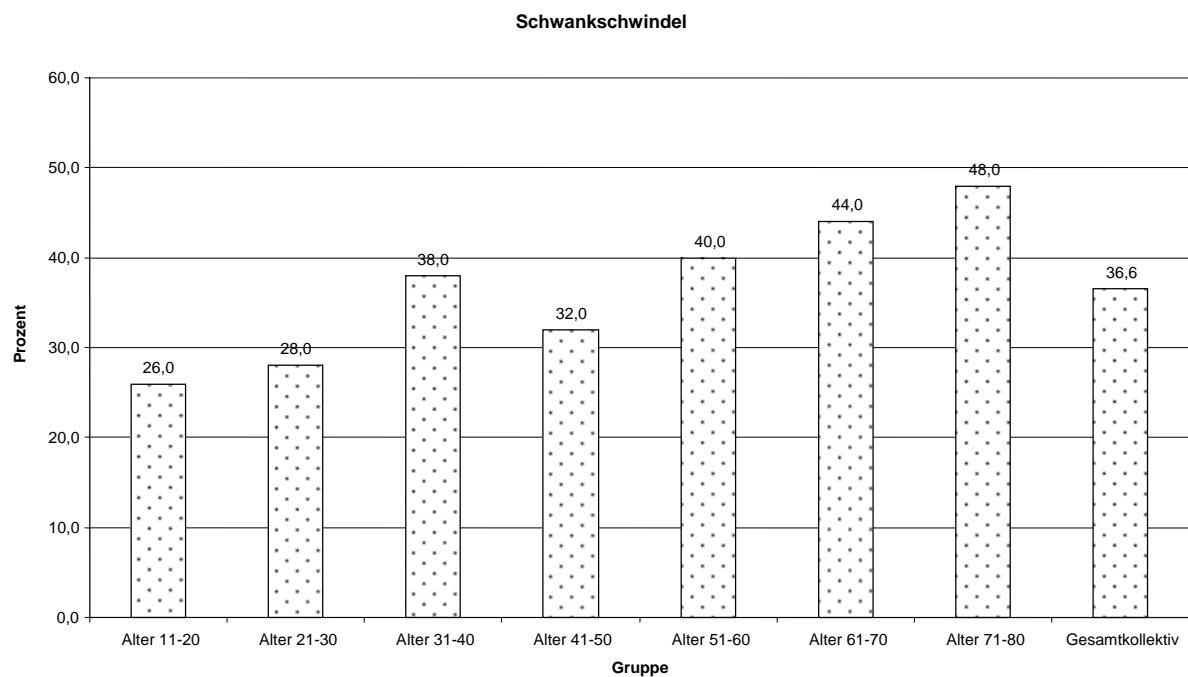
Bei dem Geschlechtervergleich im Gesamtkollektiv 2001/2002 erkennt man in Diagramm 6, dass die Frauen mit 81,6 % (133 Patienten) insgesamt viel mehr Vertigosymptome als die Männer mit 66,3 % (124 Patienten) zeigen. Besonders auffällig sind die Symptome Drehgefühl mit 55,2 % (90 Patienten) bei den Frauen anstelle von 35,8 % (67 Patienten) bei den Männern, Schwarz werden vor den Augen mit 22,1 % (36 Patienten) bei den Frauen anstelle von 11,2 % (21 Patienten) bei den Männern und Unsicherheit mit 57,1 (93 Patienten) bei den Frauen anstelle von 42,2 % (79 Patienten) bei den Männern. Die Symptome Schwankschwindel mit 36,8 % (60 Patienten) bei den Frauen anstelle von 36,4 % (68 Patienten) bei den Männern, Liftgefühl mit 1,2 % (2 Patienten) bei den Frauen anstelle von 1,1 % (2 Patienten) bei den Männern und Fallneigung mit 8,6 % (14 Patienten) bei den Frauen anstelle von 5,9 % (11 Patienten) bei den Männern überwiegen nur gering. Das Vertigosymptom Benommenheit kommt bei den Männern mit 6,4 % (12 Patienten) anstelle von 6,1 % (10 Patienten) bei den Frauen geringfügig häufiger vor.

Diagramm 6



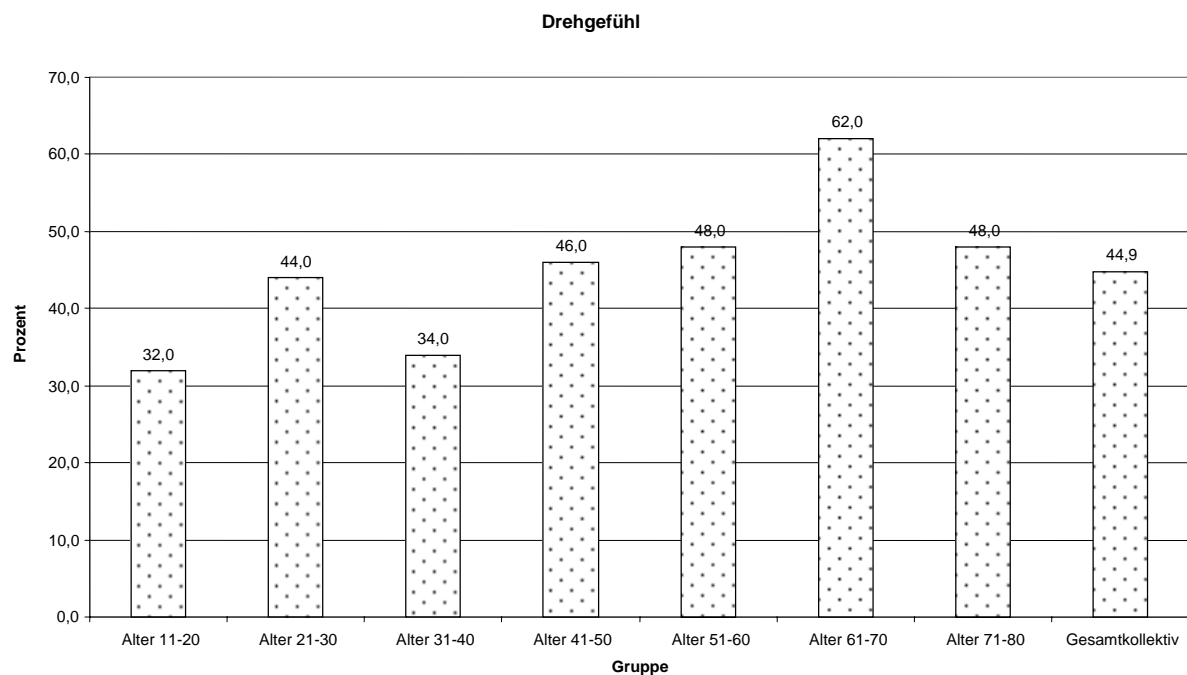
Schaut man sich die auffälligsten Vertigosymptome: Schwankschwindel, Drehgefühl, Unsicherheit und Fallneigung an, sieht man, dass der Schwankschwindel bei den 11-20 jährigen von 26 % bis zu 48 % bei den 71-80 jährigen Patienten ansteigt (siehe Diagramm 7). Die einzige Gruppe, die mit 38 % aus dem Rahmen fällt, ist die Altersgruppe der 31-40 jährigen Patienten. Das könnte eventuell an der ungünstigen Selektion bei der Zusammenstellung dieses doch kleinen Kollektivs liegen.

Diagramm 7



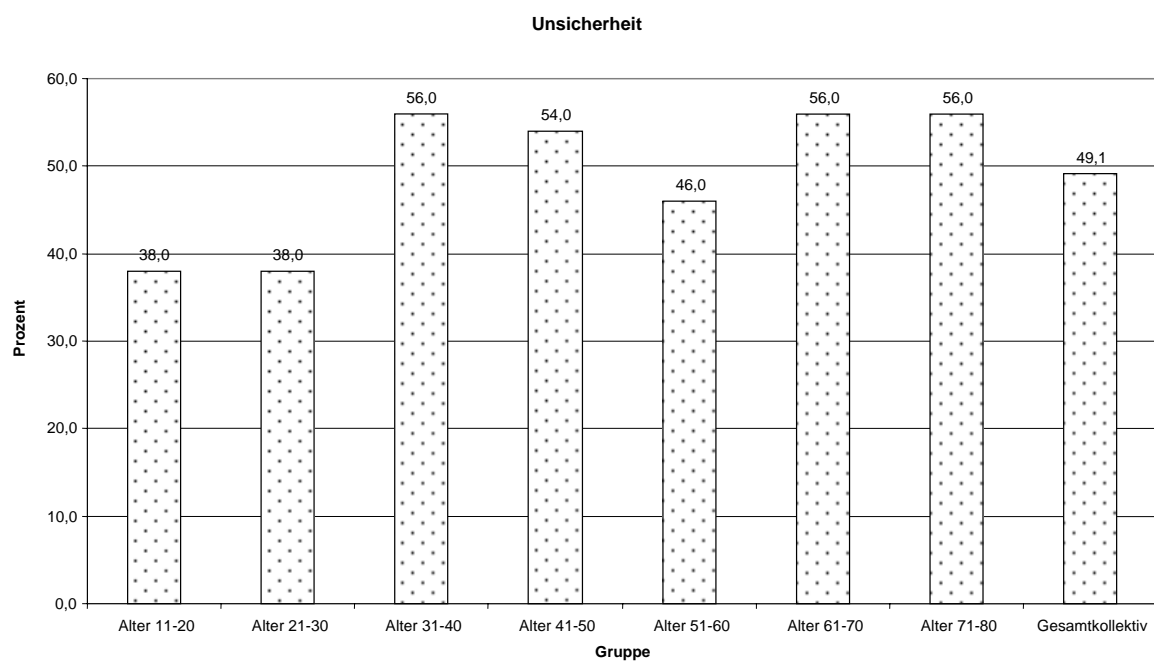
Das Drehgefühl steigt bis zum Alter von 61-70 Jahren von 32 % auf 62 % an und fällt in der Gruppe der 71-80 jährigen wieder auf 48 %, was dem Niveau der 51-60 jährigen Patienten entspricht, ab. Einzige Ausnahme ist diesmal mit 44 % die Gruppe der 21-30 jährigen Patienten (siehe Diagramm 8).

Diagramm 8



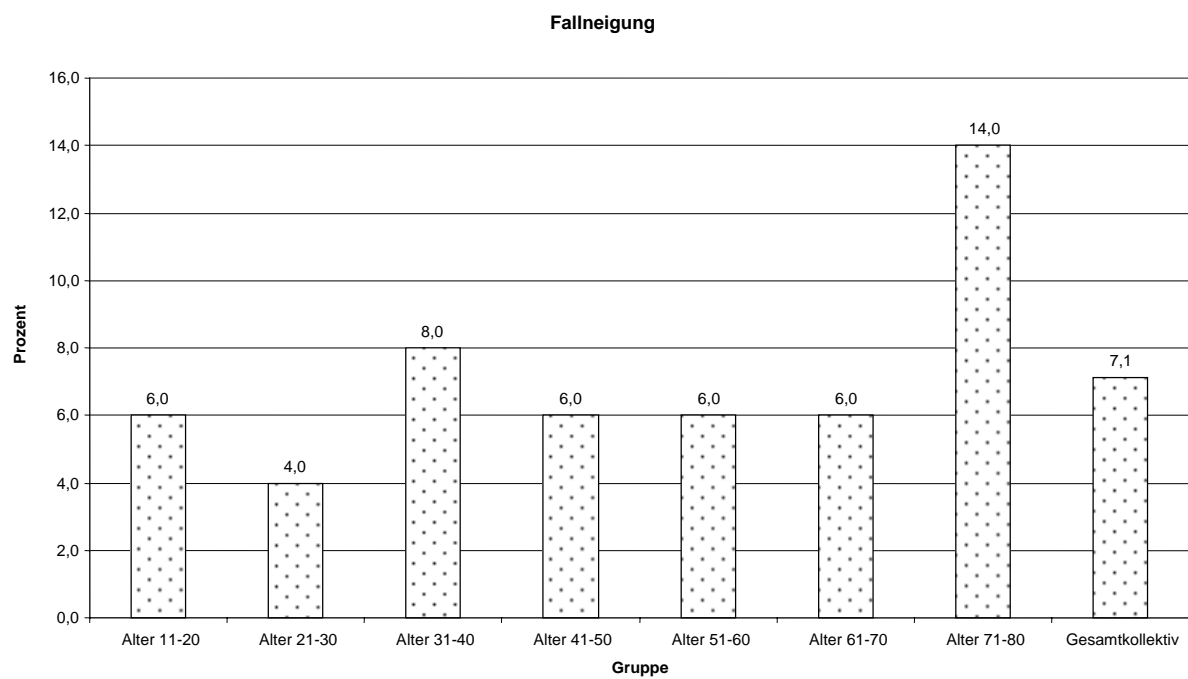
Bei dem Symptom Unsicherheit bildet sich das Plateau schon ab einem Alter von 31-40 Jahren mit 56 %. Ausnahme sind hier die 51-60 jährigen Patienten, die mit 46 % unter dem Plateau liegen (siehe Diagramm 9).

Diagramm 9



Die Fallneigung der 11-20 jährigen Patienten bleibt bis zu den 61-70 jährigen Patienten im Bereich von 6,0 % und steigt erst im späten Alter mit 71-80 Jahren auf 14,0 % an (siehe Diagramm 10).

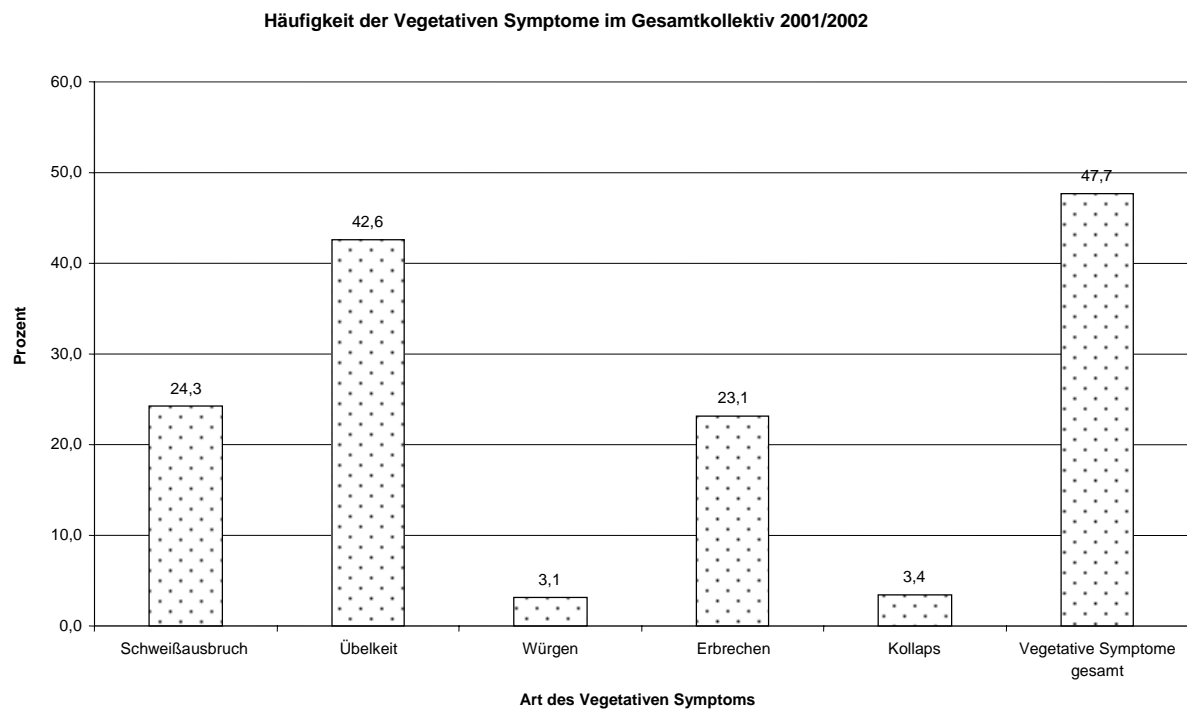
Diagramm 10





47,5 % (167 Patienten) berichteten im Anamnesegespräch über vegetative Symptome. Einige der Patienten gaben sogar 4 verschiedene Symptome gleichzeitig an. Häufigstes Symptom ist mit 42,6 % (149 Patienten) die Übelkeit. Es folgen mit großem Abstand das Symptom Schweißausbruch mit 24,3 % (85 Patienten) und Erbrechen mit 23,1 % (81 Patienten). Kollaps und Würgen traten mit 3,4 % (12 Patienten) und 3,1 % (11 Patienten) nur selten in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 auf (siehe Diagramm 11).

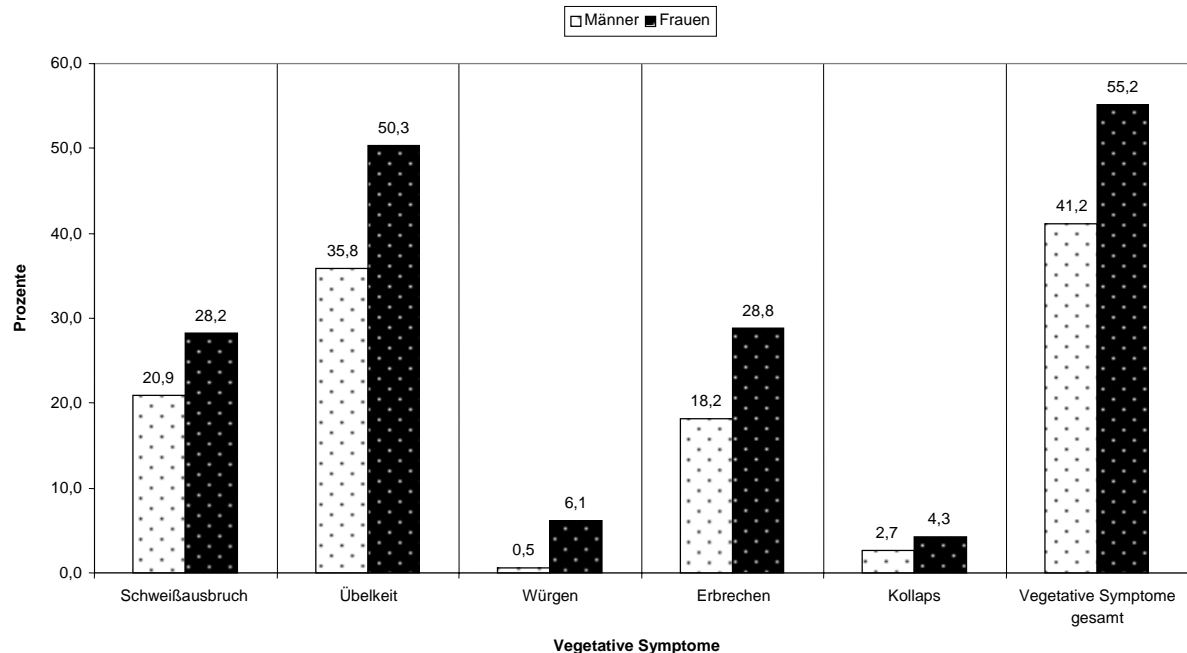
Diagramm 11



Schaut man sich den Geschlechtervergleich im Gesamtkollektiv 2001/2002 an, erkennt man in Diagramm 12, dass die Frauen mit 55,2 % (90 Patienten) anstelle von 41,2 % (77 Patienten) bei den Männern, wie auch schon bei den Vertigosymptomen, viel mehr vegetative Symptome angegeben. Über das Symptom Schweißausbruch klagen nämlich 28,2 % (46 Patienten) der Frauen anstelle von 20,9 % (39 Patienten) bei den Männern, über das Symptom Übelkeit klagen 50,3 % (82 Patienten) der Frauen anstelle von 35,8 % (67 Patienten) bei den Männern, über das Symptom Würgen klagen 6,1 % (10 Patienten) der Frauen anstelle von 0,5 % (1 Patient) bei den Männern; über das Symptom Erbrechen klagen 28,8 % (47 Patienten) der Frauen anstelle von 18,2 % (34 Patienten) bei den Männern und über das Symptom Kollaps klagen 4,3 % (7 Patienten) der Frauen anstelle von 2,7 % (5 Patienten) bei den Männern.

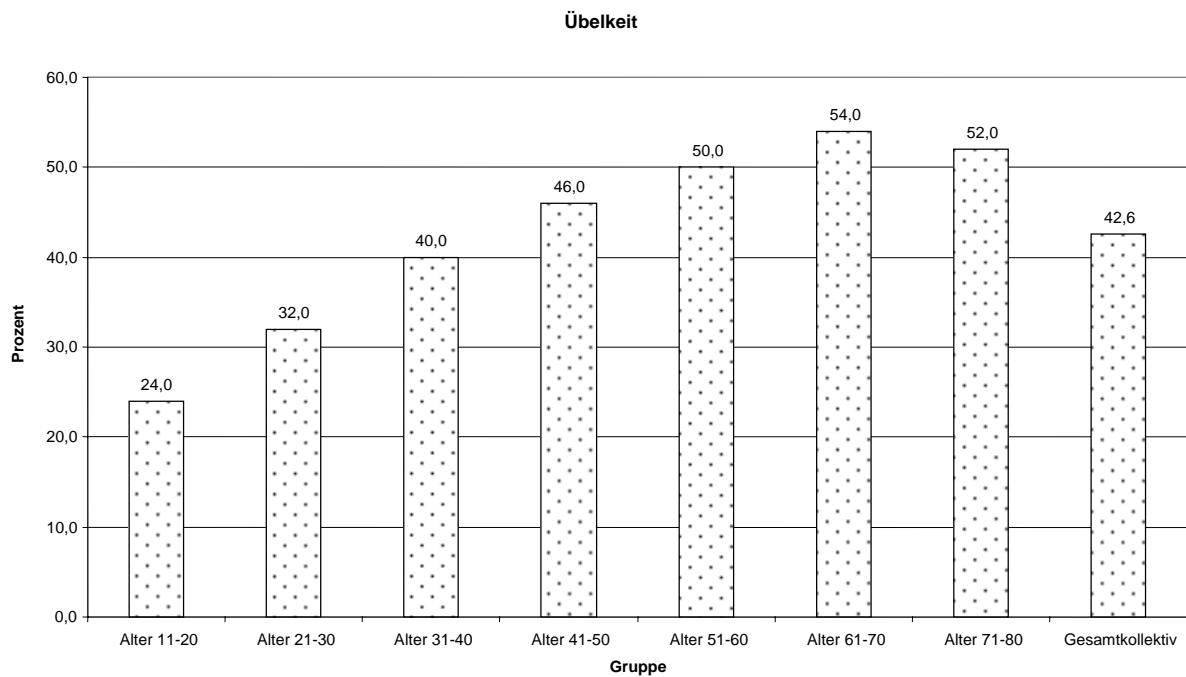
Diagramm 12

Geschlechtsvergleich der Vegetativen Symptome im Gesamtkollektiv 2001/2002



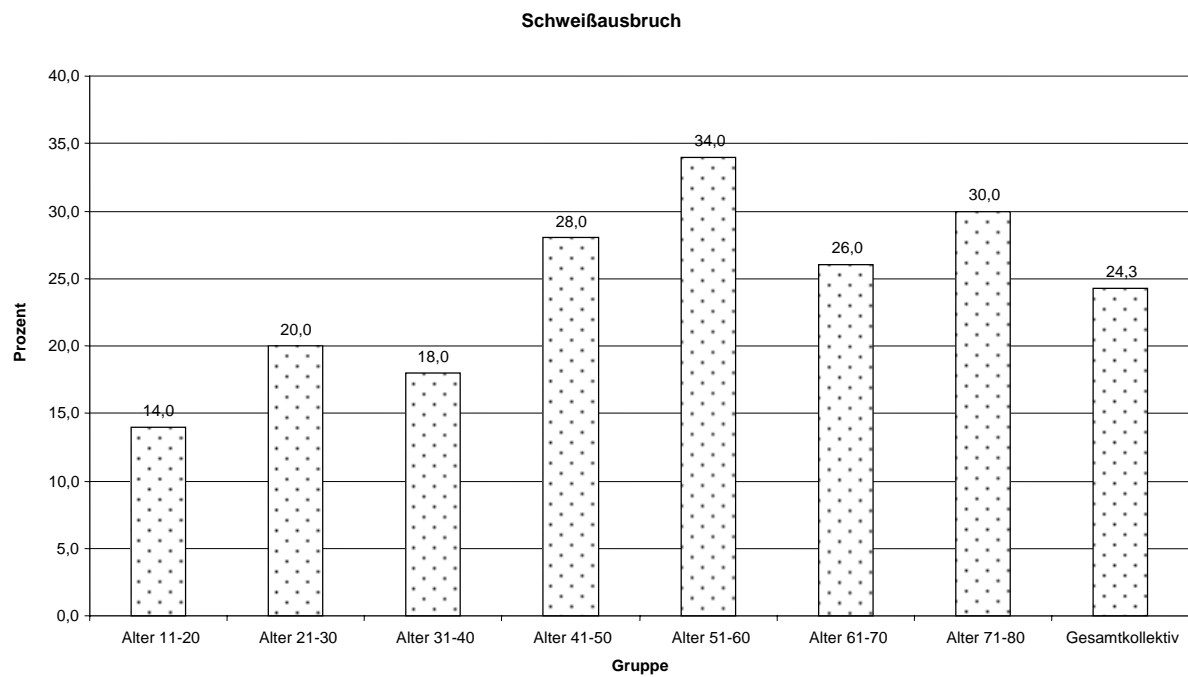
Schaut man sich das Symptom Übelkeit im Altersvergleich an, stellt man im Diagramm 13 fest, dass es von 24 % in der Altersgruppe 11-20 Jahren fast linear bis auf 54 % in der Altersgruppe 61-70 Jahre ansteigt und dann mit 52 % in der Altersgruppe 71-80 Jahre etwas abfällt.

Diagramm 13



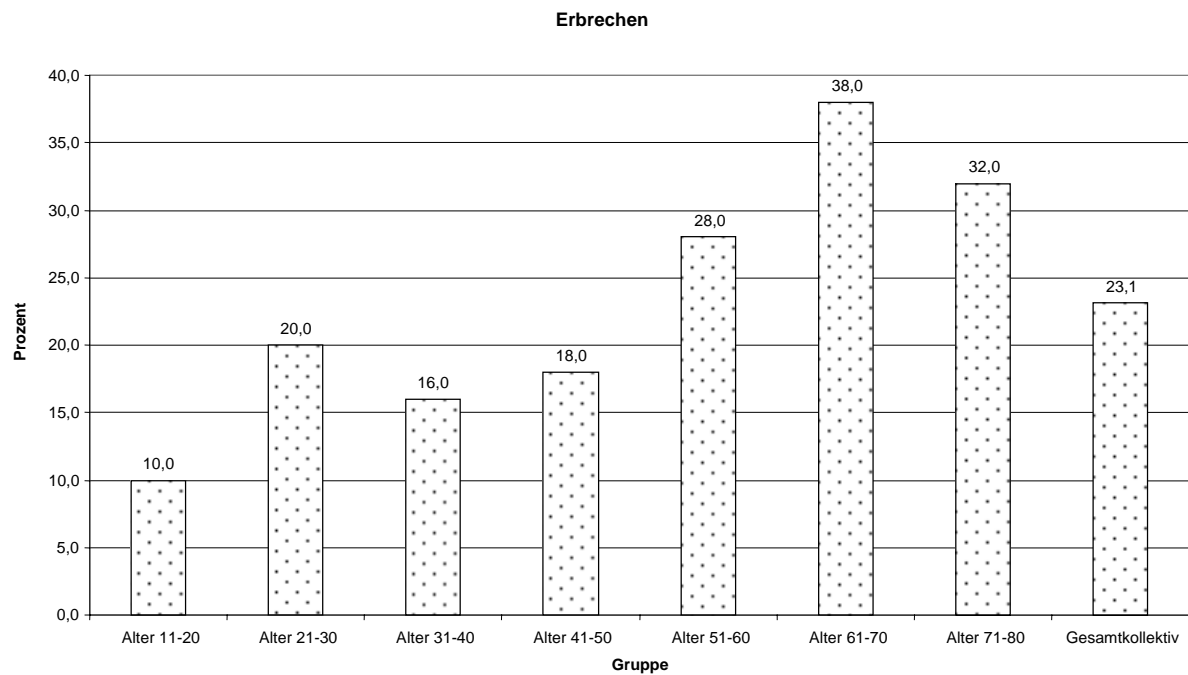
Das Symptom Schweißausbruch tritt mit 34 % bei den 51-60 jährigen Patienten 2,5 mal häufiger auf als bei den 11-20 jährigen Patienten, bei denen es mit 14 % vorkommt. Danach fällt es langsam wieder ab (siehe Diagramm 14).

Diagramm 14



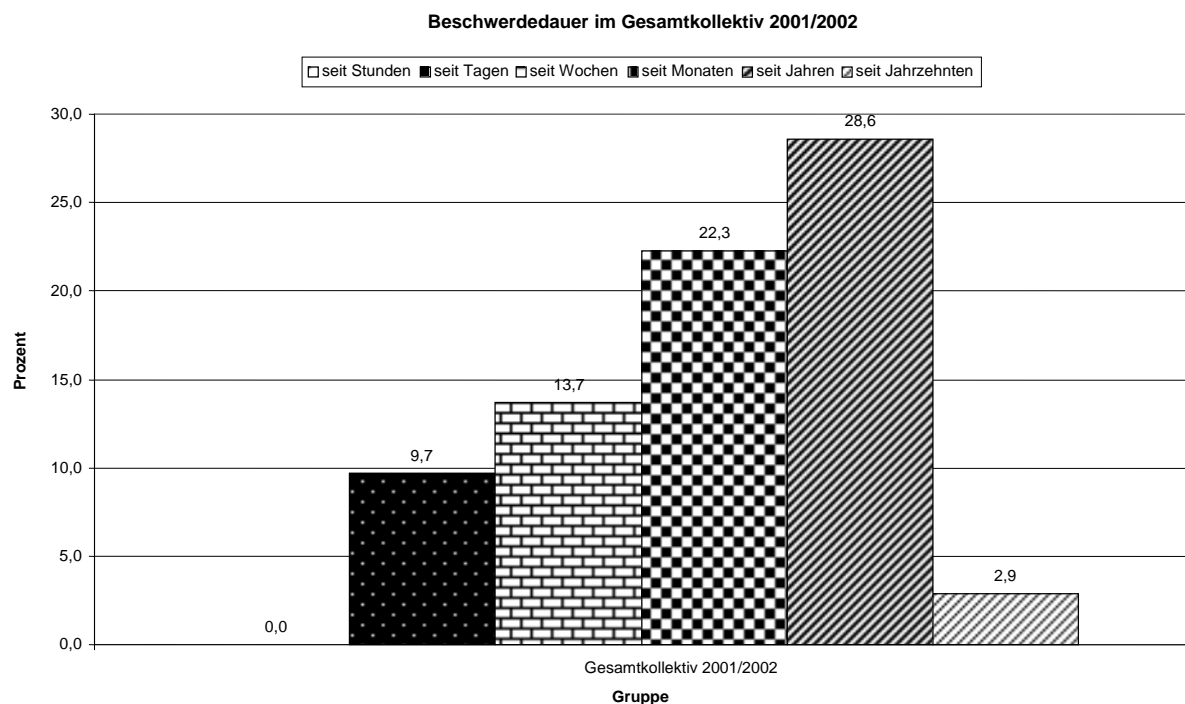
Das Symptom Erbrechen, welches mit durchschnittlich 23,1 % als dritthäufigstes vegetatives Symptom vorkommt, steigt bei Jugendlichen im Alter von 11-20 Jahren von 10 % bis auf 38 % im Alter von 61-70 Jahren langsam an und fällt danach auf 32 % im Alter von 71-80 Jahren zurück (siehe Diagramm 15).

Diagramm 15



Die meisten Patienten berichten über eine längere Beschwerdedauer. 2,9 % der Patienten haben die Beschwerden schon seit Jahrzehnten, 28,6 % seit Jahren, 22,3 % seit Monaten, 13,7 % seit Wochen, 9,7 % seit Tagen. Kein Patient berichtet über eine Beschwerdedauer seit Stunden (siehe Diagramm 16).

