

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke der  
Universität Würzburg  
Direktor: Prof. Dr. med. R. Hagen

**Der Zusammenhang zwischen  
Schwindelqualität und Lokalisation der Störung  
bei neurootologischen Patienten**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg  
vorgelegt von  
**Lars Hirzel**  
aus Schwäbisch Gmünd

Würzburg, Juli 2006

Referent: PD Dr. med. D. Schneider

Koreferent: Prof. Dr. med. R. Hagen

Dekan: Prof. Dr. med. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 05. Juli 2007

Der Promovend ist Zahnarzt

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1. EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL UND METHODEN</b> .....	<b>3</b>
2.1. PATIENTENKOLLEKTIV .....	3
2.2. NEUROOTOLOGISCHE ANAMNESE .....	3
2.3. POLYGRAPHISCHE ELEKTRONYSTAGMOGRAPHIE .....	4
2.4. SPONTANNYSTAGMUS .....	6
2.5. KALORISCHE VESTIBULARISPRÜFUNG (SCHMETTERLINGSKALORIGRAMM NACH CLAUSSEN) .....	7
2.6. ROTATORISCHER INTENSITÄTS-DÄMPFUNGS-TEST (RIDT) .....	10
2.7. VESTIBULÄRER REIZ-REAKTIONS-STÄRKE-VERGLEICH (VRRSV) .....	13
2.8. DIE OPTOKINETISCHE PRÜFUNG .....	15
2.9. CRANIO-CORPO-GRAPHIE (CCG) .....	16
2.10. TRETVERSUCH NACH UNTERBERGER.....	17
2.11. ROMBERGSCHER STEHVERSUCH.....	18
2.12. AUDIOGRAMM .....	19
2.13. STATISTISCHE VERFAHREN .....	19
<b>3. ERGEBNISSE</b> .....	<b>21</b>
3.1. GESAMTKOLLEKTIV .....	21
3.2. ALTERSVERGLEICH.....	24
3.3. GESCHLECHTSVERGLEICH .....	27
3.4. VERGLEICH DER SCHWINDELSYMPTOME .....	30
3.5. STÖRUNGSLOKALISATION MITTELS ENG .....	36
3.6. STÖRUNGSLOKALISATION MITTELS VRRSV .....	38
3.7. STÖRUNGSLOKALISATION MITTELS CCG .....	43
3.8. NODEC IV-KOLLEKTIV .....	46
3.9. KASUISTISCHE ERGEBNISSE.....	48
3.9.1. Fall 1: Patient mit Drehschwindel und peripherer Vestibularisstörung.....	48
3.9.2. Fall 2: Patientin mit Drehschwindel und zentraler Vestibularisstörung.....	50
3.9.3. Fall 3: Patientin mit Schwankschwindel und peripherer Vestibularisstörung ..	52

---

3.9.4.	Fall 4: Patient mit Schwankschwindel und zentraler Vestibularisstörung .....	54
3.9.5.	Fall 5: Patient mit Unsicherheitsgefühl und peripherer Vestibularisstörung....	56
3.9.6.	Fall 6: Patientin mit Unsicherheitsgefühl und zentraler Vestibularisstörung...	58
<b>4.</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>61</b>
4.1.	ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES GLEICHGEWICHTSORGANS .....	61
4.2.	ERGEBNISDISKUSSION .....	66
4.2.1.	Aspekt Gesamtkollektiv .....	67
4.2.2.	Aspekt Altersvergleich.....	67
4.2.3.	Aspekt Geschlechtsvergleich.....	68
4.2.4.	Aspekt Vergleich der Schwindelsymptome.....	68
4.2.5.	Aspekt Störungslokalisation mittels ENG .....	71
4.2.6.	Aspekt Störungslokalisation mittels VRRSV .....	72
4.2.7.	Aspekt Störungslokalisation mittels CCG .....	73
4.3.	DIE BEDEUTUNG DER PERSÖNLICHEN ANAMNESE IN DER SCHWINDELDIAGNOSTIK.....	74
<b>5.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>79</b>
<b>6.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>81</b>

## 1. Einleitung

Die in der Äquilibrimetrie untersuchten Patienten werden hauptsächlich wegen Schwindel und Störungen des Gleichgewichtssinns untersucht. Bei dieser Form der Therapie von Schwindelleiden wird die Methode der messenden Untersuchung der menschlichen Gleichgewichtsregulation anhand definierter Stimulusverfahren mit objektiver und quantitativer Reaktionsaufzeichnung und -auswertung angewandt. Dabei gestaltet sich die Heilung von den Symptomen oftmals schwierig, da Schwindel ein breites Ursachenspektrum haben kann, bedingt durch die Hülle an Informationen aus den verschiedenen Sinnesorganen wie dem Vestibularorgan, dem Cochlearsystem sowie dem retinalen und kinästhetischen System, die sowohl exzitatorische als auch inhibitorische Signale an das Großhirn liefern. Das menschliche Raumorientierungskonzept ist für die Aufrechterhaltung unserer Stellung, unseres Blickes und unseres Bewusstseins von elementarer Bedeutung.

Nach einer Studie von Brian W. Blakley und Joel Goebel von der American Academy of Otolaryngology [2] wird erstaunlicherweise die Bedeutung des Wortes „Vertigo“ unter den Fachärzten nicht einmal übereinstimmend definiert, wobei danach drei Viertel der Befragten andeuteten, dass es weiterer Klärung der Bedeutung bedürfe. In den Fachbüchern und medizinischen Wörterbüchern werden ebenfalls unterschiedliche Definitionen des Wortes angeboten. Einige unterscheiden zwischen objektivem Vertigo, bei dem der Patient das Gefühl hat, dass die Außenwelt sich um ihn dreht, und subjektivem Vertigo, der ihm das Gefühl gibt, als ob er sich selber im Raum dreht.

Prof. Dr. Claussen hat in seinem Anamnesebogen NODEC III mehrere Schwindelarten zur Beschreibung des Schwindelgefühls zur Auswahl gestellt. Die meisten der befragten Patienten geben Schwankschwindel, Drehgefühl und Unsicherheit an.

Schwindel ist ein Zeichen der Überforderung der menschlichen Gleichgewichtsregulation und damit der sehr komplexen Raumorientierung. Nach Claussen leidet etwa jeder zehnte Patient, der einen praktischen Arzt oder einen Internisten aufsucht, an Schwindel. Es werden aber nicht nur Kranke, sondern auch Gesunde mit diesem Phänomen konfrontiert. Schwindel entsteht allgemein als Ausruck einer Error-Message des datenverarbeitenden Zentralnervensystems. Er verursacht dort einen Datenkonflikt, der als Resultat einer psychischen Fehlreaktion sowohl Schwindelgefühle als auch vegetative Begleitreaktionen innerhalb des Nauseakomplexes auslösen kann. Zum physiologischen Schwindel gehört beispielsweise der Höhenschwindel, die Weltraum- und Seekrankheit und die Kinetose beim

Fahren im Auto. Kinder sprechen im Alter von 8 bis 12 Jahren besonders sensibel auf die Bewegungskrankheit an, da ihr Gleichgewichtsregulationsmechanismus noch nicht vollständig entwickelt ist. Beim pathologischen Schwindel unterscheidet man je nach Ursprung des auslösenden Prozesses einen okulären, cerebellären und vestibulären oder labyrinthären Schwindel, wobei der zuletzt genannte eine Folge von Erkrankungen des Innenohrs oder der dazugehörigen Bahnen und Zentren durch Entzündungen, Intoxikationen oder Tumoren ist.

Neben diesen Schwindelarten existieren noch einige Sonderformen des Schwindels: der benigne paroxysmale Lagerungsschwindel, der nach neuerer Auffassung eher eine periphere Vestibularisstörung ist und beim Lagewechsel entsteht, und der Menière-Schwindel, der mit einseitiger Taubheit oder Schwerhörigkeit oder einseitigen Ohrgeräuschen vergesellschaftet ist. Dieser ist aber weder mit dem Menière-Syndrom noch mit der Menièreschen Erkrankung gleichzusetzen. Beide Schwindelarten sind bislang relativ unerforscht und die Erklärungstheorien noch sehr spekulativ.

Anhand dieser Dissertation sollen eventuelle Zusammenhänge zwischen den einzelnen Schwindelgefühlen einerseits und den verschiedenen äquilibrimetrisch ermittelten Daten andererseits sowie anhand der von den Patienten geklagten neurootologischen Symptomatologie aufgedeckt werden. Dazu wurden die Daten von 360 Patienten untersucht, die sich in den Jahren von 1988 bis 2003 in der Abteilung für Neurootologie an der Hals-Nasen-Ohrenklinik zu Würzburg zur Behandlung vorstellten.

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Patientenkollektiv

Es wurden insgesamt 360 Patienten aus dem Krankengut der neurootologischen Abteilung der Würzburger Hals-Nasen-Ohrenklinik untersucht. Der retrospektive Untersuchungszeitraum umfasst die Jahre 1988 bis 2003, wobei der überwiegende Teil der Patienten in den Jahren 1995 bis 2003 untersucht wurde.

Auswahlkriterium bei den äquilibriometrisch bereits voruntersuchten Patienten waren die drei Hauptsymptome von Schwindelanfällen, nämlich Schwankschwindel, Drehgefühl und Unsicherheit, wobei von jedem Symptom dieselbe Anzahl von Patienten in die Datenbank aufgenommen wurde. Die neurootologisch untersuchten Patienten litten in den zurückliegenden Jahren an Gleichgewichtsstörungen, Schwindel, Tinnitus, Hörverminderung und weiteren Beschwerden, wobei das Alter der Patienten zwischen 10 und 83 Jahren lag.

Die Daten wurden mit Hilfe des von Claussen entwickelten Anamnesebogens NODEC III (NODEC = Neurootologische Datenerfassung Claussen) erfasst und anschließend unter Verwendung des Tabellenkalkulationsprogramms EXCEL auf einem Microsoft-Windows-Rechner ausgewertet.

### 2.2. Neurootologische Anamnese

Die Anamnese der Patienten erfolgte mit dem speziell neurootologischen Fragebogen NODEC III. Dieser standardisierte Befragungsbogen bildete die Grundlage des zu untersuchenden Patientenkollektives. Die identisch reproduzierte Fragestellung erlaubt Verlaufsbeurteilungen und ist deshalb günstig zum Erstellen von statistischen Auswertungen.

Es werden zunächst die allgemeinen Daten wie Name, Beruf, Geburtsdatum, Wohnung und Untersuchungsdatum erfasst.

Der erste Fragenkomplex beinhaltet die Schwindelsymptome, welche in Schwankschwindel, Liftschwindel, Drehgefühl, Fallneigung, Schwarz-werden-vor-Augen und Unsicherheit unterteilt werden sowie deren eventuellen vegetativen Begleitreaktionen wie Schweißausbruch, Übelkeit, Würgen, Erbrechen und Kollaps.

Von Interesse sind weiterhin die Schwindelauslösung als Kinetose, durch Kopfdrehen, Bücken, Aufstehen oder Blickwendung, die Dauer der Beschwerden und die Dauer des

einzelnen Anfalls, welcher sich von 1-2 Sekunden über Minuten, Stunden, Tage, Wochen und Monate, langdauernd gleichmäßig und an- und abschwellend langdauernd erstrecken kann.

Im weiteren Verlauf des NODEC III-Fragebogens werden Hinnervenstörungen festgehalten. Hierzu gehören Fragen nach Geruchsstörungen wie Anosmie und Parosmie, nach Sehstörungen in Form von Unschärfe, Doppelbilder, Bewegungseindrücke und Blindheit, nach Ohrensymptomen wie Ohrensausen, Hörverminderung, Taubheit und Z. n. Ohr-OP sowie nach teilweisen oder völligen Geschmacksstörungen. Der Nervenkomplex umfasst Trigeminuszeichen und die Lokalisation einer evtl. Facialispause.

Der dritte Fragenkomplex beschäftigt sich mit den Grundleiden der Patienten. Hierzu gehören Angaben über Kopf-Hals-Traumata, neurologische Leiden, Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Hyper- und Hypotonus, Arteriosklerose, Herzinsuffizienz und Zustand nach Herzinfarkt, Fragen nach Diabetes mellitus und Nierenleiden. Als letztes müssen Angaben über Pharmaka und Genussmittel gemacht werden, insbesondere Alkohol, Nicotin, Coffein, Salicylate, Streptomycin, Gentamycin, Contraceptiva und Sedativa.

Der letzte Abschnitt befasst sich mit der Eigeneinschätzung des Krankheitsverlaufs bei einem mehrmals vorstelligen Patienten.

### **2.3. Polygraphische Elektronystagmographie**

Zur objektiven Auswertung der sensomotorischen Prüfungen, die im Rahmen einer Patientenuntersuchung in der Neurootologie durchgeführt werden, bedient man sich der Nystagmusanalyse, wobei sowohl die spontan als auch die experimentell ausgelöste Nystagmusreaktion registriert wird. Das typische dreieckförmige Nystagmussignal, bestehend aus einer langsamen Augenablenkbewegung (Deviation) und einer schnellen richtungsangebenden Augenrückstellbewegung, entsteht im zentralnervösen Nystagmusgenerator des Mesencephalon als Reaktion auf einen Rezeptorreiz und eine darauffolgende Verarbeitung im ZNS. Die Dipoleigenschaften des menschlichen Auges, mit der Retina als negativen und der Kornea als positiven Pol, ermöglichen ein Abgreifen einer Nystagmusreaktion als elektrische Potentialverschiebung bzw. Widerstandsänderung über dem sich bewegenden Augenbulbus durch an definierten Hautpunkten angebrachten Elektroden. Diese werden dann mittels eines Elektronystagmographen graphisch dargestellt.



Der Aufbau eines Elektronystagmographen entspricht dem eines EEG- oder EKG-Gerätes. Er setzt sich aus AC-Vorverstärkern, Endverstärkern, Schreibgalvanometern mit mehreren Einkanalschreibern, einem Differenzverstärker, einem Papiermagazin und einem Elektromotor für den Papiervorschub zusammen. Der Papierschub ist regelbar: Für die neurootologischen Untersuchungen liegt die optimale Geschwindigkeit bei 7,5-10 mm/sec. Die Polung des Gerätes ist so ausgelegt, dass Augenbewegungen nach rechts einen Zeigerausschlag nach oben und Augenbewegungen nach links einen Zeigerausschlag nach unten bewirken. Vertikale Augenbewegungen führen zu synchronen Zeigerauslenkungen nach oben und unten. Ein elektrischer Filter sorgt für weitgehende Ausschaltung von Störungen; Lidschlagbewegungen und andere Artefakte müssen vom eigentlichen Nystagmussignal unterschieden werden.

Zur Verminderung des Elektroden-Hautwiderstandes muss die Haut vor dem Anlegen der Elektroden gut gereinigt und entfettet werden. Zur zusätzlichen Verbesserung der Leitfähigkeit wird ein ionenhaltiges Kontaktgel zwischen Haut und Elektrode aufgetragen.

Je nach Versuch gibt es verschiedene Ableitungsmöglichkeiten. Die binokuläre Ableitung, bei der die Elektroden an den lateralen Augenrändern befestigt werden, registriert Augenbewegungen in der Horizontalebene für beide Augen summarisch. Für monokuläre Ableitungen in der Horizontalebene befestigt man die Elektroden an der Nasenwurzel und am lateralen Augenwinkel des jeweiligen Auges. Für Vertikalbewegungen des Einzelauges werden die Elektroden auf Stirn und Wange über bzw. unter dem jeweiligen Auge aufgebracht. Die indifferente Elektrode wird am rechten Bein befestigt.

Der eingebaute Eichimpulsgenerator eicht das Gerät derart, dass ein Impuls von 200 Mikrovolt einem Ausschlag von einem Zentimeter und einer Auflösung von 0,5-1,0 Winkelgrad Augenablenkung entspricht. Zur Bestimmung des individuellen Wertes für 1,0 Grad Augenbewegung wird bei jedem Patienten vor Untersuchungsbeginn eine biologisch-optische Eichung durchgeführt.

Die aufgezeichneten ENG-Kurven lassen Aussagen über folgende Parameter zu:

das Auftreten von Nystagmusschlägen an sich und deren Häufigkeit, an den Einzelsignalen die schnelle und die langsame Nystagmusphase sowie deren jeweilige Geschwindigkeit und Dauer, die Nystagmusamplitude, die Gesamtdauer der Nystagmusschläge, die Abweichung der Augenachse des Nystagmusschlages von der Mittellage und den wohl am aussagekräftigsten Wert, die Nystagmusschlagrate pro Zeiteinheit.

## 2.4. Spontannystagmus

Der Spontannystagmus entspricht der Grundaktivität des zentralnervösen mesencephalen Nystagmusgenerators. Seine Messung mit Hilfe der polygraphischen Elektronystagmographie ist deshalb Voraussetzung für Prüfungen des Nystagmus.

Der Spontannystagmus zeigt eine Beeinflussung durch die Raumlage und Beleuchtungsstärke. Eine Intensitätsdämpfung wird durch Öffnen der Augen, durch Belichtung und Blickfixation hervorgerufen, in Dunkelheit und beim Schließen der Augen wird er dagegen angeregt, wobei er im Liegen im Gegenteil zum Sitzen um ein Viertel bis ein Drittel intensiver ist. Daher sollte bei der Registrierung die genaue Lageposition angegeben werden.