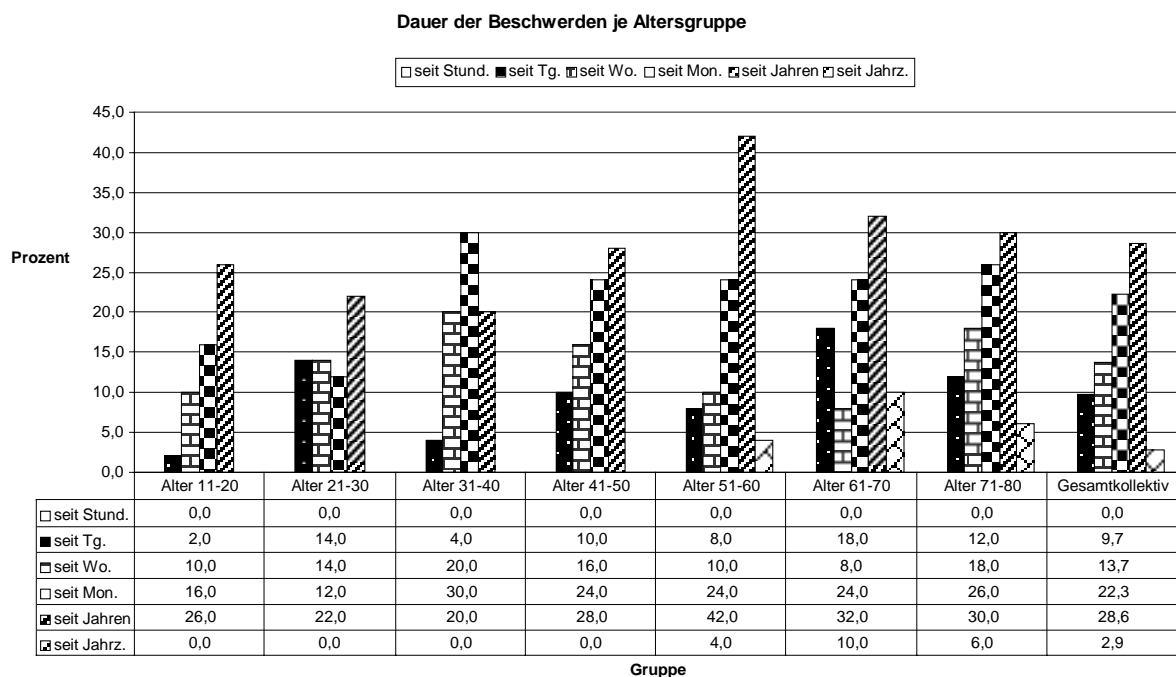
Diagramm 16



In der Befragung gab kein Patient eine Beschwerdedauer seit Stunden an. Die Beschwerdedauer seit Tagen im Gesamtkollektiv 2001/2002 ist 9,7 %, obwohl die Werte der einzelnen Altersgruppen stark schwanken. Die 11-20 jährigen Patienten klagten mit 2,0 % am wenigsten, die 61-70 jährigen Patienten mit 18,0 % am häufigsten über eine Beschwerdedauer seit Tagen. Die Anzahl der Patienten, die über eine Beschwerdedauer seit Wochen berichten, steigt bis zu 31-40 Jahren. Bei ihnen hat sie mit 20,0 % ihr Maximum, fällt dann bis 61-70 Jahre langsam auf 8 % ab und hat danach einen zweiten Gipfel mit 18,0 %. Die Anzahl der Patienten, die über eine

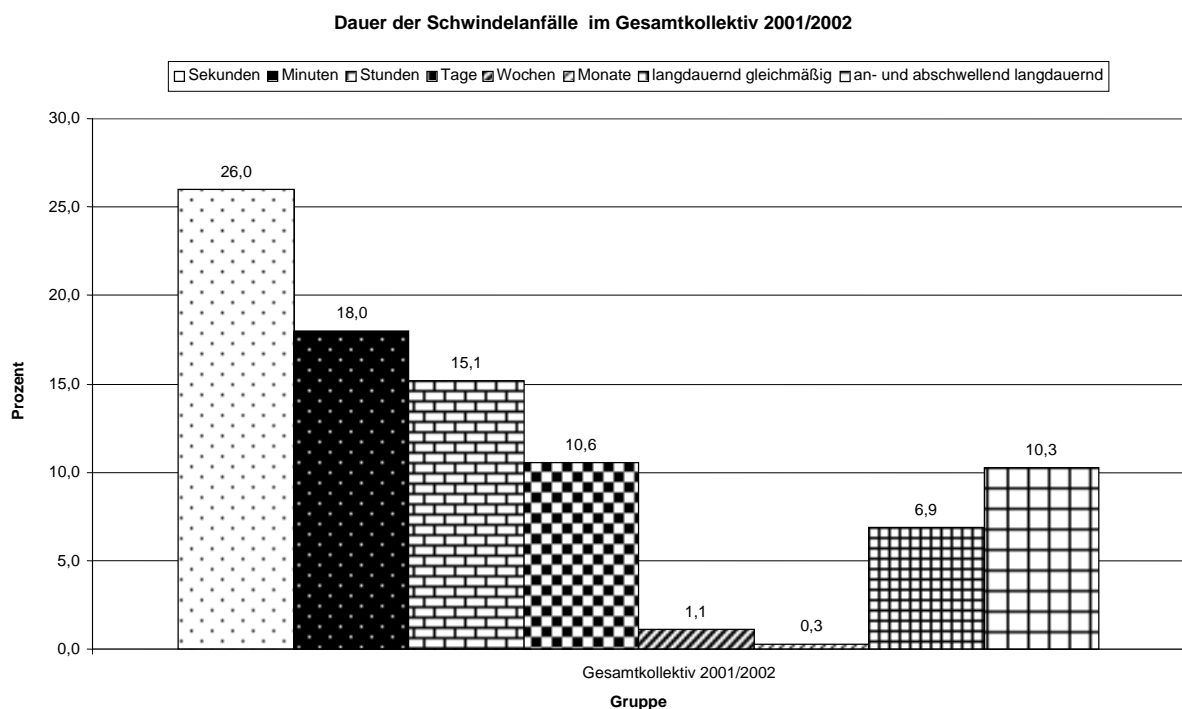
Beschwerdedauer seit Monaten berichtet, fällt von 16,0 % mit 11-20 Jahren zuerst auf 12,0 % mit 21-30 Jahren ab und steigt dann sprunghaft auf 30,0 % mit 31-40 Jahren an. Sie fällt danach auf 24,0 % ab, wo sie ein Plateau bis ins Alter hält. Die Anzahl der Patienten, die über eine Beschwerdedauer seit Jahren klagen, fällt von 26,0 % mit 11-20 Jahren zuerst auf 22,0 % mit 21-30 Jahren und auf 20,0 % mit 31-40 Jahren ab, steigt dann auf 28,0 % mit 41-50 Jahren und erhöht sich mit 51-60 Jahren sprunghaft auf 42,0 %. Danach fällt sie auf 32 % ab. Erst ab dem Alter von 51-60 Jahren berichten 4,0 % der Patienten über eine Beschwerdedauer von Jahrzehnten, ab 61-70 Jahren 10,0 %. Im Alter von 71-80 Jahren sind es 6,0 % (siehe Diagramm 17).

Diagramm 17



Die Dauer der Schwindelanfälle ist bei einem Viertel der Patienten nur Sekunden, bei 18 % Minuten, bei 15,1 % Stunden und bei 10,6 % Tage lang. Selten kommt es vor, dass die Schwindelanfälle Wochen (1,1 %) oder Monate (0,3 %) dauern. 6,9 % der Patienten berichten über langdauernd gleichmäßige Schwindelanfälle und 10,3 % gaben an, dass die Schwindelanfälle an- und abschwellend langdauernd seien (siehe Diagramm 18).

Diagramm 18

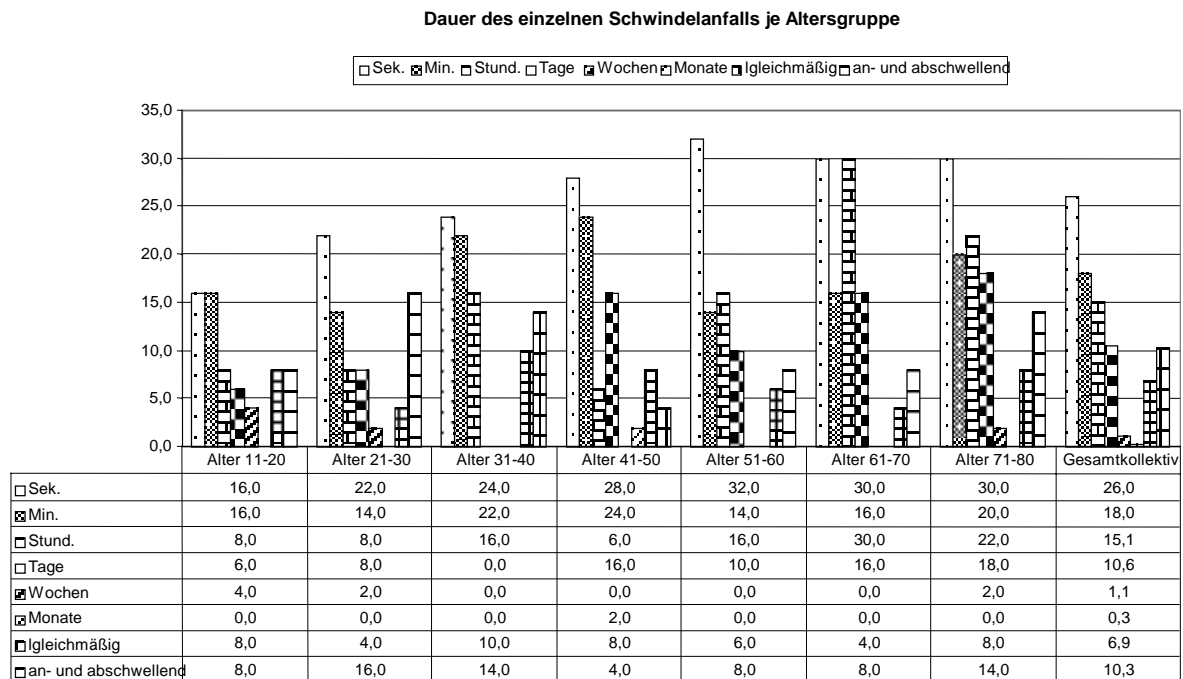


Die Anzahl der Patienten, die über eine sekundenlange Dauer des einzelnen Schwindelanfalls berichten, steigt bei 11-20 jährigen Patienten mit 16,0 % bis zum Alter von 51-60 Jahren mit 32,0 % langsam an. Im Alter von 61-70 Jahren und 71-80 Jahren sind es noch 30,0 % der Patienten. Patienten, die über eine minutenlange Dauer des einzelnen Schwindelanfalls berichten, sind am häufigsten mit 24,0 % im Alter von 41-50 Jahren, gefolgt von 22,0 % im Alter von 31-40 Jahren und 20,0 % im Alter von 71-80 Jahren. Im Alter von 51-60 Jahren kommt eine minutenlange Dauer des einzelnen Schwindelanfalls in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 sehr selten vor. Stundenlange



Dauer des einzelnen Schwindelanfalls tritt am häufigsten mit 30,0 % bei 61-70 jährigen Patienten auf und am seltensten mit 6,0 % bei 41-50 jährigen Patienten auf. Tagelange Dauer des einzelnen Schwindelanfalls kommt am häufigsten bei Patienten im Alter von 71-80 Jahren mit 18,0 % und gar nicht bei Patienten im Alter von 41-50 Jahren (0,0 %) vor. Eine wochenlange Dauer des einzelnen Schwindelanfalls wird selten berichtet. Es tritt bei jungen Patienten im Alter von 11-20 Jahren zu 4,0 %, im Alter von 21-30 Jahren zu 2,0 % und bei älteren Patienten im Alter von 71-80 Jahren zu 2,0 % auf. Eine monatelange Dauer des einzelnen Schwindelanfalls tritt bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002 nur bei Patienten im Alter von 41-50 Jahren zu 2,0 % auf. Man kann die Dauer des einzelnen Schwindelanfalls mit langdauernd gleichmäßig oder an- und ab-schwellend langdauernd charakterisieren. Maximalwert der Patienten, die den Schwindelanfall als langdauernd gleichmäßig beschreiben, liegt im Alter von 31-40 Jahren mit 10,0 %. Maximalwert der Patienten, die den Schwindelanfall als an- und ab-schwellend langdauernd beschreiben, liegt im Alter von 21-30 Jahren mit 16,0 % (siehe Diagramm 19).

Diagramm 19



### Audiologische Symptome und Tinnitus:

Über audiologische Symptome in Form von Tinnitus berichten 68,9 % und in Form von Hörminderung 61,7 % im Gesamtkollektivs 2001/2002. Der Tinnitus kommt mit 80 % am häufigsten bei den 21-30 jährigen und mit 56 % am wenigsten bei den 71-80 jährigen Patienten vor. In den übrigen Altersgruppen liegt der Tinnitus bei ungefähr 70 %. Hörminderung besteht bei 38 % der 11-20 jährigen und steigt dann auf 88 % der 71-80 jährigen Patienten an (siehe Diagramm 20 und 21).

Diagramm 20

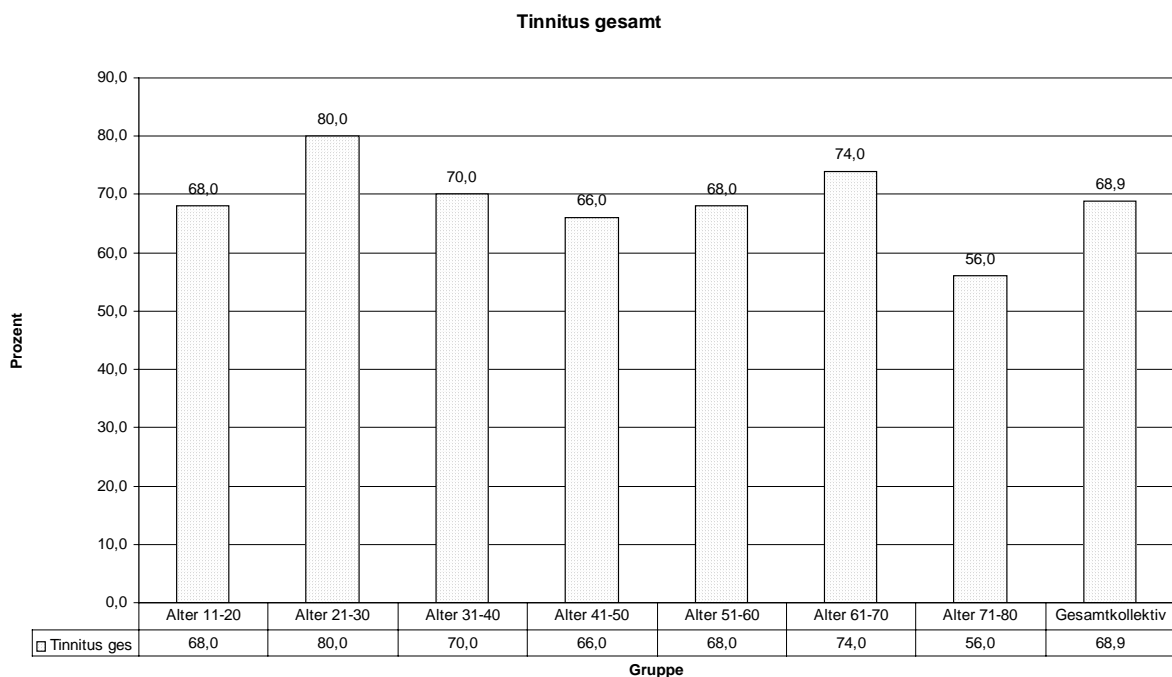
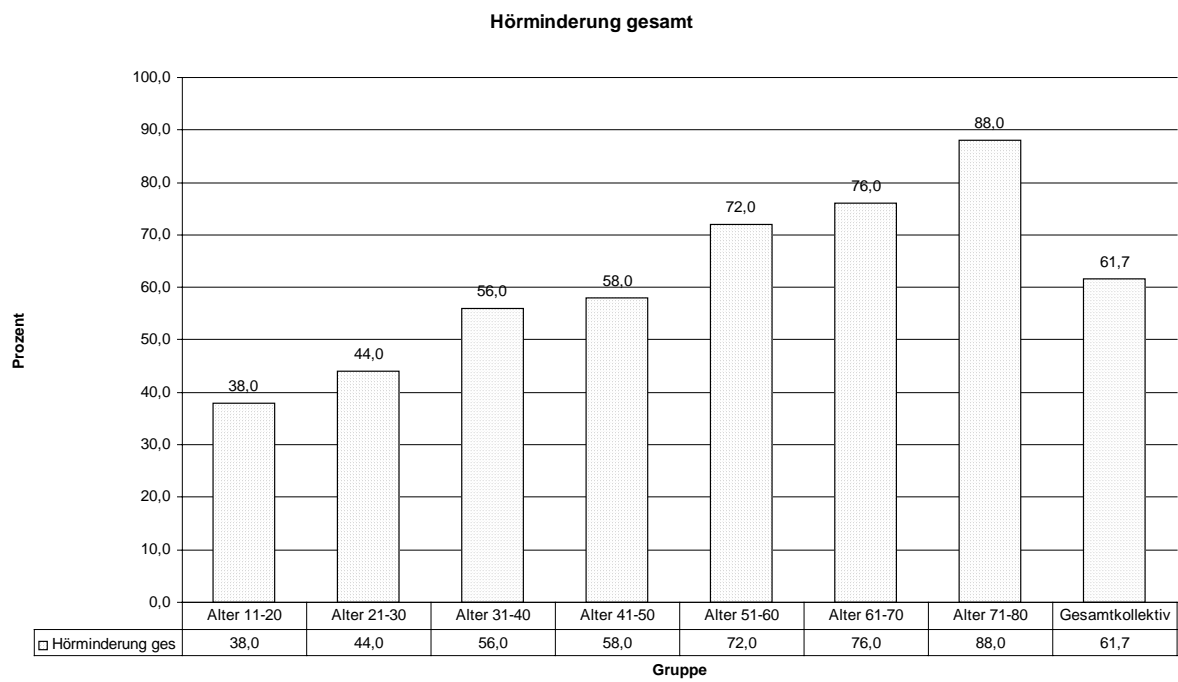
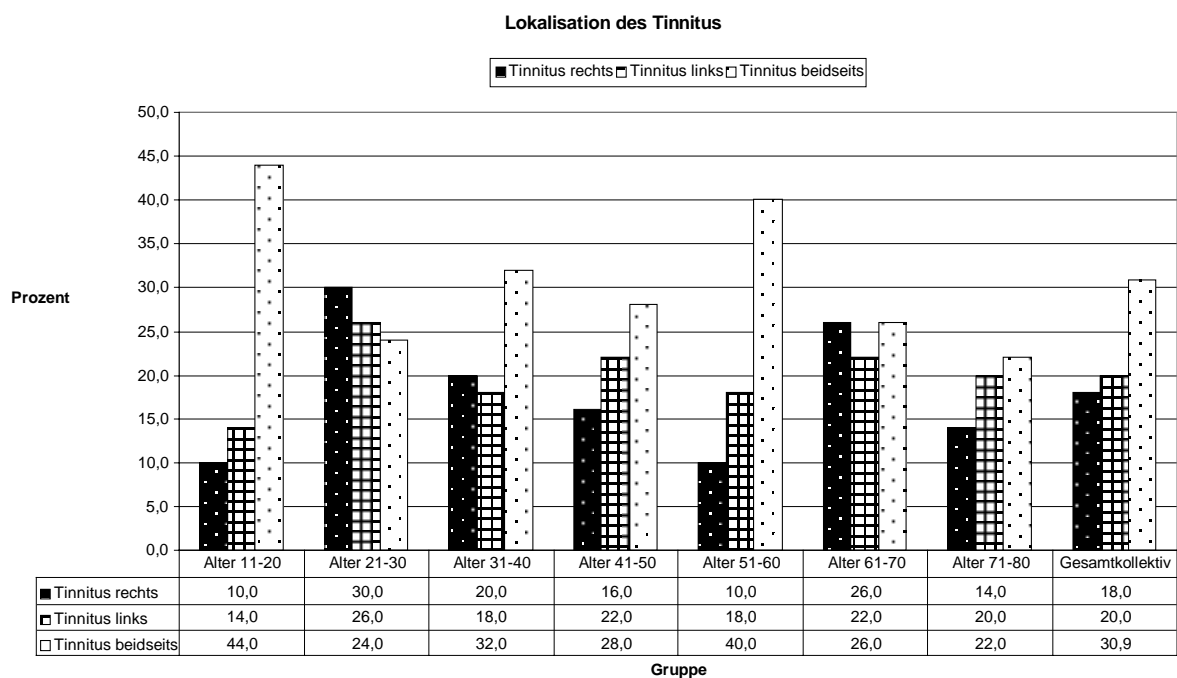


Diagramm 21



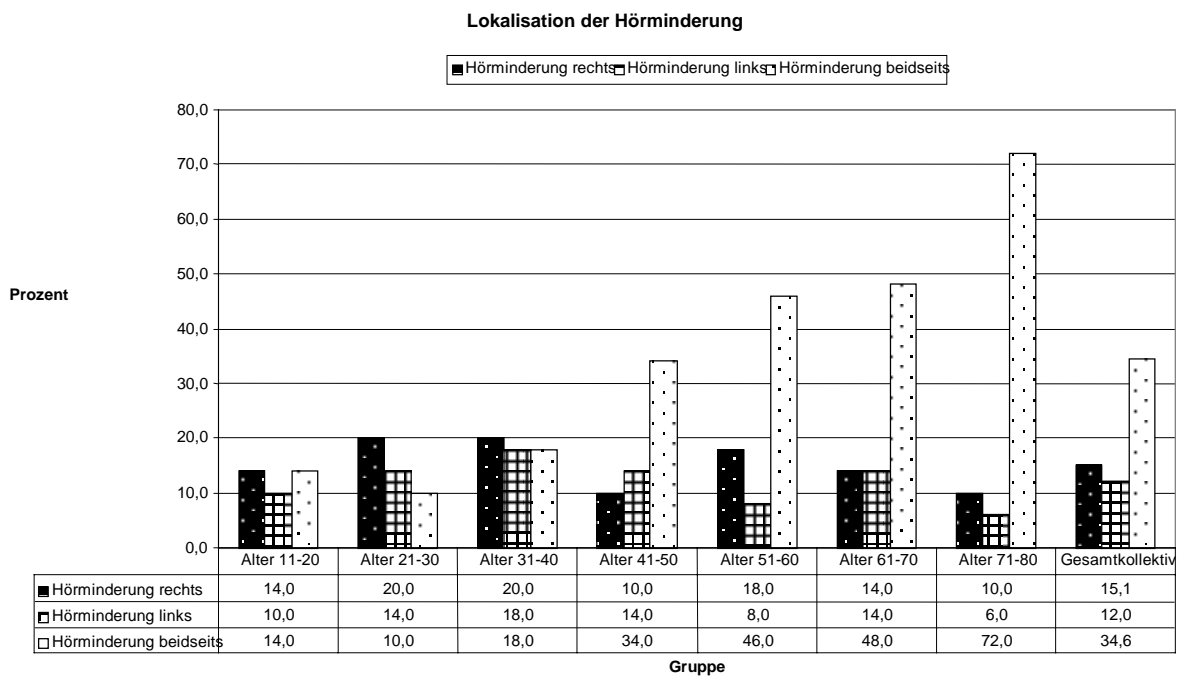
Die Lokalisation des Tinnitus ist überwiegend beiderseits und ab 41-50 Jahren links ausgeprägter als rechts. Ausnahmen gibt es bei den 61-70 jährigen Patienten, bei denen der Tinnitus rechts gleichzeitig mit dem Tinnitus beiderseits jeweils mit 26 % führend ist und bei den 21-30 jährigen Patienten, bei denen der Tinnitus rechts mit 30 % am häufigsten vorkommt (siehe Diagramm 22).

Diagramm 22



Die Hörminderung beidseits ist in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 ab dem Alter von 41-50 Jahren am größten. Davor dominiert die Hörminderung auf der rechten Seite (siehe Diagramm 23).

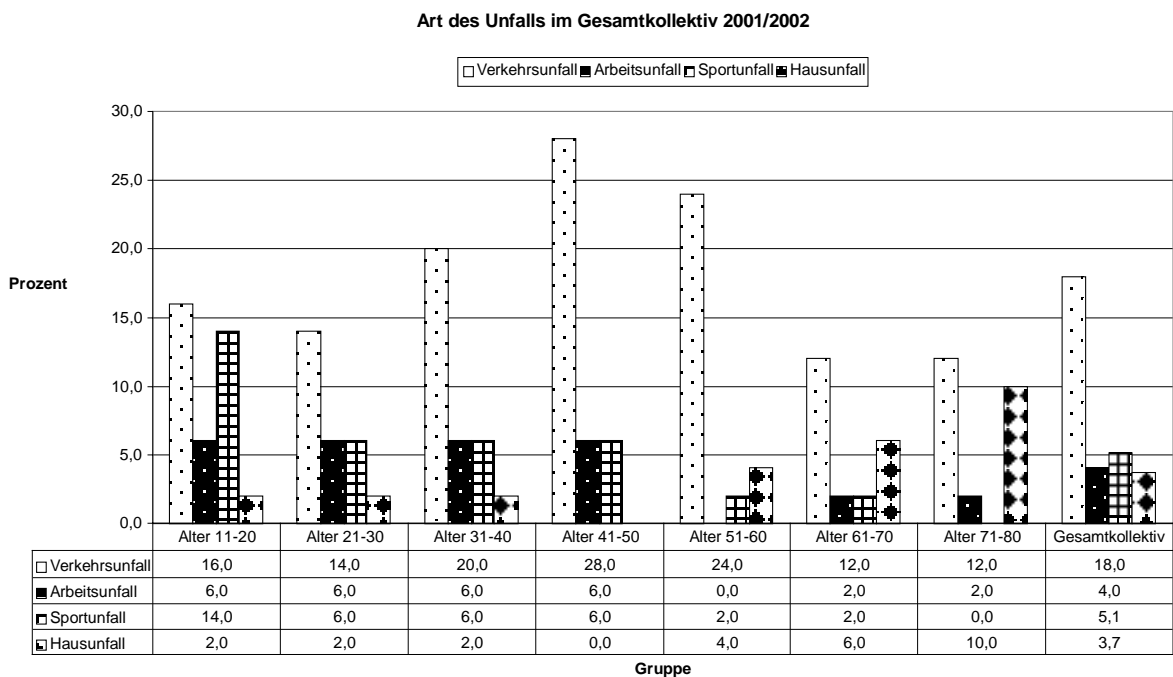
Diagramm 23



## Kopf-Hals-Trauma:

Mit 18 % treten Verkehrsunfälle vier Mal so häufig wie Arbeitsunfälle (4 %), Sportunfälle (5,1 %) und Hausunfälle (3,7 %) auf. Besonders im Alter 41-50 Jahren mit 28 % und im Alter von 51-60 Jahren mit 24 %. Sportunfälle haben mit 14 % ihren Höhepunkt im Alter von 11-20 Jahren, Arbeitsunfälle zeigen ein Plateau zwischen 11-50 Jahren mit 6 % und fallen danach ab. Hausunfälle steigen erst langsam ab 51-60 Jahren an und sind dann mit 10 % im Alter von 71-80 Jahren am höchsten (siehe Diagramm 24).

Diagramm 24



### 3.2 Klinische Befunde im Gesamtkollektiv 2001/2002

Nachdem die Patientenanamnese ausgewertet wurde, folgt jetzt die Auswertung der klinischen Befunde im Gesamtkollektiv 2001/2002.

Tabelle 2: Ergebnisse des Spontannystagmus im Gesamtkollektiv 2001/2002, Angabe in Nystagmusschlägen /30 Sekunden

Spontan- nystagmus	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum	Normbereiche
rechts (n=350)	2,8	7,3	0,0	53,0	0,0-17,0
Links (n=350)	3,3	8,5	0,0	69,0	0,0-19,0

Tabelle 3: Zentrale Nystagmusfrequenz bei unterschiedlicher seitengetrennter kalorischer Reizung, Angabe in Nystagmusschlägen / 30 Sekunden

Kalorischer Nystagmus	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
rechts 44°C	30,7	21,2	0,0	103,0
rechts 30°C	29,0	21,2	0,0	130,0
links 44°C	28,4	22,2	0,0	109,0
links 30°C	35,6	22,2	0,0	150,0

Der Ort der Störung in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 ist vorwiegend peripher. Er steigt von 40,0 % mit 11-20 Jahren langsam auf 60,0 % mit 71 Jahren an. Einzige Ausnahme ist ein leichter Rückgang mit 51-60 Jahren auf 44,0 %. Im Ganzen tritt die periphere Störung 2,5 Mal häufiger auf als ein Normalbefund mit 18,3 % oder eine

zentrale Störung mit 19,4 %. Bis 40 Jahre zeigen ungefähr ein Drittel der Patienten einen Normalbefund, der danach jedoch schnell wieder abfällt. Eine kombinierte Störung, die mit 11,0 % im Durchschnitt fünf Mal weniger als die periphere Störung auftritt, hat ihren Gipfel mit 20,0 % bei den 61-70 jährigen Patienten. Dies entspricht dem doppelten Wert der 11-20 jährigen Patienten (siehe Diagramm 25).

Diagramm 25

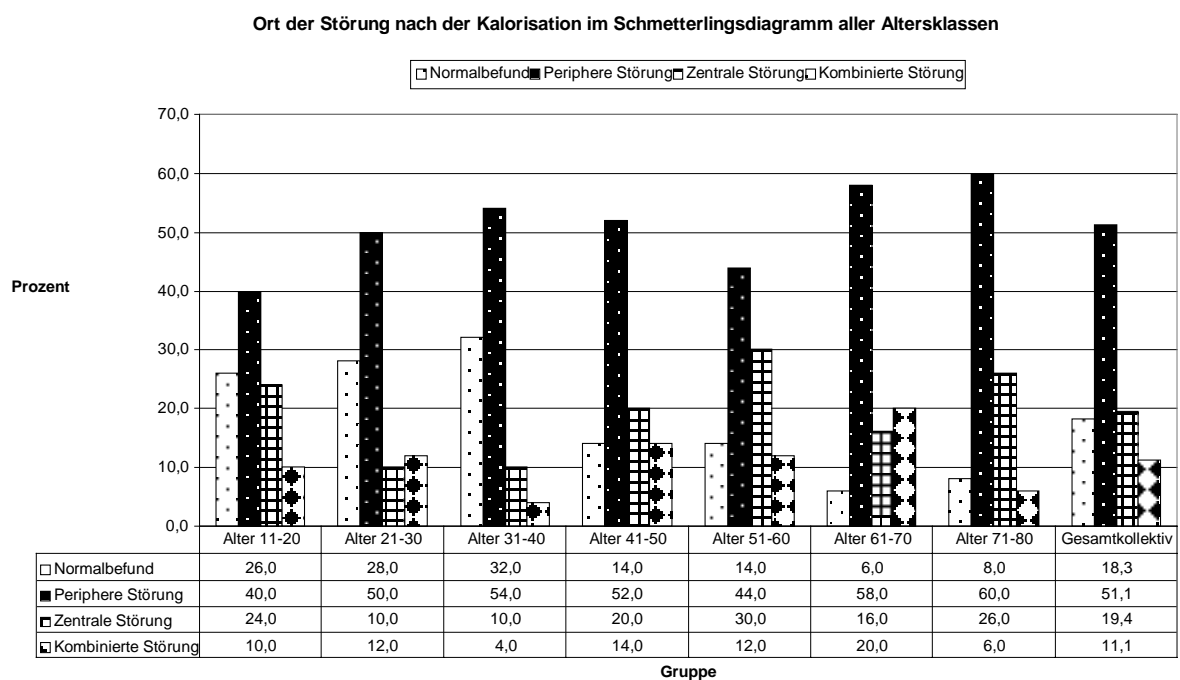


Tabelle 4: Kumulation und Amplitude – Ergebnisse

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
Kum. rechts 44°C	60,0	24,0	0,0	125,0
Kum. rechts 30°C	60,4	27,3	0,0	125,0



Kum. links 44°C	60,2	25,7	0,0	125,0
Kum. links 30°C	62,2	23,3	0,0	125,0
Ampli. rechts 44°C	48,5	30,1	0,0	180,0
Ampli. rechts 30°C	50,4	33,1	0,0	200,0
Ampli. links 44°C	45,6	28,4	0,0	160,0
Ampli. links 30°C	53,3	30	0,0	200,0

Tabelle 5: RIDT- Ergebnisse Perrotatorius rechts und links, Angabe in Nystagmusschlägen / 30 Sekunden

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum	Normbereiche
Perrotatorius Rechts	40,1	22,5	0,0	105,0	26,4-64,6
Perrotatorius Links	33,3	21,6	0,0	103,0	24,4-61,0

Tabelle 6: RIDT rechts - Ergebnisse in Prozent aller Altersklassen

	11-20 Jahre	21-30 Jahre	31-40 Jahre	41-50 Jahre	51-60 Jahre	61-70 Jahre	71-80 Jahre	Gesamt- kollektiv
Parallel	58,0	62,0	68,0	48,0	52,0	60,0	62,0	58,6
Rekrutment	36,0	32,0	18,0	30,0	20,0	28,0	20,0	26,3
Dekruiement	6,0	6,0	14,0	22,0	28,0	12,0	18,0	15,1

Tabelle 7: RIDT links - Ergebnisse in Prozent aller Altersklassen

	11-20 Jahre	21-30 Jahre	31-40 Jahre	41-50 Jahre	51-60 Jahre	61-70 Jahre	71-80 Jahre	Gesamt- kollektiv
Parallel	56,0	54,0	64,0	40,0	50,0	56,0	52,0	53,1
Rekrutment	22,0	28,0	12,0	24,0	10,0	22,0	16,0	19,1
Dekroutment	22,0	18,0	24,0	36,0	40,0	22,0	32,0	27,7

Tabelle 8: RIDT- Ergebnisse Postrotatorius rechts, Angabe in Nystagmusschlägen / 30 Sekunden

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
rechts 5 Sekunden	11,1	5,6	0,0	29,0
rechts 10 Sekunden	9,4	5,1	0,0	23,0
rechts 15 Sekunden	7,7	4,5	0,0	21,0
rechts 20 Sekunden	6,1	4,3	0,0	19,0
rechts 25 Sekunden	4,9	3,7	0,0	16,0
rechts 30 Sekunden	3,6	3,2	0,0	13,0

Tabelle 9: RIDT- Ergebnisse Postrotatorius links, Angabe in Nystagmusschlägen / 30 Sekunden

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
links 5 Sekunden	11,7	5,2	0,0	25,0
links 10 Sekunden	10,1	5,0	0,0	28,0
links 15 Sekunden	8,4	4,4	0,0	21,0
links 20 Sekunden	6,9	4,1	0,0	18,0

links 25 Sekunden	5,3	3,8	0,0	17,0
links 30 Sekunden	4,1	3,4	0,0	15,0

Tabelle 10: Ergebnisse OKN- Rechtsdrehung

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
OKN	74,4	19,9	4,0	134,0
OKAN rechts	16,3	16,4	0,0	95,0
OKAN links	4,8	8,8	0,0	74,0

Tabelle 11: Ergebnisse OKN- Linksdrehung

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
OKN	70,1	20,6	2,0	124,0
OKAN links	12,1	14,5	0,0	72,0
OKAN rechts	4,7	8,8	0,0	77,0

Diagramm 26: Anguläre Deviation imCCG

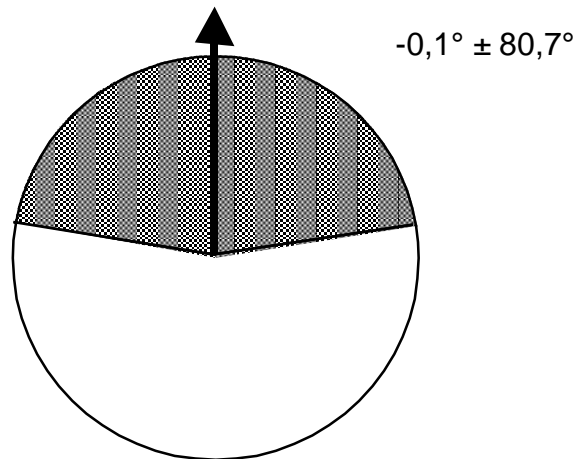


Diagramm 27: Eigenspinn im CCG

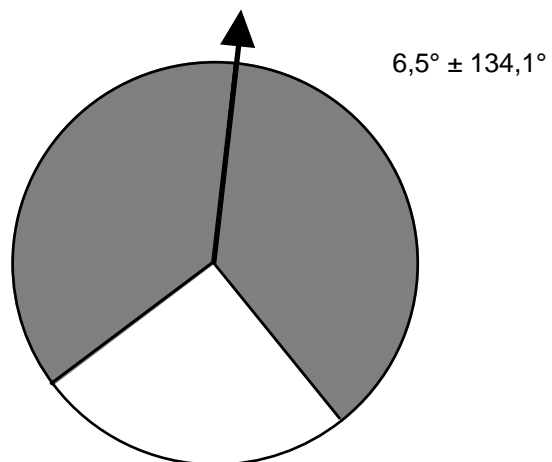


Tabelle 12: Ergebnisse Audiogramm rechts

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
125	18,9	16,1	-5,0	70,0
250	16,9	17,5	-5,0	80,0
500	17,2	20,0	0,0	100,0
1000	17,5	19,0	0,0	95,0
2000	21,2	20,0	0,0	95,0
4000	29,2	24,4	-5,0	95,0
8000	36,4	28,5	-5,0	100,0

Tabelle 13: Ergebnisse Audiogramm links

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Minimum	Maximum
125	16,3	15,7	-10,0	65,0
250	14,7	17,2	-20,0	75,0
500	14,4	17,7	-5,0	100,0
1000	15,6	17,9	-5,0	95,0
2000	20,9	19,6	-5,0	85,0
4000	28,5	24,6	-20,0	95,0
8000	33,7	28,4	-10,0	100,0

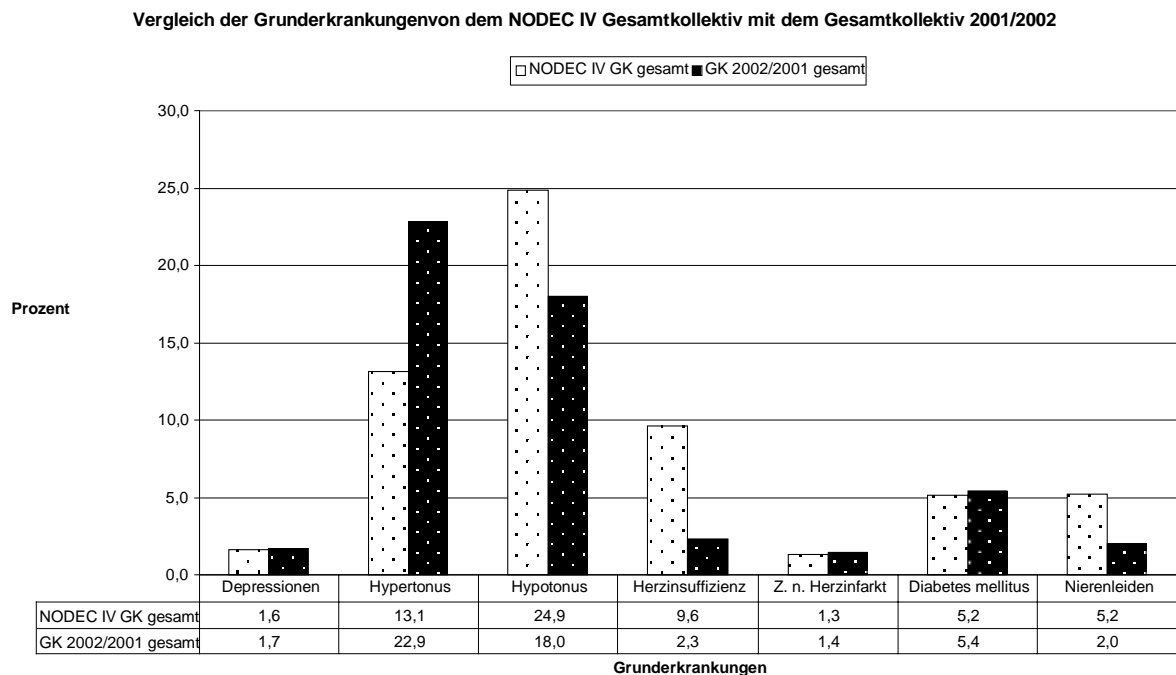
### 3.3 Vergleich NODEC IV Gesamtkollektiv (n=10335 Patienten) mit dem Gesamtkollektiv 2001/2002 (n=350 Patienten)

Das NODEC IV Gesamtkollektiv ist in vier Altersgruppen eingeteilt, nämlich Gruppe 1: 0-25 Jahre, Gruppe 2: 26-50 Jahre, Gruppe 3: 51-75 Jahre und Gruppe 4: größer als 75 Jahre. In Gruppe 1 sind 1935 Patienten, in Gruppe 2 sind 4614 Patienten, in Gruppe 3

sind 3652 Patienten und in Gruppe 4 sind 134 Patienten. Teilt man das Gesamtkollektiv 2001/2002 in diese vier Gruppen ein, erhält man in Gruppe 1: 75 Patienten, in Gruppe 2: 125 Patienten, in Gruppe 3: 125 Patienten und in Gruppe 4: 25 Patienten.

Vergleicht man das Gesamtkollektiv 2001/2002 mit dem NODEC IV Gesamtkollektiv stellt man in Diagramm 28 fest, dass im NODEC IV Gesamtkollektiv nicht der arterielle Hypertonus, sondern der arterielle Hypotonus mit 25 % an erster Stelle steht. Es folgt danach mit großem Abstand der arterielle Hypertonus mit 13,1 %, die Herzinsuffizienz mit 9,6 % und das Nierenleiden mit 5,2 %. Herzinsuffizienz und Nierenleiden kommen bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002 nur zu 2,3 % und 2,0 % vor. Depressionen mit 1,6 % und der Herzinfarkt kommen bei beiden Gesamtkollektiven gleichhäufig vor.

Diagramm 28



Ein Vergleich der einzelnen Altersgruppen der beiden Gesamtkollektive miteinander, zeigt in Diagramm 29 und 30, dass der arterielle Hypertonus, obwohl er in beiden

Gesamtkollektiven steigt, bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002 beginnend von 1,3 % auf 52,0 % enorm stark wächst und beim NODEC IV Gesamtkollektiv von 3,8 % nur auf 26,5 % ansteigt. Dies entspricht etwa der Hälfte des Gesamtkollektivs 2001/2002. In diesem befinden sich im Gesamtdurchschnitt 9,8 % mehr Patienten mit arteriellen Hypertonus. Beim arteriellen Hypotonus dagegen unterscheiden sich die Werte mit 13,7 % und 24,0 % der Gruppe 1 und mit 30,4 % und 14,4 % der Gruppe 2 stark. Das NODEC IV Gesamtkollektiv hat mit 30,4 % sein Maximum in Gruppe 2 und das Gesamtkollektiv 2001/2002 sein Maximum mit 24,0 % in Gruppe 1. Insgesamt unterscheiden sich die arteriellen Hypotonus Werte um 6,9 %. Herzinsuffizienz hat große prozentuale Unterschiede in Gruppe 2 mit 5,5 % und 0,8 %, in Gruppe 3 mit 18,5 % und 4,0 % und in Gruppe 4 mit 29,6 % und 8,0 %. Auffällig bei Patienten mit einem Zustand nach Herzinfarkt ist, dass im Gesamtkollektiv 2001/2002 in der Altersgruppe älter als 75 Jahre mit 8,0 % doppelt so viele Herzinfarkte wie im NODEC IV Gesamtkollektiv mit 3,8 % genannt wurden.

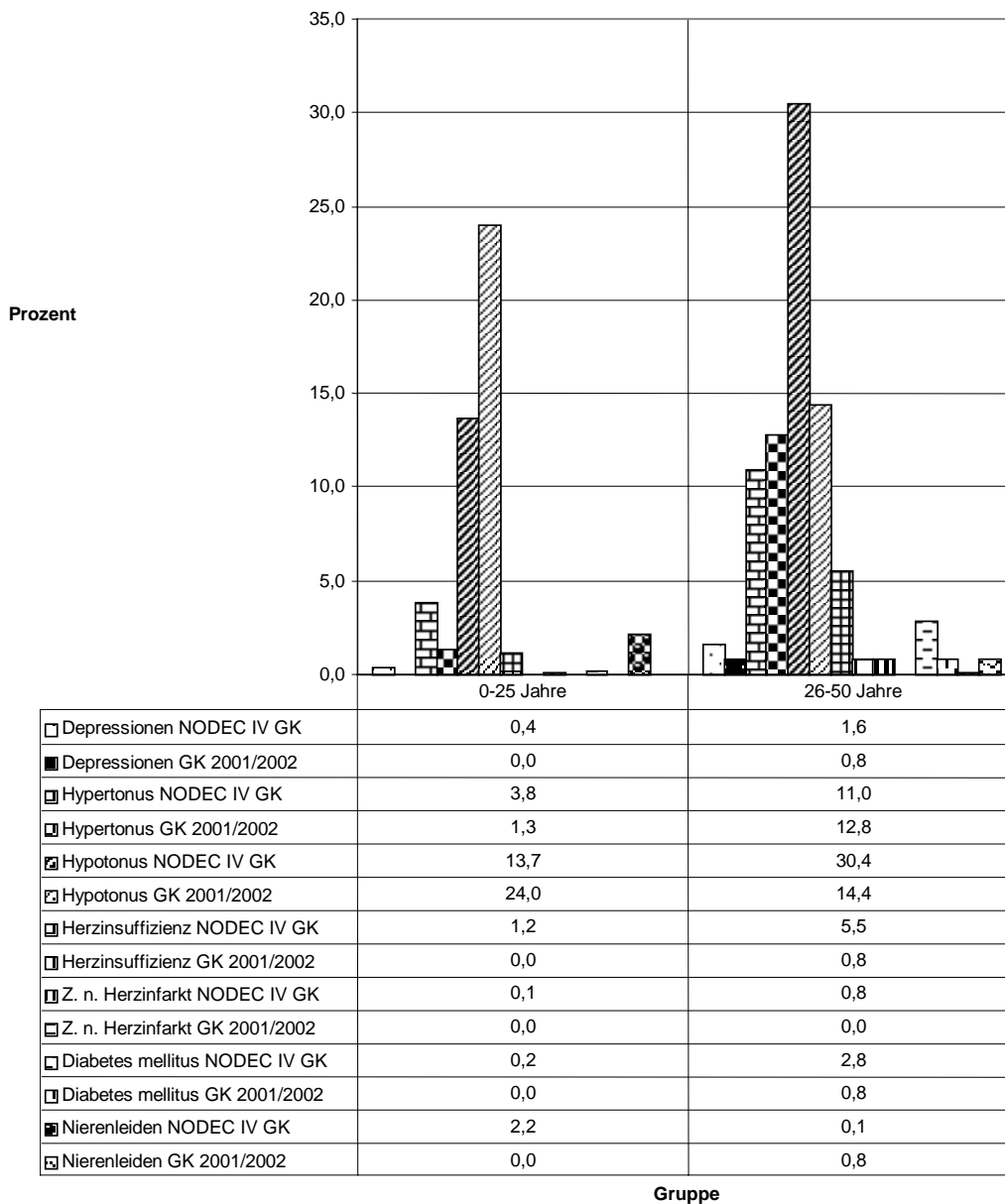
Man erkennt, dass der Diabetes mellitus sich erst ab einem Alter von älter als 75 Jahren stark von Gesamtkollektiv zu Gesamtkollektiv unterscheidet. Hier sind es 14,5 % im NODEC IV Gesamtkollektiv und 8,0 % im Gesamtkollektiv 2001/2002.

Es den Unterlagen ergibt sich, dass die Gruppe 4 mit den Patienten älter als 75 Jahren die häufigsten und größten Schwankungen aufzeigt. Dies kann daran liegen, dass das NODEC IV Gesamtkollektiv in Gruppe 4 aus 134 Patienten und das Gesamtkollektiv 2001/2002 nur aus 25 Patienten besteht.

Diagramm 29

Vergleich der Grunderkrankungen im NODEC IV Gesamtkollektiv (GK) mit denen im Gesamtkollektiv (GK) 2001/2002 bis 50 Jahre

□ Depressionen NODEC IV GK	■ Depressionen GK 2001/2002	▣ Hypertonus NODEC IV GK
▤ Hypertonus GK 2001/2002	▥ Hypotonus NODEC IV GK	▦ Hypotonus GK 2001/2002
▧ Herzinsuffizienz NODEC IV GK	▨ Herzinsuffizienz GK 2001/2002	▩ Z. n. Herzinfarkt NODEC IV GK
▪ Z. n. Herzinfarkt GK 2001/2002	▫ Diabetes mellitus NODEC IV GK	▬ Diabetes mellitus GK 2001/2002
▭ Nierenleiden NODEC IV GK	▮ Nierenleiden GK 2001/2002	



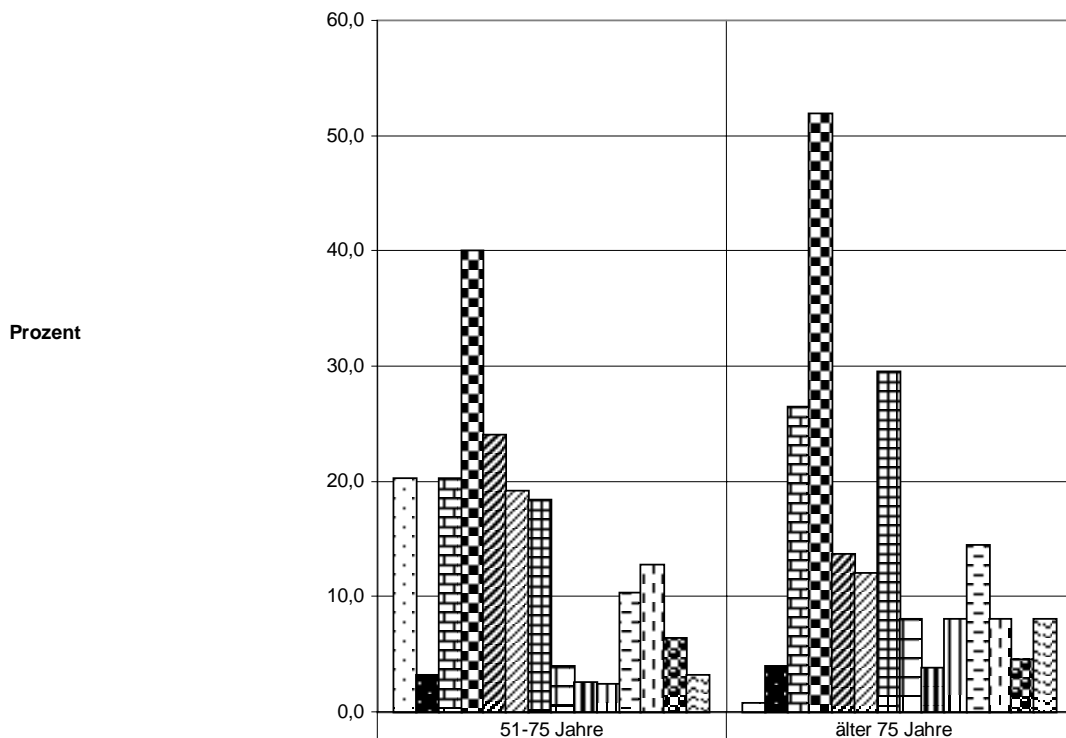
Gruppe



Diagramm 30

Vergleich der Grunderkrankungen im NODEC IV Gesamtkollektiv (GK) mit denen im Gesamtkollektiv (GK) 2001/2002 ab 51 Jahren

□ Depressionen NODEC IV GK	■ Depressionen GK 2001/2002	▣ Hypertonus NODEC IV GK
▤ Hypertonus GK 2001/2002	▥ Hypotonus NODEC IV GK	▦ Hypotonus GK 2001/2002
▧ Herzinsuffizienz NODEC IV GK	□ Herzinsuffizienz GK 2001/2002	▨ Z. n. Herzinfarkt NODEC IV GK
▩ Z. n. Herzinfarkt GK 2001/2002	▪ Diabetes mellitus NODEC IV GK	▫ Diabetes mellitus GK 2001/2002
▬ Nierenleiden NODEC IV GK	▭ Nierenleiden GK 2001/2002	

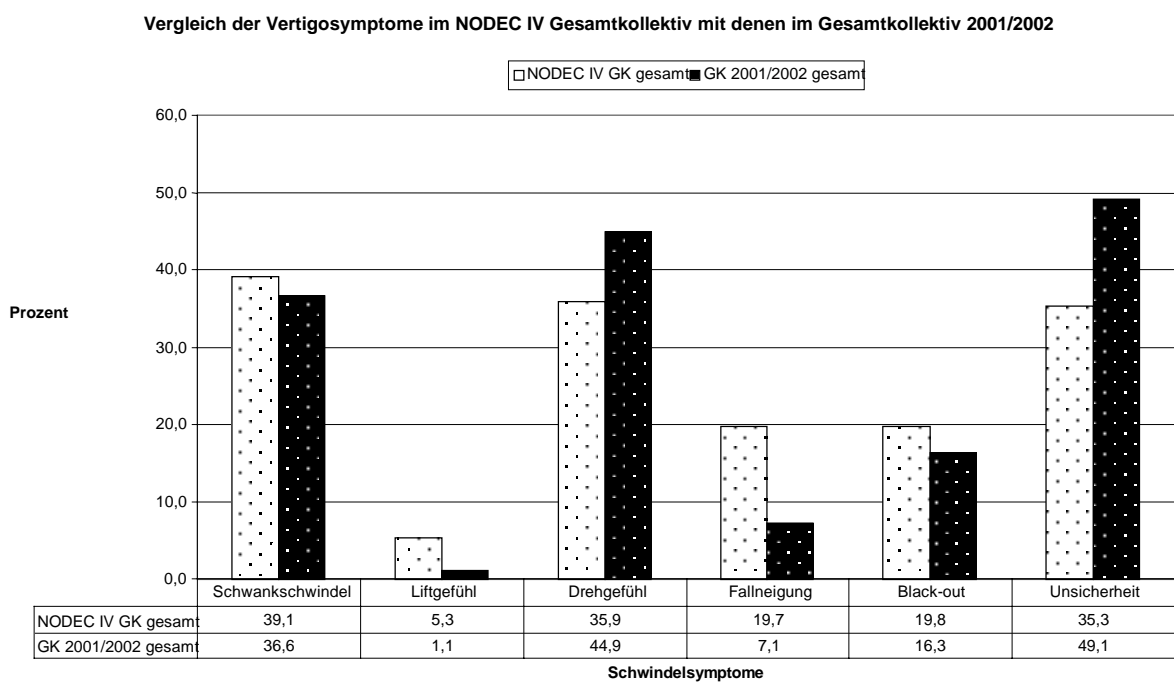


	51-75 Jahre	älter 75 Jahre
□ Depressionen NODEC IV GK	20,3	0,8
■ Depressionen GK 2001/2002	3,2	4,0
▣ Hypertonus NODEC IV GK	20,3	26,5
▤ Hypertonus GK 2001/2002	40,0	52,0
▥ Hypotonus NODEC IV GK	24,1	13,6
▦ Hypotonus GK 2001/2002	19,2	12,0
▧ Herzinsuffizienz NODEC IV GK	18,5	29,6
▨ Herzinsuffizienz GK 2001/2002	4,0	8,0
▩ Z. n. Herzinfarkt NODEC IV GK	2,5	3,8
▫ Z. n. Herzinfarkt GK 2001/2002	2,4	8,0
▬ Diabetes mellitus NODEC IV GK	10,3	14,5
▭ Diabetes mellitus GK 2001/2002	12,8	8,0
▮ Nierenleiden NODEC IV GK	6,4	4,6
▯ Nierenleiden GK 2001/2002	3,2	8,0

Gruppe

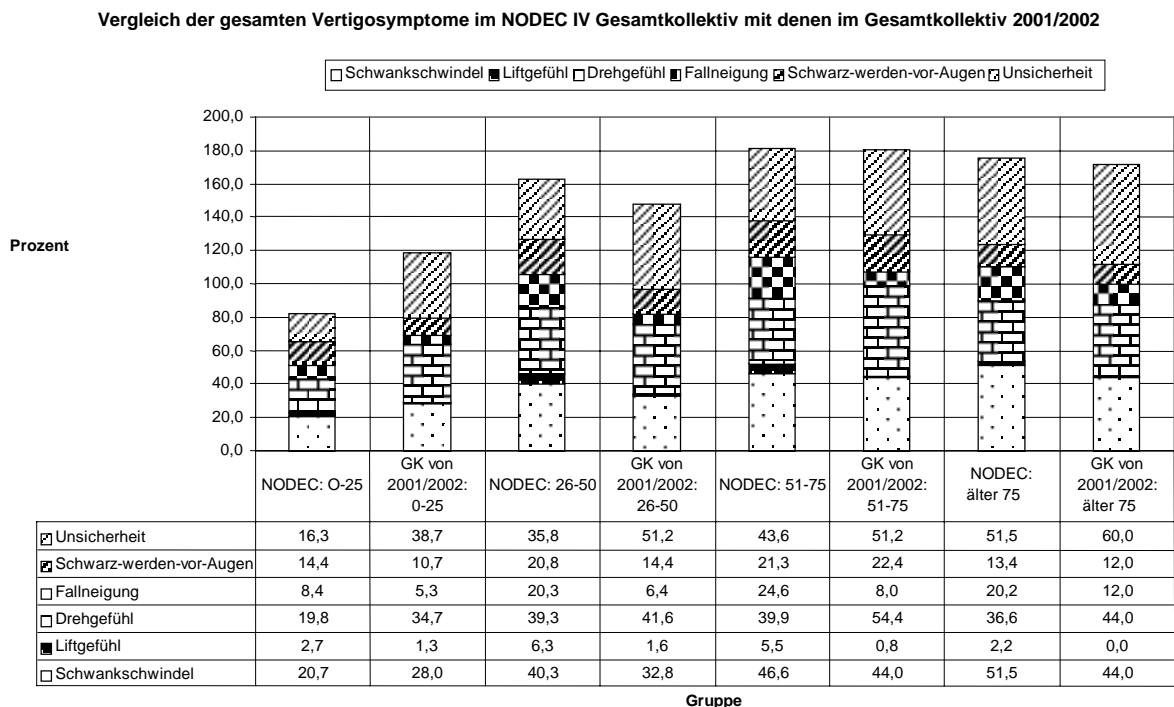
Bei dem Vergleich der Vertigosymptome sind bei dem NODEC IV Gesamtkollektiv die Symptome Liftgefühl mit 5,3 % und Fallneigung mit 19,7 % deutlich höher, Schwankschwindel mit 39,1 % und Schwarz werden vor den Augen mit 19,8 % höher und die Symptome Drehgefühl mit 35,9 % und Unsicherheit deutlich niedriger als bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002 (siehe Diagramm 31).

Diagramm 31



Der Vergleich der Anzahl der zusammenaddierten Vertigosymptome für jedes Gesamtkollektiv und jeder Altersgruppe, zeigt in Diagramm 32, dass die 51-75 jährigen Patienten in Gruppe 3 am meisten Symptome bei der Befragung angeben. Da jeder Patient mehrere Symptome nennen kann, werden auch die 100 % überschritten. Die Patienten im NODEC IV Gesamtkollektiv geben mit 183 % nur geringfügig mehr Symptome als die Patienten im Gesamtkollektiv 2001/2002 mit 181 % an. Diese Altersgruppe ist dicht gefolgt von der Gruppe 4 mit den Patienten, die älter als 75 Jahre sind. Hier gibt das NODEC IV Gesamtkollektiv 175 % und das Gesamtkollektiv 2001/2002 172 % an. Bei der Gruppe 2, den 26-50 jährigen Patienten, gibt NODEC IV Gesamtkollektiv 162 % und das Gesamtkollektiv 2001/2002 145 % an. In Gruppe 1 nennen die Patienten im Gesamtkollektiv 2001/2002 mit 119 % mehr Vertigosymptome als das NODEC IV Gesamtkollektiv mit 82 %.

Diagramm 32



Die auffälligsten Vertigosymptome: Schwankschwindel, Drehgefühl, Unsicherheit und Fallneigung werden im Kollektivvergleich für jede Altersgruppe in den Diagrammen 33 und 34 dargestellt. Man erkennt, dass der Schwankschwindel von Gruppe 1 bis Gruppe 4 stark ansteigt. Der größte Sprung tritt zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 auf. Bei dem NODEC IV Gesamtkollektiv erhöht sich sogar der Ausgangswert um das 2,5 fache von 20,7 % auf 51,5 %. Das Drehgefühl hat seinen Gipfel in der Gruppe 3. Im Gesamtkollektiv 2001/2002 nennen sogar 54,4 % der Patienten dieses Symptom, dagegen sind es im NODEC IV Gesamtkollektiv nur 39,9 %. Das Symptom Unsicherheit steigt im Alter auch stark an. Zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 hat es den größten Prozentzuwachs. Fallneigung hat im NODEC IV Gesamtkollektiv den maximalen Prozentanteil mit 24,6 % bei den 51-75 jährigen Patienten. Danach fällt der Wert wieder bei den Patienten, die älter als 75 Jahre sind, ab. Im Gesamtkollektiv 2001/2002 erkennt man einen fast linearen Anstieg von 5,3 % in Gruppe 1 bis auf 12,0 % in Gruppe 4.

Diagramm 33

Vergleich der auffälligsten Vertigosymptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 bis 50 Jahre

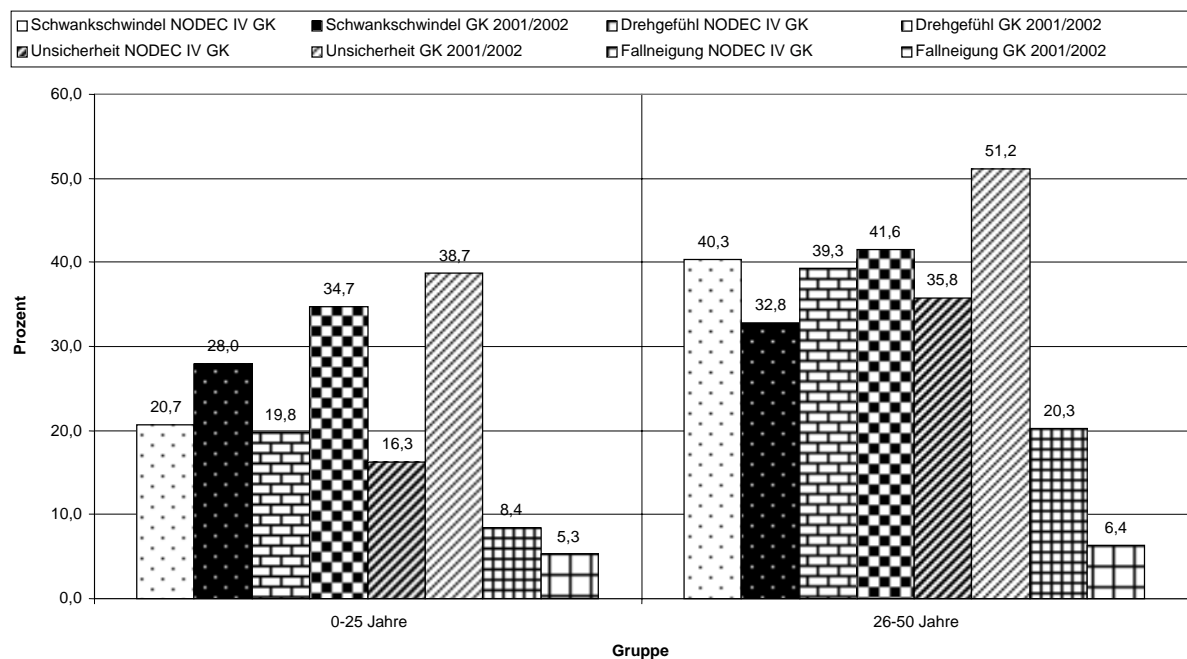
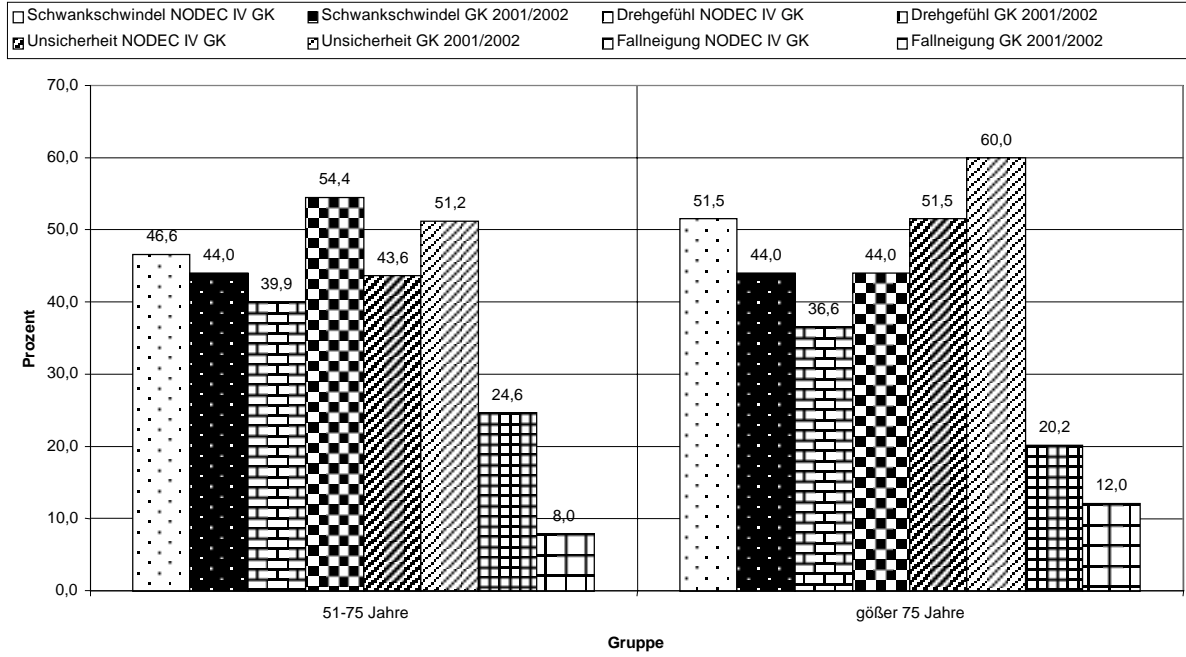


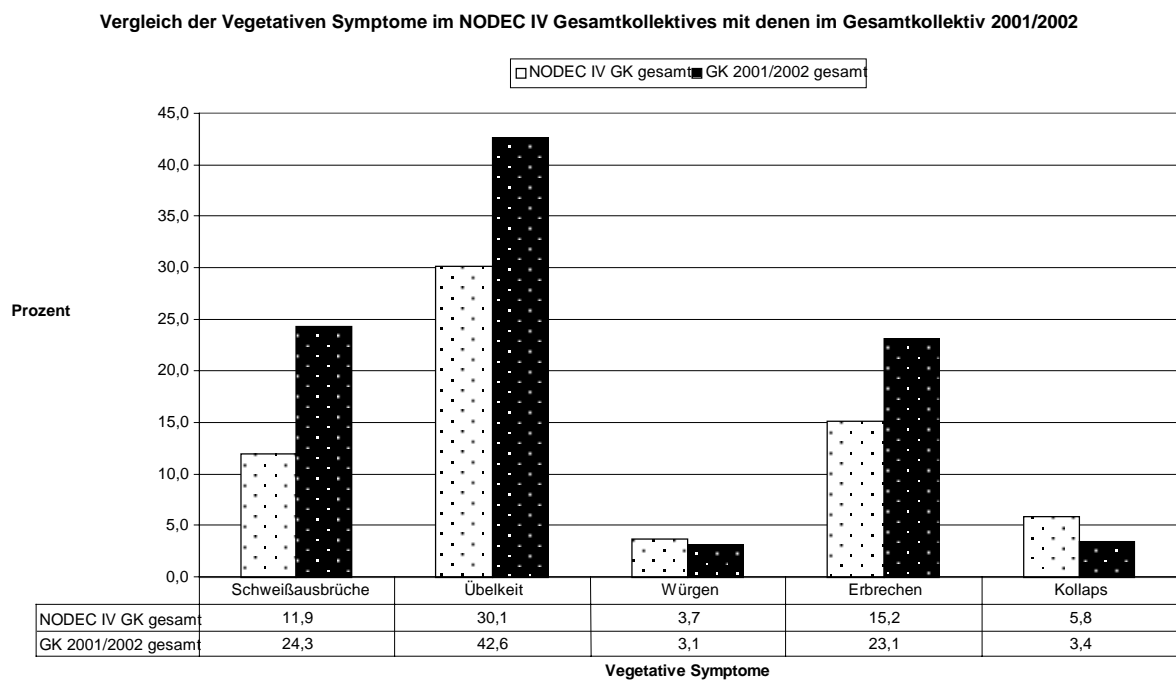
Diagramm 34

Vergleich der auffälligsten Vertigosymptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 ab 51 Jahren



Die vegetativen Symptome Übelkeit mit 30,1 % und Erbrechen mit 15,2 % wurden im NODEC IV Gesamtkollektiv weniger häufig als in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 genannt. Schweißausbrüche mit 11,9 % sogar nur halb so oft. Die Symptome Würgen mit 3,7 % und Kollaps mit 5,8 % wurden geringfügig häufiger bei der Anamnese erwähnt (siehe Diagramm 35).