Aus dem ENG des Spontannystagmus lassen sich unterschiedliche Parameter ablesen, der wichtigste ist die Nystagmusschlagrate während 30 Sekunden, nach Claussen auch zentrale Nystagmusfrequenz genannt. Sie wird in der Rückenlage, in der auch die Kalorisation durchgeführt wird, bei geschlossenen Augen im Dunkeln monokulär horizontal und vertikal 60 Sekunden lang aufgezeichnet. Zur Auswertung wird nur das zweite 30-Sekunden-Intervall herangezogen, um von nahezu stabilen Hintergrundbedingungen auszugehen. Der Normbereich des rechtsgerichteten Spontannystagmus in Kalorisationsposition liegt bei 0-17 Nystagmusschlägen pro 30-Sekunden-Intervall, der des linksgerichteten bei 0-19 Schlägen. Der pathologische Bereich beginnt ab 24 Nystagmusschlägen pro 30-Sekunden-Intervall. Die Nystagmusfrequenz wird im Schmetterlingsschema Typ I und Typ II nach Claussen graphisch dargestellt.

Ein weiterer Punkt ist die Nystagmusamplitude, die beim Spontannystagmus der Intensität desselben entspricht. Dazu werden im Spontannystagmus-ENG die Hüllkurven parallel angezeichnet; deren Distanz wird gemessen und in Mikrovolt bzw. Winkelgrad umgerechnet. Die mittlere Standardintensität für den rechtsgerichteten Spontannystagmus in Kalorisationsposition beträgt 35-135  $\mu\text{V}$ . Dieser Wert erniedrigt sich bei hohem Alter und ist bei jungen Patienten erhöht. Die Nystagmusamplitude wird in das Schmetterlingskennlinienschema Typ III nach Claussen eingetragen.

Ein weiterer Aspekt ist die Geschwindigkeit der langsamen Nystagmusphase. Dazu erfolgt die Messung der zwischen langsamer Phase und Nulllinie liegenden Winkel von zehn nebeneinander im Kulminationsbereich liegenden Nystagmusschlägen und die Errechnung des arithmetischen Mittels. Der Normbereich für den rechtsgerichteten Spontannystagmus liegt bei 0-12 Grad pro Sekunde, für den linksgerichteten bei 0-14 Grad pro Sekunde.

Graphisch trägt man die Geschwindigkeit der langsamen Nystagmusphase in das Schmetterlingsschema Typ IV nach Claussen ein.

Als Basisaktivität für den rotatorischen Intensitäts-Dämpfungstest (RIDT) erfolgt die Messung des Spontannystagmus auf einem Drehstuhl sitzend mit geschlossenen Augen im Dunkeln. Dafür liegt der Normbereich für den rechtsgerichteten Spontannystagmus bei 0-11 Schlägen pro Sekunde, für den linksgerichteten bei 0-14 Schlägen.

## **2.5. Kalorische Vestibularisprüfung (Schmetterlingskalorigramm nach Claussen)**

Die Bedeutung der kalorischen Vestibularisprüfung liegt in der Möglichkeit der isolierten Reizung eines Bogengangrezeptors, d.h. der rechte und linke Vestibularapparat können unabhängig voneinander geprüft werden. Hierzu wird der Patient in Rückenlage um 30° nach vorne angehoben gelagert, so dass die lateralen Bogengänge senkrecht zum Boden stehen. Als kalorischer Standardversuch wird die Spülung mit 20 ml 30° C bzw. 44° C warmen Wassers während 30 Sekunden benutzt. Die Temperaturen sind somit äquidistant zur mittleren Körpertemperatur gewählt. Bei Patienten mit Mittelohrentzündungen oder Trommelfellperforationen wird die kalorische Reizung monothermal bei 21° C mit 2,5 l Sauerstoff über jeweils 30 Sekunden durchgeführt.

Zur Nystagmusreaktion kommt es durch die Temperaturdifferenz, die eine Dichteänderung der Endolymphe und somit einen Strömungsdruck im lateralen Bogengang bewirkt, der je nach Wahl der Temperatur die Kupula utriculuswärts bzw. kanalwärts auslenkt und zu einer Informationserhöhung bzw. -abschwächung im afferenten Nerv führt. Die kalorischen Nystagmusreaktionen der jeweiligen Einzelprüfungen werden in folgender Reihenfolge aufgezeichnet: rechtes Ohr 44° C, linkes Ohr 44° C, rechtes Ohr 30° C, linkes Ohr 30° C mittels des Elektronystagmogramms jeweils 3 Minuten lang von Spülbeginn an. Der Zeitraum zwischen den 4 Kalorisationen sollte jeweils mindestens 5 Minuten betragen, um mögliche Reaktionsüberlagerungen zu vermeiden. In der Regel bewirkt die Warmspülung einen Nystagmus zur gereizten Seite, die Kaltspülung einen Nystagmus zur Gegenseite.

Für die Auswertung der kalorischen Vestibularisreaktion werden die ENG-Kurven in 10-Sekunden-Intervalle unterteilt. Zur graphischen Darstellung benutzt man die von Claussen beschriebene zentrale Nystagmusfrequenz, die als Kulminationsbereich der Nystagmen

während 3 benachbarter 10-Sekunden-Intervalle festgelegt ist. Dieser Bereich repräsentiert die maximale Reaktionsdynamik des vestibulookulären Systems.

Die zentralen Nystagmusschlagraten werden in das Schmetterlingsschema eingetragen, das aus vier Quadranten besteht, in denen die einzelnen Reaktionen als Kennlinien dargestellt werden, wobei auf der linken Seite die Reaktionen des rechten Ohres und auf der rechten Seite die des linken Ohres aufgenommen werden. Der Rechtsnystagmus wird im Bereich oberhalb der Abszisse eingetragen, der Linksnystagmus darunter.

Die Normbereiche für die Vestibulariskalorisation sind nach Claussen (NODEC IV):

rechts 44° C: 19,5-56,1 Nystagmusschläge pro 30 s

rechts 30° C: 24,3-63,9 Nystagmusschläge pro 30 s

links 44° C: 22,5-59,7 Nystagmusschläge pro 30 s

links 30° C: 22,5-65,7 Nystagmusschläge pro 30 s

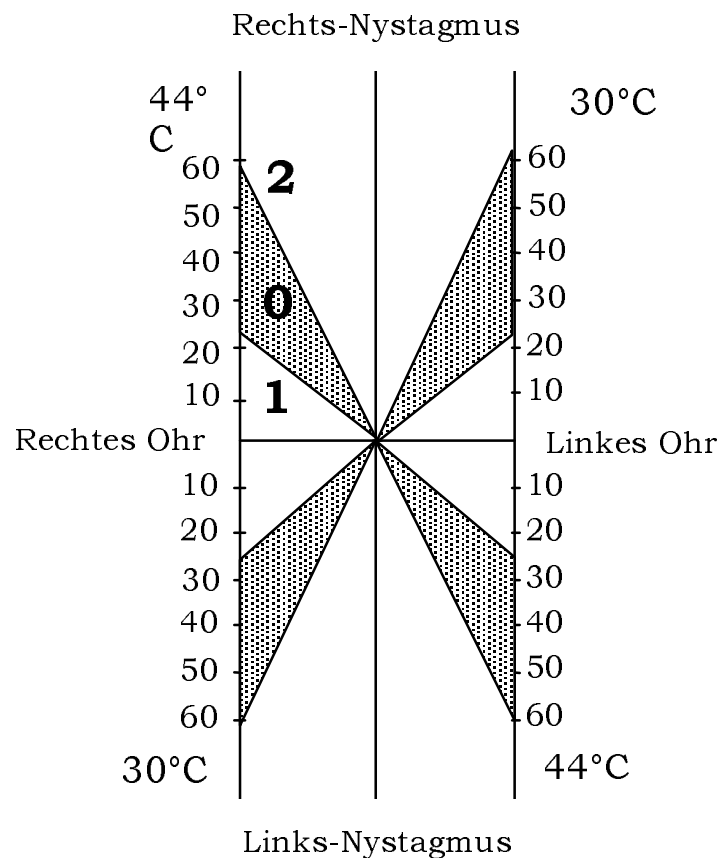


Abb.1: Schmetterlingsschema

Da auch die Normbereiche in das Schmetterlingsschema eingezeichnet sind, lässt sich einfach feststellen, ob ein Normal- oder ein pathologischer Befund vorliegt. Die Reaktionskennlinie kann entweder im Normbereich liegen oder im unternormalen Bereich und somit Zeichen einer gehemmten Reaktion sein, oder sie findet sich im übernormalen Bereich und zeigt damit eine enthemmte Reaktion an.

Das Schmetterlingskalorigramm lässt ferner eine Differenzierung zwischen zentraler und peripherer Gleichgewichtsstörung zu. Bei einer zentralen Störung überschreiten mindestens drei oder sogar alle vier kalorischen Reaktionen den Normalbereich. Ein bilateral asymmetrisches Reaktionsmuster mit einseitiger Über- und gegenseitiger Normfunktion oder auch gegenseitiger Unterfunktion ist ebenfalls ein Hinweis auf eine zentrale Störung. Sowohl der einseitige Warmverlust mit spontanem Ausfallnystagmus zur Gegenseite als auch das Reaktionsmuster des einseitigen Warm- oder Kaltverlusts bei gegenseitiger Normfunktion ist bezeichnend für eine periphere Störung. Eine klare Trennung zwischen zentralen und peripheren Störungen ist allerdings nicht immer möglich, dann geht man von kombinierten Störungen aus.

Zur computergestützten statistischen Auswertung werden die jeweiligen Reaktionskennlinien des Schmetterlingsschemas trinär codiert und in vierstellige Kennziffern umgesetzt. Eine Nystagmusreaktion innerhalb des Normbereichs erhält die Kennziffer 0, eine Unterfunktion bzw. eine Nystagmushemmung die Kennziffer 1, eine Überfunktion bzw. eine Nystagmusenthemmung die Kennziffer 2. Die Aneinanderreihung der Kennziffern beginnt im Schmetterlingsschema im Quadranten links oben (rechtes Ohr,  $44^{\circ}$  C) und geht weiter gegen den Uhrzeigersinn bis zum Quadranten rechts oben (linkes Ohr,  $30^{\circ}$  C).

Beim kalorischen Test werden also die zentrale Nystagmusfrequenz, die Nystagmusamplitude im Kumulationsbereich, die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase im Kumulationsbereich und die Kumulationslatenz, also die Verzögerung vom Spülbeginn bis zum Mittelpunkt des Kumulationsbereichs, zur Auswertung herangezogen.

## 2.6. Rotatorischer Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)

Im Gegensatz zum kalorischen vestibulo-okulären Test greift die rotatorische Prüfung simultan an beiden Innenohrrezeptoren an. Während der Durchführung des RIDT sitzt der Patient in einem halb oder ganz abgedunkelten Raum auf einem elektronisch programmierbaren Drehstuhl; der Kopf ist um 30 Grad nach vorne gebeugt, so daß sich die lateralen Bogengänge in der Drehebene befinden.

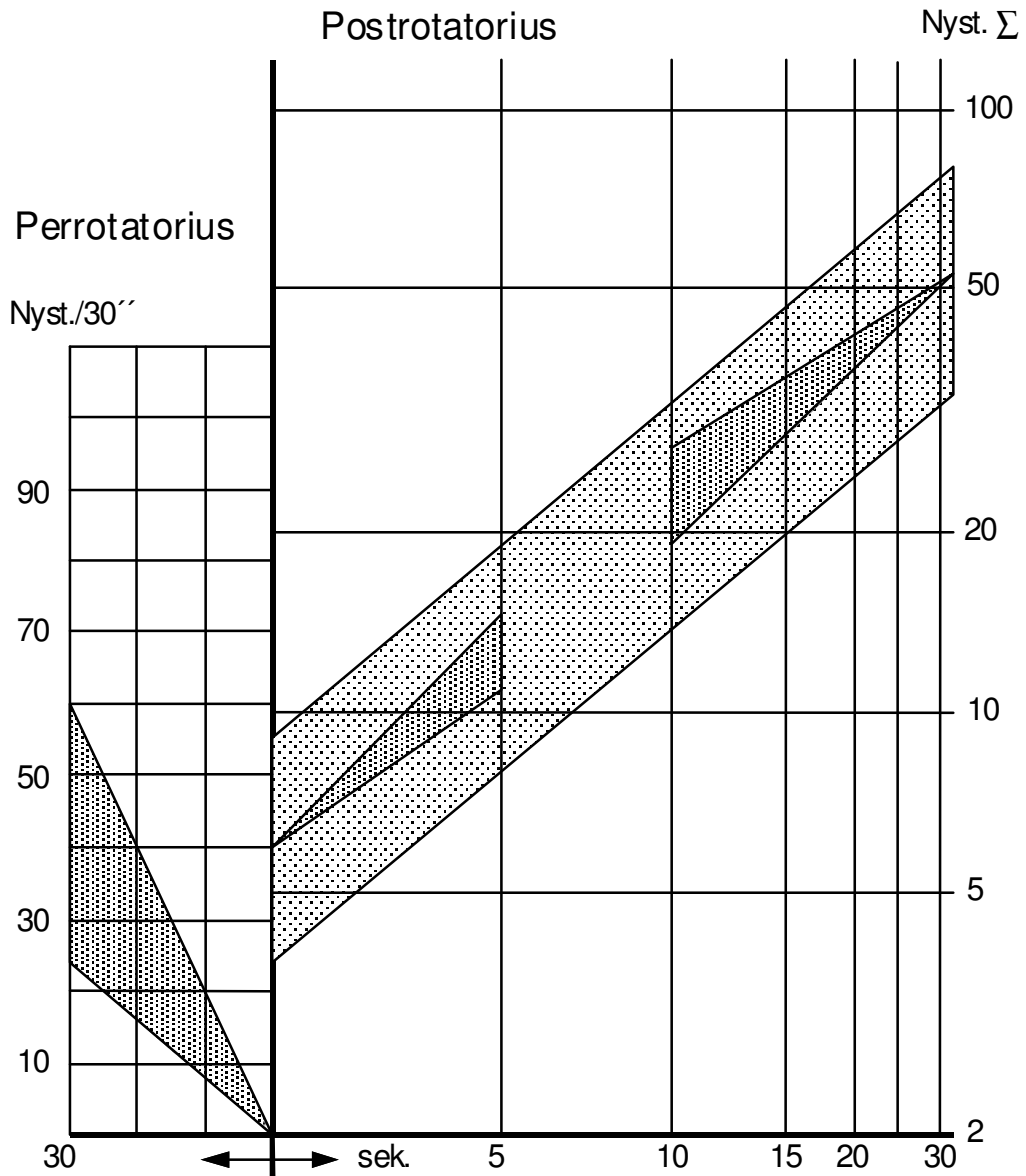
Das Programm des rotatorischen Tests läuft dementsprechend ab, dass der Patient mittels einer konstanten Drehbeschleunigung von  $3^\circ / s^2$ , also einem über der Reizschwelle gelegenen, supraliminalen Beschleunigungsstimulus, innerhalb von 30 Sekunden auf eine Maximalgeschwindigkeit von  $90^\circ / s$  gebracht wird und mit dieser Geschwindigkeit mindestens drei Minuten lang weitergedreht wird. Dies bedeutet für die Vestibularrezeptoren eine Stimuluspause, da sie nur auf Beschleunigung und nicht auf Geschwindigkeit ansprechen. Anschließend erfolgt eine abrupte Abbremsung des Drehstuhls während einer Drittel Sekunde mit einem Bremsimpuls von etwa  $270^\circ / s^2$ . Hierbei wird ein supramaximaler, d.h. ein die obere Diskriminationsgrenze überschreitender Beschleunigungsstimulus ausgelöst. Abbremsen aus einer Rechtsdrehung erzeugt einen Linksnystagmus, Abbremsen aus einer Linksdrehung einen Rechtsnystagmus. Die Intensität nach dem Abbremsen klingt hyperbelförmig ab. Nun können die Elektronystagmogramme ausgewertet und die Ergebnisse im L-Kennlinienschema des RIDT festgehalten werden.

Dazu wird die Schlagratensumme (Schlagzahl) des perrotatorischen Nystagmus während 30 Sekunden im Kumulationsbereich in den perrotatorischen Quadranten des RIDT-Kennlinienschemas übertragen und daraus die perrotatorische RIDT-Kennlinie ermittelt. Der Normbereich für den perrotatorischen Rechtsnystagmus liegt bei NODEC III zwischen 26,4 und 64,6 Nystagmusschlägen, für den linksgerichteten perrotatorischen Nystagmus zwischen 24,4 und 61 Schlägen.

Die postrotatorische Nystagmusreaktion wird durch Integration und doppellogarithmische Abbildung als lineare Kennlinie dargestellt. Dafür werden die postrotatorischen Nystagmusschläge während der ersten 30 Sekunden nach dem Stopp in 5-Sekunden-Intervalle unterteilt. Die so ermittelten Werte werden anschließend fortlaufend addiert. Es lassen sich so für jede Dreh- bzw. Nystagmusschlagrichtung sechs „Schlagsummen“-Werte errechnen.

Diese sechs Werte werden in das RIDT-Kennlinienschema übertragen und durch eine Linie miteinander verbunden (Rechtsnystagmus: durchgezogene Linie; Linksnystagmus: gestrichelte Linie). Das Kennlinienschema ist dem des Schmetterlingsschemas ähnlich und gestattet die graphischen und damit leichter interpretierbare Darstellung der zuvor ermittelten Ergebnisse.