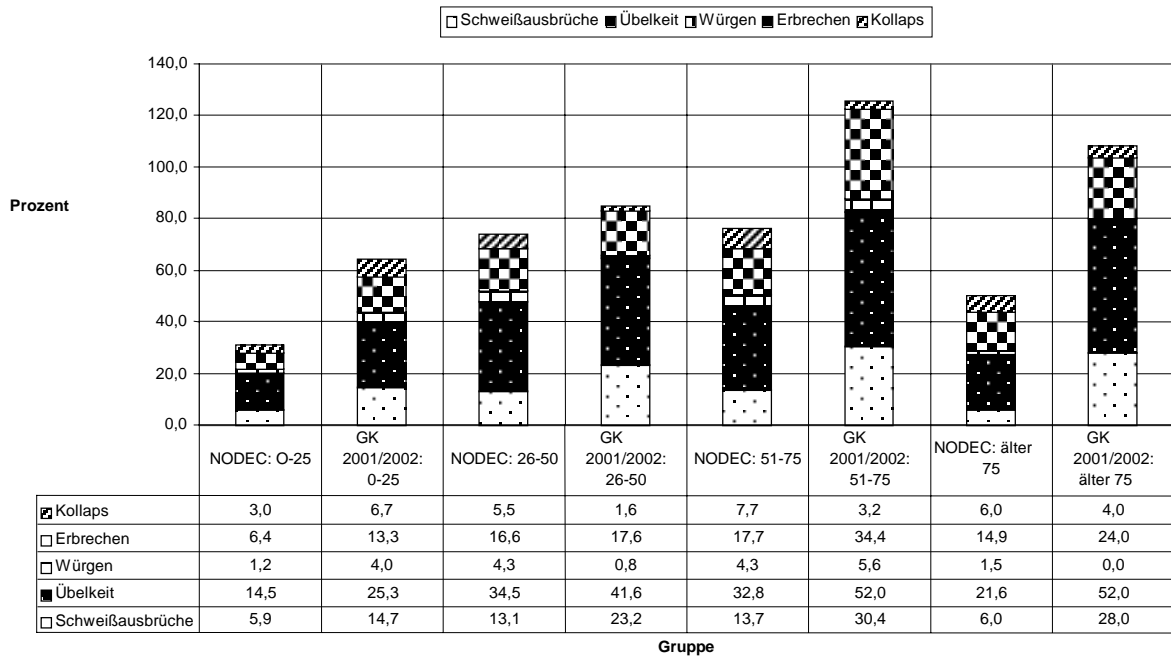
Diagramm 35



Vergleicht man die Anzahl der zusammenaddierten vegetativen Symptome in jedem Gesamtkollektiv für jede Altersgruppe miteinander, stellt man in Diagramm 36 fest, dass auch hier die Gruppe 3 der 51-75 jährigen Patienten in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 die meisten vegetativen Symptome mit 125,6 % nennen. Danach folgen wiederum aus dem Gesamtkollektiv 2001/2002 die Gruppe 4 mit 108,0 % und die Gruppe 2 mit 84,8 %. In Gruppe 1 des Gesamtkollektivs 2001/2002 nennen 64,0 % der Patienten vegetative Symptome. Im NODEC IV Gesamtkollektiv werden in Gruppe 3 mit 76,2 %, gefolgt von Gruppe 2 mit 74,0 %, die vegetativen Symptome am häufigsten genannt. Gruppe 1 mit 31,0 %, Gruppe 4 mit 50,0 % und Gruppe 3 mit 76,2 % vom NODEC IV Gesamtkollektiv liegen weit hinter den jeweiligen Patientengruppen in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 .

Diagramm 36

Vergleich der gesamten Vegetativen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002



Vegetative Symptome werden in der Regel von 51-75 jährigen Patienten am häufigsten genannt. Sie steigern sich von Altersgruppe zu Altersgruppe. Nach der 3. Gruppe tritt wieder eine Abnahme der Symptome auf. Einzige Ausnahme ist das Symptom Übelkeit der Gruppe 2 der Patienten. Hier werden mit 34,5 % die meisten vegetativen Symptome genannt. Danach findet eine Abnahme der Symptome bis zu der Gruppe 4 mit 21,6 % statt. Nennenswert in diesem Zusammenhang ist, dass in den einzelnen Altersgruppen bei dem Vergleich der Anzahl der vegetativen Symptome zwischen dem NODEC IV Gesamtkollektiv und dem Gesamtkollektiv 2001/2002 große, zum Teil sehr große Unterschiede auftreten. So tritt zum Beispiel in Gruppe 4 das Symptom Schweißausbrüche zum einen mit 6,0 % und zum anderen mit 28,0 % auf. Ausnahme ist in Gruppe 2 das Symptom Erbrechen mit 16,6 % und 17,6 % dar (siehe Diagramme 37 und 38).

Diagramm 37

Vergleich der auffälligsten Vegetativen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 bis 50 Jahre

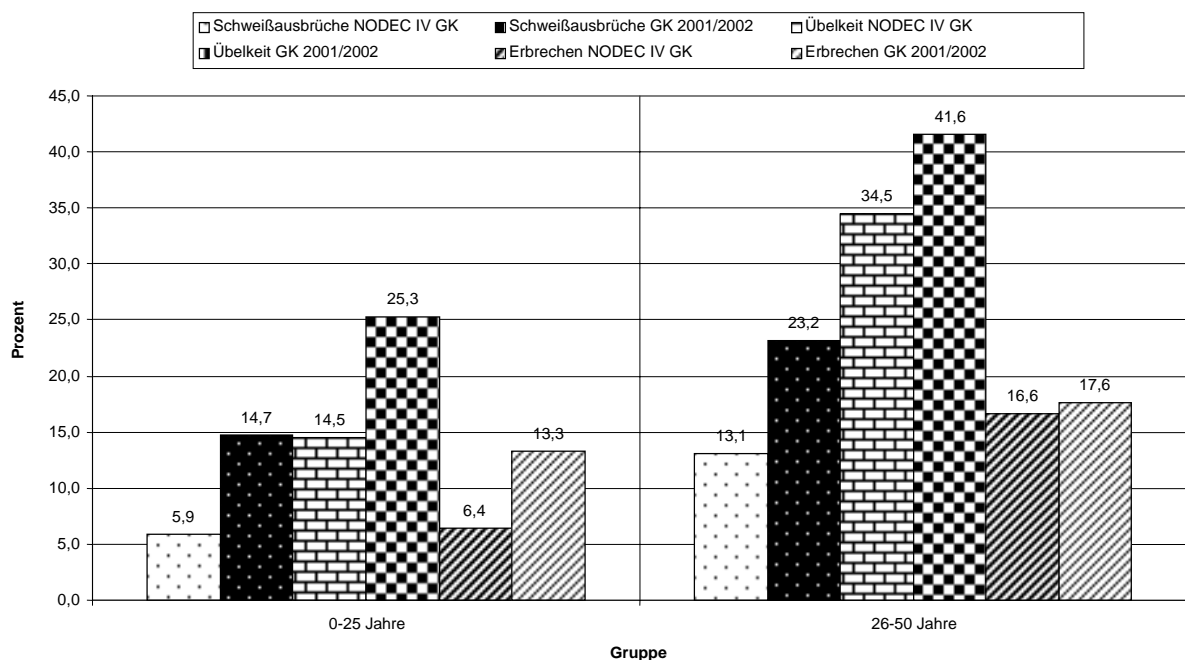
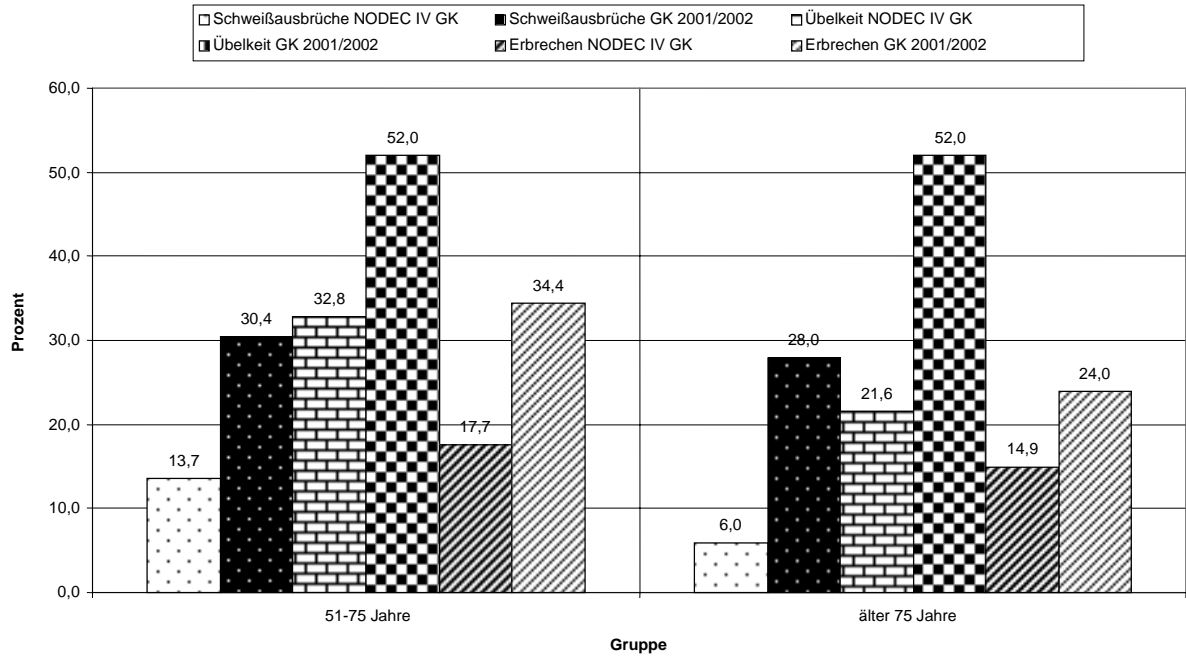




Diagramm 38

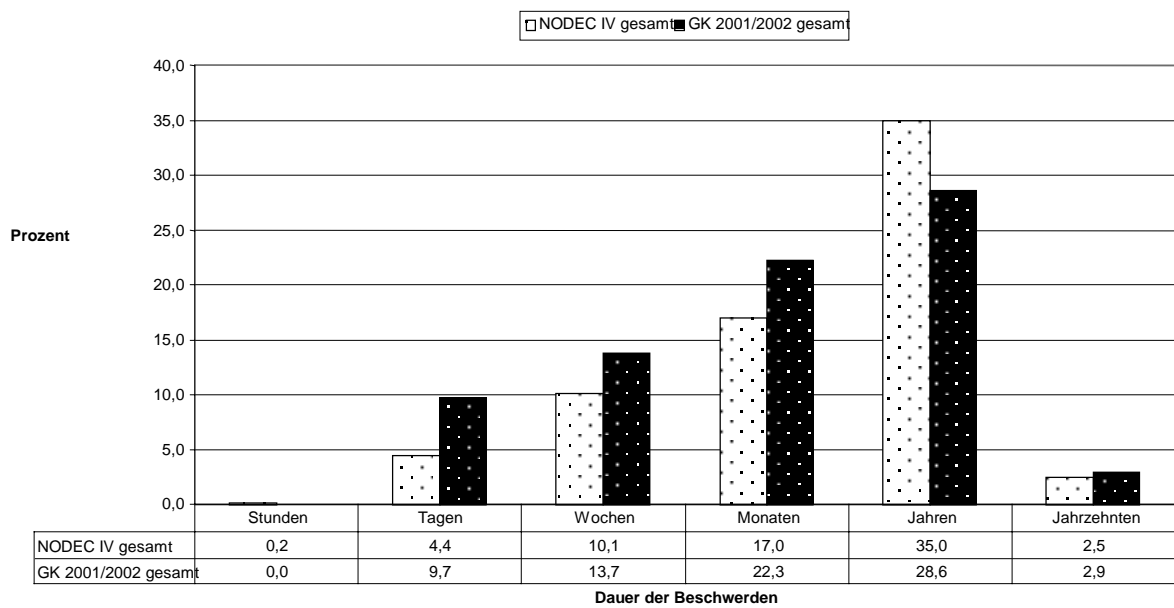
Vergleich der auffälligsten Vegetativen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002 ab 51 Jahren



Bei der Beschwerdedauer berichtet das NODEC IV Gesamtkollektiv von einer langen Beschwerdedauer. Es berichten sogar 35 % der Patienten über eine Beschwerdedauer von Jahren, im Gegensatz zu 28,6 % der Patienten im Gesamtkollektiv 2001/2002. Über eine Beschwerdedauer von Tagen, Wochen, Monaten und Jahrzehnten berichten jeweils weniger Patienten im NODEC IV Gesamtkollektiv als im Gesamtkollektiv 2001/2002 (siehe Diagramm 39).

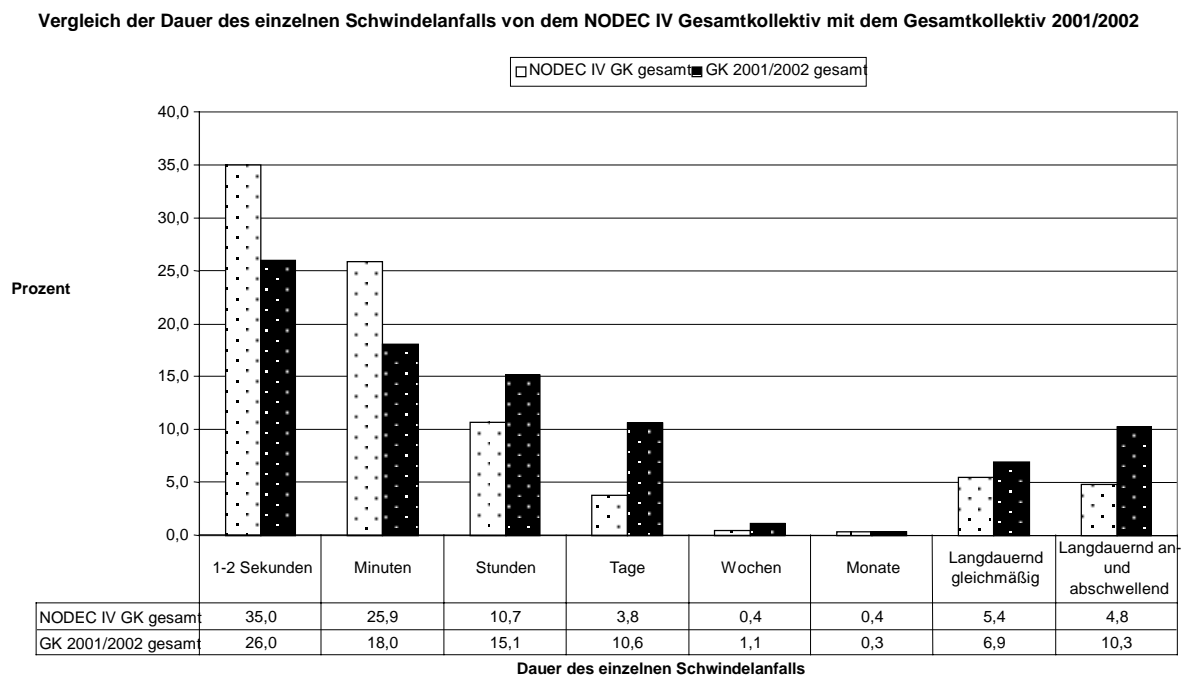
Diagramm 39

Vergleich der Dauer der Beschwerden im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002



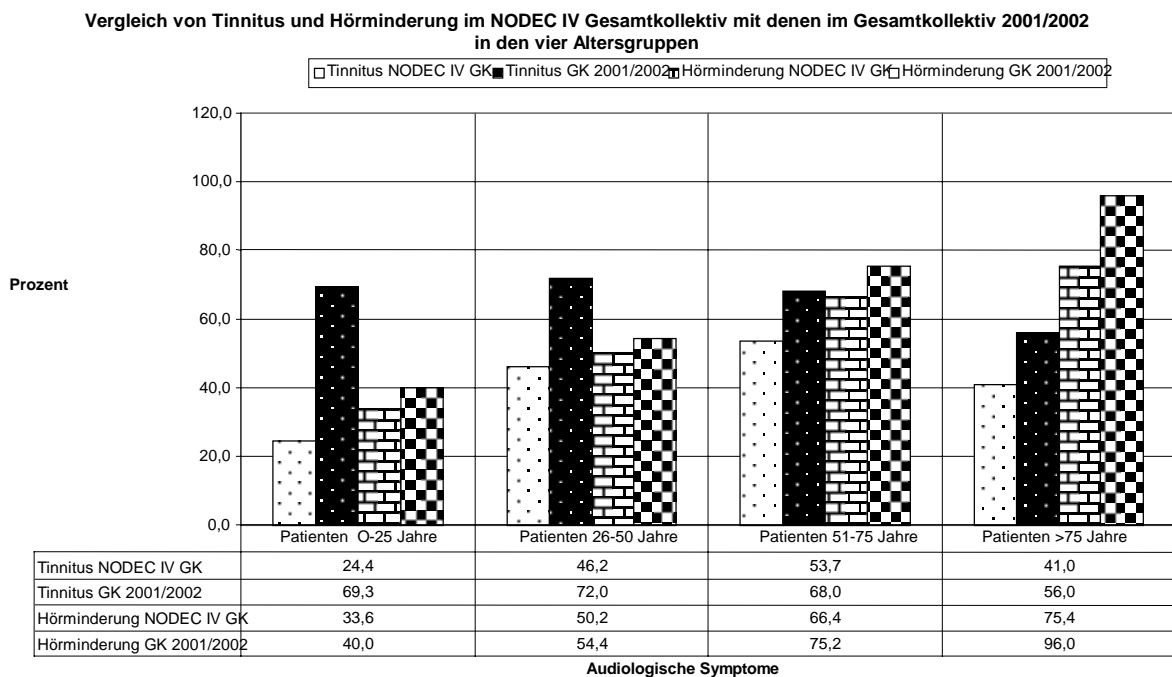
Die Dauer des einzelnen Schwindelanfalls ist im NODEC IV Gesamtkollektiv genauso wie in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 als sehr kurz beschrieben. 35,0 % der Patienten im NODEC IV Gesamtkollektiv berichten über eine Anfallsdauer von Sekunden, 25,9 % der Patienten von Minuten. Im Gesamtkollektiv 2001/2002 berichten dagegen nur 26,0 % der Patienten über eine Schwindelanfallsdauer von Sekunden und 18,0 % über eine Schwindelanfallsdauer von Minuten. Mit 10,7 % der Patienten, die über eine Schwindelanfallsdauer von Stunden, 3,8 % von Tagen, 0,4 % von Wochen und 0,4 % von Monaten berichten, sind es jeweils etwas weniger Patienten als im Gesamtkollektiv 2001/2002. Im NODEC IV Gesamtkollektiv beschreiben mit 5,4 % und 4,8 % weniger Patienten den einzelnen Schwindelanfall als langdauernd gleichmäßig oder als an- und abschwellend langdauernd (siehe Diagramm 40).

Diagramm 40



Über audiologische Symptome klagen insgesamt weniger Patienten im NODEC IV Gesamtkollektiv als im Gesamtkollektiv 2001/2002. Hier fällt zusätzlich auf, dass besonders das Symptom Tinnitus nicht so häufig genannt wird. Bei 0-25 Jahren beschrieben es nur 24,4 % anstelle von 69,3 % bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002, bei 26-50 Jahren 46,2 % anstelle von 72 %. Im Gegensatz dazu werden bei dem audiologischen Symptom Hörminderung die Abstände erst ab 51 Jahren mit 8,8 % (66,4 % anstelle von 75,2 %) und ab 75 Jahren mit 20,6 % (75,4 % anstelle von 96 %) deutlich geringer (siehe Diagramm 41).

Diagramm 41



### 3.3 Kasuistische Ergebnisse

#### 3.3.1 FALL 1: Patientin mit kindlichem Nystagmus

**S. Sch., 11 Jahre, Schülerin, Größe 153 cm, Gewicht 54 kg**

**Beschwerden:**

Seit 3-5 Wochen klagt die Patientin über ihre Beschwerden. Es liegen keine Geruchsstörungen und Geschmacksstörungen vor. Bei ihr tritt zeitweise ein rechtsseitiger Tinnitus auf.

**Ergebnisse der neurootologischen Untersuchungen:**

Es wird eine normale Blickpendelfolge festgestellt. Es besteht kein Spontannystagmus und eine normale kalorische und rotatorische Erregbarkeit der Vestibularisfunktion liegt vor. Die optokinetische Augenbewegungsfunktion und die vestibulo-spinale Gleichgewichtsregulation sind normal.

**Diagnose:**

Es besteht eine altersgemäße Vestibularisfunktion.

**Legende der nachfolgenden Abbildungen:**

A.) L-Schema des RIDT mit normgerechten Kennlinien sowohl des rechts- und linksschlägigen perrotatorischen wie auch postrotatorischen Nystagmus.

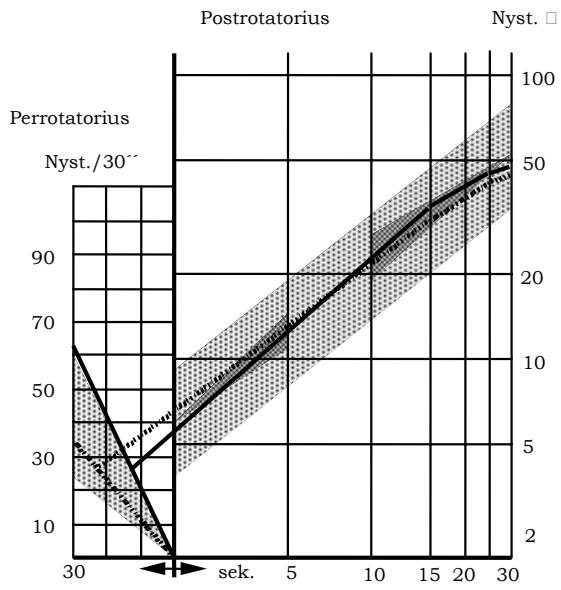
B.) Schmetterlingskaloriegramm mit normgerechten Reaktionskennlinien des kalorischen Rechtsnystagmus (rechts 44° Celsius und links 30° Celsius). Die beiden Reaktionskennlinien des kalorischen Linksnystagmus (rechts 30° Celsius und links 44° Celsius) sind grenzwertig noch in der Norm.

C.) Die Cranio-Corpo-Graphische Reaktionsaufzeichnung des Kopf-Körper-Bewegungsmusters in orthogonaler Projektion von oben. Im oberen rechten Quadranten sind die oszillierenden Tretschwankungsmuster von normaler Schwankungsbreite und ohne pathologische Seitenabweichung dargestellt. Im unteren linken Quadranten sind die vier Leuchtpunkte beider Schultern und des Kopfes (Stirn- und Hinterhaupt) dargestellt. Das Stehreaktionsmuster ist normal.

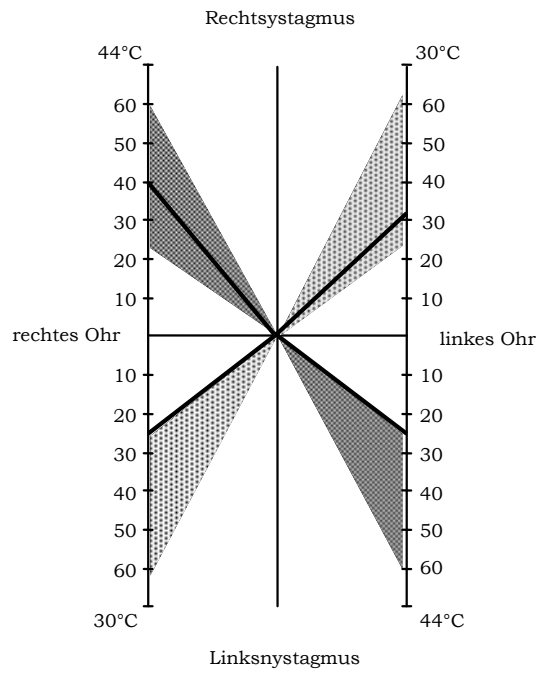
D.) Ausschnitt aus dem horizontalen binokulären ENG einer 11-jährigen Schülerin. Typisch an dem Augenbewegungsmuster sind der starke dysmetrische Formenwechsel und die teilweise existierende Dysrhythmie.

**FALL 1: Patientin mit kindlichem Nystagmus**

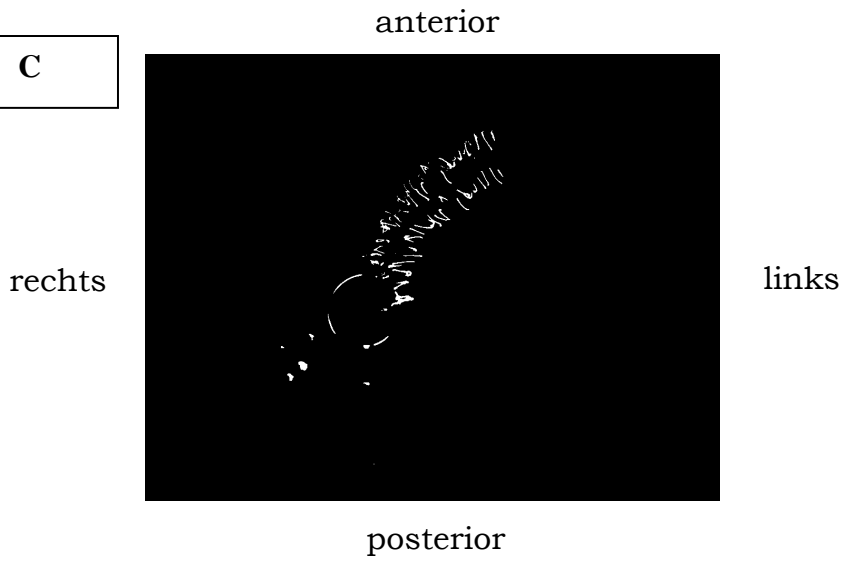
**A**



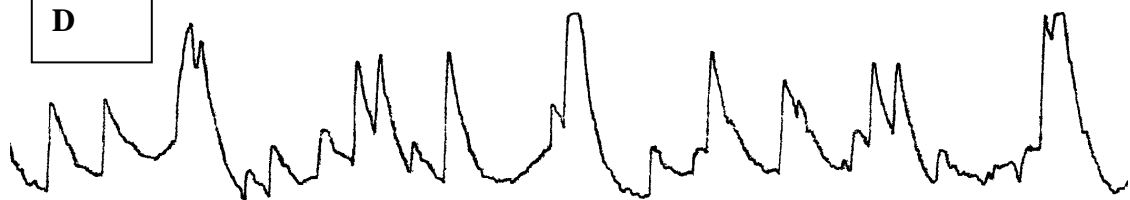
**B**



**C**



**D**



### 3.3.2 FALL 2: Patient mit normalen Werten

**Herr N. B., 39 Jahre, Maschineneinrichter, Größe 182 cm, Gewicht 78 kg**

#### **Beschwerden:**

Der Patient klagt über rechtsseitigen Tinnitus seit 3 Jahren und eine rechtsseitige Hörminderung. Es liegen keine Vertigosymptome, vegetativen Symptome, Geruchsstörung und Sehstörungen vor. Der Patient gibt an, dass er drei Tassen Kaffee am Tag und selten Alkohol trinkt.

#### **Ergebnisse der neurootologischen Untersuchungen:**

Es wird eine normale Blickpendelfolge festgestellt. Es besteht kein Spontannystagmus und eine normale kalorische und rotatorische Erregbarkeit der Vestibularisfunktion liegt vor. Die optokinetische Augenbewegungsfunktion ist normal. Im Tret-CCG wird eine leicht verbreiterte Lateralschwenkung festgestellt.

#### **Diagnose:**

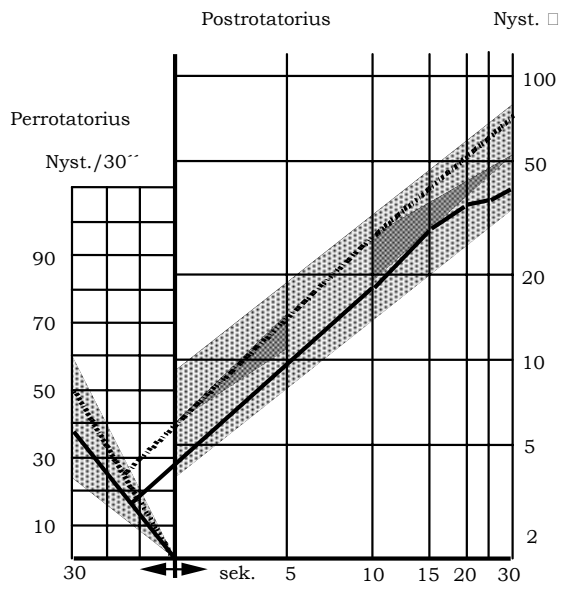
Es besteht eine altersgemäße Vestibularisfunktion.

#### **Legende der nachfolgenden Abbildungen:**

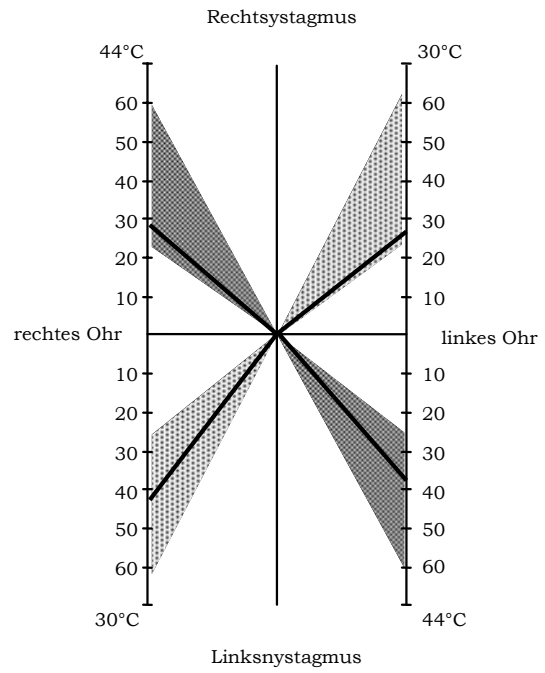
- A.) RIDT Schema mit normalen Reaktionskennlinien des perrotatorischen und des postrotatorischen Nystagmus.
- B.) Kalorische Schmetterlingsauswertung mit normalen Reaktionskennlinien der Warm- und Kaltreaktionen auf der rechten und auf der linken Seite.
- C.) Im Cranio-Corpo-Graphischen Aufzeichnungsbild ist eine leicht verbreiterte Lateralschwankung im Tretversuch (Mitte) sichtbar. Der Stehversuch (links vom Zentrum) ist unauffällig.
- D.) Horizontales binokuläres Elektronystagmogramm des Spontannystagmus: Linksschlägige wechselnde klein- bis mittelschlägige Nystagmussignale mit geringem Rhythmuswechsel.

**FALL 2: Patient mit normalen Werten**

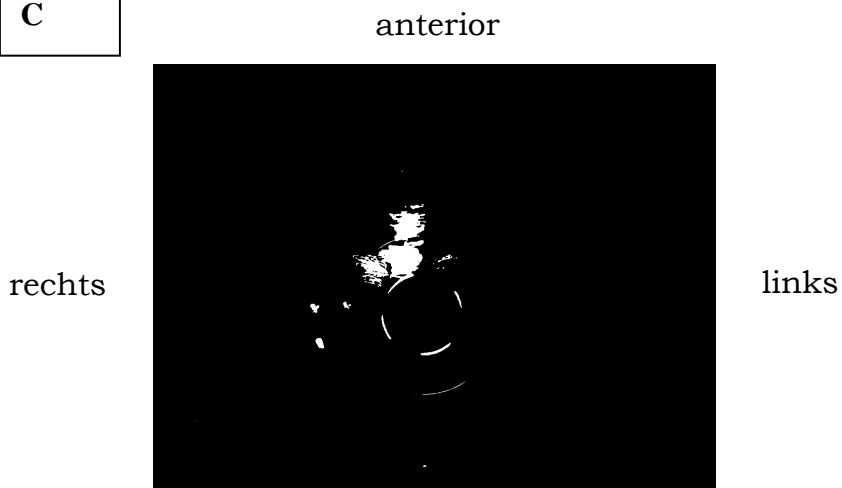
**A**



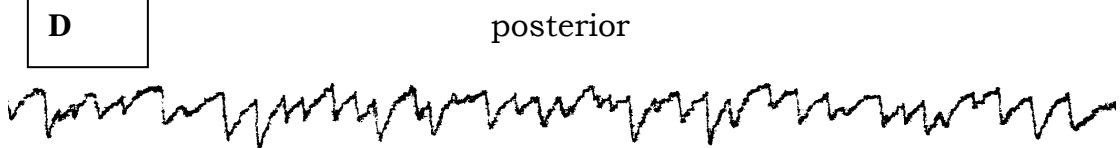
**B**



**C**



**D**





### 3.3.3 FALL 3: Patient mit Enthemmung

**Herr P. B., 49 Jahre, Kaufmann, Größe 177 cm, Gewicht 70 kg**

**Beschwerden:**

Seit Monaten klagt der Patient über 1 bis 2 Sekunden dauernden, beim Aufstehen auftretenden, Schwankschwindel und Unsicherheitsgefühl. Der Patient berichtet über eine Augenverletzung links, die er sich 1967 durch eine Silvesterrakete zugezogen hat. Er trägt eine Nah- Fernbrille, da er sonst unscharf sieht. Es liegt keine Geruchsstörung vor. Der Patient berichtet über einen linksseitigen Tinnitus und eine starke Hörminderung beidseits. Er ist vor über 30 Jahren mit seinem Auto in einen Graben gefahren. Der Patient gibt an, dass er vier große Tassen Kaffee und gelegentlich Alkohol trinkt. Er raucht täglich 3-4 Zigaretten und bekommt 1x wöchentlich eine Spritze gegen Depressionen.

**Ergebnisse der neurootologischen Untersuchungen:**

Es wird eine normale Blickpendelfolge und kein Spontannystagmus festgestellt. Pathologisch sind die stark enthemmten kalorischen Nystagmusreaktionen beidseits. Die per- und postrotatorischen Reaktionen sind an der oberen Normgrenze. Die optokinetische Augenbewegungsfunktion und die vestibulo-spinale Gleichgewichtsregulation sind normal.

**Diagnose:**

Es besteht eine zentrale Gleichgewichtsstörung und ein zentrales Hemmungsdefizit.

**Legende der nachfolgenden Abbildungen:**

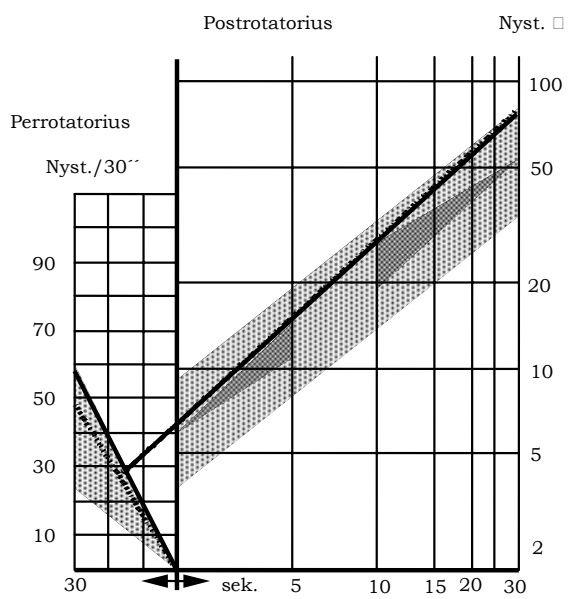
A.) Kennlinienbild des RIDT, bei dem alle vier Reaktionskennlinien in der Norm gelegen sind.

B.) Schmetterlingskaloriegramm, bei dem alle vier Reaktionskennlinien deutlich enthemmt sind. Im Vergleich mit dem Perrotatorius aus A.) ergibt sich sowohl für den Rechtsnystagmus, wie auch für den Linksnystagmus, bezogen auf die kalorische Warmreaktion rechts und die kalorische Warmreaktion links, ein auffälliges Enthemmungsdekruitment im VRRSV.

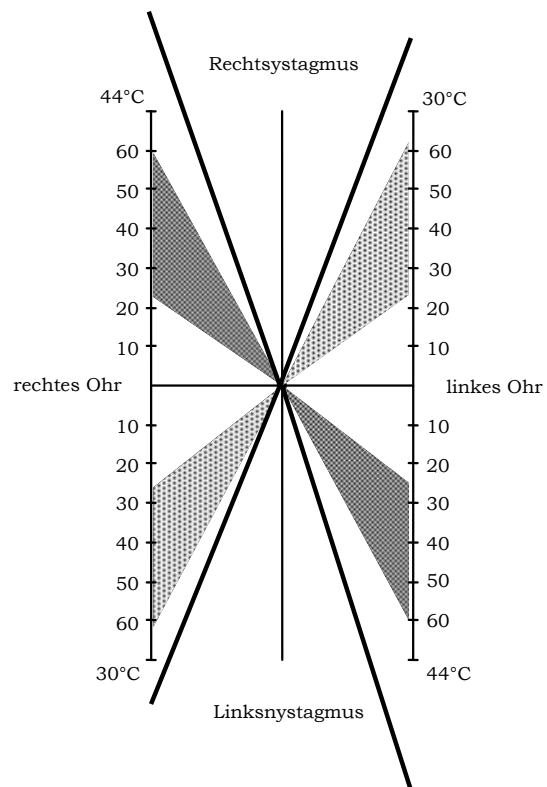
C.) Cranio-Corpo-Graphisches Aufzeichnung eines Tretversuches mit normaler Lateralschwankungsbreite und normalen leichten Abweichungsverhalten nach links, sowie ein Stehversuch (auf der linken Seite vom Zentrum) mit normalen Kopf- und Schulterchwankungsflecken.

**FALL 3: Patient mit Enthemmung**

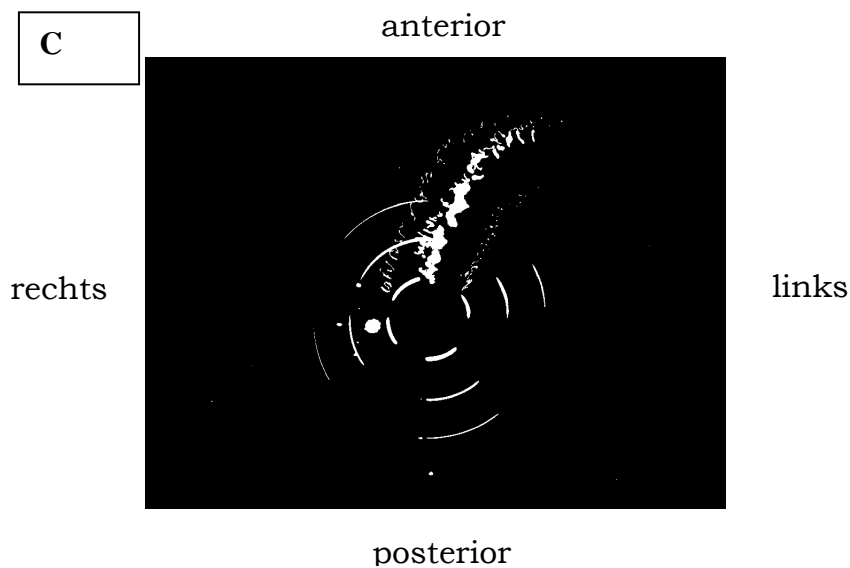
**A**



**B**



**C**



### **3.3.4 FALL 4: Patient mit rechtsseitiger Vestibularis-Hemmung mit Spontannystagmus nach links**

**Herr A. A., 22 Jahre, Auszubildender, Größe 183 cm, Gewicht 73 kg**

#### **Beschwerden:**

Seit 3 ½ Wochen klagt der Patient über rechtsseitiges Drehgefühl mit Schweißausbruch bei jeglichen Bewegungen. Die Dauer des einzelnen Anfalles ist an- und abschwellend langdauernd. Der Patient trägt eine Fernbrille, da er sonst unscharf sieht. Es liegt keine Geruchsstörung vor. Der Patient berichtet über einen rechtsseitigen Tinnitus und eine rechtsseitige Hörminderung. Der Patient gibt an, dass er zwei Tassen Kaffee und selten Alkohol trinkt. Zur Zeit wird bei ihm die Diagnostik zur Abklärung einer Multiple Sklerose durchgeführt.

#### **Ergebnisse der neurootologischen Untersuchungen:**

Es wird eine durch Linksnystagmen überlagerte Blickpendelfolge und deutlicher linksschlägiger Spontannystagmus festgestellt. Pathologisch ist außerdem eine kalorische rechtsseitige Nystagmushemmung und eine gehemmte perrotatorische Reaktion. Die optokinetische Augenbewegungsfunktion ist normal, dafür besteht aber im Tret-CCG eine starke Rechtsabweichung.

#### **Diagnose:**

Es besteht eine rechtsseitige periphere Vestibularisstörung.

#### **Legende der nachfolgenden Abbildungen:**

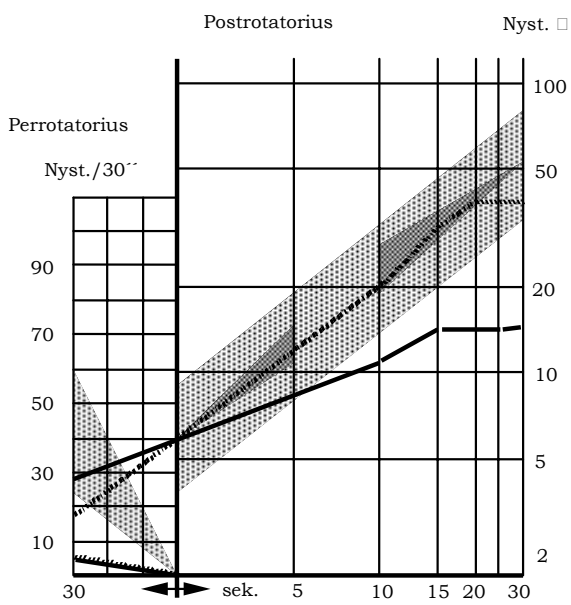
A.) L-Schema des RIDT eines Patienten mit rechtsseitiger Vestibularishemmung. Der perrotatorische und der postrotatorischen Nystagmus ist in seinen Kennlinien gehemmt. Auffälligerweise ist auch der perrotatorische Linksnystagmus gehemmt, während der postrotatorischen Linksnystagmus in der Norm gelegen ist.

B.) Schmetterlingskalorieogramm eines Patienten mit einer rechtsseitigen peripheren Vestibularishemmung. Die Warm- und Kaltreaktion des rechten Ohres sind gehemmt. Darüber hinaus besteht ein schnell ermüdbarer spontaner Ausfallnystagmus nach links (gestrichelte Linien).

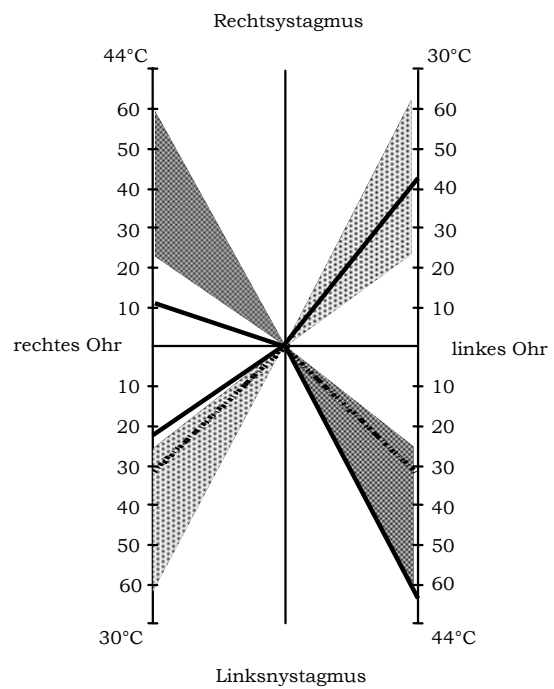
C.) Kombiniertes Stehversuch und Tretversuch Cranio-Corpo-Gramm. Im Tretversuch Cranio-Corpo-Gramm erkennt man eine kranzförmige Drehung nach rechts. Im Stehversuch fällt eine leicht vergrößerte Stirnschwankung auf.

**FALL 4: Patient mit rechtsseitiger Vestibularis-Hemmung mit Spontanystagmus nach links**

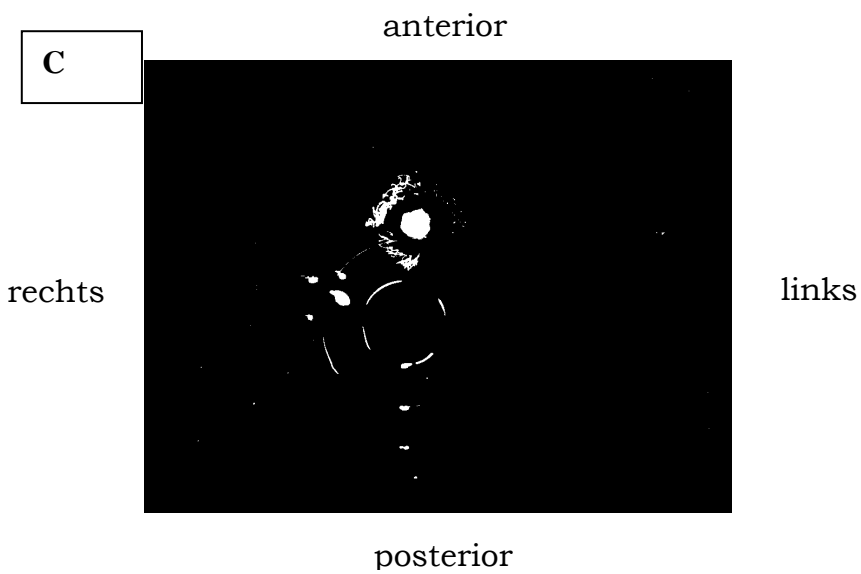
**A**



**B**



**C**



### 3.3.5 FALL 5: 79-jährige Patientin mit vestibulärem Hemmungsmuster

**Frau H. P., 79 Jahre, Rentnerin, Größe 156 cm, Gewicht 54 kg**

**Beschwerden:**

Seit zwei Monaten klagt die Patientin über linksseitiges Drehgefühl, Schwarz-werden-vor den Augen, Unsicherheit und Benommenheit. Zusätzlich berichtet sie noch über Schweißausbrüche, Übelkeit und Erbrechen. Die Dauer des einzelnen Anfälle ist stundenlang. Die Patientin trägt eine Gleitsichtbrille. Bei ihr wurde eine graue Star Operation rechts durchgeführt. Die Patientin berichtet ferner über beidseitige Hörminderung, bei der das rechte Ohr stärker betroffen ist als das linke. Es besteht kein Tinnitus und keine Geruchsstörung. Die Patientin gibt an, dass sie hypertensive Blutdruckkrisen hat. Zusätzlich ist die linke Niere verkleinert und ihre Funktion ist eingeschränkt.

**Ergebnisse der neurootologischen Untersuchungen:**

Es wird eine hyperdysmetrisch gestörte Blickpendelfolge festgestellt. Es besteht kein Spontannystagmus, dafür aber eine stark gehemmte kalorische Nystagmusreaktion beidseits. Pathologisch ist außerdem ein leicht gehemmter Perrotatorius bei Rechtsdrehung. Zusätzlich zeigt sich ein vestibuläres Recruitment im VRRSV links und ein enthemmter optokinetischer Afternystagmus nach links. Des weiteren zeigt sich im Tret-CCG eine deutliche Rechtsabweichung.

**Diagnose:**

Es besteht eine beidseitige periphere Untererregbarkeit der Vestibularorgane, die rechts ausgeprägter ist als links.

**Legende der nachfolgenden Abbildungen:**

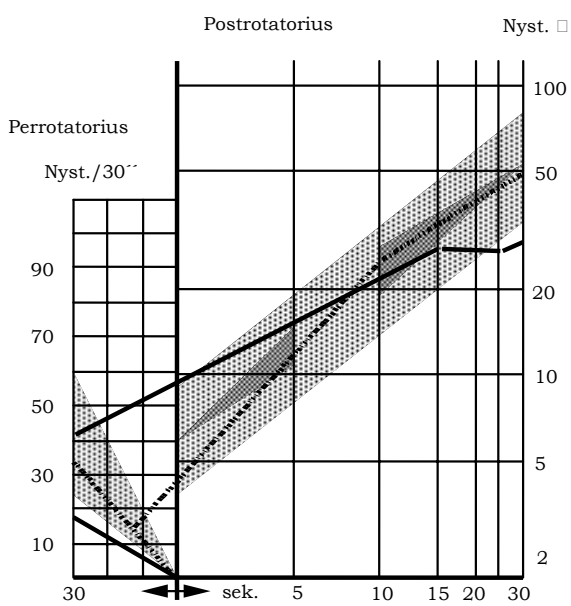
A.) L-Schema einer 79-jährigen Patientin mit einer vestibulären Hemmung, rechts perrotatorisch

B.) Schmetterlingskaloriegramm einer 79-jährigen Patientin mit vestibulärer Hemmung beidseits.

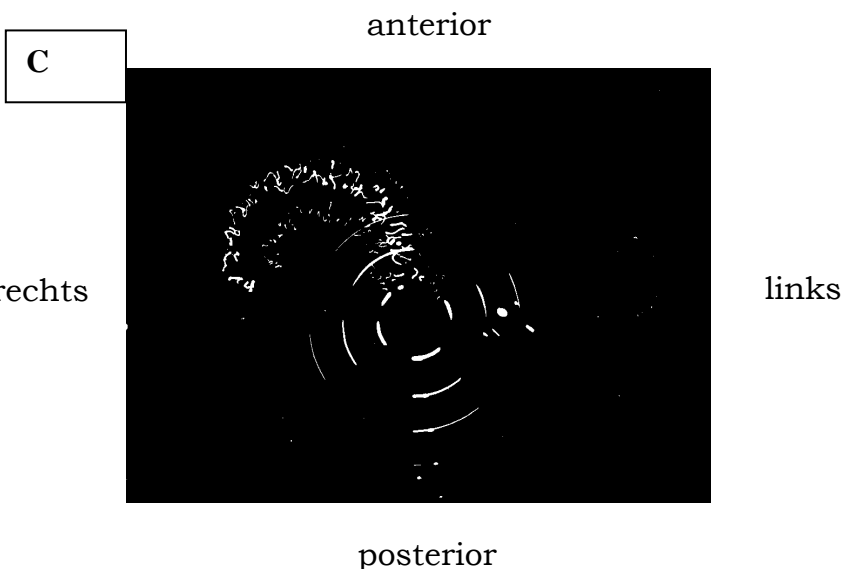
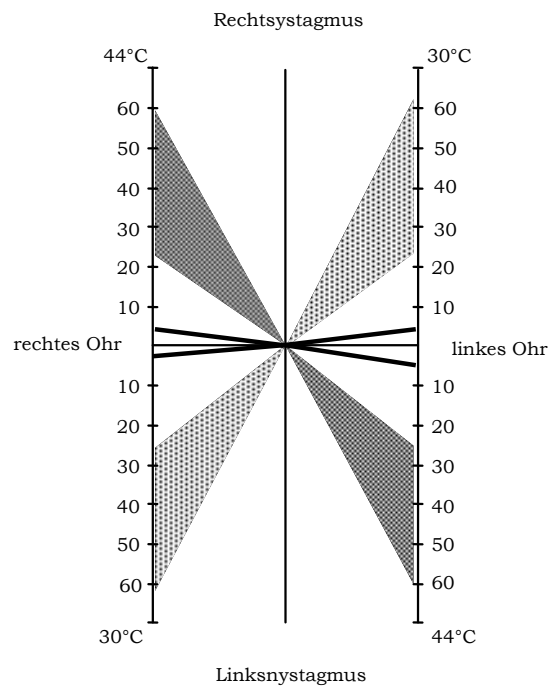
C.) Kombinierte cranio-corpo-graphische Aufzeichnung des Tretversuches und des Stehversuches. Das Tretversuch Cranio-Corpo-Gramm zeigt eine auffällige Seitenabweichung und Drehung nach rechts. Das Stehversuch Cranio-Corpo-Gramm (rechts seitlich) ist altersgemäß.

**FALL 5: 79-jährige Patientin mit vestibulärem Hemmungsmuster**

**A**



**B**



### **3.3.6 FALL 6: Patient mit rechtsseitigem Nystagmusausfall mit zentraler Störung**

**Herr P. K., 33 Jahre, Sekretär, Größe 173 cm, Gewicht 73 kg**

#### **Beschwerden:**

Seit 7 Tagen klagt der Patient über, beim Kopfdrehen, beim Bücken oder beim Aufstehen auftretenden, Schwankschwindel, Fallneigung nach rechts im Dunkeln und Unsicherheit. Außerdem berichtet er über leichte Übelkeit. Die einzelnen Anfälle sind langdauernd gleichmäßig. Der Patient klagt über Augenunruhe seit dem Schwindel, vor allem im Dunkeln, und über Doppelbilder und Überlagerungen. Es liegen keine Geruchsstörungen und Geschmacksstörungen vor. Bei ihm tritt zeitweise beidseitig ein leiser, nicht als störend empfundener, Tinnitus auf. 1986 wurde beim Patienten eine Siebbein- Operation durchgeführt. Er gibt seltenen Alkoholkonsum an.

#### **Ergebnisse der neurootologischen Untersuchungen:**

Es wird eine normale Blickpendelfolge festgestellt. Es besteht ein starker linksschlägiger Spontannystagmus, den man Ausfallsnystagmus nennt. Der Ausfallsnystagmus ist kalorisch und perrotatorisch nicht umkehrbar. Pathologisch ist außerdem ein gehemmter Postrotatorius nach Linksdrehung und ein gehemmter optokinetischer Nystagmus bei Rechtsdrehung. Desweiteren sieht man ein ataktisches Tret-CCG.

#### **Diagnose:**

Es besteht ein rechtsseitiger Vestibularisausfall.

**Legende der nachfolgenden Abbildungen:**

A.) L-Schema des rotatorischen Intensitätsdämpfungstest eines 33-jährigen Patienten mit rechtsseitigem Vestibularisausfall und zentralen Störungsanteilen. Der rechtsseitige perrotatorische Nystagmus ist ausgefallen, der rechtsseitige postrotatorische Nystagmus zeigt Kennlinien unter der Norm. Der linksseitige perrotatorische Nystagmus ist leicht enthemmt.

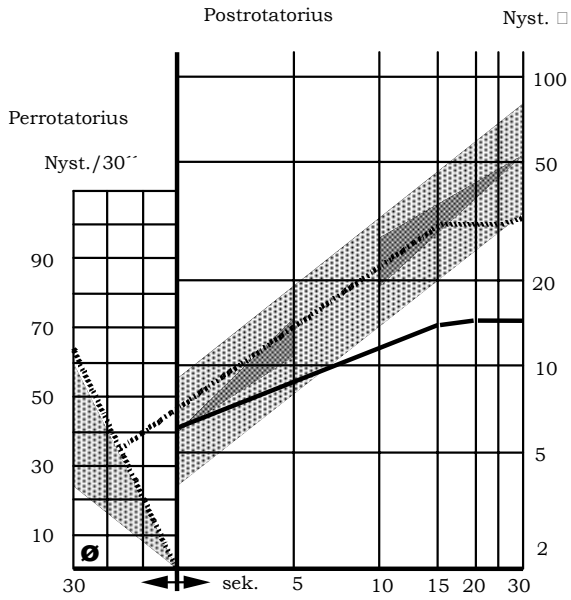
B.) Schmetterlingskaloriegramm desselben Patienten mit totaler Hemmung des rechts schlägigen Nystagmus, sowohl nach Warmreizung rechts, wie auch nach Kaltreizung links. Die linksgerichteten kalorischen Nystagmuskennlinien sind in der Norm gelegen. Der links gerichtete Spontannystagmus ist ebenfalls noch normal.

C.) Kombinierte Aufzeichnung des Tretversuch Cranio-Corpo-Grammes, gemeinsam mit dem Stehversuch Cranio-Corpo-Gramm. Das Stehversuch Cranio-Corpo-Gramm (links von der Mitte) ist unauffällig. Beim Tretversuch Cranio-Corpo-Gramm fällt eine leicht verbreiterte Lateralschwankung auf. Die links gerichtete Seitenabweichung ist unerheblich, da sie noch im Normbereich gelegen ist. Insgesamt handelt es sich um ein kompliziertes Muster einer kombinierten peripheren und zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörung mit erheblichen Anteilen einer Stammhirndysregulation.

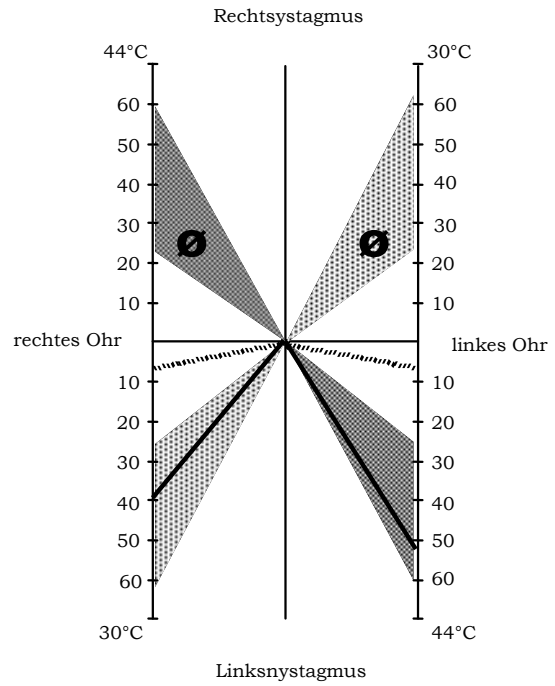


**FALL 6: Patient mit rechtsseitigem Nystagmusausfall mit zentraler Störung**

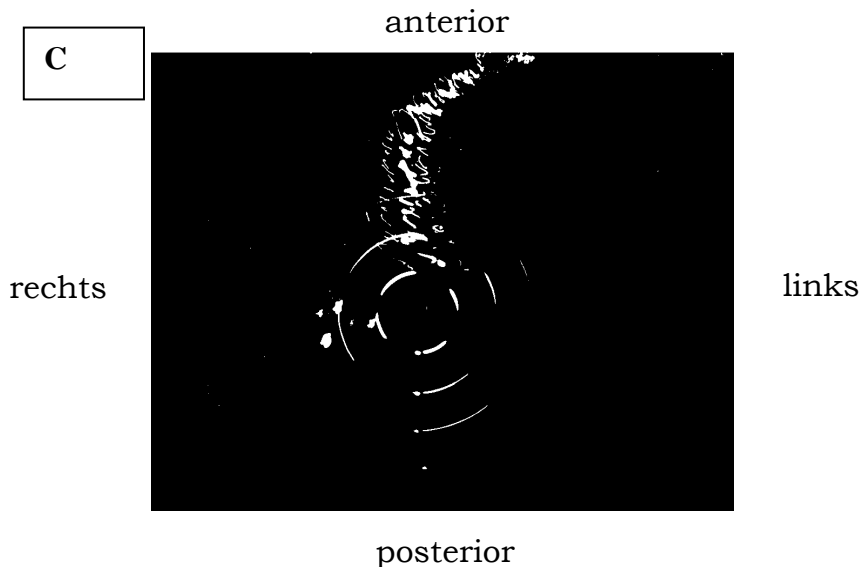
**A**



**B**



**C**



## IV. DISKUSSION

### 4.1 Anatomie und Physiologie des Gleichgewichtssystems

Der Mensch besitzt mehrere Sinne, wobei der Gleichgewichtssinn für die Neurootologie die wichtigste Bedeutung hat. CLAUSSEN [27,36] bezeichnet als Gleichgewichtssinn das Sinnessystem, das der Gleichgewichtsempfindung und –regulation im Raume dient und als dessen Rezeptoren das Vestibularorgan, das Auge, die Cochlea, die Propriozeptoren der Skelettmuskulatur und Gelenke sowie die Hautrezeptoren betrachtet werden.

Es besteht eine starke Verknüpfung zwischen den Rezeptoren und den visuellen Strukturen im Mesencephalon, der Hörbahn und dem Reflexzentrum im Kleinhirn.

Das menschliche Ohr teilt sich, wie in Abbildung 9 dargestellt, in folgende Bereiche auf: Äußeres Ohr, Mittelohr und Innenohr (Labyrinth).

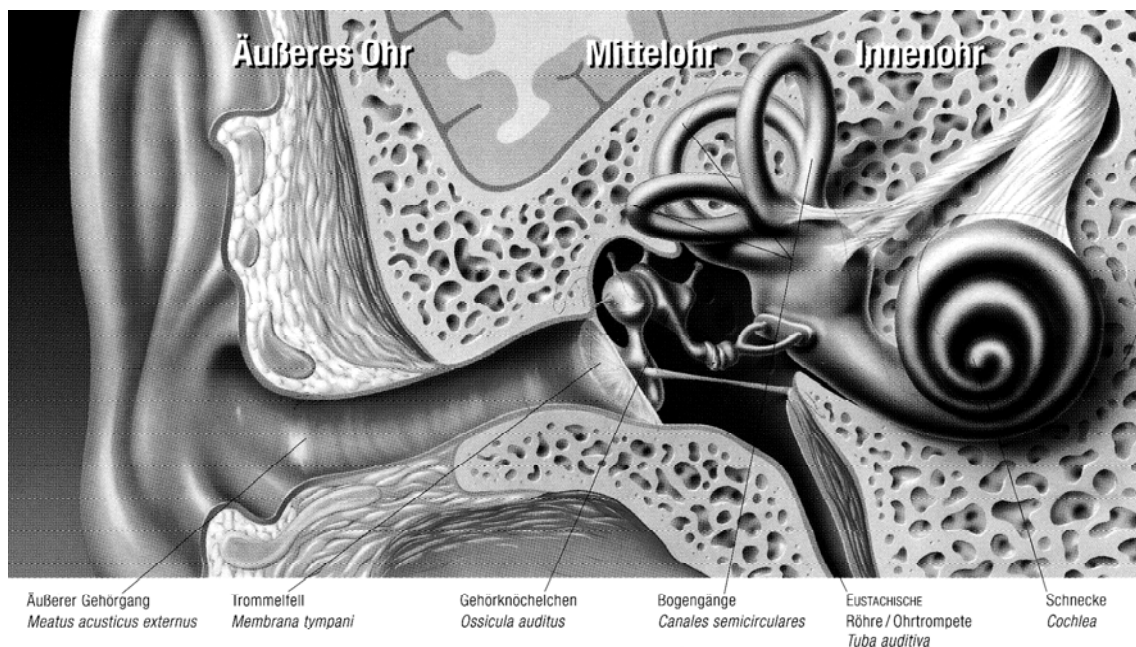


Abbildung 9:  
Schematische Darstellung des Ohres

Das Innenohr, welches für den Gleichgewichtssinn am wichtigsten ist, wird aus dem Gleichgewichtsorgan und dem Hörorgan gebildet, welche in der Felsenbeinpyramide lokalisiert sind. Das Innenohr bzw. das häutige Labyrinth wird von Perilymphe umspült und ist mit Endolymphe ausgefüllt. Es liegt wiederum in dem knöchernen Labyrinth (WALDEYER, MAYET 1986) [89] (siehe Abbildung 10).

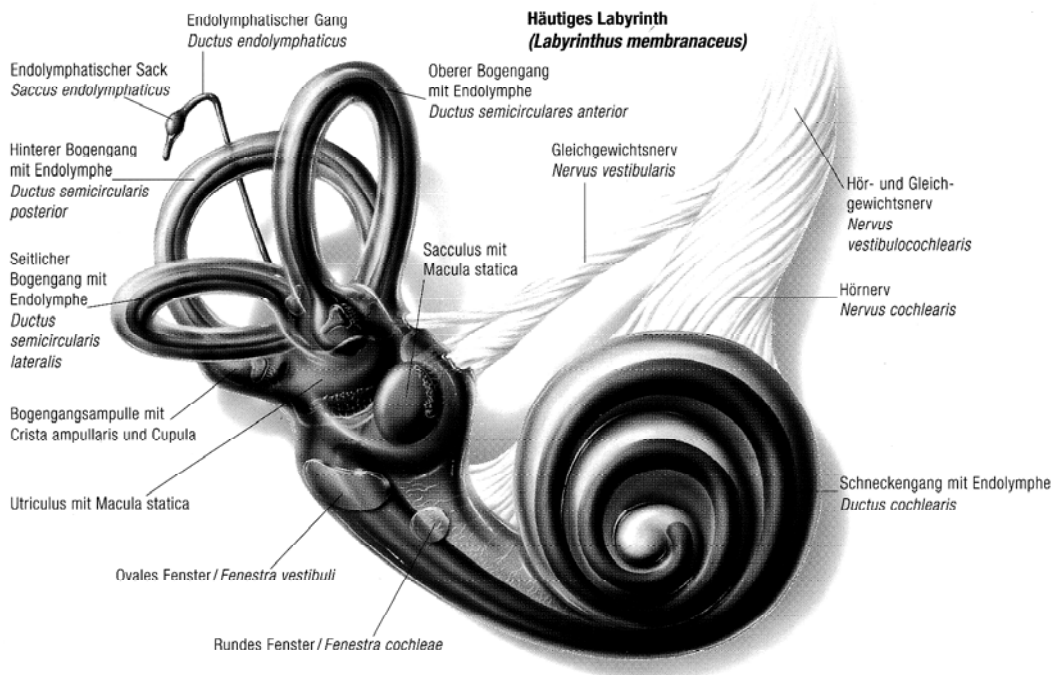


Abbildung 10:  
Das häutige Labyrinth

Das Labyrinthorgan besteht aus drei etwa 0,5-0,8 mm dicken Bogengängen (*Ductus semicircularis anterior, posterior et lateralis*), diese stehen in den drei Ebenen des Raumes fast senkrecht zueinander und deren Ende ist kolbenartig zur *Ampulla membranacea* erweitert.