Die per- und postrotatorischen Kennlinien stellen sich in dem Schema zusammen L-förmig dar, wobei sich links der Ordinate der lineare Abbildungsraum für die beiden perrotatorischen Kennlinien befindet. Analog zum Schmetterlingsschema des kalorischen Tests sind innerhalb des RIDT-Kennlinienschemas Normbereiche eingezeichnet. Es lassen sich eine Vielzahl unterschiedlicher Musterkonfigurationen unterscheiden, die auf verschiedene vestibuläre Funktionsstörungen hinweisen. Ein Überschreiten des Normbereichs (Enthemmungsverhalten) deutet auf eine zentrale Gleichgewichtsstörung hin. Unterschreiten die Kennlinien dagegen den Normbereich (Hemmungsverhalten), so liegt eine zentral oder peripher lokalisierbare Vestibularisstörung vor.



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.				
Spontan-nystagmus				

Abb.2: RIDT-Kennlinienschema



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

Im VRRSV werden der kalorische und rotatorische Test miteinander verglichen und erleichtern so, die dynamische Reaktion des vestibulären Gleichgewichtsfunktionssystems auf Lastwechsel bzw. Lastverstärkung zu prüfen. Es sind daher zwei Reize zu wählen, die den gleichen Effekt am Rezeptor bewirken. So werden für den VRRSV des Rechtsnystagmus der kalorische Wärmereiz des rechten Ohres mit dem perrotatorischen Rechtsnystagmus verbunden und für den VRRSV des Linksnystagmus der kalorische Wärmereiz des linken Ohres mit dem perrotatorischen Linksnystagmus kombiniert.

Dabei lassen sich drei verschiedene Haupttypen unterscheiden: ein Parallelverhalten, ein Recruitmentverhalten und ein Decruitmentverhalten. Es erfolgt weiterhin eine Unterteilung dieser drei Typen zu je drei Untertypen. Damit steht ein differenziertes Schema zur Verfügung. Beim vestibulären Parallelverhalten zeigen hierbei sowohl der kalorische als auch der perrotatorische Test entweder beide Normalverhalten, Enthemmungsverhalten oder Hemmungsverhalten. Ist die kalorische Reaktion schwächer als die perrotatorische, nennt man dies Recruitment, ist sie stärker, so spricht man von Decruitment.

71,4 % des Gesamtkollektivs zeigt ein Parallelverhalten, bei 19,4 % liegt ein Recruitment und bei 9,2 % ein Decruitment vor.

Nachfolgend die neun VRRSV – Reaktionstypen nach Claussen:

- **VRRSV-Typen mit Parallelverhalten**

Typ I: Das parallele Normverhalten

Typ II: Das parallele Enthemmungsverhalten

Typ III: Das parallele Hemmungsverhalten

- **VRRSV-Typen mit Recruitment**

Typ IV: Das Hemmungsrecruitment (mit gehemmter kalorischer und perrotatorisch normaler Reaktion)

Typ V: Das Enthemmungsrecruitment (mit normaler kalorischer und perrotatorisch enthemmter Reaktion)

Typ VI: Das Hemmungs-Enthemmungs-Recruitment (mit kalorisch gehemmter und perrotatorisch enthemmter Reaktion)

- **VRRSV-Typen mit Decruitment**

Typ VII: Das Hemmungsdecruitment (mit kalorisch normaler und perrotatorisch gehemmter Reaktion)

Typ VIII: Das Enthemmungsdecruitment (mit kalorisch enthemmter und perrotatorisch normaler Reaktion)

Typ IX: Das Enthemmungs-Hemmungs-Decruitment (mit kalorisch enthemmter und perrotatorisch gehemmter Reaktion)

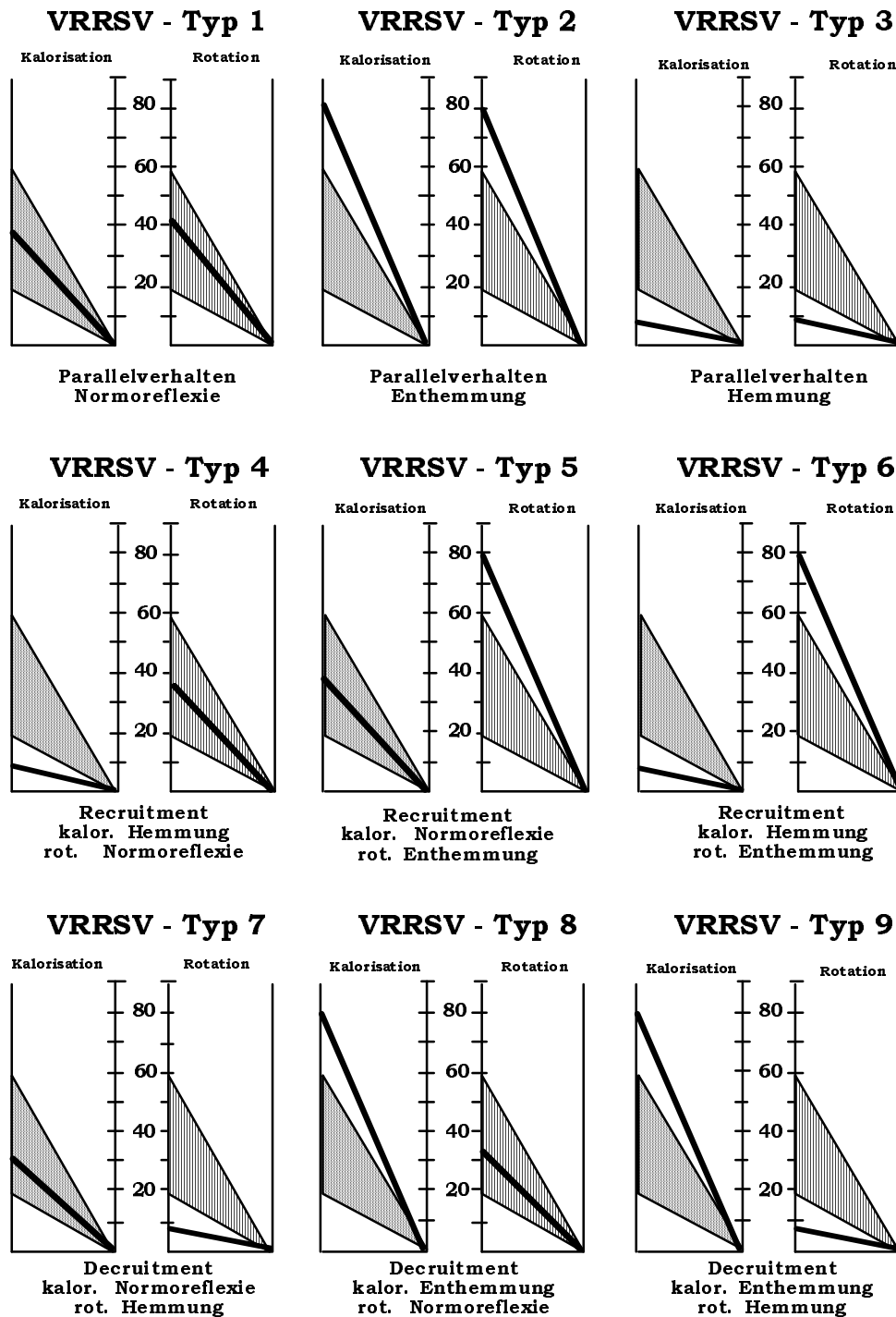


Abb.3: VRRSV-Typen

## 2.8. Die optokinetische Prüfung

Mit dem Blickpendelfolgetest kann zum einen eine individuelle ENG-Eichung vorgenommen werden, die allen elektronystagmographischen Tests vorausgehen muss, und zum anderen dient er selbst als optokinetischer Versuch zur Prüfung des horizontalen optokinetischen Nystagmus beider Augen. Der optokinetische Nystagmus (OKN) gehört zu den okulomotorischen Reflexen. Während der langsamen Nystagmusphase folgt das Auge einem sich bewegenden Objekt und während der schnellen Nystagmusphase stellt sich die Sehachse wieder zurück.

Bei diesem Versuch fixiert der horizontal gelagerte Patient eine an einem physikalischen Pendel befestigte Leuchtkapsel, die mit einer Frequenz von ca. 0,3 Hz in einem Meter Abstand über seinem Kopf schwingt und dabei eine Auslenkung der Augen um  $\pm 20^\circ$  hervorruft. Gleichzeitig werden seine Augenbewegungen horizontal und vertikal monokulär elektronystagmographisch aufgezeichnet. Nach einer Eingewöhnungsphase von fünf Schwingungen erfolgt für weitere fünf Pendelumläufe die Auswertung des Elektronystagmogramms. Dieser Test lässt Aussagen über die bioelektrische Augenaktivität zu, die z.B. bei diabetischen Retinastörungen herabgesetzt ist. Ferner werden die Synchronität bzw. Asynchronität der Augen bzw. eventuelle Augenmuskellähmungen peripheren oder zentralen Ursprungs während der Folgebewegung bestimmt sowie die Potentialänderung pro  $1^\circ$  Augenbewegung und die Häufigkeit des Auftretens optokinetischer Nystagmen erfasst. So kann man Überlagerungen des Pendelrhythmus durch Sakkaden und Nystagmen feststellen und, da die Stimulusspur simultan zu den Augenbewegungen aufgezeichnet wird, eine eventuelle Asynchronität zwischen Stimulus und Blickfolge darstellen sowie eine mögliche Asynchronität zwischen beiden Augen während der Blickfolge erfassen. Mittels der Blickpendelfolge lassen sich periphere Störungen der Augenmotorik ausschließen, bei deren Vorliegen weitere Nystagmusprüfungen ohne diagnostischen Wert wären. Ferner erlaubt sie im Sinne einer individuellen Eichung eine Zuordnung von Augenauslenkungswinkel und gemessener Potentialdifferenz.

Die Blickpendelfolge wird als gestört eingestuft, wenn während der ausgewerteten fünf Pendelumläufe wenigstens ein Auge zehn oder mehr Nystagmusschläge in einer Richtung aufweist.

## 2.9. Cranio-Corpo-Graphie (CCG)

Die Cranio-Corpo-Graphie nach Claussen stellt einen objektiven und quantitativen Schnelltest zur Aufdeckung vestibulo-spinaler Funktionsstörungen dar. Mittels dieses Tests können nicht nur von der Norm abweichende Kopf-Körper-Bewegungsmuster bei peripheren und zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörungen, sondern auch Simulation und Aggravation aufgedeckt werden.

Die CCG repräsentiert die objektiv und quantitativ auswertbare fotooptische Aufzeichnung des Tretversuches nach Unterberger und des Stehversuches nach Romberg. Dabei können Bewegungsstörungen, die durch Kopf- und/oder Körperschwankungen in den Provokationstests charakterisiert sind, dargestellt werden.

Zur Durchführung werden an Stirn und am Hinterhaupt mit Hilfe eines CCG-Helmes sowie an beiden Schultern der zu untersuchenden Person Leuchtmarkierungen angebracht, die aus kleinen batteriebetriebenen Glühlampen bestehen. Die Augen des Patienten werden zur Ausschaltung der optischen Orientierung mit einer Schlafmaske abgedeckt. Die durch Bewegungen des Patienten entstehenden Leuchtspuren werden mit einer Sofortbildkamera, die während der Versuche auf Dauerbelichtung eingestellt ist, aufgezeichnet. Um einen ausreichenden Bereich zu erfassen, ist über dem Patienten an der Decke des Untersuchungsraumes ein Konvex-Spiegel befestigt.

In einem zweiten Belichtungsvorgang wird am Ende der Untersuchung ein kreisförmiges polares Bezugsnetz mit 20 cm Ringabstand in die fotografische Aufnahme eingeblendet.

Das entstandene CCG-Bild wird nach folgenden Parametern ausgewertet:

- Abweichungslänge (Strecke von der Ausgangs- bis zur Endstellung des Patienten in cm)
- Lateralschwankungsbreite (Schwankungsbreite des Kopfes während der einzelnen Schritte in cm)
- Anguläre Deviation (Abweichungswinkel vom Ausgangspunkt zur Endstellung gegenüber der Ausgangsrichtung in Winkelgraden, wobei eine Abweichung nach rechts in der statistischen Auswertung ein positives Vorzeichen und eine Abweichung nach links ein negatives Vorzeichen erhält)

- Körpereigenspin (Rotationswinkel des Körpers um die eigene Achse in Winkelgraden; eine Drehung im Uhrzeigersinn bekommt ein negatives Vorzeichen, eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn ein positives)

## 2.10. Tretversuch nach Unterberger

Der Tretversuch nach Unterberger stellt einen sehr empfindlichen vestibulo-spinalen Gleichgewichtsfunktionstest dar. Er ermöglicht eine Einteilung in zentrale und periphere Läsionen. Dem Patienten werden zunächst die Augen verdeckt, um eine mögliche räumliche Orientierung zu verhindern. Danach wird er aufgefordert, eine Minute lang ca. 80-100 Schritte auf der Stelle zu treten. Nach ungefähr 30-40 Schritten kann man davon ausgehen, dass die Patienten ihre „erinnerte“ Orientierung verlieren und der Einfluss der vestibulären Orientierung überwiegt.

Die für den Tretversuch interessanten Parameter können nun aus dem CCG herausgelesen bzw. - gemessen werden.

Eine periphere Vestibularisstörung ist durch eine deutliche Seitenabweichung und Körpereigenspin zur Seite der peripheren Vestibularisläsion bei normaler Lateralschwankungsbreite charakterisiert. Bei den statistisch viel häufigeren zentralen Gleichgewichtsstörungen ist die Lateralschwankungsbreite der Schultern und des Kopfes am aussagekräftigsten, wobei eine pathologische Verbreiterung der Lateralschwankung bei ansonsten unauffälligem Tretversuch-CCG für eine zentrale Läsion spricht. Der Normbereich erstreckt sich gemäß den arbeitsmedizinischen Definitionen aus dem Grundsatz G 41 der Berufsgenossenschaften bis 17,5 cm Breite. Die kombinierten peripheren und zentralen Störungen sind durch eine Seitenabweichung mit vergrößerten Lateralschwankungen gekennzeichnet.

Die anguläre Deviation, also die Seitenabweichung zwischen Ausgangslage und Endstellung, ist für die Beurteilung von peripheren Gleichgewichtsstörungen von Bedeutung. Sie wird mit einem Winkelmesser zwischen Ordinate und der Verbindungslinie von Ausgangs- und Endstellung gemessen. Eine Abweichung nach rechts (auf dem Foto nach links) bekommt in der numerischen statistischen Auswertung ein positives Vorzeichen, eine Abweichung nach links (auf dem Foto nach rechts) ein negatives. Der Normbereich liegt für Abweichungen nach rechts bei  $\leq 80^\circ$  und für Abweichungen nach links bei Winkelgraden  $\leq 70^\circ$ .

Dementsprechend verhält sich die Drehung um die eigene Körperachse, der sog. Eigen-spin. Dieser wird zwischen der Abszisse und einer Hilfslinie durch die Schulterleuchtflecken in der Endposition gemessen. Eine Drehung im Uhrzeigersinn (auf dem Foto nach links) bekommt ein negatives Vorzeichen, analoges gilt für die andere Richtung. Die Länge drückt den linearen Abstand zwischen Ausgangs- und Endstellung aus.

Durch die Einblendung des Polarkoordinationsystems können alle Strecken in die tatsächlich zurückgelegten Entfernungen umgerechnet werden, da der Abstand der Leuchtpolar koordinaten 20 cm entspricht.

### 2.11. Rombergscher Stehversuch

Der Stehversuch nach Romberg wird meist mit dem Unterbergerschen Tretversuch kombiniert, da er allein in Bezug auf Vestibularisstörungen nicht sehr aussagekräftig ist. Neben der Tiefensensibilität gehen auch Einflüsse seitens des Kleinhirns und höherer Hirnabschnitte ein. Er dient als Richtwert für die Feststellung sehr grober Pathologien mit Kopf-Körper-Taumeligkeit.

In einem abgedunkelten Raum muss der Patient mit geschlossenen Augen, mit eng aneinandergestellten Füßen und am Körper angelegten Armen drei Minuten lang völlig ruhig auf der Stelle stehen. Mit Hilfe des CCG können die Kopf-Körper-Schwankungen aufgezeichnet werden.

Die Aufzeichnungen des Stehversuches werden nach folgenden Punkten ausgewertet:

- Stehversuchs-Längsschwankungen, gemessen in cm
- Stehversuchs-Lateralschwankungen, gemessen in cm
- Kopf-Körper-Verdrehung, dem sog. Torticolliswinkel, gemessen in Winkelgrad

Wichtig für die Auswertung sind die Schwankungsbreiten in anterior-posteriorer Richtung, die Lateralschwankungsbreite sowie der Torticolliswinkel, d.h. die Verdrehung der Kopfachse zur Schulterachse.

Anterior-posteriore und transversale Messungen ergeben für Kopf und Schulter typische Leuchtfleckenkonfigurationen, bestehend aus vier Flecken, von denen der Stirnfleck die größte Fläche beansprucht. Die Schulterflecken gestalten sich äußerst klein und sind von

nahezu identischer Größe. Eine Typisierung der bestrichenen Flächen kann aufgrund von geometrischen Figuren versucht werden. So ist es möglich, ovale von rechteckigen und evtl. von dreieckigen Mustertypen zu unterscheiden.