Das Vestibularorgan besteht aus zwei Teilen, die sich beide im vestibulären Bereich des Labyrinths befinden. Es sind der Oto- oder Statolithenapparat und der Bogengangsapparat. Durch die Arbeiten von BARANY [10,11] und HALLIPKE [58] erlangt letzterer für die augenblickliche neurootologische Diagnostik größere

Bedeutung. Sie unterscheiden sich geringfügig in ihrer physiologischen Eigenschaft, mit der sie Beschleunigung registrieren.

Zum einen werden die Bogengänge durch Dreh- bzw. Winkelbeschleunigung gereizt. Nach ZILLES und REHKÄMPER [92] werden die Cupulae in der Wand der Bogengänge bei Rotation des Kopfes gegen die träge Endolymphe abgeschert. Sie übertragen dies auf die Kinozilien und Stereovilli der Haarzellen und ermöglichen so die Wahrnehmung von Drehbeschleunigungen.

Zum anderen werden die Otolithenorgane Utriculus und Sacculus, die durch den Ductus endolymphaticus und den Ductus utriculosacculus miteinander verbunden sind, durch Linear- bzw. Translationsbeschleunigung gereizt. Dies geschieht nach ZILLES und REHKÄMPER [92] über eine Abscherung der Stereovilli und Kinozilien gegen die Statolithenmembran der Maculae in Utriculus und Sacculus. Dadurch werden diese Linearbeschleunigungen in horizontaler oder vertikaler Richtung wahrgenommen.

Linear- bzw. Translationsbeschleunigung haben auf die Bogengänge keinen Einfluss, weil Endolymphe und Cupula die gleiche spezifische Dichte haben. Ein Beispiel ist das Anfahren oder Abbremsen eines Autos oder die Schwerkraft.

An beiden Rezeptortypen sind an der freien Oberfläche mikroskopisch feine Härchen, die Zilien angebracht. Deshalb nennt man sie auch Haarzellen. Maculae sind nach ZILLES und REHKÄMPER [92] Sinnesepithelien mit zwei verschiedenen Haarzelltypen, deren apikale Kinozilien und Stereovilli in eine Statolithenmembran hineinreichen.

Die Sinneshaare sind in eine gallertartige Masse eingebettet, die Calcitkristalle enthält und deshalb Otolithenmembran genannt wird.

Jede dieser Sinnesepithelzellen, die synaptisch mit dem Ganglion vestibulare verknüpft sind, besitzen an ihrer Oberfläche 50-70 Stereozilien und eine Kinozilie. Sie werden sekundäre Rezeptorzellen genannt, weil sie keine eigenen Nervenfortsätze haben und von efferenten Nervenfasern innerviert werden.

Afferente Bahnen, die aus den Rezeptoren im Labyrinth kommen, leiten Informationen über den Erregungszustand der Haarzellen in das Rautenhirn, vor allem in das Wurmgebiet des Kleinhirns und sogar bis in das restliche zentrale Nervensystem. Durch

diese komplexen Verknüpfungen kann der Mensch sein Gleichgewicht im Raum ständig aufrecht halten (RITTER und BRÄUNER) [78].

#### **4.2 Neuroanatomische Aspekte der vestibulo-okulären Gleichgewichtsreaktion**

Die zwei Hauptaufgaben der Reflexe, die von dem Vestibularorgan ausgehen, sind, die Umwelt trotz Kopf- und Körperbewegungen im Auge zu behalten (Blickmotorik) und die Gleichgewichtshaltung des Körpers zu bewahren (Stützmotorik).

Die Blickmotorik (vestibulo-okuläre Gleichgewichtsregulation) ist neben der Stützmotorik (vestibulo-spinale Gleichgewichtsregulation), der kortikalen Repräsentation (bewusste Raumorientierung) und dem Orientierungssinn eine wichtige Funktion des vestibulären Systems. Das vestibulo-okuläre System umfasst den lateralen Bogengang und den Augensbulbus mit Horizontalnystagmus (BARANY 1906) [10].

Um scharf und detailliert trotz Kopf- und Körperbewegungen sehen zu können, benötigt man den vestibulo-okulären Reflex, weil dieser eine Stabilisierung des Netzhautbildes bei Bewegung des Kopfes ermöglicht (BARANY und WITTMACK 1911) [11].

Kalorisation ist eine experimentelle Möglichkeit, einen vestibulo-okulären Nystagmus zu erzeugen. Eine Warmspülung des äußeren Gehörganges erwärmt nach der Theorie von BARANY [10,11] die Endolymphe im horizontalen Bogengang. Diese verkleinert ihr spezifisches Gewicht und steigt auf. Hierdurch wird ein Druckunterschied zwischen beiden Seiten der Cupula erzeugt, es kommt zu einer Cupulaauslenkung in Richtung des Utriculus und zu einem Horizontalnystagmus auf die gespülte Seite. Bei der Kaltspülung hingegen strömt die Endolymphe in Kanalrichtung und daraus resultiert ein Nystagmus auf die Gegenseite.

Versuche bei der ersten Spacelab Mission im November 1983 zeigten, dass man auch einen kalorischen Nystagmus in der Schwerelosigkeit bzw. Mikrogravität des Weltalls auslösen kann. Dies lässt auch noch auf einen anderen Mechanismus schließen.

v. BAUMGARTEN, BOEHMER, BRENSKE und REISER [13] kamen durch Versuche an Tauben zu dem Ergebnis, dass auch allein durch die Änderung des hydrostatischen Drucks im horizontalen Bogengang ein Augenschlag produziert werden kann, welcher mit dem kalorischen Nystagmus identisch ist. Diese Änderung des hydrostatischen Druckes kann man entweder durch Verminderung oder Erhöhung des Flüssigkeitsreservoirs erzeugen.

HAVADA, ARIKI und SUZUKI [60] bestätigten mit ihren Versuchsreihen, dass man durch Dichteänderung, welche einer Änderung des hydrostatischen Drucks entspricht, Einfluss auf die Entladungsrate der Ampullenerven hat.

Man geht davon aus, dass unter Erdbeschleunigung sowohl die Thermokonvektion als auch die Änderung des hydrostatischen Drucks für die Auslösung des vestibulo-okulären Nystagmus verantwortlich sind.

BARTELS [12] vertritt dagegen die Meinung, welche von v. BAUMGARTEN [13] diskutiert wurde, dass während der Kalorisation die Temperatur einen direkten Einfluss auf das vestibuläre afferente Nervensystem ausübt. Eine lineare Abhängigkeit zwischen Temperaturänderung und Entladungsrate in akustischen Nervenfasern wurde von SMOLDERS und KLINKE [84] aufgezeigt.

SCHERER und CLARKE [82] vertreten eine andere Auffassung. Sie schenken dieser Möglichkeit keine Bedeutung, da sie dies nur als unwichtigen sekundären Effekt bei vestibulo-okulären Tests ansehen.

### **4.3 Ausbildung des vestibulären Apparates**

Es ist durch neurohistologische Untersuchungen an menschlichen Feten und Neugeborenen gezeigt worden, dass mit einem Gestationsalter von 9 ½ Wochen der vestibuläre Apparat vollständig ausgebildet ist und in der 21. Woche die Vestibulariskerne funktionsfähig sind. Bei der Geburt sind die Neurone des vestibulären Systems schon myelinisiert und voll funktionsfähig [2,9,14,15,42,61,62,68,76].

#### 4.4 Einteilung des Alters und altersabhängige Erscheinungen im ZNS

Patienten kann man nach ihrer Zahl der Lebensjahre in unterschiedliche Alterskategorien einteilen. Nach der Kindheit, Jugend und dem Erwachsenenalter fängt nach LACHNIT [67] das erste Alter mit etwa 45 Jahren an. Hier treten die ersten Altersvorgänge auf und werden auch bemerkbar. Danach kommt das eigentliche Alter, es ist die Senenz oder das senile Alter, welches mit 65 Jahren startet. Die darauffolgende Altersstufe ab 80 Jahren heißt Greisenalter, hohes Alter oder Senium. Bei Menschen über 100 Jahren spricht man vom höchsten Alter.

Eine andere Alterseinteilung nehmen LOPEZ et al. [69] vor, sie teilen die Menschen nach dem Verlust der vestibulären Anatomie und Funktion ein. Bei ihnen werden alle Menschen unter 45 Jahren als junge Erwachsene und über 55 Jahre als ältere erwachsene Menschen klassifiziert.

Bei alten Menschen besteht meist eine Abnahme des körperlichen und geistigen Reaktionsvermögens. Sie handeln unentschlossener und unschlüssiger, ihre Sinnesleistungen wie Hör-, Seh-, Riech- und Schmeckfähigkeit sind vermindert. CRITCHLEY [40] analysierte 1931 in der „Neurologie des Alters“ die strukturellen Veränderungen des Organismus mit zunehmendem Lebensalter. Er stellte heraus, dass proportional zum Alter reduziertes Hirnvolumen, reduzierte Hirnwindungen, verbreiterte Fissuren, besonders in den vorderen Abschnitten der Hemisphären, Zunahme der Liquorräume und Untergang von Gewebe in der Pons, Mittelhirn und Kleinhirn, sowie mikroskopisch eine Abnahme von myelinisierten Nervenfasern und Dendriten vorkommen.

HAMANN [59] beschrieb auch allgemeine Veränderungen im ZNS. Es erfolgt eine Reduzierung der Synapsen, Verlust von Neuronen und dem Auftreten von Lipofuzineinlagerungen in den Nervenzellen.

BRIZZEE und KNOX [19] halten auch die Ablagerung des Alterspigments Lipofuzin in den Nervenzellen als Grund der Altersveränderungen im ZNS. Sie entdeckten bei Rhesusaffen sogar im höheren Lebensalter eine Zunahme des Lipofuzingehaltes in den für die Blickmotorik wichtigen okulomotorischen Kernen.

BOURNE [17] wies eine progrediente, mit dem 30.-40. Lebensjahr beginnende, Abnahme von Purkinje Zellen nach.

HALL et al. [57] haben sogar die ungefähre Anzahl der Purkinje Zellen im Kleinhirn bei 90 normalen Menschen gezählt. Obwohl es große Unterschiede in der Anzahl der Purkinje Zellen gibt, kann man ungefähr davon ausgehen, dass eine durchschnittliche Reduzierung von 2,5 % in jeder Lebensdekade stattfindet. Diese Vorgänge spielen sich von 0 Jahren bis 100 Jahren ab. Die Beziehung zwischen der Anzahl der Purkinje Zellen und dem Alter sind eher curvilinear als linear zu betrachten. Daher kommt ein verstärkter Verlust der Purkinje Zellen nach der 6. Lebensdekade vor (TIAN et al) [86].

Man erkennt mit ansteigendem Alter des Menschen eine Verminderung der Anzahl von Nervenfasern in den sensorischen Strukturen. Hier überwiegt die Verminderung der Ampullanerven mit 40 % gegenüber dem Maculanerven mit 20 %. Ähnlich vermindern sich auch die Sinneszellen [43].

Zusätzlich finden altersphysiologische Abbauvorgänge, die in peripher-nervalen, sensorischen, zerebralen und muskulären Strukturen erscheinen, statt. Die Muskelmasse, die im mittleren Alter ungefähr 43 % ist, reduziert sich auf 25 % bei älteren Menschen. Nach Degeneration der Muskelfasern, tritt ein Abbau der motorischen Endplatten auf und die Muskelfasern werden durch Fettgewebe ersetzt. Folge davon ist allgemeine Muskelschwäche, besonders wird die, für die aufrechte Haltung des Menschen wichtige Rumpfmuskulatur, geschwächt [17].

Es ist nicht eindeutig zu beantworten, welche zellulären Veränderungen im hohen Alter bei den Menschen einen Hörverlust bewirken. Es gibt nur wenige Studien, die über Änderungen der Anzahl der Neurone, über die Zerstörung von Zellen oder über andere degenerative Veränderungen im Alter berichten.

WEISS [90] stellt 1959 fest, dass man keine Veränderung im vestibulären Anteil bemerkt, obwohl man altersbedingt in der Cochlea Zellen verliert.

Hierzu gibt es auch andere Meinungen, JACKLER und BRACKMANN [63] sagen, trotz begrenzten Nachweises, dass es im Alter zu keinem signifikanten Verlust von Zellen kommt. Zwei Longitudinal-Studien [52,64] von Zellen aus dem vorderen Cochleariskern (ventral cochlear nucleus) zeigen keinen Unterschied zwischen



Kleinkindern und Menschen bis 90 Jahren. Weiterhin gibt es keine Unterschiede in der Zellzahl des mittleren Olivenkerns (medial olivary nucleus) [75,85]. Auch die Zahl der Neurone im menschlichen auditorischen Kern (auditory nucleus) bleibt während des gesamten Lebens gleich. Allerdings kann man nicht von den morphologischen Kriterien wie Zellgröße und Zahl der Neurone auf die Funktion, Veränderungen in der Aktivität, metabolischer Rate oder Anzahl der Neurotransmitter und anderen Substanzen schließen. Zum Beispiel verliert der Colliculus inferior älterer Ratten GABA-Transmitter [24].

Im Gegensatz dazu liegen bei Hörverlust definitive Veränderungen im auditorischen System des Hirnstammes vor. DUBLIN [42] war der erste, der die Auswirkungen verschiedener Stufen des Hörverlustes in den Neuronen der zentralen auditorischen Kerne beschrieben hat.

#### **4.5 Vergleich der eigenen Ergebnisse mit anderen Studien**

Verschiedene Arbeiten in der weltweiten Literatur über Gleichgewichtsbefunde und vestibulären Nystagmus im Alter zeigen, dass es keine einheitlichen Ergebnisse gibt. Die meisten Autoren sagen, dass der vestibuläre Nystagmus im höheren Alter meist abgeschwächt ist und eine vestibuläre Untererregbarkeit besteht. (ARSLAN, 1957 [1]; BROOKLER & PULEC, 1971 [21]; CAMARADA & LUMIA, 1959 [23]; HAAS, 1964 [56]; MINNIGERODE, GROHMANN & VONTIN, 1967 [71]; OKANO, 1938 [74]; ROSSBERG, 1964 [79]; ZELENIKA & SLANINOVA, 1964 [91]). Dagegen berichtet nur eine kleine Anzahl von Autoren über eine erhöhte Nystagmusreaktivität und vestibuläre Übererregbarkeitszustände im höheren Alter (CHLADEK, 1966 [25]; GUEDRY, 1950 [55]; KOTYZA, 1939 [66]) oder über keine Veränderungen im höheren Alter (BOURLIÈRE, 1948 [16]; FORGACS, 1957 [47]; FREGLY & GRAYBIEL, 1970 [50]).

BRUNER [22] stellt heraus, dass die altersabhängige Nystagmuszunahme in warmen Zonen ausgeprägter als in kalten ist.

Ataxiezeichen werden im Alter deutlich sichtbar. Man erkennt markante Veränderungen der Kopf- und Körperbewegungen. Kindliche Bewegungen sind durch Unruhe und Knotungen bei schmaler Schwankungsbreite im CCG gekennzeichnet, der Gang ist grob abgestimmt und dysmetrisch AUST (1978) [3,4]. (siehe: KASUISTISCHE FÄLLE 1) Erwachsene dagegen bewegen sich im CCG gleichmäßig, man kann ein mehr sägezahnähnliches Einzelbewegungssignal im Tretversuch erkennen (siehe: KASUISTISCHE FÄLLE 2). Bei dem Bewegungsmuster des alten Menschen verschwindet wieder die Gangsicherheit. Dies ist charakterisiert durch ein geknotetes, lateral verbreitertes und unsicheres Gangbild. In diesem Zusammenhang kann man auch die Ergebnisse von FREGLY [49] nennen, der die vestibuläre Ataxie mittels einer umfangreichen Testbatterie analysierte. An seinen Auswertungen erkennt man, dass Normalpersonen vom 17.-42. Lebensjahr die geringsten ataktischen Einflüsse aufweisen. Bei den 43-50 jährigen Patienten sieht man bereits deutliche Ataxiezeichen, die das Körpergleichgewicht verändern. Dieses steigt bei den Patienten mit zunehmendem Alter deutlich an [17,22,26,40,48,49,55,65,87].

Im höheren Alter treten häufiger Beschwerden mit dem Gleichgewichtsorgan auf. Diese sind durch die Vertigosymptome Unsicherheit, Schwankschwindel, Stand- und Gangstörungen, Drehgefühl oder Fallneigung gekennzeichnet.

Das Gesamtkollektiv 2001/2002 und das NODEC IV Gesamtkollektiv zeigen die gleichen Ergebnisse. Hier fällt in Diagramm 33 und 34 auf, dass der Schwankschwindel von jungen Patienten, die 0-25 Jahre alt sind, bis ins hohe Alter stark ansteigt. Der größte Sprung tritt zwischen den 0-25 jährigen Patienten und den 25-50 jährigen Patienten auf. Bei dem NODEC IV Gesamtkollektiv erhöht sich sogar der Ausgangswert um das 2,5 fache von 20,7 % auf 51,5 %.

Das Drehgefühl hat seinen Gipfel bei den 50-75 jährigen Patienten. Im Gesamtkollektiv 2001/2002 nennen sogar 54,4 % der Patienten dieses Symptoms, dagegen sind es im NODEC IV Gesamtkollektiv nur 39,9 %. Das Symptom Unsicherheit steigt im Alter auch stark an. Zwischen den 0-25 jährigen Patienten und den 25-50 jährigen Patienten hat es den größten Prozentzuwachs. Fallneigung hat im NODEC IV Gesamtkollektiv den maximalen Prozentanteil mit 24,6 % bei den 51-75 jährigen Patienten. Danach fällt der Wert wieder bei den Patienten, die älter als 75 Jahre sind, ab. Im Gesamtkollektiv

2001/2002 erkennt man einen fast linearen Anstieg von 5,3 % bei den 0-25 jährigen Patienten bis auf 12,0 % bei den Patienten, die älter als 75 Jahre alt sind.

RUBENSTEIN und JOSEPHSON [80] stellen 1992 heraus, dass die Fallneigung bzw. Stürze bei Patienten im hohen Alter ein großes Gesundheitsproblem darstellt. Zum einen häuft sich die Morbidität durch die Verletzungen und zum anderen steigen somit auch die Gesundheitskosten durch Krankenhausaufenthalte an, die im Durchschnitt bei älteren Patienten länger als bei jüngeren Patienten dauern. Jedes Jahr stürzen ungefähr 30 % der allein zu Hause lebenden älteren Menschen über 65 Jahre. Bei Patienten über 65 Jahre, die im Alters-Pflegeheim leben, ist die Anzahl der Stürze sogar noch wesentlich höher (LYON) [70].

Bei dem Symptom der Unsicherheit bildet sich das Plateau schon ab einem Alter von 31-40 Jahren mit 56 %. Ausnahme bilden hier die 51-60 jährigen Patienten, die mit 46 % unter dem Plateau liegen (siehe Diagramm 11).

Das Vertigosymptom Unsicherheit, das im NODEC IV Gesamtkollektiv mit 35,3 % nur bei einem Drittel der Patienten auftritt, wird im Gesamtkollektiv 2001/2002 mit durchschnittlich 49,1 % schon fast zur Hälfte angegeben. Das Symptom Unsicherheit tritt in der Literatur sogar noch häufiger auf, da es von Patienten, die ein subjektives Missempfinden verspüren, schnell angegeben wird.

BRAUN [18] fand bei seiner Untersuchung heraus, dass die 51- 60 jährigen Patienten und die 61- 88 jährigen Patienten sogar jeweils zu 80 % an dem Symptom Unsicherheit leiden.

FLECKENSTEIN [46] stellte ebenfalls fest, dass bei über 50 % der Patienten, die älter als 70 Jahre waren, das Symptom Unsicherheit das dominierend angegebene Vertigosymptom ist. Die von FLECKENSTEIN [46] erstellte Tabelle veranschaulicht noch besser, dass das Symptom Unsicherheit im Alter steigt (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Das Symptom Unsicherheit in vier Altersgruppen nach FLECKENSTEIN

Alter	0-25 Jahre	26-50 Jahre	51-75 Jahre	> 75 Jahre
Unsicherheit in (%)	16	36	44	52

Zusätzlich beschrieb FLECKENSTEIN [46] das Vertigosymptom Unsicherheit, wie in Tabelle 15 dargestellt, in 4 Patientengruppen von 51 Jahren bis ins hohe Lebensalter von 90 Jahren. Die Altersgruppen sind jeweils in ein 10 Jahresintervall eingeteilt. Hieraus wird deutlich, dass ältere Patienten über das Vertigosymptom Unsicherheit häufiger klagen.

Tabelle 15: Das Symptom Unsicherheit in 10ner Jahresschritten nach FLECKENSTEIN

Alter	51-60 Jahre	61-70 Jahre	71-80 Jahre	81-90 Jahre
Unsicherheit in (%)	43	44	50	61

Bei AUST [8] steigen mit zunehmenden Alter der Patienten die Symptome Schwankschwindel, Unsicherheit und Fallneigung auch an. Bei den Symptomen Unsicherheit und Fallneigung findet jeweils im hohen Alter noch ein deutlicher Sprung statt. Das Symptom Drehgefühl dagegen fällt von 38,0 % bis auf 32,0 % im höheren Lebensalter ab (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Vertigosymptome von AUST

Alter	51-60 Jahre	61-70 Jahre	71-80 Jahre	81-90 Jahre
Schwankschwindel in (%)	30,0	38,0	42,0	40,0
Drehgefühl in (%)	38,0	44,0	38,0	32,0
Unsicherheit in (%)	92,0	94,0	94,0	100,0
Fallneigung in (%)	48,0	42,0	56,0	72,0

Die vegetativen Begleitsymptome zeigen bei AUST [8] keine eindeutige Altersabhängigkeit (siehe Tabelle 17). Bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002 kann man allerdings einen klaren altersbedingten Zuwachs der vegetativen Symptome erkennen, wobei in Diagramm 12 ersichtlich ist, dass die Frauen viel stärker betroffen sind als die Männer.

Vergleicht man nun die vegetativen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002, stellt man fest, dass die vegetativen Symptome Übelkeit mit 30,1 % und Erbrechen mit 15,2 % im NODEC IV Gesamtkollektiv weniger häufig als in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 genannt wurden. Das Symptom Schweißausbruch mit 11,9 % sogar nur halb so oft. Das Symptom Würgen mit 3,7 % und Kollaps mit 5,8 % wurden geringfügig häufiger bei der Anamnese im NODEC IV Gesamtkollektiv erwähnt (siehe Diagramm 35).

Vegetative Symptome werden in der Regel von 51-75 jährigen Patienten am häufigsten genannt. Sie steigern sich von Altersgruppe zu Altersgruppe. Nach der Gruppe der 51-75 jährigen Patienten tritt eine Abnahme der Symptome wieder auf. Einzige Ausnahme ist das Symptom Übelkeit bei den 26-50 jährigen Patienten. Hier werden mit 34,5 % die meisten vegetativen Symptome genannt. Danach findet eine Abnahme der Symptome bis zu den Patienten, die älter als 75 Jahre alt sind, mit 21,6 % statt. Nennenswert ist in diesem Zusammenhang, dass in den einzelnen Altersgruppen bei dem Vergleich der Anzahl der vegetativen Symptome zwischen dem NODEC IV Gesamtkollektiv und dem Gesamtkollektiv 2001/2002 große, zum Teil sehr große Unterschiede auftreten. So tritt zum Beispiel bei den Patienten, die älter als 75 Jahre alt sind, das Symptom Schweißausbrüche zum einen mit 6,0 % und zum anderen mit 28,0 % auf. Eine Ausnahme stellt bei den 26-50 jährigen Patienten das Symptom Erbrechen dar. Es unterscheidet sich mit 16,6 % und 17,6 % unwesentlich (siehe Diagramme 37 und 38).

Tabelle 17: Vegetative Begleitsymptome in (%) von AUST:

Alter	51-60 Jahre	61-70 Jahre	71-80 Jahre	81-90 Jahre
Schweißausbruch	8,0	12,0	16,0	4,0
Übelkeit	34,0	34,0	30,0	32,0
Erbrechen	16,0	6,0	4,0	16,0

Bei den audiologischen Symptomen stellt AUST [8] viel höhere Werte im Vergleich zu dem Gesamtkollektiv 2001/2002 fest.

AUST [8] zeigt in Tabelle 18, dass der Tinnitus rechts im Alter von 61-70 Jahren sein Maximum mit 40 % erreicht und danach wieder abfällt. Dagegen wechselt der Tinnitus

links seine Werte sprunghaft, bis sich sein Maximum bei 44 % im Alter von 81-90 Jahren einstellt. Der Tinnitus rechts im Gesamtkollektiv 2001/2002 zeigt dagegen einen Durchschnitt von nur 18 %. Sein Altersmaximum stellt sich ebenfalls bei den 61-70 jährigen Patienten ein. Es ist mit 26 % aber viel geringer. Der Tinnitus links im Gesamtkollektiv 2001/2002 erreicht einen Durchschnitt von nur 20 %. Sein Altersmaximum liegt bei den 61-70 jährigen Patienten bei 22 %. In dem Gesamtkollektiv 2001/2002 überwiegen Patienten, welche über einen beidseitigen Tinnitus klagen. Es sind durchschnittlich 30,9 % (siehe Diagramm 18).

Die Schwerhörigkeit auf dem linken Ohr steigt bei AUST [8] deutlich mit zunehmendem Alter auf ein Maximum von 48 % an. Die Schwerhörigkeit auf dem rechten Ohr variiert im Alter ab 51 Jahren stark und erreicht mit zunehmendem Alter ein Maximum von 48 % (siehe Tabelle 19). Die Hörminderung im Gesamtkollektiv 2001/2002 ist ab 51 Jahren deutlicher rechts als links ausgeprägt. Eine Hörminderung tritt nicht mehr so häufig nur auf einer Seite auf, sondern ist meistens beidseits lokalisiert. Man erkennt, dass die beidseitige Hörminderung ab 41 Jahren enorm ansteigt und bis auf 72 % bei 71-80 jährigen Patienten zunimmt (siehe Diagramm 18).

Tabelle 18: Audiologische Werte von AUST

Alter	51-60 Jahre	61-70 Jahre	71-80 Jahre	81-90 Jahre
Tinnitus rechts in (%)	32	40	34	36
Tinnitus links in (%)	22	34	24	44
Schwerhörigkeit re in (%)	34	44	22	48
Schwerhörigkeit li in (%)	28	40	38	48

Vergleicht man nun die audiologischen Symptome im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen vom Gesamtkollektiv 2001/2002, zeigt sich, dass insgesamt weniger Patienten im NODEC IV Gesamtkollektiv als in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 über audiologische Symptome klagen. Hinzu kommt, dass besonders das Symptom Tinnitus nicht so häufig genannt wird. Bei der Patientengruppe 0-25 Jahre beschrieben es nur 24,4 % anstelle von 69,3 % bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002, bei der Gruppe 26-50 Jahre 46,2 % anstelle von 72,0 %. Im Gegensatz dazu werden bei dem Symptom Hörminderung die

Abstände erst ab 51 Jahren mit 8,8 % (66,4 % anstelle von 75,2 %) und mit 20,6 (75,4 % anstelle von 96,0 %) deutlich geringer (siehe Diagramm 41).

In der Tabelle 19 fällt auf, dass der arterielle Hypotonus die einzige internistische Grunderkrankung ist, die sich stark vermindert. Weiterhin ist ersichtlich, dass mit steigendem Alter Herzinsuffizienz, welche die meist genannte Grunderkrankung ist, sowie arterieller Hypertonus und Diabetes mellitus deutlich zunehmen.

Bei den internistischen Grunderkrankungen im Gesamtkollektiv 2001/2002 sieht man in Diagramm 4, dass bei den Patienten von 11-40 Jahren arterieller Hypotonus an erster Stelle steht. Ab dem 41. Lebensjahr bis zu dem 80. Lebensjahr, übernimmt der arterielle Hypertonus mit ansteigendem Lebensalter immer deutlicher die Spitze. Depressionen und Herzinsuffizienz beginnen erst ab dem 41. Lebensjahr anzusteigen. Diabetes mellitus und Herzinfarkte werden ab dem 51. Lebensjahr und Nierenleiden ab dem 61. Lebensjahr angegeben.

Ein Vergleich der einzelnen Altersgruppen im NODEC IV Gesamtkollektiv mit denen im Gesamtkollektiv 2001/2002, zeigt in Diagramm 29 und 30, dass der arterielle Hypertonus, obwohl er in beiden Gesamtkollektiven steigt, bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002 beginnend von 1,3 % auf 52,0 % enorm stark wächst und bei NODEC IV Gesamtkollektiv von 3,8 % nur auf 26,5 % ansteigt. Dies entspricht etwa der Hälfte des Gesamtkollektivs 2001/2002. In diesem befinden sich im Gesamtdurchschnitt 9,8 % mehr Patienten mit arteriellen Hypertonus. Beim arteriellen Hypotonus weichen die Werte mit 13,7 % und 24,0 % bei den 0-25 jährigen Patienten und mit 30,4 % und 14,4 % bei den 26-50 jährigen Patienten ebenfalls voneinander ab. Das NODEC IV Gesamtkollektiv hat mit 30,4 % sein Maximum bei den 26-50 jährigen Patienten und das Gesamtkollektiv 2001/2002 sein Maximum mit 24,0 % bei den 0-25 jährigen Patienten. Insgesamt unterscheiden sich die arteriellen Hypotonus Werte um 6,9 %. Herzinsuffizienz hat große prozentuale Unterschiede bei den 26-50 jährigen Patienten mit 5,5 % und 0,8 %, bei den 51-75 jährigen Patienten mit 18,5 % und 4,0 % und bei den Patienten, die älter als 75 Jahre alt sind, mit 29,6 % und 8,0 %. Auffällig bei Patienten mit einem Zustand nach Herzinfarkt ist, dass im Gesamtkollektiv 2001/2002 in der Altersgruppe älter als 75 Jahre mit 8,0 % doppelt so viele Herzinfarkte wie im NODEC IV Gesamtkollektiv mit 3,8 % genannt wurden.

Man erkennt, dass sich der Diabetes mellitus erst ab einem Alter von älter als 75 Jahren stark von Gesamtkollektiv zu Gesamtkollektiv unterscheidet. Hier sind es 14,5 % im NODEC IV Gesamtkollektiv und 8,0 % im Gesamtkollektiv 2001/2002.

Aus den Unterlagen ergibt sich, dass bei den Patienten, die älter als 75 Jahre alt sind, die häufigsten und größten Schwankungen aufgezeigt werden. Dies kann daran liegen, dass es im NODEC IV Gesamtkollektiv 134 Patienten und im Gesamtkollektiv 2001/2002 nur 25 Patienten entsprechenden Alters gibt.

Tabelle 19: Internistische Grunderkrankungen von AUST

Alter	51-60 Jahre	61-70 Jahre	71-80 Jahre	81-90 Jahre
Hypertonus in (%)	28,0	30,0	44,0	36,0
Hypotonus in (%)	32,0	16,0	8,0	6,0
Herzinsuffizienz in (%)	6,0	30,0	52,0	64,0
Z.n. Herzinfarkt in (%)	8,0	14,0	8,0	8,0
Diabetes mellitus in (%)	12,0	12,0	22,0	32,0
Nierenleiden in (%)	16,0	26,0	12,0	24,0

FLECKENSTEIN [46] kommt auch zu dem Ergebnis, dass mit steigendem Alter immer mehr Menschen an Hypertonie, Herzinsuffizienz und Herzinfarkten erkranken. Seiner Wertetabelle kann man entnehmen, dass ab dem 25. Lebensjahr diese Werte stark ansteigen. Die meisten Prozentanteile werden zwischen der 2. Gruppe mit 26-50 Jahren und der dritten Gruppe mit 51-75 Jahren addiert (Tabelle 20).

Im Vergleich zum Gesamtkollektiv 2001/2002 nennt FLECKENSTEIN [46] 19 % bzw. 30 % viel mehr Patienten mit Herzinsuffizienz im hohen Alter als das Gesamtkollektiv 2001/2002 mit 2 % bzw. 6 %. Arterielle Hypertonie wird allerdings mit 20 % bzw. 27 % viel weniger als im Gesamtkollektiv 2001/2002 mit 38 % bzw. 52 % genannt. Derartige Schwankungen kann man damit begründen, dass bei der Erhebung der Anamnese immer subjektive Angaben der Patienten eine Rolle spielen. Hier liegen



keine objektiven Messparameter vor. Die Herzinfarktrate hält sich bei beiden Gesamtkollektiven die Waage.

BRAUN [18], der wie FLECKENSTEIN [46] jüngere und ältere Patienten miteinander verglichen hat, erkennt auch einen Anstieg von Hypertonie und Herzinsuffizienz bei älteren Patienten.

Tabelle 20: Internistische Grunderkrankungen von FLECKENSTEIN

Alter	0-25 Jahre	26-50 Jahre	51-75 Jahre	älter als 75 Jahre
Hypertonus in (%)	4	11	20	27
Herzinsuffizienz in (%)	1	6	19	30
Z.n. Herzinfarkt in (%)	0	1	3	4

Das amerikanische National Health Examination Survey von 1960-1962 veröffentlichte ebenfalls, dass zwischen Patienten mit 20 Jahren und 80 Jahren die Häufigkeit der Hypertonie bei Männern und Frauen stetig ansteigt (SCHNEIDER und KENNEDY) [84]. Weiterhin haben sie festgestellt, dass arterielle Hypertonie häufig in Kombination mit den Symptomen Schwindel, Ohrensausen, Benommenheit, Kopfschmerz mit Schwindel und Brechreiz vorkommt.

Die Ergebnisse vom Gesamtkollektiv 2001/2002 und die Erkenntnisse von AUST [6] zeigen, dass sich die vestibulo-okulären Reaktionen im Laufe des Lebens, aber besonders im Alter, verändern. Es gibt nur kleine Unterschiede zwischen den Befunden von Kindern, jungen Patienten und Erwachsenen. Dagegen unterscheiden sich ältere Menschen von den Erwachsenen viel stärker.

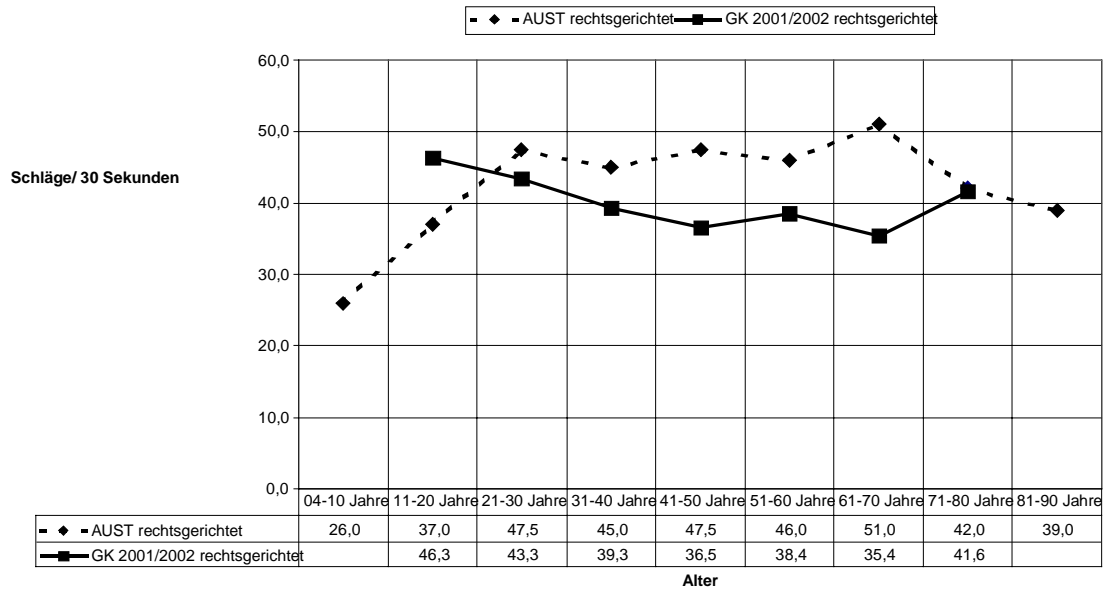
Nun vergleichen wir die Ergebnisse vom Gesamtkollektiv 2001/2002 mit denen von AUST [7], der den Altersbereich sowohl der 4-10 jährigen Kinder als auch der 81-90 jährigen Patienten untersucht hat. In diesen beiden Gruppen kommen deutliche funktionelle und neuroanatomische Veränderungen vor.

Kurz nach der Geburt sind bei den Säuglingen Nystagmusreaktionen mit niedriger Amplitude und Frequenz auf rotatorische Reize nachweisbar [5,54]. Im Laufe des Lebens findet eine Zunahme der per- und postrotatorischen Nystagmusfrequenz statt. Von 21-60 Jahren stellt AUST [7] bei der perrotatorischen Frequenz ein Plateau mit etwa 46 Schlägen/ 30 Sekunden fest. Danach kommt mit 61-70 Jahren das Maximum. Nach dem 70. Lebensjahr nimmt die Nystagmusfrequenz wieder ab. Vergleicht man den rechtsgerichteten perrotatorischen Nystagmus von AUST [7] mit dem Gesamtkollektiv 2001/2002 stellt man in Diagramm 42 fest, dass sich bei AUST [7] die Werte bei den 4-10 jährigen Patienten mit 26 Schlägen/ 30 Sekunden bis auf 51 Schläge/ 30 Sekunden bei den 61-70 jährigen Patienten verdoppeln. Danach fallen die Werte wieder bis auf 39 Schläge/ 30 Sekunden bei den 81-90 jährigen Patienten ab. In dem Gesamtkollektiv 2001/2002 fallen dagegen die Werte von den 11-20 jährigen Patienten von 46,3 Schlägen/ 30 Sekunden auf 35,4 Schläge/ 30 Sekunden bei den 61-70 jährigen Patienten ab. Danach folgt eine Steigung auf 41,6 Schläge/ 30 Sekunden bei den 71-80 jährigen Patienten. Dieser Wert ist der einzige, der bei beiden Gesamtkollektiven (41,6 Schläge/ 30 Sekunden und 42,9 Schläge/ 30 Sekunden) etwa gleich ist. Unterschiedlich allerdings ist, dass sich die 41,6 Schläge/ 30 Sekunden in Aufwärtsrichtung und die 42,0 Schläge/ 30 Sekunden in Abwärtsrichtung befinden.

Die postrotatorische Frequenz bei AUST [7] dagegen hat ihr Maximum nach dem 45. Lebensjahr. Sie ist gekennzeichnet durch einen flachen, kuppelförmigen Verlauf. Danach nimmt die Intensität im hohen Lebensalter auch ab.

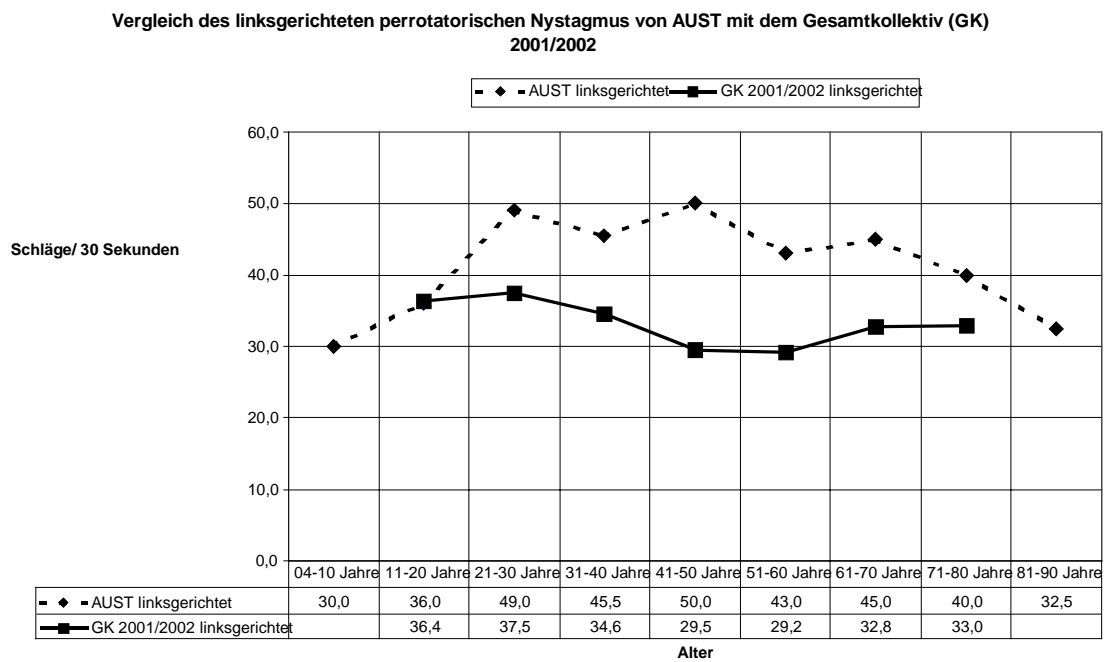
Diagramm 42

Vergleich des rechtsgerichteten Perrotatorischen Nystagmus von AUST mit dem Gesamtkollektiv (GK) 2001/2002



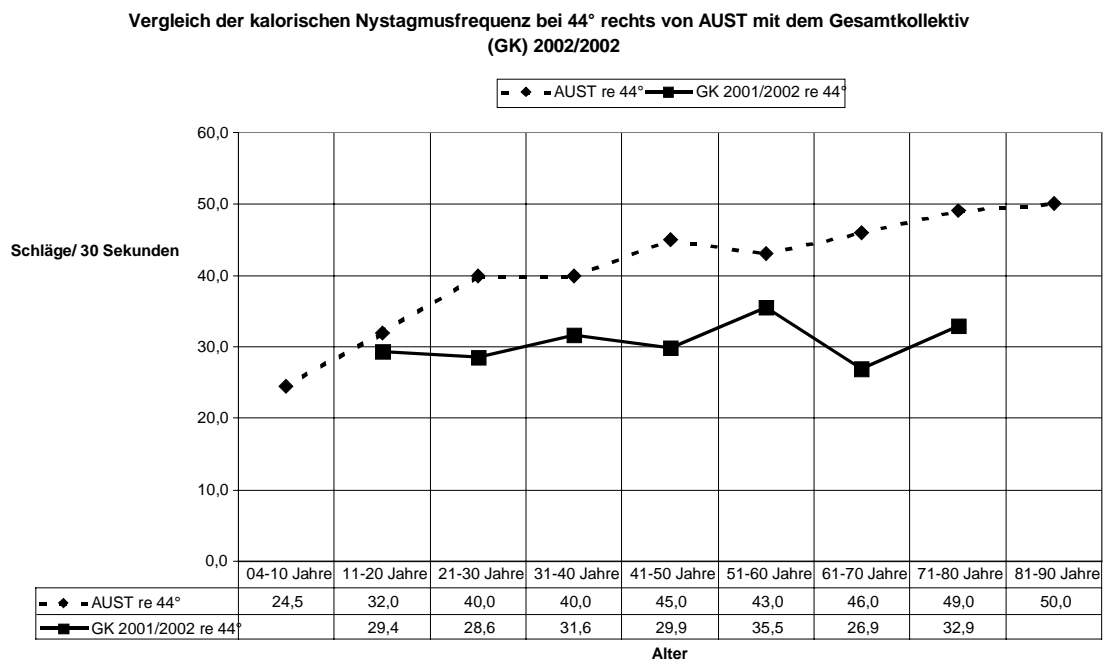
Aus dem Diagramm 43 ist ersichtlich, dass der linksgerichtete Perrotatorische Nystagmus von AUST [6] genauso wie der rechtsgerichtete Perrotatorische Nystagmus von AUST [6] höhere Schlaganzahlen als das Gesamtkollektiv 2001/2002 besitzt. Die größte Differenz ist hier bei den 41-50 jährigen Patienten mit 20,5 Schlägen/ 30 Sekunden. Dies entspricht 66 % ausgehend von dem Wert des Gesamtkollektivs 2001/2002. Dagegen nähern sich die Werte bei den jungen und älteren Patienten einander an. Bei den 11-20 jährigen Patienten sind mit 36,0 Schlägen/ 30 Sekunden und 36,4 Schlägen/ 30 Sekunden die Werte nahezu identisch.

Diagramm 43



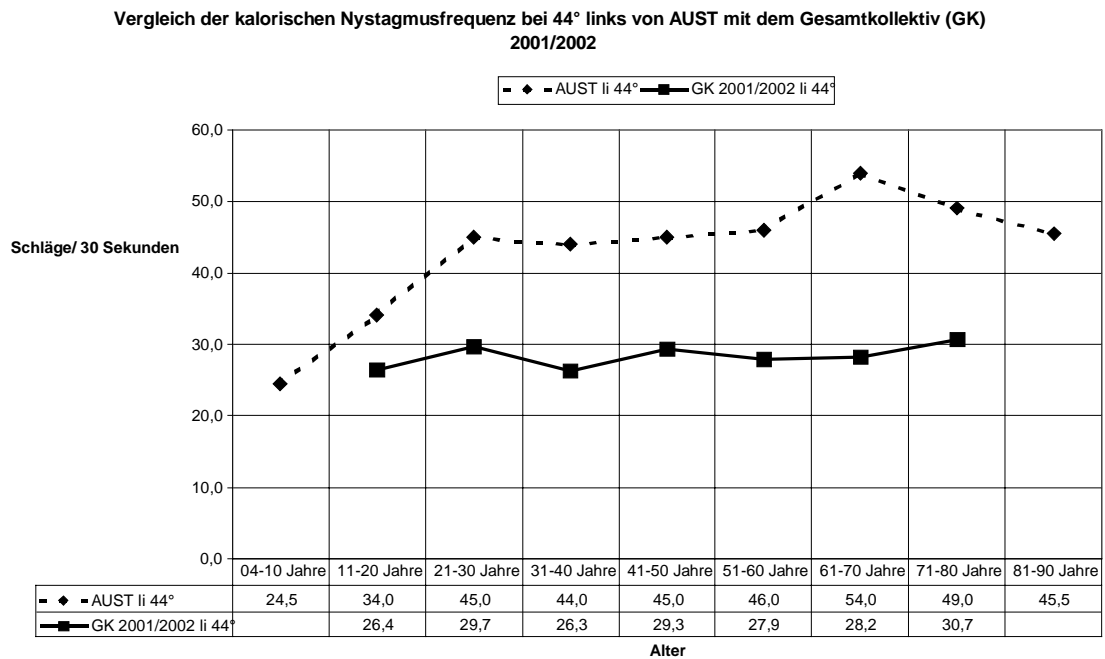
Vergleicht man nun die Nystagmusfrequenz im Gesamtkollektiv 2001/2002 mit dem Gesamtkollektiv von AUST [7], stellt man in Diagramm 44 fest, dass die kalorische Nystagmusfrequenz bei 44° rechts von 24,5 Schlägen/ 30 Sekunden bei den 4-10 jährigen Patienten auf 50,0 Schläge/ 30 Sekunden bei den 81-90 jährigen Patienten ansteigt. Es fällt zusätzlich auf, dass bei den jungen Patienten bis 30 Jahre der größte Anstieg zu verzeichnen ist. Das Gesamtkollektiv 2001/2002 bildet dagegen ein Plateau mit etwa 30,0 Schlägen/ 30 Sekunden von den 11-20 jährigen Patienten bis zu den 41-50 jährigen Patienten. Danach steigt es auf 35,5 Schläge/ 30 Sekunden an und fällt bei den 61-70 jährigen Patienten wieder auf 26,9 Schläge/ 30 Sekunden ab. Dann erfolgt wiederum ein Anstieg auf 32,9 Schläge/ 30 Sekunden.

Diagramm 44



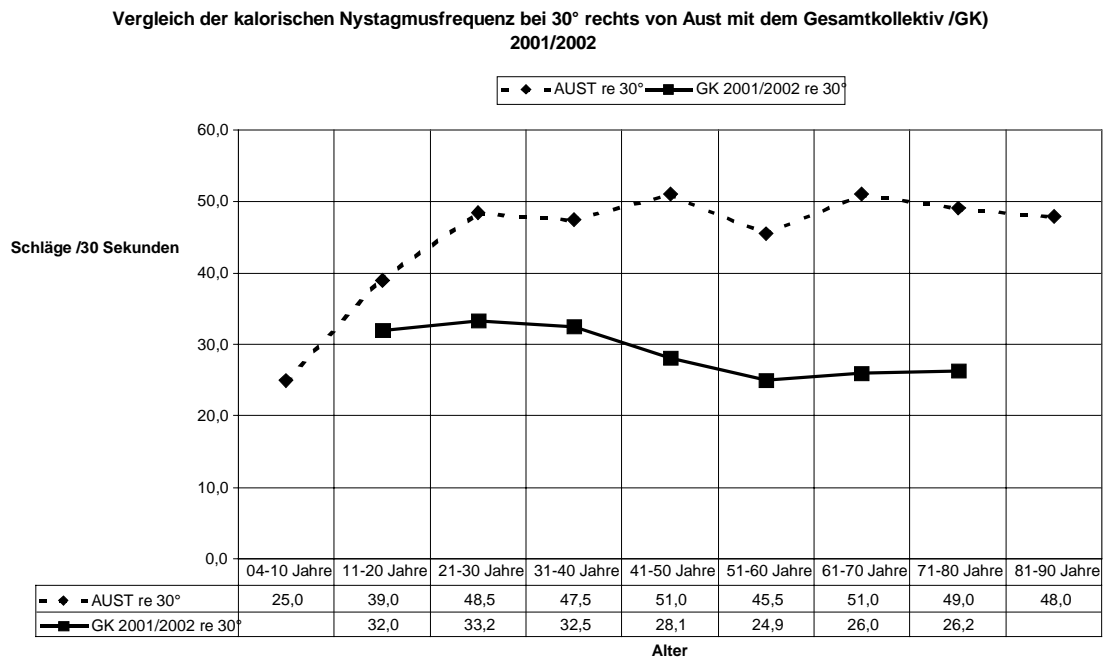
Die kalorische Nystagmusfrequenz bei 44° links steigt bei AUST [7] von 24,5 Schlägen/ 30 Sekunden bei den 4-10 jährigen Patienten bis zum 30. Lebensjahr steil auf 45,0 Schläge/ 30 Sekunden und im weiteren Verlauf bis zum 70. Lebensjahr mäßig an, um für die beiden letzten untersuchten Lebensdekaden wieder zu fallen. Im Gesamtkollektiv 2001/2002 sieht man dagegen ein leicht steigendes Plateau mit etwa 28,0 Schlägen/ 30 Sekunden von den 11-20 jährigen Patienten bis zu den 71-80 jährigen Patienten (siehe Diagramm 45).

Diagramm 45



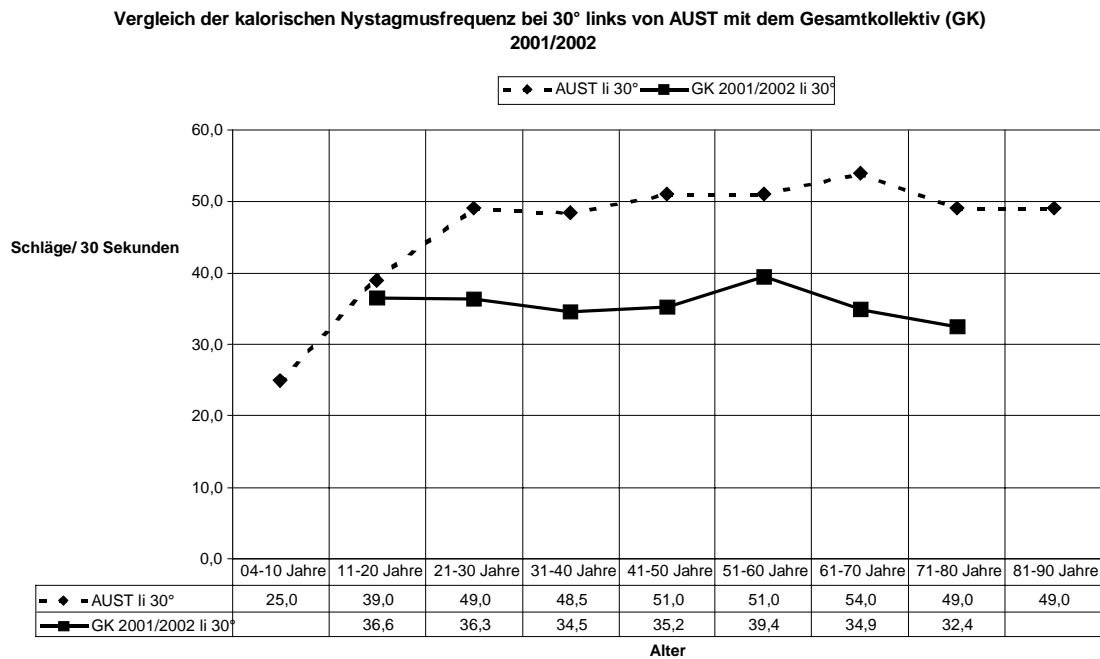
Vergleicht man jetzt die Ergebnisse der kalorischen Nystagmusfrequenz bei 30° rechts von AUST [7] mit dem Gesamtkollektiv 2001/2002, bemerkt man in Diagramm 46, dass sich nach einem starken Anstieg bei Patienten von 4-30 Jahren langsam ein Plateau bei 50,0 Schlägen/ 30 Sekunden bei AUST [7] bildet. Die Werte im Gesamtkollektiv 2001/2002 liegen darunter, nämlich von 11-40 Jahren auf einer ersten Ebene bei 32,0 Schlägen/ 30 Sekunden und von 41-80 Jahren auf einer zweiten Ebene bei 26,0 Schlägen/ 30 Sekunden.

Diagramm 46



Ein Vergleich der Ergebnisse der kalorischen Nystagmusfrequenz bei 30° links von AUST [7] mit dem Gesamtkollektiv 2001/2002, zeigt in Diagramm 47, dass die Werte von AUST [7] wieder über denen des Gesamtkollektivs 2001/2002 liegen. AUST [7] bildet nach einem starken Anstieg der Kurve bei Patienten von 4-30 Jahren ein Plateau bei 50,0 Schlägen/ 30 Sekunden. Im Gegensatz dazu befinden sich die Werte des Gesamtkollektivs 2001/2002 durchweg auf einem Plateau bei etwa 35,0 Schlägen/ 30 Sekunden.

Diagramm 47

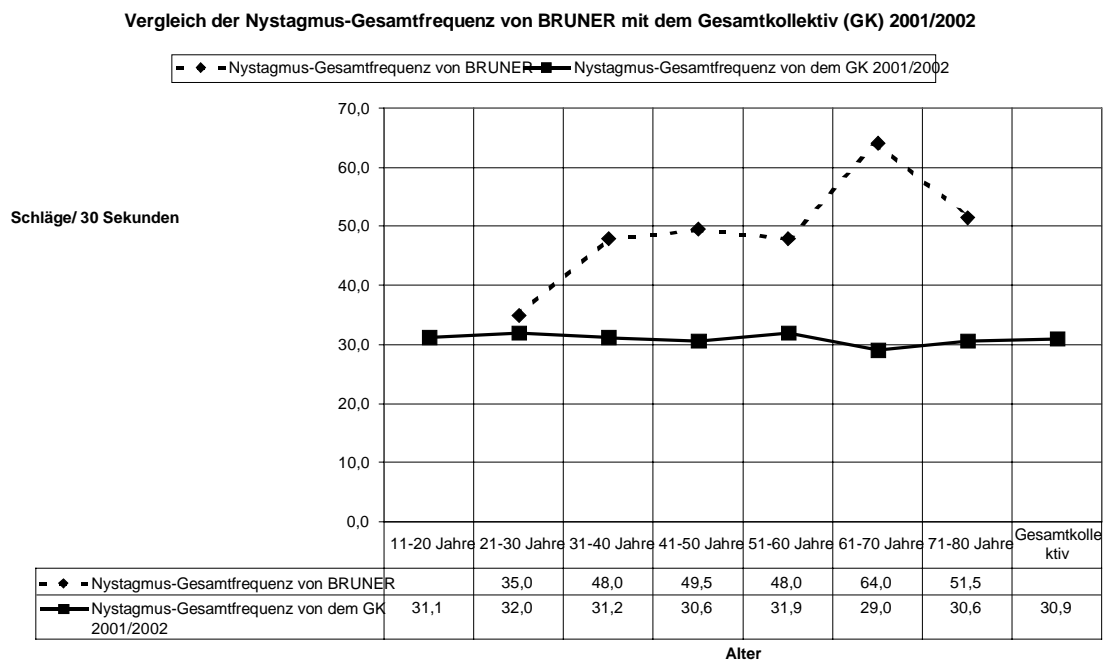


Vergleicht man jetzt die Ergebnisse von AUST [6] und dem Gesamtkollektiv 2001/2002 mit denen von MULCH und PETERMANN [72], stellt sich heraus, dass sich beide im Bezug auf die Nystagmusfrequenz ähnlich verhalten. Man erkennt auch bei MULCH und PETERMANN [72] einen leichten Anstieg nach 20 Jahren. Danach bildet sich ein leicht gewölbtes Plateau zwischen dem 30.- und 70. Lebensjahr aus. Zum Schluss erfolgt wieder ein Abstieg der Kurve.



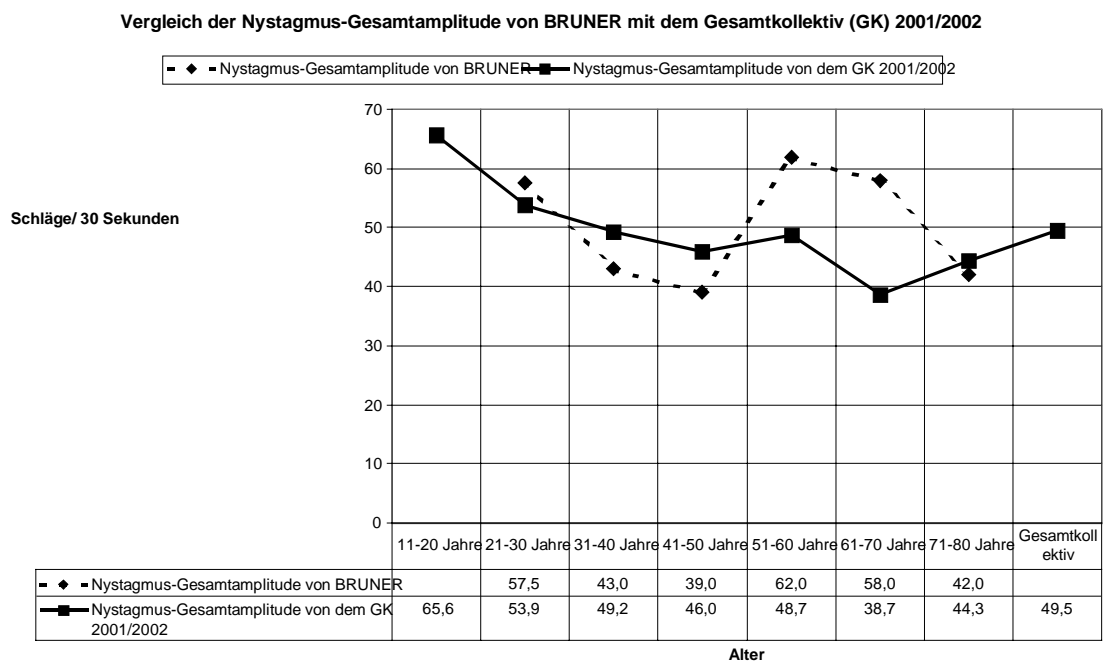
Die Befunde von BRUNER und NORRIS [22] stellen ebenfalls, wie in Diagramm 48 ersichtlich, ein Wachsen der Nystagmusfrequenz mit steigendem Alter. Der größte Sprung ist zwischen 51-60 Jahren mit 48,0 Schläge/ 30 Sekunden und 61-70 Jahren mit 64,0 Schlägen/ 30 Sekunden. Danach kommt es im hohen Alter wieder zu einem Abfall.

Diagramm 48



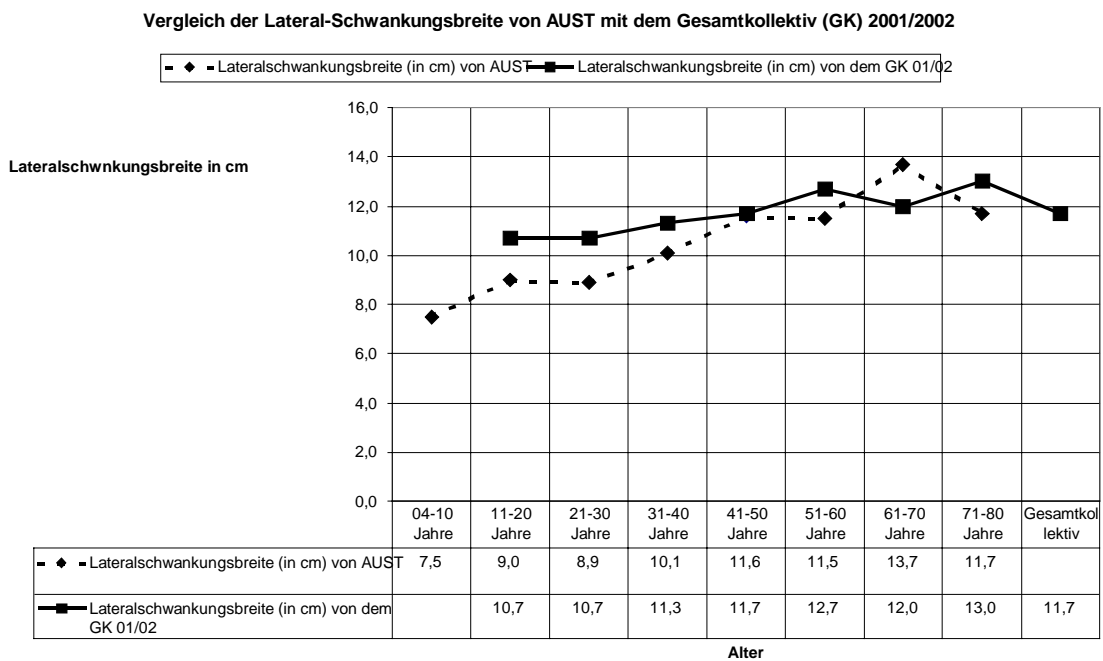
Die Nystagmus-Gesamtamplitude von BRUNER und NORRIS [22] steigt, nach Abfall von 18,5 Schlägen/ 30 Sekunden bei den 11-30 jährigen Patienten sprunghaft wieder auf 62,0 Schläge/ 30 Sekunden an. Danach verringert sie sich in 2 Lebensdekaden auf 42,0 Schläge/ 30 Sekunden (siehe Diagramm 49). Im Gesamtkollektiv 2001/2002 fällt sie dagegen langsam von 65,5 Schlägen/ 30 Sekunden mit 11-20 Jahren auf 38,7 Schläge/ 30 Sekunden mit 61-70 Jahren ab.

Diagramm 49



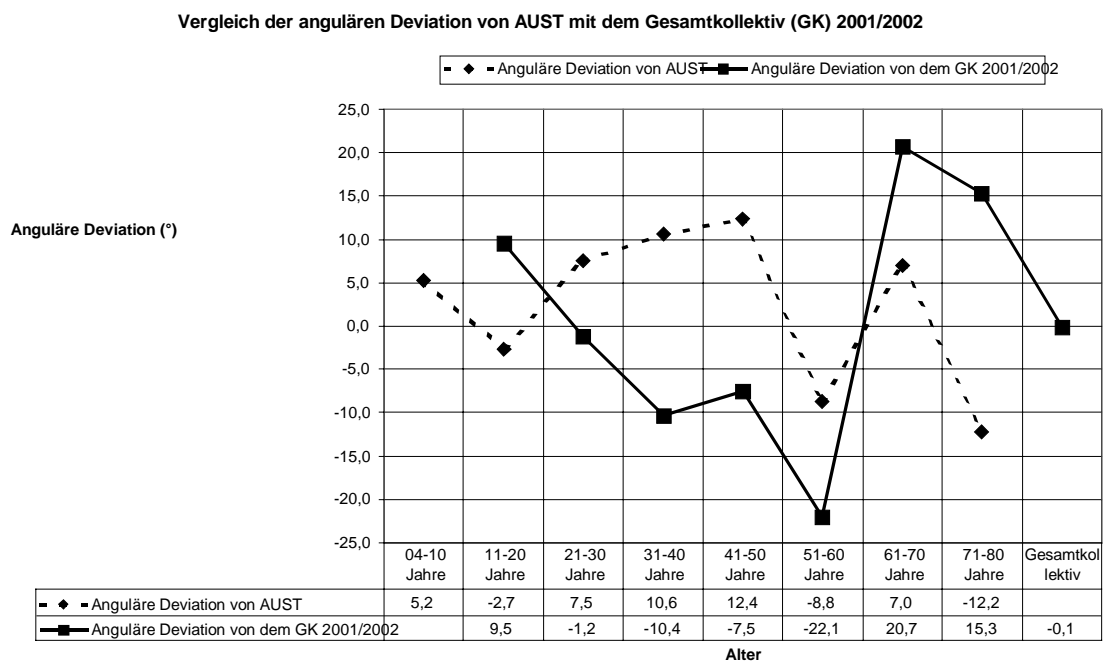
Der Vergleich der Ergebnisse der Lateralschwankungsbreite von AUST [7] mit denen des Gesamtkollektivs 2001/2002, zeigt in Diagramm 50, dass die Lateralschwankungsbreite bei beiden Gesamtkollektiven konstant ansteigt. Eine Ausnahme enthält das Gesamtkollektiv 2001/2002, bei dem man nach 60 Jahren einen Abfall erkennt. Dies ist der einzige Punkt, bei dem das Gesamtkollektiv von AUST [7] mit 13,7 über dem Gesamtkollektiv 2001/2002 mit 12,0 steht. Ansonsten sind die Werte des Gesamtkollektivs 2001/2002 höher.