### **2.12. Audiometrie**

Das menschliche Ohr kann Luftschwingungen der Frequenzen von 16 Hz bis normalerweise 10 kHz, in der frühen Jugend sogar bis 20 kHz, als Schall wahrnehmen. Da üblicherweise Kopfhörer Probleme beim Wiedergeben sowohl sehr hoher als auch sehr tiefer Töne haben, wird für die Tonprüfung das engere Feld von 125 Hz-10 kHz getestet. Für den klinischen Alltag hat man die beim Durchschnitt gesunder 20jähriger Probanden messbare Hörschwelle für alle Frequenzen bestimmt und willkürlich als 0 dB HV (Hörverlust) bezeichnet. Diese klinische Hörschwellenkurve wird als Gerade dargestellt und im Tonaudiogramm sichtbar.

Aufgrund der sehr engen anatomischen und physiologischen Zusammenhänge und Gemeinsamkeiten sind neurootologische Krankheitsbilder oft mit funktionellen Störungen des auditorischen Systems vergesellschaftet. Generell unterstützen die audiologischen Testverfahren die Unterscheidung zwischen peripher- und zentralvestibulären Krankheitsbildern aufgrund ihrer topodiagnostischen Eigenschaften.

### **2.13. Statistische Verfahren**

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe eines IBM-kompatiblen PCs, des Tabellenkalkulationsprogramms Excel 2000 und des Schreibprogrammes Word 97 von Microsoft. Zuerst wurden die auf dem Anamnesebogen NODEC III erhobenen Daten und die Auswertungsergebnisse der durchgeführten neurootologischen Tests in eine dafür angelegte Tabelle eingegeben. Dann wurden für jede Tabellenspalte die Anzahl, Prozentanteile, arithmetisches Mittel, Standardabweichung, Maximum und Minimum errechnet. Damit wurden verschiedene Patientenkollektive gebildet, verglichen und auf mögliche Zusammenhänge hin untersucht.





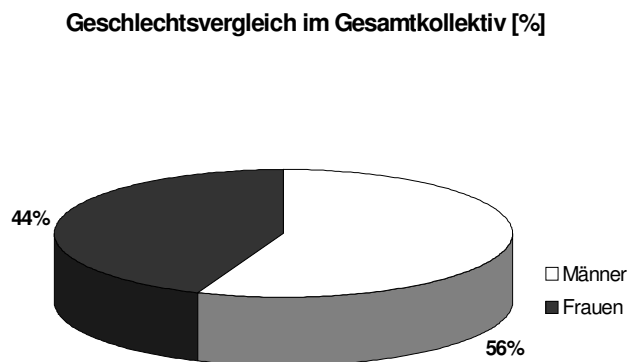
### 3. Ergebnisse

Die individuellen Patientendaten werden im Folgenden nach den Merkmalen wie Alter, Geschlecht, vegetative Symptome, Grunderkrankungen, Vorhandensein von Vertigo- oder Nauseasymptomen usw. auf mögliche Zusammenhänge hin untersucht.

Dabei wurden nur Patienten in die Untersuchung aufgenommen, die die drei Hauptschwindelsymptome Dreh- und Schwankschwindel sowie Unsicherheitsgefühl aufwiesen.

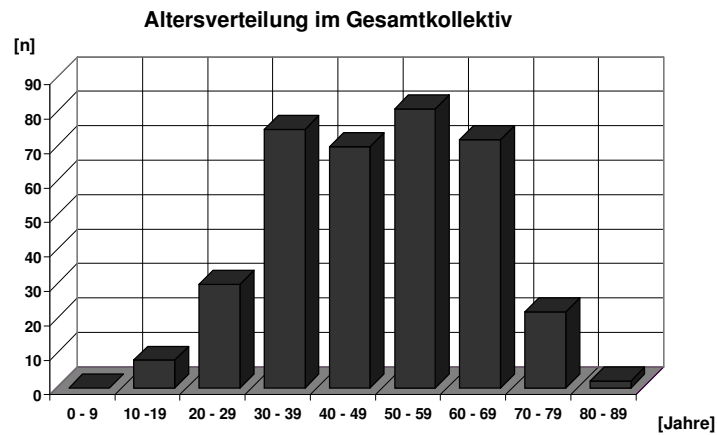
In den nächsten Unterkapiteln werden zunächst die statistischen Ergebnisse aus den Vergleichen der gebildeten Patientenkollektive vorgestellt, nachdem das Gesamtkollektiv nach Geschlecht, Alter, Grunderkrankungen und dem Verhalten beim VRRSV untersucht wurde. Im Kapitel 3.9 werden dann beispielhaft verschiedene typische Patientenfälle besprochen, die die Ergebnisse verdeutlichen sollen.

#### 3.1. Gesamtkollektiv



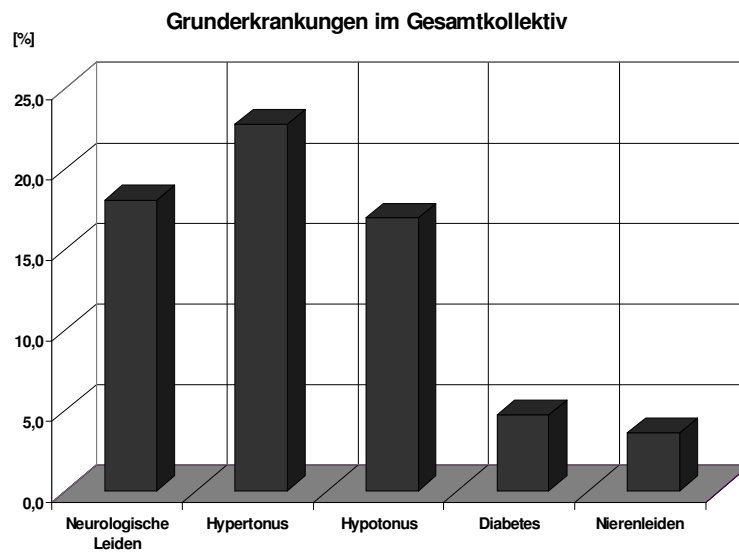
*Diagramm 1: Gesamtkollektiv nach Geschlecht*

Das Gesamtpatientenkollektiv besteht aus 360 Personen, davon sind 158 (= 44 %) weiblichen und 202 (=56 %) männlichen Geschlechts.



*Diagramm 2: Prozentuale Häufigkeit der Altersgruppen*

Das Alter der 360 untersuchten Patienten reichte von 10 bis 83 Jahren; das mittlere Alter betrug 48,4 Jahre. Weitere Einzelheiten bezüglich des Altersvergleichs werden im Kapitel 3.2. beschrieben.



*Diagramm 3: Prozentuale Häufigkeit der wichtigsten Grunderkrankungen*

Unter den Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind der Hypertonus mit 22,8 % (n = 82) und der Hypotonus mit 16,9 % (n = 61) am meisten verbreitet. Zusammengefasst leiden demnach fast 40 % (n = 143) der Untersuchten an diesen beiden Erkrankungen. Nach den Gefäßkrankheiten folgen die neurologischen Leiden (18,1 %) und danach die etwas weniger in Erscheinung tretenden Stoffwechselkrankheiten wie Diabetes mellitus (4,7 %) und Nierenleiden (3,6 %).

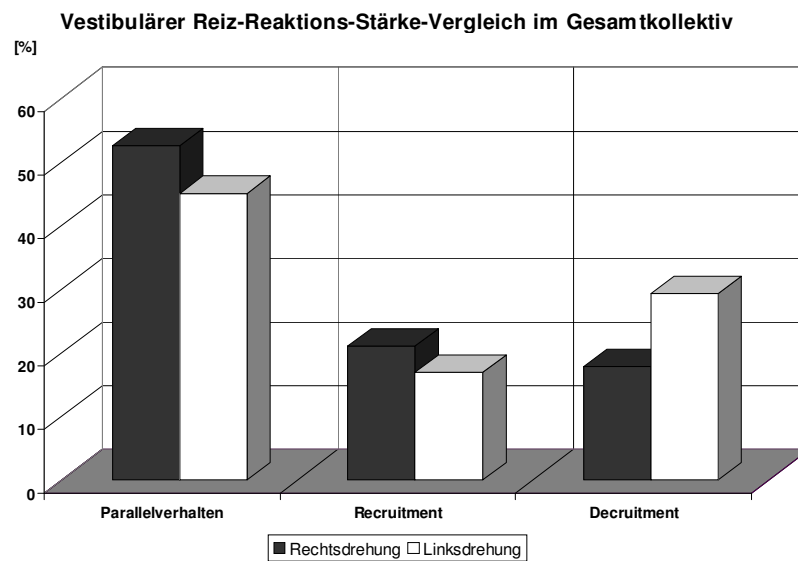


Diagramm 4: Vergleich zwischen Rechts- und Linksnystagmus im VRRSV

Wie aus Diagramm 4 ersichtlich wird, ergeben sich im VRRSV keine signifikanten Unterschiede zwischen Rechts- und Linksnystagmus, lediglich beim Decruitmentverhalten zeigt sich ein verstärktes Auftreten beim Linksnystagmus.

Die häufigste Erscheinung ist das sogenannte Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion, das insgesamt bei ca. 49 % (n = 176) der Patienten auftritt. Es zeigt sich aber eine abfallende Tendenz vom Parallelverhalten zu Recruitment und Decruitment, die durch die hohe Anzahl an Patienten mit Decruitmentverhalten beim Linksnystagmus etwas verfälscht wird.

Pathologisches Recruitment konnte bei 19 % (n = 69) der Patienten und Decruitment in ca. 24 % (n = 85) der Fälle beobachtet werden.

### 3.2. Altersvergleich

Das Gesamtkollektiv wurde in drei Altersgruppen aufgeteilt, die eine repräsentative statistische Auswertung ermöglichen soll: Die erste Gruppe setzt sich aus den 10-30-Jährigen zusammen, in der zweiten Gruppe wurden die 31-60-Jährigen zusammengefasst und die dritte Gruppe entspricht den 61-83-Jährigen. Das Kollektiv „10-30 Jahre“ umfasst 44 Patienten, Gruppe 2 226 Patienten und die Gruppe der 61-83-Jährigen besteht aus 90 Patienten. Die meisten Personen sind demnach in der Gruppe der 31-60-Jährigen enthalten.

Die Diagramme 5 und 6 vergleichen die Altersgruppen in Bezug zu Ohrgeräuschen (Tinnitus) und Hörminderung. Es ist interessant, dass die jüngste Altersgruppe mit einem zwar nur geringen prozentualen Abstand zu den älteren Gruppen, den höchsten Anteil an unter Tinnitus leidenden Patienten aufweist. Über 77 % der 10-30-Jährigen geben Ohrgeräusche an, während die Anzahl dann von den 32-60-Jährigen zu der höchsten Altersgruppe hin etwas abnimmt.

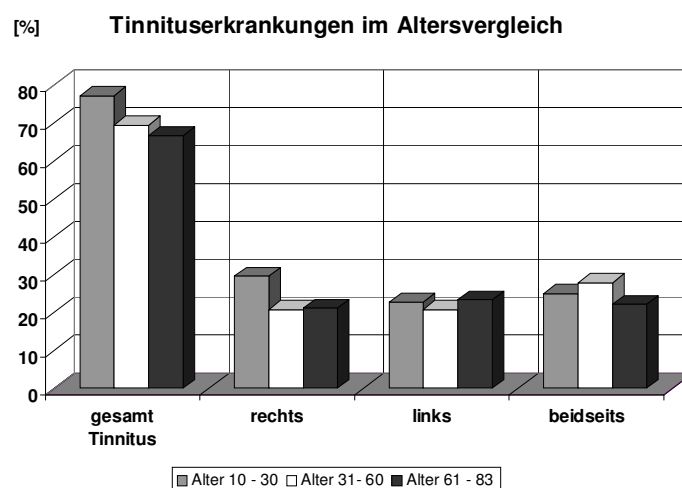


Diagramm 5: Häufigkeit der Tinnitusenerkrankungen in Abhängigkeit vom Alter

Bei der Häufigkeit der Hörminderungsfälle (Diagramm 6) zeigt sich aber, dass die höheren Altersgruppen wesentlich häufiger davon betroffen sind als die 10-30-Jährigen. Über 72 % der 61-83-Jährigen sind von einer Einschränkung der Hörleistung betroffen, davon knapp über 40 % auf beiden Ohren. Bei der zweiten Altersgruppe waren es immerhin noch die Hälfte der Patienten, die eine Hörminderung angaben.

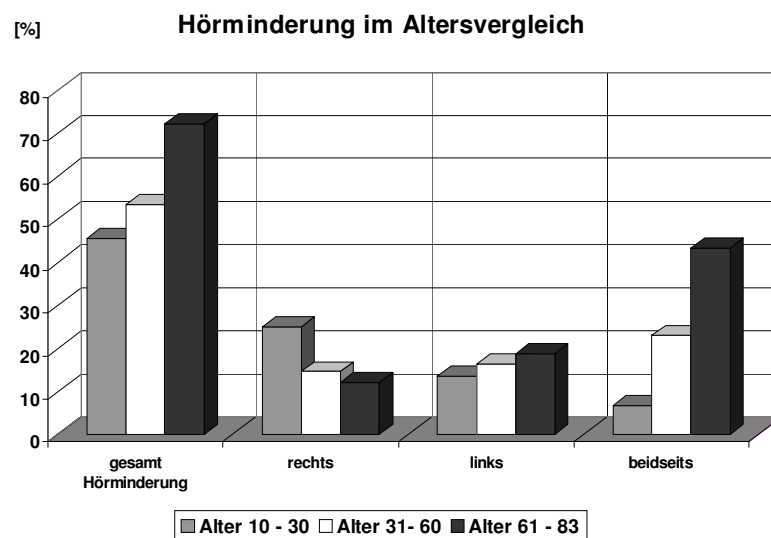
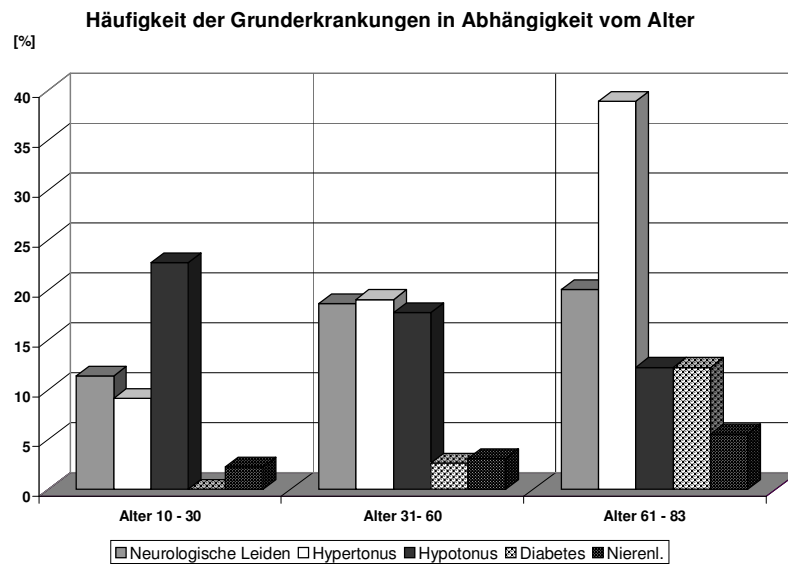


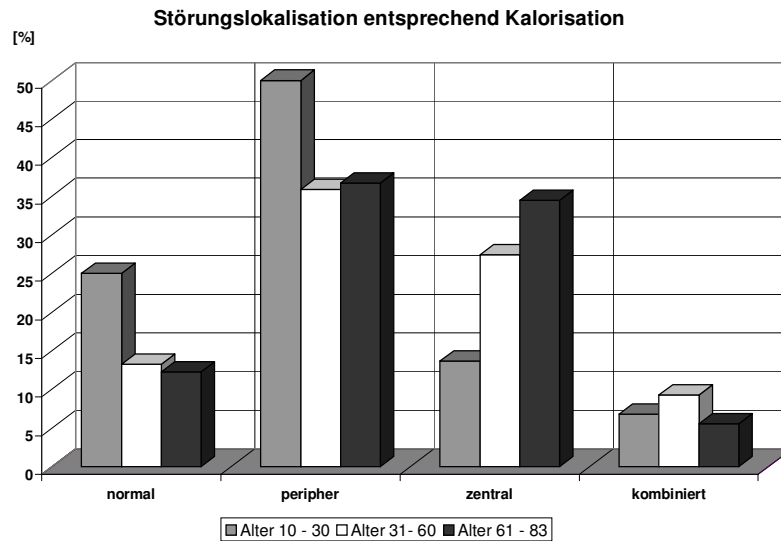
Diagramm 6: Verteilung der Hörminderung in Abhängigkeit vom Alter

Das Diagramm 7 zeigt die häufigsten Grunderkrankungen, die bei den unterschiedlichen Altersgruppen auftreten. Es ist deutlich zu erkennen, dass mit zunehmendem Alter die Anzahl der an Diabetes erkrankten Personen sowie die an Nierenerkrankungen und Hypertonus leidenden zunehmen, während diese Krankheitsbilder in jüngeren Jahren eher eine untergeordnete Rolle spielen. Ab einem Alter von über 60 Jahren hatten 39 % der Patienten Bluthochdruck.