Diagramm 50



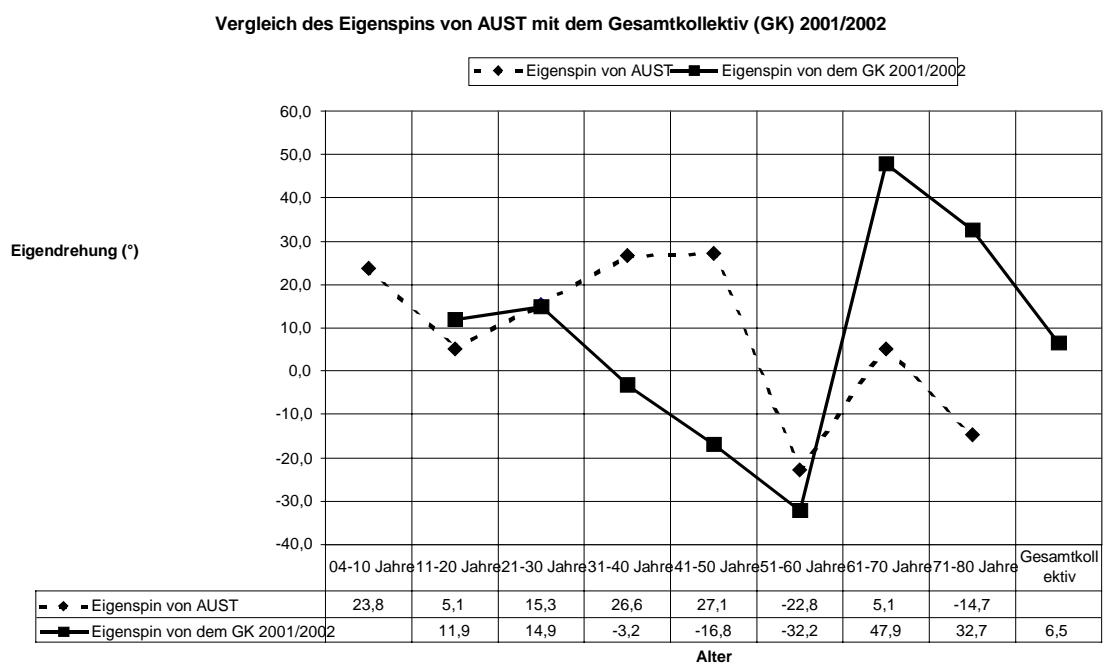
Stellt man nun die Ergebnisse der angulären Deviation von AUST [7] dem Gesamtkollektiv 2001/2002 gegenüber, bemerkt man in Diagramm 51, dass beide Gesamtkollektive bei 51-60 jährigen Patienten mit  $-8,8^\circ$  und  $-22,1^\circ$  einen Sprung in die negative Richtung ausweisen. Danach folgt sofort wieder ein starker Sprung ins Positive, wobei der Sprung von  $-22,1^\circ$  auf  $20,7^\circ$  im Gesamtkollektiv 2001/2002 den größten Sprung des Diagramms darstellt.

Diagramm 51



Wenn man die Ergebnisse des Eigenspinns von AUST [7] mit denen des Gesamtkollektivs 2001/2002 vergleicht, stellt man in Diagramm 52 fest, dass hier ebenfalls bei den 51-60 jährigen Patienten mit  $-22,8^\circ$  und  $-32,2^\circ$  ein Sprung in die negative Richtung erfolgt ist. Danach steigen die Werte auch hier sprunghaft auf  $5,1^\circ$  und  $47,9^\circ$  an, gefolgt wiederum von einem Abfall im hohen Alter.

Diagramm 52



Die vorliegende Dissertation beschreibt, dass die menschliche Gleichgewichtsregulation zur Aufrechterhaltung der Stellung im Raume, zur Regulation der Blickmechanismen, aber auch zur inneren Erzielung eines Gleichgewichts auf komplizierten kybernetischen Regelkreisen beruht. Mit Hilfe eines umfangreichen neurootometrischen Netzwerkes unter Einschaltung aequilibrimetrischer Gleichgewichtsmessung und audiometrischer Gehörfunktionsmessung lässt sich nachweisen, dass die Regulationsmuster mindestens im quantitativen Aspekt während des gesamten Lebens wechseln. Die einzelnen Systeme der Gleichgewichtstetrade sind netzwerkartig miteinander verknüpft. Wenn

aber das gesamte oder ein partikuläres System im Alter nicht mehr passend einreguliert ist, empfinden die Patienten zahlreiche Symptome, die wir mit der Vorsilbe Alter (Presby) bezeichnen. Einige Beispiele sind Altersschwindel (Presbyvertigo), Alterstaumeligkeit (Presbytaxie), Altershörstörungen (Presbyakusis), Altersohrgeräusche (Presbytinnitus), etc.

Aus medizinischer Sicht kommt es darauf an, altersbedingte Fehlregulationen rechtzeitig messend zu erfassen, damit diesen durch entsprechende ärztlich begründete, therapeutische Handlungen unter Einsatz von Physiotherapie, Psychotherapie, aber auch medikamentöser Therapie begegnet werden kann. Denn, wie eingangs erwähnt, ist bekanntermaßen der Altersschwindel das häufigste Symptom, welches ältere Menschen spontan zu einem Arztbesuch veranlasst.

## **VI. ZUSAMMENFASSUNG**

In der hier vorliegenden Arbeit wird die Altersabhängigkeit von 350 Vertigo-Patienten aus der Neurootologie der Würzburger Universitäts-HNO-Klinik retrospektiv in Bezug auf die objektiven und quantitativen neurootologischen Funktionsmessergebnisse verglichen. Die Patienten werden in 7 gleichgroße Altersgruppen à 50 Patienten eingeteilt. Mit Hilfe des Personalcomputers (PC) und des Tabellenkalkulations- und Graphikprogramms EXCEL erfolgt die statistische Auswertung.

Die Ergebnisse des Gesamtkollektivs 2001/2002 werden in Diagrammform dargestellt und die im Alter wichtigsten Symptome mit dem NODEC IV Gesamtkollektiv verglichen.

In einer Kasuistik sind sechs typische Einzelfälle dargestellt.

Die objektive und quantitative Messung der vestibulo-spinalen Reaktionen mittels der Cranio-Corpo-Graphie zeigt, dass altersspezifische Veränderungen mit krankheitsbedingten Veränderungen überlagert sind.

Ataxiezeichen werden im Alter deutlich sichtbar. Bei dem Bewegungsmuster des alten Menschen verschwindet die Gangsicherheit. Dies ist charakterisiert durch ein geknotetes, lateral verbreitertes und unsicheres Gangbild im Cranio-Corpo-Gramm.

Im höheren Alter treten am häufigsten Beschwerden mit dem Gleichgewichtsorgan auf. Diese sind durch die Vertigosymptome Unsicherheit, Schwankschwindel, Stand- und Gangstörungen, Drehgefühl oder Fallneigung gekennzeichnet.

Bei dem Gesamtkollektiv 2001/2002 kann man einen klaren altersbedingten Zuwachs der vegetativen Symptome erkennen, wobei die Frauen wesentlich stärker betroffen sind als die Männer.

Es ergibt sich, dass die vegetativen Symptome im Gesamtkollektiv 2001/2002 häufiger als in anderen Kollektiven vorkommen. Vegetative Symptome werden von der Untergruppe der 51-75 jährigen Patienten am häufigsten genannt.

Es zeigt sich auch, dass insgesamt weniger Patienten im NODEC IV Gesamtkollektiv als in dem Gesamtkollektiv 2001/2002 über audiologische Symptome klagen. Besonders das Symptom Tinnitus wird nicht so häufig vom NODEC IV Gesamtkollektiv angegeben.

Bei den internistischen Grunderkrankungen im Gesamtkollektiv 2001/2002 sieht man, dass bei den Patienten von 11-40 Jahren arterieller Hypotonus an erster Stelle steht. Ab dem 41. Lebensjahr übernimmt der arterielle Hypertonus mit ansteigendem Lebensalter bis zu dem 80. Lebensjahr immer deutlicher die Spitze. Es wird weiterhin festgestellt, dass arterielle Hypertonie häufig in Kombination mit den Symptomen Schwindel, Ohrensausen, Benommenheit, Kopfschmerz mit Schwindel und Brechreiz vorkommt.

Bei den vestibulo-okulären Reaktionen unterscheiden sich ältere Patienten deutlich von jüngeren Patienten.

Beim Vergleich der per- und postrotatorischen Nystagmusfrequenz stellt man fest, dass kurz nach der Geburt bei den Säuglingen Nystagmusreaktionen mit niedriger Amplitude und Frequenz auf rotatorische Reize nachweisbar sind. Erst im Laufe des Lebens findet eine Zunahme der per- und postrotatorischen Nystagmusfrequenz statt, wobei von 21-60 Jahren bei der perrotatorischen Frequenz ein Plateau mit etwa 46 Schlägen/ 30 Sekunden erreicht wird. Danach kommt mit 61-70 Jahren das Maximum. Nach dem 70. Lebensjahr nimmt die Nystagmusfrequenz wieder ab.

In dem Abschnitt Diskussion werden die Ergebnisse des Gesamtkollektivs 2001/2002 mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen. Hierbei stehen die unterschiedlichen Altersstufen im Vordergrund.

Insgesamt beschreibt die vorliegende Dissertation, dass die menschliche Gleichgewichtsregulation zur Aufrechterhaltung der Stellung im Raume, zur Regulation der Blickmechanismen, aber auch zur inneren Erzielung eines Gleichgewichts auf komplizierten kybernetischen Regelkreisen beruht. Mit Hilfe eines umfangreichen neurootometrischen Netzwerkes unter Einschaltung aequilibrimetrischer Gleichgewichtsmessung und audiometrischer Gehörfunktionsmessung lässt sich nachweisen, dass die Regulationsmuster mindestens im quantitativen Aspekt während des gesamten Lebens wechseln. Die einzelnen Systeme der Gleichgewichtstetrade sind



netzwerkartig miteinander verknüpft. Wenn aber das gesamte oder ein partikuläres System im Alter nicht mehr passend einreguliert ist, empfinden die Patienten zahlreiche Symptome, die wir mit der Vorsilbe Alter (Presby) bezeichnen. Einige Beispiele sind Altersschwindel (Presbyvertigo), Alterstaumeligkeit (Presbytaxie), Altershörstörungen (Presbyakusis), Altersohrgeräusche (Presbytinnitus), etc.

Aus medizinischer Sicht kommt es darauf an, altersbedingte Fehlregulationen rechtzeitig messend zu erfassen, damit diesen durch entsprechende ärztlich begründete, therapeutische Handlungen unter Einsatz von Physiotherapie, Psychotherapie, aber auch medikamentöser Therapie begegnet werden kann. Denn, wie eingangs erwähnt, ist bekanntermaßen der Altersschwindel das häufigste Symptom, welches ältere Menschen spontan zu einem Arztbesuch veranlasst.

## Literaturverzeichnis

- 1) ARSLAN, M.:  
The senescence of the vestibular apparatus.  
Pract. Otorhino-laryng. (Basel) 19 (1957) 457
- 2) AUST, G., DENZ, H., BAISCH, F. (1984):  
Inner ear characteristics during 7 day antiorthostatic bedrest (6° head down tilt).  
ESA SP 212:251
- 3) AUST, G. (1976):  
Das Craniocorpogramm in der neurootologischen Diagnostik im Kindesalter.  
Laryngol. Rhinol. 55: 855
- 4) AUST, G. (1978):  
Erfahrungen mit der Cranio-Corpo-Graphie bei Kindern.  
Verhdlg. GNA 6: 191
- 5) AUST, G., Goebel, P. (1979):  
Vestibulooculäre Gleichgewichtsreaktionen beim Säugling und Kleinkind.  
Laryngol. Rhinol. 58: 516
- 6) AUST, G.:  
The effect of age on vestibulo-ocular reactions.  
Laryngorhinootologie 1991 Mar; 70(3): 132-7
- 7) AUST, G.:  
Vestibular disorder in old age. HNO.  
1991 Dec; (39/12): 460-6
- 8) AUST, G.: Presbyakusis und Presbyvertigo  
zitiert aus  
CLAUSSEN, C. F.:  
Presbyvertigo Presbyataxie Presbytinnitus: Gleichgewichts- und  
Sinnesstörungen im Alter.  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, S. 7ff.

- 9) BAGGER-SJÖBACK, D., ANNIKO, M.:  
Development of intercellular junctions in the vestibular end-organ. A freeze-fracture study in the mouse.  
Ann. Otol. Rhinol. Laryng. 93 (1984) 89
- 10) BARANY, R.:  
Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen.  
Mschr. Ohrenheilk. 40, 193-297/1906
- 11) BARANY, R., WITTMACK, K.:  
Funktionelle Prüfung des Vestibularapparates.  
Verlag G. Fischer, Jena, 1911
- 12) BARTELS  
zitiert aus  
BAUMGARTEN, R. von, BOEHMER, G., BRENSKE, A., REISER, M.:  
A nonthermokonvective mechanism generating caloric nystagmus:  
Similarities between pressure-induced and caloric nystagmus.  
In: GRAHAM, M. D., KEMINK, J. L.:  
The vestibular system.  
Neurophysiologic and clinical research. Raven Press, New York
- 13) von BAUMGARTEN, R., BOEHMER, G., BRENSKE, A., REISER, M.:  
A nonthermokonvective mechanism generating caloric nystagmus:  
Similarities between pressure-induced and caloric nystagmus.  
In: GRAHAM, M. D., KEMINK, J. L.:  
The vestibular system.  
Neurophysiologic and clinical research. Raven Press, New York
- 14) BERGSTRÖM B. (1973):  
Morphological studies of the vestibular nerve.  
Acta. Univ. Upsal. [Supp. 1] 159:1
- 15) BERNUTH, H. von PRECHTL, H. R. F.:  
Vestibulo-ocular response and its state dependency in newborn infants.  
Neuropädiatrie 1 (1969) 11

- 16) BOURLIÈRE, F. (1948):  
Excitability and aging.  
J. Geront 3, 191
- 17) BOURNE, G. H. (1957):  
Aging from a biological and cellular point of view.  
In: HOBSON (eds):  
Modern trends in geriatrics.  
Hoeber, New York
- 18) BRAUN, T.:  
Vomitus aus neurootologischer Sicht.  
Inaugural Dissertation, Würzburg 1989
- 19) BRIZZE, KNOX:  
zitiert aus  
Hamann, K. F.:  
Zerebrovaskuläre Erkrankungen und vestibuläres System.  
Aus: Sinnesorgane und zerebrovaskuläre Erkrankungen.  
Hrsg. G. Böhme, Thieme-Verlag Stuttgart 86-88/1989
- 20) BROCKLEHURST, J. C., HANLEY, T., MARTIN, M.:  
Geriatric für Studenten.  
Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt 1982
- 21) BROOKLER, K. H. & PULEC, J. L. (1970):  
Computeranalysis of electronystagmography records.  
Trans. Amer. Acad. Ophthal. 74, 563
- 22) BRUNER, A., NORRIS, T. W.:  
Age-related Changes in Caloric Nystagmus.  
Acta. Otolaryngol. (Stockh) 1971 Suppl. 282
- 23) CAMARADA, V. & LUMIA, V. (1959):  
Sulla funzione vestibolare dell'uomo in età senile (ricerche  
elektronistagmographische).  
G. Geront 7, 525

- 24) CASPARY, D. M. et al.:  
Immunocytochemical and neurochemical evidence for age-related loss of GABA in the inferior colliculus: Implications for neural presbycusis.  
J. Neurosci. 10:2363-2372, 1990  
zitiert aus  
JACKLER, R. K., BRACKMANN, D. E.:  
The human brainstem auditory pathway.  
Neurotology, 1994 by Mosby-Year Book, Inc.
- 25) CHLADECK, V. (1966):  
Změny vestibulárního aparátu ve stáří.  
Cas. Lek. Cesk. 105, 15
- 26) CLAUSSEN, C. F. (1985):  
Presbyvertigo Presbyataxie Presbytinnitus: Gleichgewichts- und Sinnesstörungen im Alter.  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo
- 27) CLAUSSEN, C. F. (Würzburg), FORT, E. Jr. (Buenos Aires):  
Der Schwindelkranke und seine neurootologische Begutachtung.  
Edition m+p 1976
- 28) CLAUSSEN, C. F., AUST, G., SCHÄFER, D., von SCHLACHTA, I.:  
Atlas der Elektronystagmographie.  
Edition medicin & pharmacie, Hamburg 1986
- 29) CLAUSSEN, C. F., AUST, G.:  
Über das kalorisch ausgelöste Nystagmussignal.  
Arch. Klin. Exp. Ohren-, -Nasen-, Kehlkehilkd. 203, 255 (1973)
- 30) CLAUSSEN, C. F.:  
Der rotatorische Intensitäts-Dämpfungstest (RIDT) und seine Auswertung mit Hilfe des L- Schemas.  
Arch. Klin. Exp. Ohren-, Nasen- u. Kehlkehilkd. 197: 351-60 (1971)
- 31) CLAUSSEN, C. F.:  
Die Cranio-Corpo-Graphie (CCG), eine einfache photooptische Registriermethode für vestibulospinale Reaktionen.  
Laryngol. Rhinol. 49, 634-639 (1970)

- 32) CLAUSSEN, C. F.:  
Die Cranio-Corpo-Graphie.  
Arch. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfheilkd. 207 (1974)
- 33) CLAUSSEN, C. F.:  
Die zusammenfassende ENG-Auswertung mittels synoptischer  
Kennlinienmuster.  
Verh. der GNA VIII, 29-43 (1981)
- 34) CLAUSSEN, C. F., LÜHMANN, M.:  
Das Elektronystagmogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik.  
Edition medicin & pharmacie, Hamburg 1976
- 35) CLAUSSEN, C. F.:  
Über eine Gleichgewichtsfunktionsprüfung mit Hilfe der Cranio-Corpo-Graphie  
(CCG) und Polarkoordinaten im Raume.  
Arch. Klin. Exp. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfheilkd. 196:256-261 (1970)
- 36) CLAUSSEN, C. F.:  
Über die Aufzeichnung und Auswertung ausgewählter quantitativer  
Gleichgewichtsfunktionsprüfungen.  
Habilitationsschrift, Berlin 1970
- 37) CLAUSSEN, C. F.:  
Der schwindelkranke Patient.  
Edition Medizin und Pharmazie, Hamburg 1992
- 38) COATS, A. C.:  
The diagnostic significance of spontaneous nystagmus as observed in the  
electronystagmographic examinations.  
Acta. oto-laryng. (Stockholm) 67:33 (1969)
- 39) COMITÉ PERMANENT (1990):  
Ältere Menschen in der EG 1990.  
Marburger Bund, 9. November 1990, S. 10
- 40) CRITCHLEY, M. (1931):  
The neurology of old age.  
Lancet 1:1119

- 41) CURTHOYS, I. S.:  
The vestibular-ocular reflex in newborn rats.  
Acta. oto-laryng. (Stockholm) 87 (1979) 484
- 42) DUBLIN, W. B.:  
Fundamentals of sensorineural auditory pathology.  
Springfield, Ill, 1976, Charles C. Thomas  
zitiert aus  
JACKLER, R. K., BRACKMANN, D. E.:  
The human brainstem auditory pathway.  
Neurotology, 1994 by Mosby-Year Book, Inc.
- 43) ENGSTRÖM, H., ADES, H. W., ENGSTRÖM, B., GILCHRIST, D.,  
BOURNE, G. (1977):  
Structural changes in the vestibular epithelia in elderly monkeys and humans.  
Adv. Otorhinolaryngol. 22:93
- 44) EVaS-Studie des Zentralinstitutes für die kassenärztliche Versorgung über  
Arztkonsultationen:  
Hauptanliegen und Diagnosen bei Senioren.  
Deutsches Ärzteblatt Nummer 44: Ausgabe B, S. 3228 (Köln, 2. Nov. 1984)
- 45) FITZGERALD, G., HALLIPKE, C. S.:  
Studies in Human Vestibular Function. 1. Observation on the Directional  
Preponderance of Caloric Nystagmus Resulting from Cerebral lesions.  
Brain 65: 115-37/1942
- 46) FLECKENSTEIN, E. M.:  
Schwindel im Alter.  
Inaugural Dissertation, Würzburg 1986
- 47) FORGACS, P. (1957):  
Adatok az öregkori cochlearis és vestibularis funkcióhoz.  
Ful.-Orr.-Gege.-Gy. 1, 5

- 48) FREGLY, A. R. (1974):  
Vestibular ataxia and its measurement in man in: Handbook of sensory Physiology.  
Vol. VI/ 2. Vestibular system. Springer, Berlin Heidelberg New York,  
pp. 321-360
- 49) FREGLY, A. R., SMITH, M. J., GRAYBIEL, A. (1973):  
Revised normative standards of performance of men on a quantitative ataxia test battery.  
Acta. Otolaryngol. (Stockholm) 75:10
- 50) FREGLY, A. R. und GRAYBIEL, A. (1970):  
Labyrinthine defects as shown by ataxia and caloric tests.  
Acta. Otolaryng. (Stockholm) 69, 216
- 51) FUKUDA, T.:  
The stepping test: Two phases of the labyrinthine reflex.  
Acta. Otolaryngol. (Stockholm), 50: 95-108 (1959)
- 52) GANDOLFI, A., HAROUPIAN, D. S. and THERESA, R. M.:  
Quantitative and cytometric analysis of the ventral cochlear nucleus in man.  
J. Neurol. Sci. 50:443-455, 1981  
zitiert aus  
JACKLER, R. K., BRACKMANN, D. E.:  
The human brainstem auditory pathway.  
Neurotology, 1994 by Mosby-Year Book, Inc.
- 53) GRAHAM, M. D., KEMINK, J. L.:  
The vestibular system.  
Neurophysiologic and clinical research. Raven Press, New York
- 54) GOEBEL, P., AUST, G. (1978):  
Ein Vergleich der Entwicklung der Nystagmusfrequenz nach vestibulärer Stimulation mit der motorischen Entwicklung in den ersten Lebensjahren.  
Arch. Otorhinolaryngol. 220: 265



- 55) GUEDRY, F. E. (1950):  
Age as a variable in postrotational phenomena.  
Project NM 001063.01.19. Tulane University and U.S. Naval School of aviation  
Medicine, Pensacola, FL. Joint Report 19
- 56) HAAS, E.:  
Zur Frage der Altersabhängigkeit der Drehreizschwelle.  
Laryng. Rhinol. 43 (1964) 238
- 57) HALL, T. C., MILLER, K. H., CORSALLIS, J. A. N. (1975):  
Variations in the human Purkinje cell population according to age and sex.  
Neuropathol. Appl. Neurobiol. 1:267-292
- 58) HALLIPKE, C. S.:  
The caloric tests.  
J. Laryngol. (London) 70, 15ff. (1956)
- 59) HAMANN, K. F.:  
Zerebrovaskuläre Erkrankungen und vestibuläres System.  
Aus: Sinnesorgane und zerebrovaskuläre Erkrankungen. Hrsg. G. Böhme,  
Thieme-Verlag Stuttgart 86-88/1989
- 60) HAVADA, Y., ARIKI, T., SUZUKI, M.:  
A new theory on thermal endolymphatic flow.  
In: GRAHAM, M. D., KEMINK, J. L.:  
The vestibular system.  
Neurophysiologic and clinical research. Raven Press, New York
- 61) HOOKER, D.:  
The prenatal origin of behaviour.  
University of Kansas Press 1952, Lawrence, Kansas
- 62) HUMPHREY, T.:  
The embryologic differentiation of the vestibular nuclei in man correlated with  
functional development.  
Internat. Symposium on vestibular and oculomotor problems.  
Tokyo (1965) 51

- 63) JACKLER, R. K., BRACKMANN, D. E.:  
The human brainstem auditory pathway.  
Neurotology, 1994 by Mosby-Year Book, Inc.; pp. 10
- 64) KONIGSMARK, B. W. and MURPHY, E. A.:  
Volume of the ventral cochlear nucleus in man: Its relationship to neural  
population and age.  
Exp. Neurol. 31:304-316, 1972  
zitiert aus  
JACKLER, R. K., BRACKMANN, D. E.:  
The human brainstem auditory pathway.  
Neurotology, 1994 by Mosby-Year Book, Inc.
- 65) KÖPF, B. (1978):  
Über die quantitative und qualitative Auswertung eines sensiblen vestibulo-  
spinalen Tests des Unterbergerschen Tretversuches mittels Cranio-Corpo-  
Graphie.  
Inaugural Dissertation, Würzburg 1978
- 66) KOTYZA, F. (1939):  
Vestibulární reakce v různém věk:  
Cas. Lek. Cesk. 78, 755
- 67) LACHNIT, K.-S.:  
Geriatrische Aspekte in der Praxis.  
DÄV, Köln 1982
- 68) LANGWORTHY, O. R.:  
Development of behaviour patterns and myelinization of nervous system in  
human fetus and infant.  
Contrib. Embryol. 24 (1933) 1
- 69) LOPEZ, I., HONRUBIA, V., BALOH, R. W. (1997):  
Aging and the human vestibular nucleus.  
J. Vestib. Res. 7:77-85

- 70) LYON, M. J., DAVIS, J. R.:  
Age-related blood flow and capillary changes in the rat utricular macula: A quantitative stereological and microsphere study.  
J. Assoc. Res. otolaryngol. 2002 Jun; 3(2): 167-73
- 71) MINNIGERODE, B., GROHMANN, R. & VONTIN, H. (1967):  
Elektronystagmographische Untersuchungen zum Verhalten der Labyrinthfunktion gesunder Versuchspersonen verschiedenen Lebensalters.  
Pro. Otolaryng. (Basel) 29, 153
- 72) MULCH, G., PETERMANN, W.:  
Influence of age on results of vestibular function tests. Review of literature and presentation of caloric test results.  
Ann. Otol. (St. Louis) 88, Suppl. 56 (1979) 1
- 73) NORRIS, C., RUBIN, W.:  
Notes on nystagmography. Method and calibration.  
Arch. Otolaryngol. 1967 Mar.; 85(3): 265-8
- 74) OKANO, H. (1938):  
Klinisch statistische Untersuchungen der japanischen Greise in dem oto-rhino-laryngologischen Gebiete.  
Z. Oto-Rhino-Laryngol. (Tokyo) (Nippon zibiinkoka gakkai kiho), 44
- 75) PERAZZO, L. M. and MOORE, J. K.:  
Ontogeny of the human brainstem auditory nuclei.  
Abs. Assoc. Res. Otolaryngol. 21, 1991  
zitiert aus  
JACKLER, R. K., BRACKMANN, D. E.:  
The human brainstem auditory pathway.  
Neurotology, 1994 by Mosby-Year Book, Inc.
- 76) PRECHTL, H. F. R.:  
Die Eigenart und Entwicklung der frühkindlichen Motorik.  
Klin. Wochenschr. 34 (1956) 12
- 77) RHOMBERG, M. H.:  
Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menschen.  
Dunker Verlag, Berlin 1848

- 78) RITTER, BÄUER:  
Exempla otologica, S.93
- 79) ROSSBERG, G.:  
Die Altersabhängigkeit der vestibulären Leistungsfähigkeit. Ein Beitrag zur Regulationsfunktion des Vestibularissystems.  
Arch. klin. exp. Ohren-Nasen- und Kehlkopf-Heilkunde 181 (1964) 475
- 80) RUBENSTEIN, L. Z., JOSEPHSON, K. R.:  
Causes and prevention of falls in elderly people.  
In: VELLAS, B., TOUPET, M., RUBENSTEIN, L., ALBAREDE, J. L., CHRISTEN, Y. (eds):  
Falls, Balance, and Gait Disorders in the Elderly.  
Elsevier Paris, 1992, p. 21-38  
zitiert aus  
LYON, M. J., DAVIS, J. R.:  
Age-related blood flow and capillary changes in the rat utricular macula:  
A quantitative stereological and microsphere study.  
J. Assoc. Res. otolaryngol. 2002 Jun; 3(2): 167-73
- 81) RUBIN, W.:  
Klinische Informationen aus dem ENG.  
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 221-233 (1975)
- 82) SCHERER, H., CLARKE, A. H.:  
Considerations on the caloric nystagmus in microgravity.  
In: GRAHAM, M. D., KEMINK, J. L.:  
The vestibular system.  
Neurophysiologic and clinical research. Raven Press, New York
- 83) SCHNEIDER, J., KENNEDY, R. D.:  
Geriatric für die Praxis.  
Schattauer Verlag Stuttgart 1982
- 84) SMOLDERS, J., KLINKE, R.:  
Quantitative investigation of temperature effects in primary auditory fibers in Caiman crocodilus.  
Arch. Otorhinolaryngol. 1982; 234(2): 203-4

- 85) STROMINGER, N. L. and HURWITZ, J. L.:  
Anatomical aspects of the superior olivary complex.  
J. Comp. Neurol. 170:485-498, 1976  
zitiert aus  
JACKLER, R. K., BRACKMANN, D. E.:  
The human brainstem auditory pathway.  
Neurotology, 1994 by Mosby-Year Book, Inc.
- 86) TIAN, J. R., CRANE, B. T., WIEST, G., DEMER, J. L.:  
Effect of aging on the human initial interaural linear vestibulo-ocular  
reflex.  
Experimental Brain Research, Springer-Verlag 2002;  
DOI 10.1007/s00221-002-1111-Z
- 87) UNTERBERGER, S. (1938):  
Neue objektiv registrierbare Vestibularis-Körperdrehreaktion, erhalten durch  
Treten auf der Stelle: Der „Tretversuch“.  
Arch. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfheilkd. 145:478
- 88) VELLAS, B., TOUPET, M., RUBENSTEIN, L., ALBAREDE, J. L.,  
CHRISTEN, Y. (eds):  
Falls, Balance, and Gait Disorders in the Elderly.  
Elsevier Paris, 1992, p. 21-38
- 89) WALDEYER, A., MAYET, A.:  
Anatomie des Menschen 2.  
De Gruyter-Verlag, Berlin, New York (1986)
- 90) WEISS, A. D. (1959):  
Sensory functions.  
In Handbook of Aging and the Individual (ed. J. Birren), p. 503 Univ.  
Chicago Press, Chicago  
zitiert aus  
BRUNER, A., NORRIS, T. W.:  
Age-related Changes in Caloric Nystagmus.  
Acta. Otolaryngol. 1971 Suppl. 282

91) ZELENKA, J., SLANINOVA, B.:

Changes of labyrinth function due to age.

Cs. Otolaryng. 13 (1964) 21

92) ZILLES, REHKÄMPER:

Funktionelle Neuroanatomie, S. 229, 231, 233

## **Danksagung**

Herrn Professor Dr. med. C. F. Claussen danke ich für die Überlassung dieses interessanten Themas, für die freundliche Hilfestellung, sowie die wertvollen Ratschläge bei der Erstellung und der regelmäßigen Korrektur der Arbeit.

Herrn Professor Dr. med. J. Helms danke ich, dass er das Amt des Korreferenten übernommen hat.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. D. Schneider, der mich stets hilfsbereit als Betreuer unterstützt hat und mir wertvolle Ratschläge, sowie eine tatkräftige Unterstützung am Computer bei der Erstellung der Arbeit gegeben hat.





# Curriculum vitae

**Name:** Konstantin Boeck

**Anschrift:** Kosselstraße 6  
38116 Braunschweig  
0531/513628  
konstantinboeck@gmx.de

**Geburtsdatum/-ort:** 2. April 1977  
Braunschweig

**Eltern:** Dr. Ruprecht Boeck  
Sigrid Boeck, geb. Ankenbrand

**Geschwister:** Alexander, 25 Jahre, Student  
Viktoria, 17 Jahre, Schülerin

**Schulbildung:**

1983 - 1987	Grundschule Lehndorf
1987 - 1989	Orientierungsschule Lehndorf
1989 - 1993	Hoffmann-von Fallersleben Gymnasium
1993 - 1994	St. Petersburg Catholic High School, Fla/USA
1994 - 1996	Hoffmann-von Fallersleben Gymnasium

**Schulabschluß:** Abitur Juni 1996

**Fremdsprachen:** 9 Jahre Englisch  
Stipendium für eine private Highschool  
in St. Petersburg, Fla/USA (8/93-8/94; 11. Klasse)  
4 Jahre Latein (Kleines Latinum)  
1 Jahr Französisch  
1 Jahr Spanisch

**Bundeswehr:** Juli 1996 - August 1997 1./FJg Btl 720 Hannover

**Hobbys:** Basketball, Schach

- Medizinstudium:** Beginn Wintersemester 1997  
an der Medizinischen Hochschule Hannover  
Physikum 1999  
1. Staatsexamen 2000  
2. Staatsexamen 2003  
3. Staatsexamen 2004
- Praktisches Jahr:**
- I. Block: Innere Medizin im  
Städtischen Klinikum Braunschweig
  - II. Block: 2 Monate Plastische Chirurgie in  
Durban/Südafrika  
2 Monate Allgemeinchirurgie in  
Durban/Südafrika
  - III. Block: Orthopädie im  
Annastift-Krankenhaus in Hannover
- Arzt im Praktikum:** Beginn am 1. Juli 2004 in der Unfallchirurgie  
im Klinikum Hannover Nordstadt

*Konstantin Boeck*