*Diagramm 7: Häufigkeit der Grunderkrankungen in Abhängigkeit vom Alter*

Die Reaktion bei der kalorischen Vestibularisprüfung in den verschiedenen Altersgruppen wird in Diagramm 8 miteinander verglichen. Mit Hilfe des Schmetterlingsschemas wurde zwischen peripheren, zentralen oder kombinierten Gleichgewichtsstörungen differenziert. Dabei fällt auf, dass in der Altersgruppe der 10-30-Jährigen in 50 % der Fälle eine periphere Gleichgewichtsstörung vorliegt, der prozentuale Anteil ist hier auch am höchsten. Mit zunehmendem Alter gewinnt die Häufigkeit der zentralen Störungsmuster an Bedeutung, der Anteil der peripheren Vestibularisstörungen liegt aber in jeder Altersgruppe jeweils höher.



*Diagramm 8: Gleichgewichtsstörungen gemäß der kalorimetrischen Befunde*

### 3.3. Geschlechtsvergleich

Es werden nun drei Diagramme auf unterschiedliche Gesichtspunkte hin im Geschlechtsvergleich untersucht.

Das erste Diagramm zeigt das Auftreten von vegetativen Symptomen bei Männern und Frauen. Die drei vorherrschenden Begleiterscheinungen des Schwindels sind demnach Übelkeit, Erbrechen und Schweißausbruch. Größere Unterschiede zwischen den Geschlechtern ergeben sich dabei nur bei dem Symptom Schweißausbruch, das bei Männern öfters zu Tage tritt als bei Frauen.

Insgesamt gesehen lagen die Geschlechter relativ nahe beieinander. Von den Männern hatten im Gesamtkollektiv 39,6 % ( $n = 80$ ) vegetative Symptome und bei den Frauen waren es 37,3 % ( $n = 59$ ).

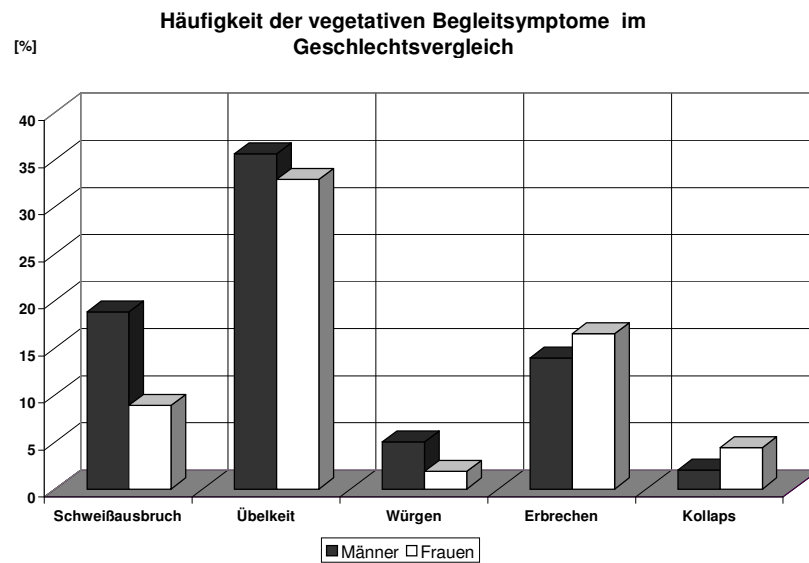


Diagramm 9: Vegetative Begleitsymptome im Geschlechtsvergleich

Diagramm 10 zeigt die Verteilung der Störungsmuster, die bei der kalorischen Vestibularisprüfung festgestellt wurden.

Demnach bestehen bei den normalen und bei allen pathologischen Befunden nur geringe Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Sowohl Männer als auch Frauen weisen vorwiegend periphere Störungsmuster auf, lediglich in den zentralen Störungen besteht eine größere Diskrepanz zu Lasten des weiblichen Geschlechts.

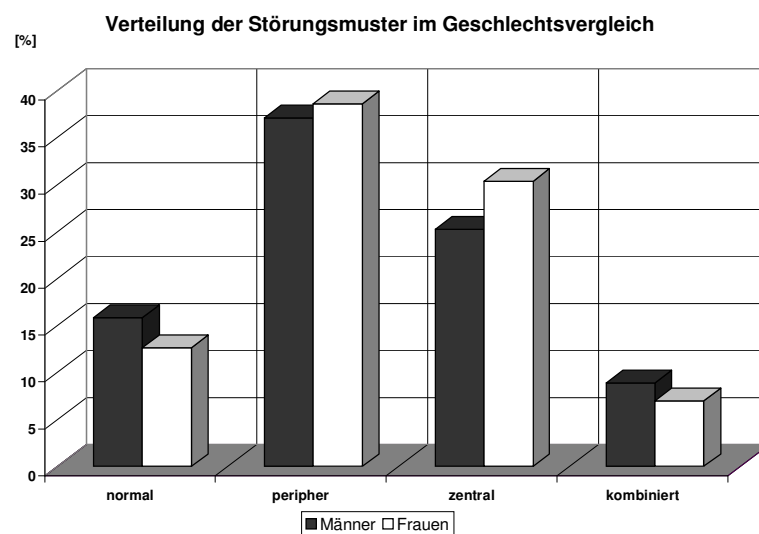
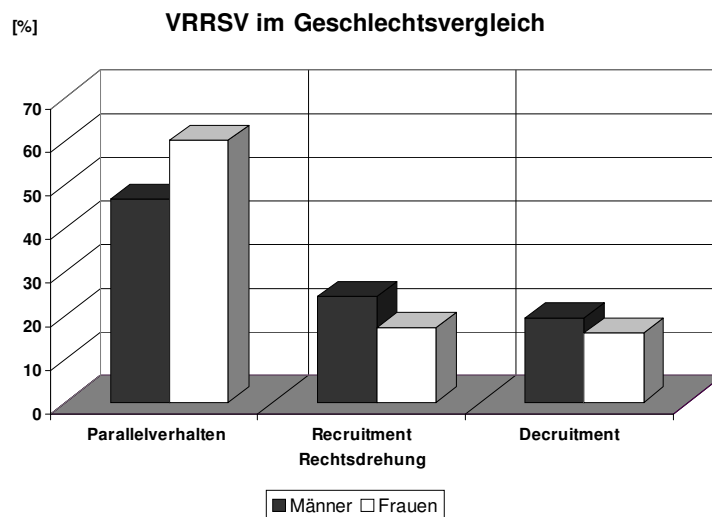


Diagramm 10: Störungslokalisation im Geschlechtsvergleich



Das letzte Diagramm im Geschlechtsvergleich (Diagramm 11) befasst sich mit dem vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich. Es wird daraus ersichtlich, dass sowohl beim männlichen als auch beim weiblichen Geschlecht das Parallelverhalten vorherrscht. Bei den Frauen ist dies sogar bei 60 % der Patientinnen der Fall, während bei den Männern die Tendenz mit 46 % weniger deutlich ausfällt.

Ferner ist vom Parallelverhalten zu Recruitment und Decruitment ein regressiver Trend zu erkennen.

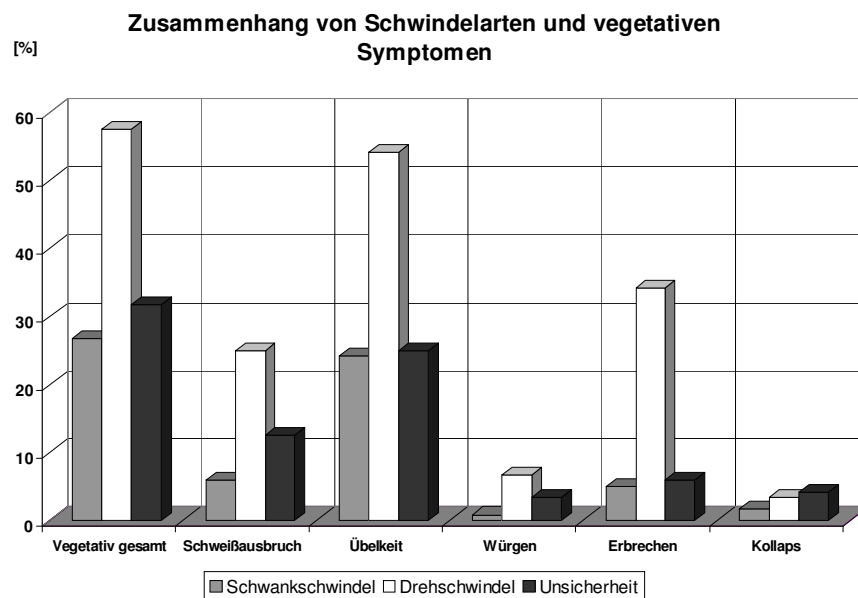


*Diagramm 11: Die drei VRRSV-Klassen im Geschlechtsvergleich*

### 3.4. Vergleich der Schwindelsymptome

Im Folgenden werden vier Diagramme besprochen, die nach verschiedenartigen Aspekten untersucht wurden.

In Diagramm 12 werden vegetative Symptome bei den drei wichtigsten Schwindelsymptomen Dreh- und Schwankschwindel sowie Unsicherheitsgefühl verglichen. Dabei werden folgende vegetative Begleiterscheinungen anamnestisch erfragt: Schweißausbruch, Übelkeit, Würgen, Erbrechen und Kollapsneigung.



*Diagramm 12: Häufigkeit vegetativer Symptome bei verschiedenen Schwindelgefühlen*

Es ist zu erkennen, dass vegetative Begleitsymptome zu einem entscheidend höheren Grad bei Drehschwindel vorhanden sind (57,5 %), diese setzen sich dann in den meisten Fällen aus Übelkeit, Erbrechen und Schweißausbrüchen zusammen.

Im Allgemeinen zeigt sich bei allen vegetativen Symptomen eine abfallende Tendenz von Drehen zu Unsicherheit und zu Schwankschwindel. Dies ist besonders gut bei Übelkeit, Erbrechen und Schweißausbruch zu erkennen. Eine Ausnahme bildet die Kollapsneigung, die beim Drehschwindel weniger ausgeprägt ist.

Insgesamt klagten 38,6 % der Patienten (n = 139) über vegetative Symptome. Von diesem Kollektiv waren Männer mit 57,6 % (n = 80) wesentlich häufiger betroffen als Frauen (42,4 %; n = 59). Übelkeit, Schweißausbrüche und Erbrechen waren die häufigsten Begleiterscheinungen. Die weiteren Unterschiede zwischen Männern und Frauen sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die fettgedruckten Zahlen heben die mehrheitlichen Verhältnisse zwischen Männern und Frauen hervor.

<b>TABELLE 1</b>	<b>MÄNNER[%]</b>	<b>FRAUEN[%]</b>	<b>ANTEIL AM GESAMT-KOLLEKTIV[%]</b>
	<b>n = 80</b>	<b>n = 59</b>	<b>n = 360</b>
<b>Schweißausbruch</b>	<b>27,3</b>	10,1	14,4
<b>Übelkeit</b>	<b>51,8</b>	37,4	33,1
Würgen	<b>7,2</b>	2,2	3,6
<b>Erbrechen</b>	<b>20,1</b>	18,7	15,0
Kollaps	2,9	<b>5,0</b>	3,1
<b>Vegetativ gesamt</b>	<b>57,6</b>	<b>42,4</b>	<b>38,6</b>

*Tabelle 1 : Häufigkeit der vegetativen Symptome bei Männern und Frauen*

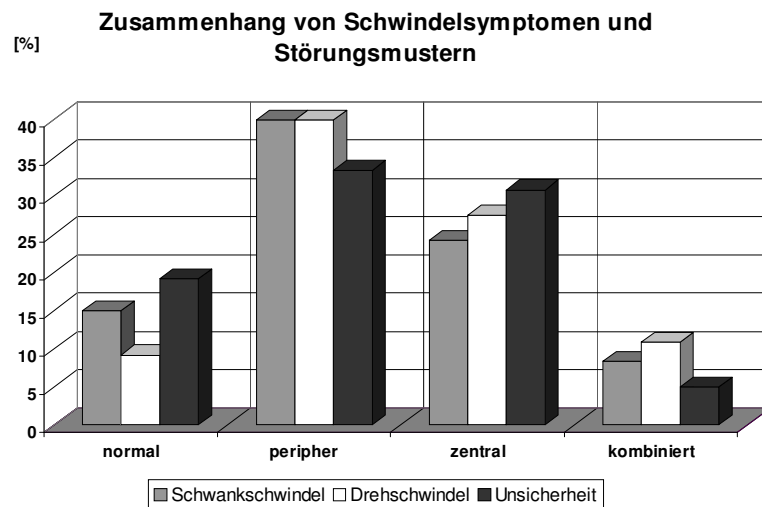
Nach der neurootologischen Datenbank NODEC IV ergab sich folgende Häufigkeitsverteilung:

Die meisten Patienten klagten über Übelkeit (30,1 %), Erbrechen (15,2 %) und Schweißausbrüche (11,9 %). Wenige Patienten waren dagegen von Kollaps (5,8 %) oder Würgen (3,7 %) betroffen.

Von Interesse ist ebenfalls, wie sich die drei wichtigsten Schwindelsymptome mit den Gleichgewichtsstörungen verhalten. Dabei ist in Diagramm 13 festzustellen, dass bei Dreh- und Schwankschwindel hauptsächlich periphere Störungen vorliegen, wobei eine Verteilung auf die Störungsmuster beim Schwankschwindel eindeutiger ausgeprägt ist: 40 % der Störungen haben eine periphere Ursache, dagegen nur 24 % eine zentrale. Entscheidend ist aber, dass bei einem Drehschwindel auch eine zentrale Störung die Ursache für eine Gleichgewichtsdysregulation sein kann und ein Schwankschwindel zu einem sehr viel größeren Anteil aufgrund einer peripheren Läsion ausgelöst wird.

Beim Symptom Unsicherheit ist eine genaue Zuordnung zu den Gleichgewichtsstörungen weniger gut auszumachen. Jeweils knapp ein Drittel der Patienten hat periphere oder zentrale Störungen, der Anteil der im Normbereich liegenden Patienten ist mit 19 % hier im Vergleich zu den anderen Schwindelqualitäten am höchsten.

Auf dem Boden kombinierter Störungen der Vestibularisfunktion werden nur selten Gleichgewichtsfehlregulationen in Form von Schwindel ausgelöst. Dies geschieht am ehesten noch beim Drehschwindel.



*Diagramm 13: Störungslokalisierung bei unterschiedlichen Schwindelarten*

Die Diagramme 14 und 15 stellen das Verhalten beim vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich (VRRSV) bei den drei Schwindelarten dar.

Dabei wird aus beiden Diagrammen ersichtlich, dass sowohl beim VRRSV des Rechts- als auch des Linksnystagmus das sogenannte Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion bei allen Schwindelgefühlen überwiegt.

Im Diagramm 14 tritt dieses Phänomen am deutlichsten beim Schwankschwindel hervor, der zu 60 % mit einem Parallelverhalten einhergeht.

Recruitment und Decruitment sind insgesamt weniger stark vertreten.

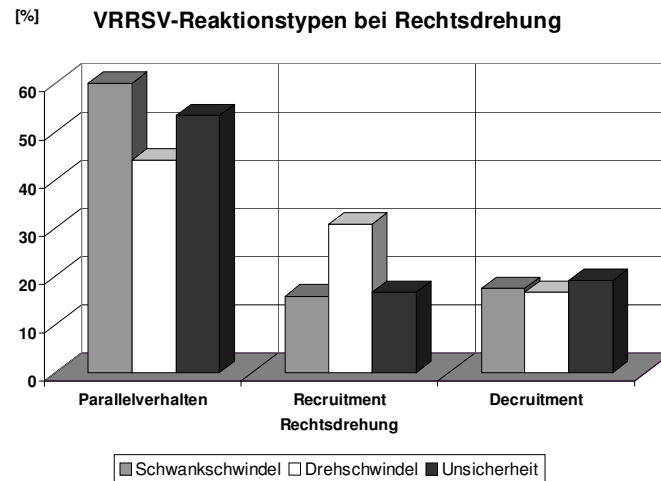


Diagramm 14: Häufigkeit der 3 VRRSV-Klassen in Abhängigkeit vom Schwindeltyp

Fast dasselbe Bild zeigt sich im Diagramm 15, nur dass im Unterschied zum vorigen Diagramm hier das Decruitmentverhalten beim Linksnystagmus stärker vorhanden ist als beim Rechtsnystagmus.

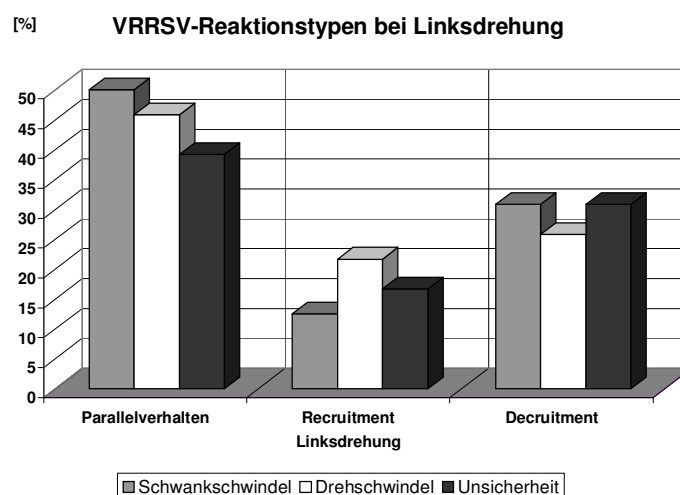


Diagramm 15: Verteilung der Reaktionstypen beim VRRSV auf die Schwindelarten

Ergänzend zu den in diesem Unterkapitel vorgestellten Diagrammen seien hier noch exemplarisch einige der Messwerte aufgeführt, die bei den verschiedenen Tests hinsichtlich der Schwindelsymptome aufgezeichnet wurden. Dabei wurden jeweils die Mittelwerte und die Standardabweichungen ermittelt. In Tabelle 2 sind die Nystagmusfrequenzen bei der kalorischen Vestibularisprüfung und beim rotatorischen Intensitäts-Dämpfungs-Test angegeben. Tabelle 3 enthält die Werte zum Tretversuch nach Unterberger und zum Romberg-schen Stehversuch.

Bei den in Tabelle 2 abzulesenden Messwerte ist zunächst anzumerken, dass die Mittelwerte bei allen Tests im physiologischen Rahmen liegen, wobei hier noch einmal die Normbereiche für alle Tests aufgelistet sind:

- Vestibulariskalorisation nach Claussen (NODEC IV):
  - rechts 44° C: 19,5-56,1 Nystagmusschläge pro 30 s
  - rechts 30° C: 24,3-63,9 Nystagmusschläge pro 30 s
  - links 44° C: 22,5-59,7 Nystagmusschläge pro 30 s
  - links 30° C: 22,5-65,7 Nystagmusschläge pro 30 s
- Rotatorischen Intensitäts-Dämpfungs-Test:
  - perrotatorischer Rechtsnystagmus: 26,4-64,6 Nystagmusschläge
  - perrotatorischer Linksnystagmus: 24,4-61 Nystagmusschläge
  - postrotatorische Abbremsung einer Rechtsdrehung:
    - 10s-Schlagsumme: 14,3-32,3 Nystagmusschläge
    - 30s-Schlagsumme: 35-75,4 Nystagmusschläge
  - postrotatorische Abbremsung einer Linksdrehung:
    - 10s-Schlagsumme: 13,2-31,2 Nystagmusschläge
    - 30s-Schlagsumme: 31,1-72,7 Nystagmusschläge

Es sind aber dennoch einige leichte Unterschiede in der Anzahl der Nystagmusschläge bei den Schwindelarten zu erkennen. Diese sind in der Tabelle 2 durch die jeweils fettgedruckten Zahlen hervorgehoben.

So wurden bei Patienten mit einem Unsicherheitsgefühl nahezu ausschließlich höhere Schlagraten bei der kalorischen Vestibularisprüfung gemessen als bei den übrigen Patienten. Sowohl der perrotatorische als auch der postrotatorische Test waren dagegen bei Patienten mit Drehschwindel diejenigen Untersuchungen, bei denen durchweg die höchsten „Schlagsummen“ nach 10 und 30 Sekunden ermittelt wurden (siehe Tabelle 2).

<b>TABELLE 2</b>		<b>SCHWANKSCHWINDEL</b>		<b>DREHSCHWINDEL</b>		<b>UNSICHERHEIT</b>	
		<b>n = 120</b>		<b>n = 120</b>		<b>n = 120</b>	
		<b>MW</b>	<b>StD</b>	<b>MW</b>	<b>StD</b>	<b>MW</b>	<b>StD</b>
<b>• Kalorischer Test</b>							
	44° re	36,1	23,9	39,7	25,3	<b>41,5</b>	24,5
	30° re	34,8	20,9	<b>38,5</b>	23,4	36,7	21,1
	44° li	32,9	22,2	37,9	27,6	<b>38,5</b>	23,8
	30° li	37,9	22,4	41,2	24,4	<b>42,5</b>	22,4
<b>• Perrotator. Test</b>							
	rechts	40,2	22,8	<b>48,2</b>	23,7	46,0	22,3
	links	33,4	19,9	<b>41,1</b>	24,2	40,2	22,2
<b>• Postrotator. Test</b>							
re	∑ 10s	19,1	5,4	<b>23,1</b>	5,9	21,9	4,6
	∑ 30s	41,3	4,4	<b>49,3</b>	4,8	46,8	4,0
li	∑ 10s	21,0	5,0	<b>24,0</b>	5,2	23,8	4,6
	∑ 30s	45,0	4,2	<b>52,8</b>	4,6	50,3	4,1

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Nystagmusfrequenzen bei den verschiedenen Schwindelsymptomen in den kalorischen, perrotatorischen und postrotatorischen Tests

In Tabelle 3 stechen nur die Werte der angularären Deviation und des Eigenspins bei Patienten mit Drehschwindel hervor (fettgedruckte Zahlen). Diese sind zwar im Rahmen des Normbereichs gelegen, haben aber aufgrund der hohen Standardabweichung eine enorme Variationsbreite in den Werten der einzelnen Patienten. Bei näherer Betrachtung gehen die Werte bei der angularären Deviation von +360° bis -225°, beim Eigenspin sogar von +360° bis -270°.

<b>TABELLE 3</b>		<b>SCHWANKSCHWINDEL</b>		<b>DREHSCHWINDEL</b>		<b>UNSICHERHEIT</b>	
		<b>n = 120</b>		<b>n = 120</b>		<b>n = 120</b>	
		<b>MW</b>	<b>StD</b>	<b>MW</b>	<b>StD</b>	<b>MW</b>	<b>StD</b>
<b>• Tret-CCG</b>							
-	Abw. Länge (mm)	28,5	9,3	28,6	9,2	27,9	8,9
-	ang. Deviation (°)	-0,5	63,8	<b>12,0</b>	<b>93,9</b>	-0,6	67,0
-	Eigenspin (°)	-8,8	116,6	<b>20,4</b>	<b>118,0</b>	-0,8	108,3
-	Lat. Schwankung (mm)	3,2	1,5	3,5	1,7	3,3	1,6
<b>• Steh-CCG</b>							
-	Schwankung a.-p. (mm)	2,0	1,1	1,9	1,0	2,0	1,3
-	Lat. Schwankung (mm)	1,2	0,5	1,2	0,5	1,3	0,6

Tabelle 3: Vergleich der Messwerte im Tret- und Steh-CCG bei den drei Schwindelsymptomen

### 3.5. Störungslokalisierung mittels ENG

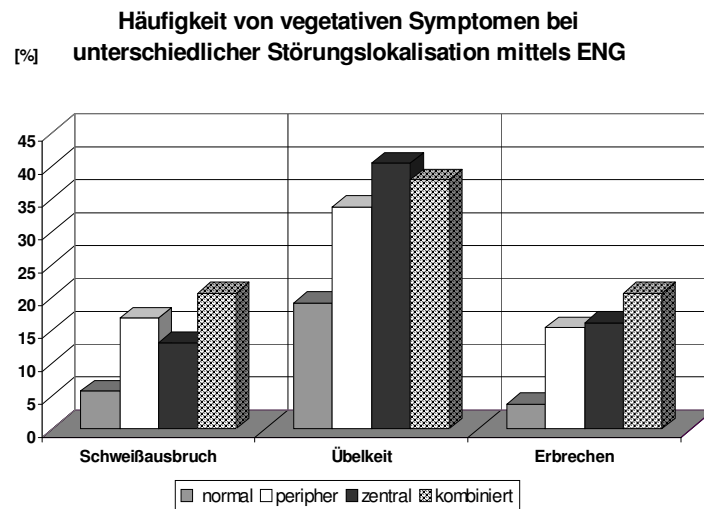
Bezüglich der Resultate, die in der kalorischen Vestibularisprüfung erzielt wurden, ergaben sich folgende Aspekte.

Mehr als ein Drittel der Patienten (37,8 %; n = 136) weisen eine periphere Störung auf. Die Gruppe der Personen mit zentraler Störung stellt mit 27,5 % (n = 99) die zweitgrößte Fraktion dar. Von den 360 untersuchten Patienten befinden sich 14,4 % (n = 52) im Normbereich. Eine kombinierte, d.h. eine zentrale und periphere Störung liegt bei 8,1 % der Patienten (n = 29) vor. Sie bilden damit das Minimum.

Die folgenden Diagramme dienen der Betrachtung verschiedener Symptome, Erkrankungen und Untersuchungen im Zusammenhang mit den durch das ENG ermittelten Störungslokalisationen. Zunächst wird die Beziehung zwischen den vegetativen Begleiterscheinungen und der mittels ENG bestimmten Störung der Vestibularisfunktion erfasst (Diagramm 16).

In der Gesamtstatistik sind 42,4 % der Untersuchten, die eine zentrale Störung aufweisen, von vegetativen Nebenwirkungen betroffen. Am zweithäufigsten kommen diese Symptome bei kombinierter Störung vor (41,4 %), gefolgt von Patienten mit peripherer Störung (40,4 %). Am wenigsten werden sie von Personen geschildert (23,1 %), deren Werte im Normalbereich liegen. Das vegetative Symptom Übelkeit ist ausnahmslos bei allen Patienten das dominante Begleitmerkmal des Schwindels, wobei es bei Patienten, die an einer zentralen Störung leiden, mit einer Differenz von ca. 7 % öfters auftritt als bei Patienten mit peripherer Störung. Bei allen Störungsmustern sowie auch bei Patienten mit Normalwerten sind Schweißausbrüche und Erbrechen in etwa gleich häufig vertreten.

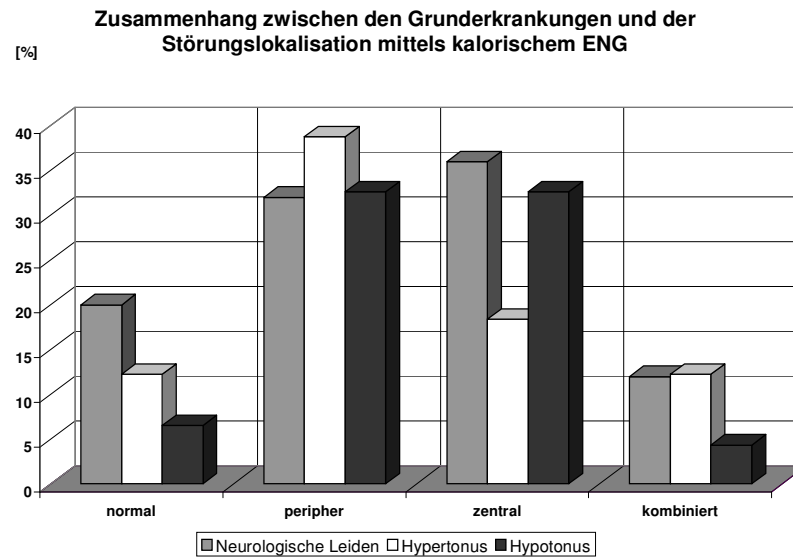




*Diagramm 16: Auftreten von vegetativen Symptomen in Abhängigkeit von der Störungslokalisierung mittels kalorischem ENG*

Das folgende Diagramm 17 zeigt die Zusammenhänge zwischen einzelnen Grunderkrankungen und der durch das ENG ermittelten Störungslokalisierung. Dabei wurden nur Patienten mit einer einzigen Grunderkrankung in die Statistik aufgenommen und Patienten mit mehreren Beschwerden nicht berücksichtigt. Es fällt auf, dass Personen mit kombinierter Störung im Vergleich zu allen anderen Patienten mit oder ohne Störung die wenigsten Grunderkrankungen zu verzeichnen haben.

Bei Patienten, die an Hypertonie leiden, diagnostizierte man mit nahezu 40 % eine periphere Gleichgewichtsstörung. Diese Zuordnung fiel bei der Hypotonie nicht so eindeutig aus. In diesem Falle sind periphere und zentrale Störungen prozentual gleich häufig vertreten. Bei neurologisch erkrankten Patienten verzeichnete man öfters eine zentrale Störung als eine periphere, wobei der Unterschied mit 4 % nicht allzu hoch erscheint.



*Diagramm 17: Auftreten von Grunderkrankungen in Abhängigkeit von der Störungslokalisation mittels kalorischem ENG*

### 3.6. Störungslokalisation mittels VRRSV

In diesem Kapitel werden Diagramme präsentiert, die alle auf der Basis des vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleichs ermittelt wurden. Im VRRSV werden die beiden vestibulo-okulären Nystagmusprovokationstests der 44°C-Warmkalorisation des rechten bzw. linken Ohres mit der perrotatorischen Drehstuhlprüfung des RIDT - beim rechten Ohr in Rechtsdrehung, beim linken Ohr in Linksdrehung - miteinander verknüpft. Nach Prof. Dr. Claussen werden drei VRRSV-Klassen unterschieden: das vestibuläre Parallelverhalten, das vestibuläre Recruitment (oder Aufholverhalten) und das vestibuläre Decruitment (oder Blockierungsverhalten). Die Unterteilung in jeweils drei Subklassen wird in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

In den ersten beiden Diagrammen werden zunächst die drei Hauptklassen des VRRSV mit der Störungslokalisation in Zusammenhang gebracht. Danach folgen zwei Gegenüberstellungen der drei Verhaltensmuster des Rechts- und des Linksnystagmus.

Die Sortierung der Untersuchungsdaten erfolgte in den Diagrammen 18 und 19 nach den Störungsmustern normal, peripher, zentral und kombiniert. Dabei konnte die Zuordnung zu den Störungen bei 316 Patienten durchgeführt werden.

Diese Daten zeigen, dass 52 Patienten (16 %) bei der Untersuchung Normwerte aufweisen. Bei 136 Patienten (43 %) sind periphere Störungen, bei 99 (31 %) zentrale und bei 29 (9 %) kombinierte Störungen nachgewiesen worden. Bei der Betrachtung des Diagramms fällt auf, dass eine normale Funktion des Gleichgewichtsorgans zu 70 % mit einem Parallelverhalten bei Warmkalorisation und perrotatorischer Drehstuhlprüfung einhergeht. Wenn man einmal von dem prozentualen Anteil, den dieses Verhalten bei zentralen Störungen hat, absieht, nimmt dieser von peripheren zu kombinierten Störungen kontinuierlich ab. Das Decruitmentverhalten hat dagegen einen gegenläufigen Trend. Während es bei Personen mit Normwerten bei der Vestibularisprüfung geringe Prozentzahlen aufweist, steigt die Quote der Patienten von peripheren zu zentralen Störungen und hat bei kombinierten Störungsmustern bereits denselben Anteil wie das Parallelverhalten. Beim Recruitmentverhalten lässt sich hingegen kein eindeutiger Verlauf bezüglich des Störungsmusters ausmachen.

Dies kommt im nächsten Diagramm noch besser zum Ausdruck und bestätigt gleichzeitig auch die Ergebnisse aus dem ersten Vergleich.

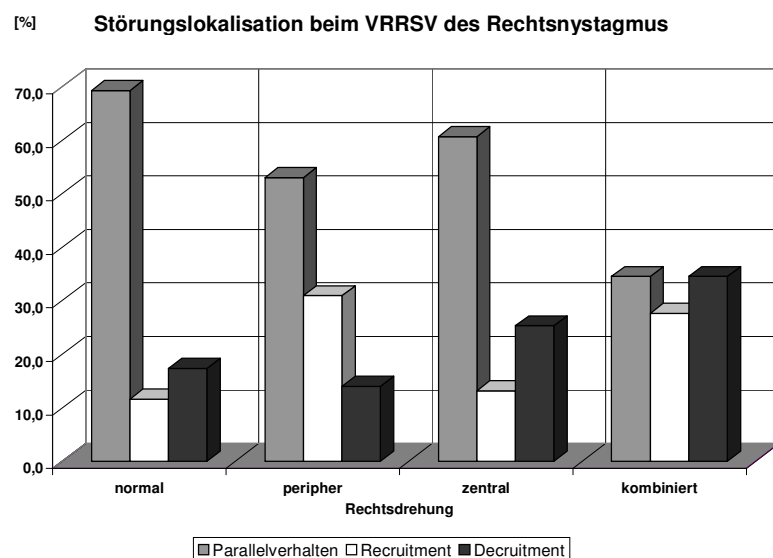


Diagramm 18: Störungslokalisation in Abhängigkeit vom Verhalten beim VRRSV

Nun werden die Ergebnisse des vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleichs des Linksnystagmus untersucht. Wie bereits oben erwähnt, werden hier die Aussagen, die vorher bezüglich der Tendenzen gemacht wurden, bestätigt und wesentlich besser und eindeutiger zur Darstellung gebracht.

Der Anteil des Parallelverhaltens bei normaler Gleichgewichtsfunktion ist ungleich höher als dies bei der Rechtsdrehung der Fall war. Bei 75 % der Patienten mit Normwerten wird ein Parallelverhalten diagnostiziert. Diese Zahlen sinken dann stetig von peripheren zu zentralen und kombinierten Störungen, die nur noch bei knapp 14 % der Untersuchten mit diesem Verhalten einhergehen.

Der Anteil des Decruitmentverhaltens nimmt aber mit 13 % bei Patienten mit Normwerten bei der Vestibularisprüfung zu peripheren und zentralen Störungen hin zu und dominiert dann bei Personen mit kombinierten Störungsmustern. Insgesamt fällt hier die Diagnose Decruitment bei mindestens jedem zweiten Patienten, nämlich bei genau 55 %.

Wie auch im Diagramm 18 schon zu erkennen war, ist das Recruitmentverhalten keiner präzisen Entwicklung zuzuordnen und ist manchmal schwächer und manchmal etwas stärker vertreten.

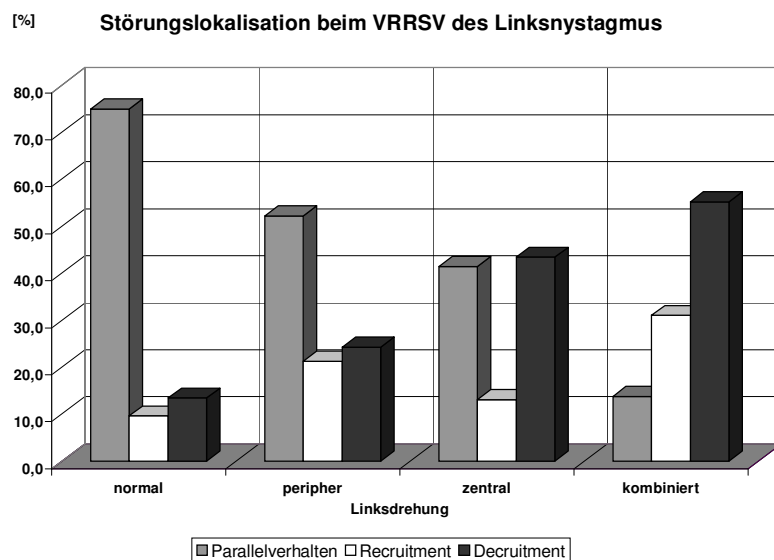


Diagramm 19: Störungslokalisation in Abhängigkeit vom Verhalten beim VRRSV

In den nächsten beiden Diagrammen werden die Ergebnisse aus den vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleichen des Rechts- und des Linksnystagmus zum Vergleich herangezogen. Ziel dieser Gegenüberstellung ist, eine mögliche Korrespondenz zwischen den beiden Tests herauszustellen.

So kann man erkennen, dass durchaus ein Zusammenhang zwischen dem VRRSV des Rechts- und des Linksnystagmus existiert.

Wenn im VRRSV die beiden Nystagmusprovokationstests des rechten Ohres ein Parallelverhalten aufzeigten, dann wurde dasselbe Resultat zu 62 % auf dem linken Ohr festgestellt, wobei etwa ein Drittel der Patienten ein Decruitmentverhalten erkennen ließ.

Beim Recruitment sind es ungefähr 60 % der Patienten, bei denen man sowohl beim Rechts- als auch beim Linksnystagmus dieses Verhalten registrierte.

Diese Folgerung fällt beim Decruitment zweifelsohne ziemlich klar aus. Mehr als 70 % der Untersuchten hatten bei diesem Vergleich die gleichen Befunde und wiesen bei den Tests am rechten und linken Ohr dasselbe Verhalten auf.

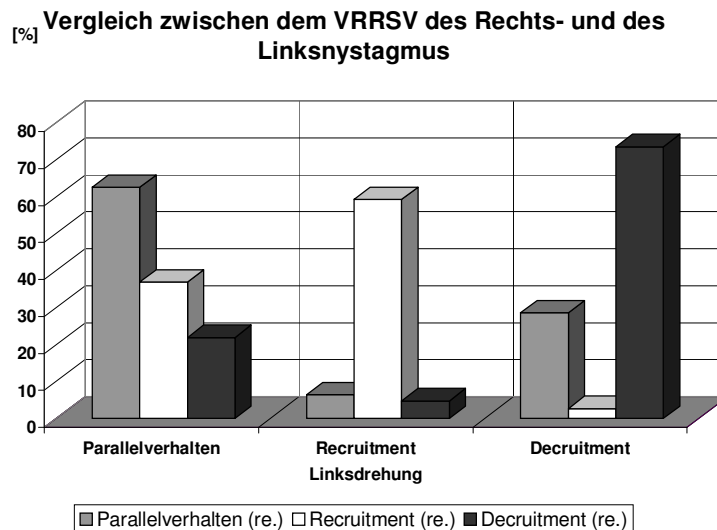


Diagramm 20: Zusammenhang zwischen VRRSV des Rechts- und Linksnystagmus

Die Befunde fallen im zweiten dieser Diagramme (Diagramm 21) bei zwei der drei Verhaltensmuster deutlicher aus.

Sowohl beim Parallel- als auch beim Recruitmentverhalten können die Feststellungen aus dem Diagramm 20 nur noch einmal bestätigt werden. Bei diesen zwei Reaktionstypen sind es jeweils über 70 % der Patienten mit derselben Reaktion bei beiden Untersuchungen.

Lediglich beim Decruitment kommen unterschiedliche Ergebnisse heraus. Während beim VRRSV des Linksnystagmus ein Decruitment diagnostiziert wurde, konnte sich dies bei Rechtsdrehung nur bei 44 % der Patienten herauskristallisieren. Dagegen überwog hier mit 51 % ein Parallelverhalten.

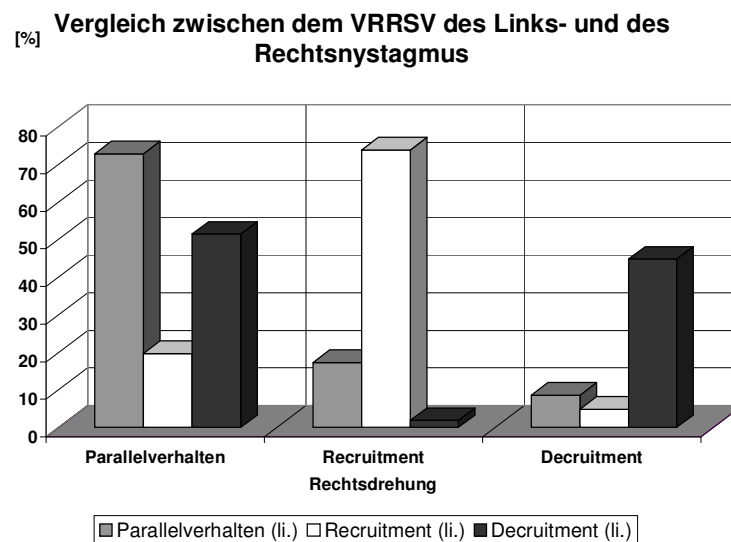


Diagramm 21: Zusammenhang zwischen VRRSV des Links- und Rechtsnystagmus

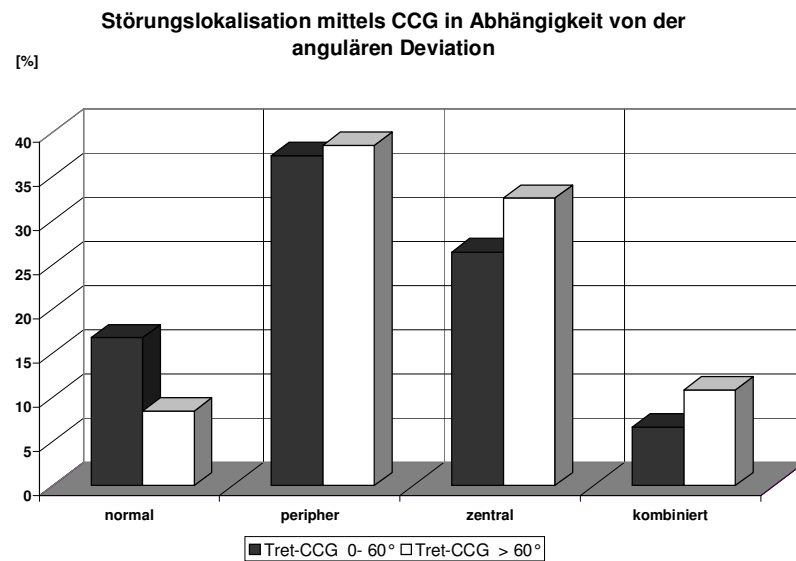
### 3.7. Störungslokalisierung mittels CCG

Ein Tret-CCG ist bei nahezu 96 % der 360 Patienten durchgeführt worden. Es werden nach den Ergebnissen des Unterbergerschen Tretversuches Untergruppen gebildet, die in der nachfolgenden Aufarbeitung besprochen werden. Ist die Lateralschwankungsbreite auf dem CCG über den Normbereich hinaus verbreitert, liegt eine zentrale vestibulo-spinale Gleichgewichtsstörung vor. Ein Hinweis auf eine periphere Störung ist das Überschreiten des Normbereiches der angulären Deviation bei gleichzeitig normaler Lateralschwankungsbreite. Es können beide Abweichungen kombiniert vorkommen oder das CCG kann ohne auffälligen Befund sein.

In der ersten Auswertung folgt zunächst eine Unterteilung des Patientenkollektivs in zwei Gruppen anhand der Größe des angulären Deviationswinkels (Diagramm 22) und zwar in Patienten, die im Tretversuch nach Unterberger eine anguläre Deviation unter  $\pm 60^\circ$  aufweisen (Gruppe 1), und in Patienten, die bei diesem Test über  $\pm 60^\circ$  liegen (Gruppe 2). Danach wurden die beiden Parteien auf ihre Störungslokalisierung hin untersucht.

Von den 340 Patienten, bei denen die anguläre Deviation gemessen werden konnte, zeigen in Gruppe 1 17 % ( $n = 43$ ) Normwerte und in Gruppe 2 nur 8 % ( $n = 7$ ). Die peripheren Störungsmuster sind mit ca. 38 % bei beiden Gruppen am häufigsten vertreten. In Gruppe 1 sind dies 96 Patienten und in der anderen Gruppe 32. Hinweise auf eine zentrale Störung ergeben sich vermehrt bei Personen aus der zweiten Gruppe (32,5 %). Anhand dieser Auswertung werden bei allen Patienten am wenigsten kombinierte Störungen festgestellt ( $n = 26$ ).

Beide Gruppen wurden noch nach Unterschieden zwischen Männern und Frauen untersucht. Dabei ergaben sich aber keine nennenswerten Abweichungen zwischen den beiden Geschlechtern.



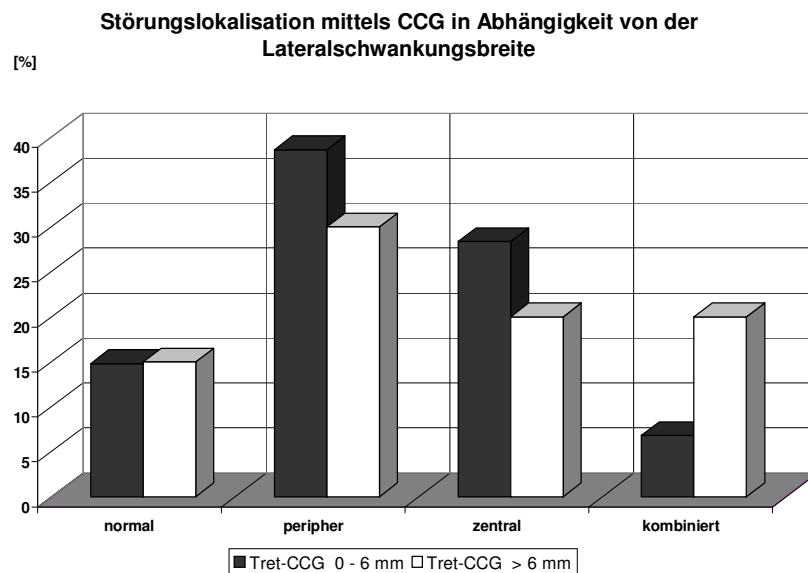
*Diagramm 22: Verteilung der Gleichgewichtsstörungen mittels CCG bei der angulären Deviation im Unterbergerschen Tretversuch*

In der zweiten Auswertung des Tretversuchs erfolgt die Unterteilung des Patientenkollektivs auf der Grundlage der Lateralschwankungsbreite (Diagramm 23), die bei jeder Untersuchung ermittelt wurde. In der ersten Gruppe werden nur diejenigen Personen zusammengefasst, die eine im Normbereich liegende Schwankungsbreite von weniger als 6 mm aufzuweisen hatten. Die zweite Gruppe besteht aus Personen, die diese Grenze überschritten. Bei 14,8 % der 324 Patienten, aus denen Gruppe 1 besteht, werden Normwerte diagnostiziert. Periphere Störungen sind mit 38,6 % ( $n = 125$ ) wieder am meisten zu dokumentieren. Die zweitstärkste Gruppe wird aus den Patienten mit zentralen Störungen gebildet. Die wenigsten Patienten (7 %;  $n = 22$ ) haben dagegen bei dieser Schwankungsbreite kombinierte Störungsmuster.



Anhand der zweiten Gruppe, die sich aus 20 Patienten zusammensetzt, erkennt man an der geringen Anzahl, dass die Lateralschwankungsbreite von 6 mm nur selten überschritten wird. In dieser Gruppe ergibt sich ein etwas anderes Bild. Bei Patienten mit normalem CCG zeichnet sich kein Unterschied zur ersten Gruppe ab. Die peripheren Störungen überwiegen zahlenmäßig auch in der zweiten Gruppe (30 %; n = 6). Im Kontrast zur ersten Gruppe sind weniger zentrale Störungen vorhanden, jedoch wesentlich mehr kombinierte Störungen festzustellen (20 %).

Auch in diesem Vergleich stellten sich keine großen Unterschiede zwischen Männern und Frauen heraus.



*Diagramm 23: Häufigkeit der Störungsmuster im CCG anhand der Lateralschwankungsbreite im Unterbergerschen Tretversuch*

### 3.8. NODEC IV-Kollektiv

Dieses Kapitel enthält eine kurze Übersicht über die Ergebnisse, die in der neurootologischen Datenbank NODEC IV gespeichert werden. Das Patientenkollektiv besteht aus 10335 Patienten und ist für die Beurteilung sowie zum Vergleich der Ergebnisse dieser Studie gedacht.

In der ersten Tabelle (Tabelle 4) werden zunächst das Durchschnittsalter, der Geschlechtsvergleich, die Häufigkeit der Schwindelsymptome sowie deren vegetative Begleiterscheinungen aufgeführt.

Die Daten werden zusätzlich in den verschiedenen Altersgruppen, die jeweils in Abschnitte von 25 Jahren aufgeteilt wurden, angegeben. Dabei wurden bei den Schwindelsymptomen die jeweiligen Hauptschwindelarten, die in dieser Dissertation besprochen wurden, hervorgehoben. Dies gilt auch für die drei wichtigsten vegetativen Symptome.

<b>TABELLE 4</b>	<b>GESAMTSTATISTIK</b>	<b>ALTERSVERGLEICH</b>			
	<b>n = 10.335</b>	<b>n = 1935</b>	<b>n = 4614</b>	<b>n = 3652</b>	<b>n = 134</b>
<b>Alter</b>	<b>42,56 ± 17,46</b>	<b>0-25</b>	<b>25-50</b>	<b>50-75</b>	<b>&gt; 75</b>
<b>Geschlecht</b>					
Männlich	<b>56,15</b>	58,22	58,62	52,26	42,27
Weiblich	<b>43,77</b>	41,73	41,38	47,65	52,99
<b>Schwindelsymptome</b>					
<b>Schwankschwindel</b>	<b>39,11</b>	<b>20,67</b>	<b>40,32</b>	<b>46,56</b>	<b>51,49</b>
Liftgefühl	5,29	2,73	6,25	5,51	2,24
<b>Drehgefühl</b>	<b>35,90</b>	<b>19,75</b>	<b>39,25</b>	<b>39,93</b>	<b>36,57</b>
Fallneigung	19,70	8,4	20,31	24,63	20,15
Black-out	19,75	14,4	20,84	21,3	13,43
<b>Unsicherheit</b>	<b>35,25</b>	<b>16,31</b>	<b>35,82</b>	<b>43,58</b>	<b>51,49</b>
<b>Vegetative Symptome</b>					
<b>Schweißausbrüche</b>	<b>11,89</b>	5,89	13,08	13,65	5,97
<b>Übelkeit</b>	<b>30,11</b>	14,5	34,49	32,82	21,64
Würgen	3,71	1,2	4,33	4,28	1,49
<b>Erbrechen</b>	<b>15,15</b>	6,38	16,62	17,65	14,93
Kollaps	5,82	3	5,51	7,65	5,97

*Tabelle 4: Vergleich des NODEC IV-Kollektivs bezüglich Geschlecht, Schwindelsymptome und vegetativer Begleiterscheinungen (prozentuale Angaben)*

Die nächste Tabelle enthält Daten über die Häufigkeitsverteilung spezieller Erkrankungen wie Herz-Kreislaufleiden oder der typischen Stoffwechselkrankheiten wie Diabetes mellitus. Hier wurden ebenfalls die in den Altersklassen am häufigsten auftretenden Erkrankungen durch die fettgedruckten Zahlen akzentuiert.

<b>TABELLE 5</b>	<b>GESAMTSTATISTIK</b>	<b>ALTERSVERGLEICH</b>			
		<b>n = 10.335</b>	<b>n = 1935</b>	<b>n = 4614</b>	<b>n = 3652</b>
<b>Alter</b>	<b>42,56 ± 17,46</b>	<b>0-25</b>	<b>25-50</b>	<b>50-75</b>	<b>&gt; 75</b>
<b>Herz- Kreislaufleiden</b>					
Hypertonus	<b>13,13</b>	3,81	10,97	20,28	<b>26,52</b>
Hypotonus	<b>24,92</b>	13,69	<b>30,44</b>	24,05	13,64
Herzinsuffizienz	<b>9,64</b>	1,16	5,47	18,46	<b>29,55</b>
<b>Stoffwechselleiden</b>					
Diabetes mellitus	<b>5,15</b>	0,17	2,83	10,29	<b>14,5</b>
Nierenleiden	<b>5,16</b>	2,16	0,13	<b>6,37</b>	4,58

*Tabelle 5: Häufigkeit von Erkrankungen im NODEC IV-Kollektiv (prozentuale Angaben)*

Außerdem ergeben die Daten, dass Patienten häufiger von einer zentralen Störung (30 %) betroffen sind als von peripheren (21 %), vestibulo-spinalen (18,9 %) und kombinierten (8,7 %) Störungen. Dabei sind Menschen ab einem Lebensalter von 50 Jahren bei allen Störungsmustern am stärksten vertreten.

### 3.9. Kasuistische Ergebnisse

#### 3.9.1. Fall 1: Patient mit Drehschwindel und peripherer Vestibularisstörung

**Herr W., 61 Jahre**

**Beschwerden:**

Seit Jahren klagt der Patient über ein beim Kopfdrehen und Aufstehen sowie bei der Blickwendung auftretendes Drehschwindelgefühl. Es treten dabei Schweißausbrüche und Übelkeit als vegetative Begleiterscheinungen auf. Auf beiden Ohren besteht eine Hörverminderung. Der Patient leidet an Hypertonus sowie Herzrhythmusstörungen und hatte einen Mitralklappenprolaps. Er wurde wegen unklarem Vertigo und Lärmschwerhörigkeit in die Neurootologie überwiesen.

**Befunde der neurootologischen Untersuchungen:**

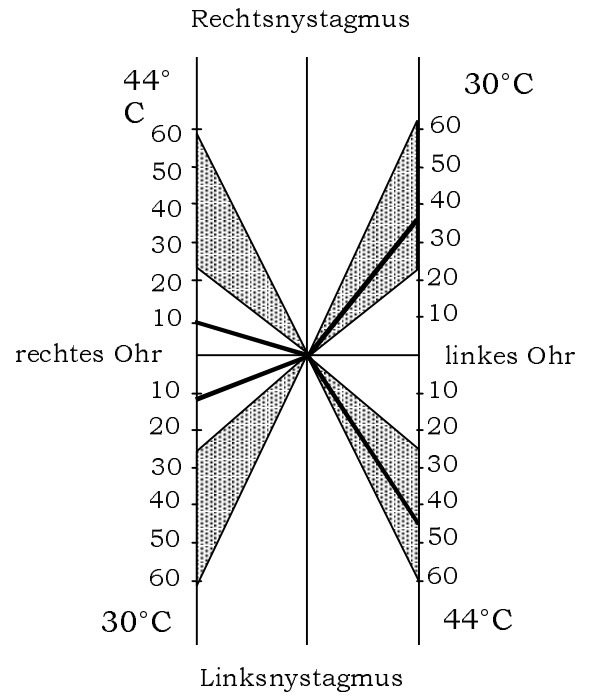
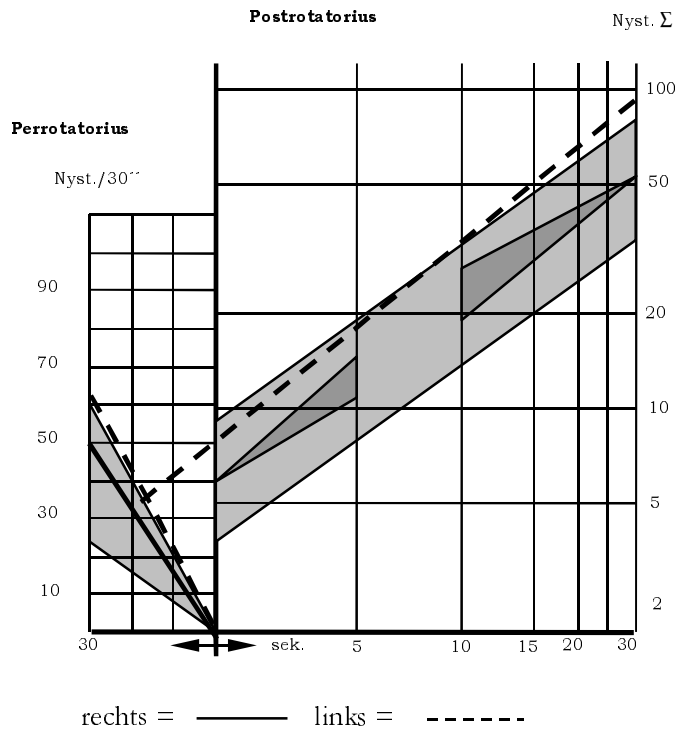
- Kein Spontannystagmus.
- Hemmung der rechtsseitigen kalorischen Reaktionen.
- Normale perrotatorische Erregbarkeit; Drehstuhluntersuchung musste wegen Übelkeit abgebrochen werden.
- Vestibuläres Recruitment im VRRSV rechts.
- Starke Rechtsabweichung im Tret-CCG mit normaler Lateralschwankungsbreite und erhöhtem Eigenspin.

**Diagnose:**

Periphere Gleichgewichtsfunktionsstörung rechts.

Hochtonschwerhörigkeit beidseitig ab ca. 3 kHz.

Fall 1, M.W., 61 Jahre, männlich



anterior

rechts



links

posterior

### 3.9.2. Fall 2: Patient mit Drehschwindel und zentraler Vestibularisstörung

**Frau S., 37 Jahre, Einzelhandelskauffrau, Größe 160 cm, Gewicht 63 kg**

**Beschwerden:**

Bei Frau S. tritt seit einem Jahr und verstärkt seit 4 Monaten ein Drehschwindel beim Umdrehen von links nach rechts auf. Er wird von Schweißausbrüchen, Übelkeit und einer Kollapsneigung begleitet. Der Anfall dauert meistens 20 Minuten, ist dabei sehr stark ausgeprägt und setzt sich danach an- und abschwellend fort. Der letzte Schwindelanfall war vor ca. 3 Wochen.

Die Patientin hat manchmal auf dem linken Ohr ein rauschendes Geräusch, jedoch keine Hörverminderung.

Frau S. gibt an, etwa 20 Zigaretten pro Tag zu rauchen. An Medikamenten nimmt sie zur Zeit nur Contraceptiva ein.

**Befunde der neurootologischen Untersuchungen:**

- Starker linksschlägiger Spontannystagmus.
- Beidseitig deutlich enthemmter kalorischer und perrotatorischer Nystagmus.
- Normale postrotatorische Reaktionen.
- Vestibuläres Recruitment im VRRSV des Rechts- und des Linksnystagmus.
- Enthemmter optokinetischer Nachnystagmus nach links (Spontannystagmus-Richtung).
- Linksabweichung im Tret-CCG mit normaler Lateralschwankungsbreite und angulärer Deviation.

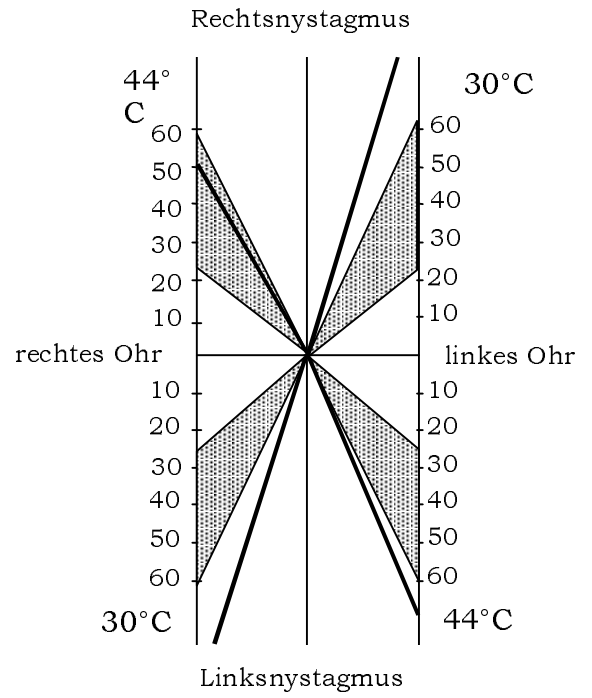
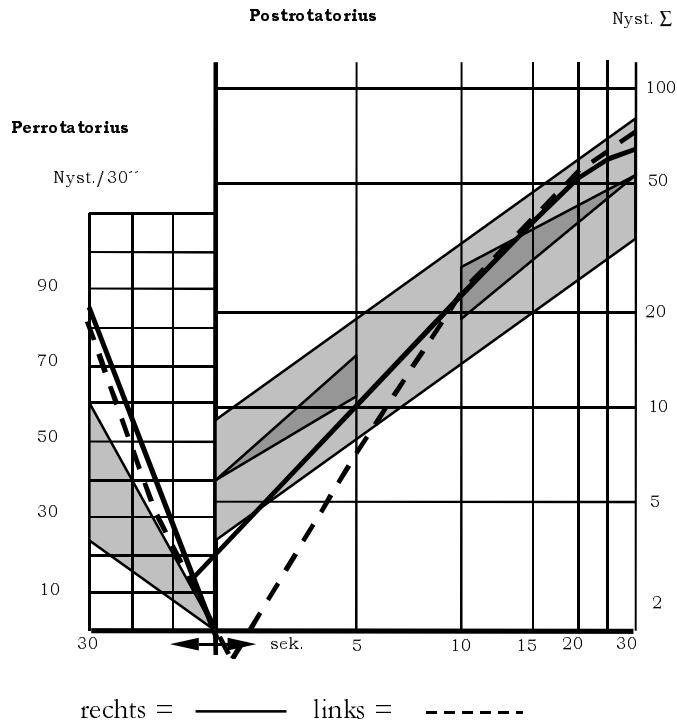
**Diagnose:**

Zentrale Störung der Gleichgewichtsfunktion.

Störung der zentralen Nystagmusgeneratorfunktion.

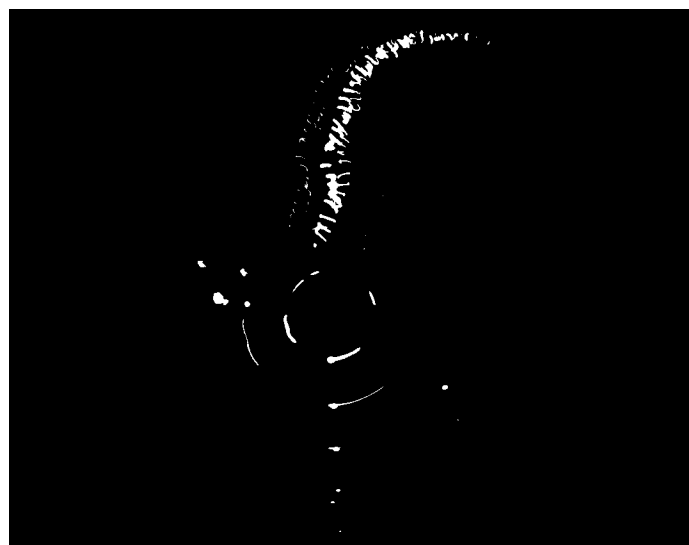
Zentrales Hemmungsdefizit.

Fall 2: J.S., 37 Jahre, weiblich



anterior

rechts



links

posterior

### 3.9.3. Fall 3: Patientin mit Schwankschwindel und peripherer Vestibularisstörung

**Frau H., 62 Jahre, Hausfrau, Größe 151 cm, Gewicht: 54 kg**

**Beschwerden:**

Seit 10 Jahren bestehen bei dieser Patientin Vertigosymptome in Form von Schwankschwindel. Die Anfälle dauern immer ein bis zwei Sekunden und treten vor allem beim Bücken, Heben und langen Stehen auf. Sie leidet zudem unter Migräne mit Übelkeit.

Sie gibt an, eine Nah- und Fernbrille zu tragen und manchmal Doppelbilder zu sehen, die nach einer früheren Hirnweginfektion im März 2001 aufkamen.

Die Patientin hat auf dem linken Ohr eine Hörverminderung sowie Ohrgeräusche seit 20 Jahren. Sie leidet unter Depressionen und nimmt Johanniskraut als Sedativum. Außerdem wird sie mit Marcumar therapiert.

**Befunde der neurootologischen Untersuchungen:**

- Es besteht ein leichter rechtsschlägiger Spontannystagmus.
- Mittels der kalorischen Reaktion wird eine Nystagmushemmung auf der linken Seite bei 44° C warmem und 30° C kaltem Wasser festgestellt.
- Die rotatorischen Reaktionen bewegen sich im Normbereich.
- Vestibuläres Parallelverhalten beim VRRSV des Rechtsnystagmus und Decruitmentverhalten auf der linken Seite.
- Normale optokinetische Augenbewegungsfunktion.
- Linksabweichung im Tret-CCG bei normaler Lateralschwankungsbreite und erhöhtem Eigenspin.

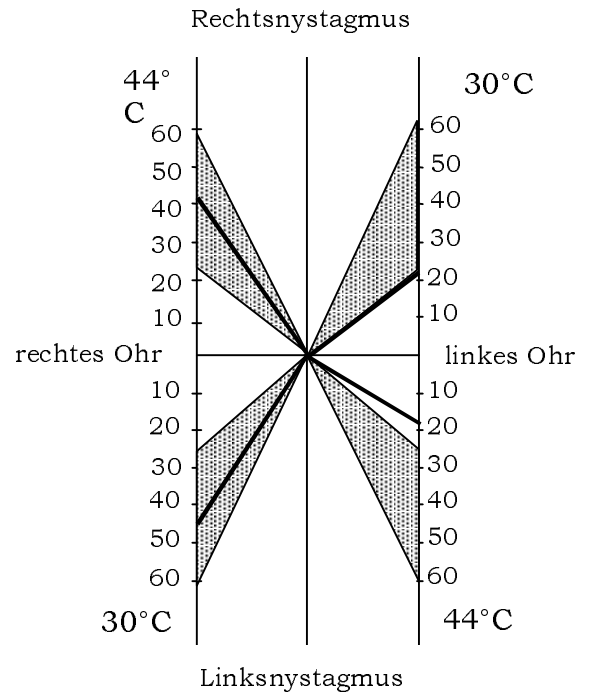
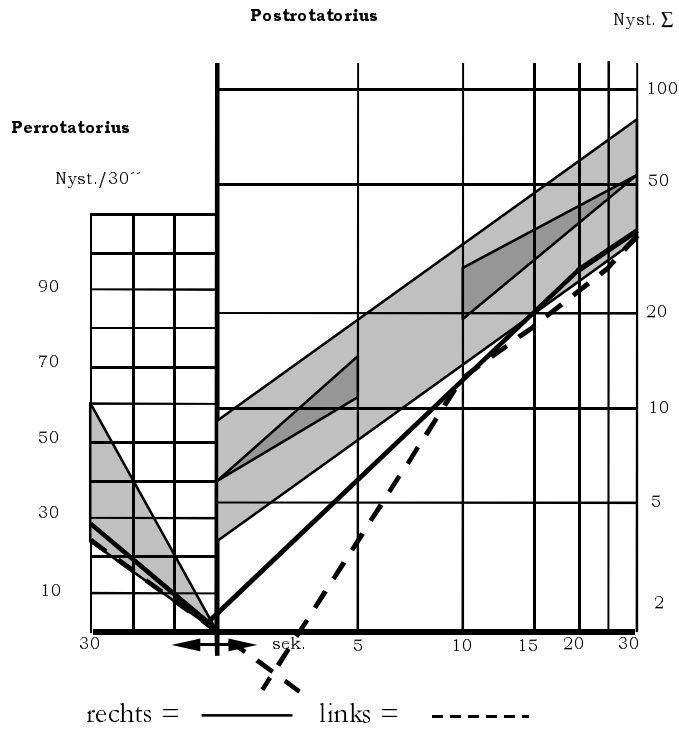
**Diagnose:**

Periphere Gleichgewichtsstörung auf der linken Seite.

Starke Schwerhörigkeit auf dem linken Ohr.



Fall 3: M.H., 62 Jahre, weiblich



anterior

rechts



links

posterior

### 3.9.4. Fall 4: Patient mit Schwankschwindel und zentraler Vestibularisstörung

**Herr F., 34 Jahre, Vertreter, Größe: 185 cm, Gewicht: 83 kg**

**Beschwerden:**

Herr F. gibt bei der Anamnese an, einen Verkehrsunfall im Jahre 1994 mit einem Schädeltrauma, einer Nasenbeintrümmerfraktur, Nasenseptumfraktur und einer Jochbogenfraktur erlitten zu haben. Seit diesem Unfall klagt er über ständige Schwindelanfälle, die bei Anstrengung pro Anfall ein bis zwei Sekunden dauern. Der letzte Schwindelanfall liegt ungefähr eine Woche zurück. Eine behinderte Nasenatmung sowie Ohrgeräusche auf beiden Seiten traten ebenfalls erst nach dem besagten Unfall auf.

Der Patient raucht täglich über 20 Zigaretten. An Medikamenten muss er Jodthyrox einnehmen.

**Befunde der neurootologischen Untersuchungen:**

- Die kalorischen Reaktionen sowie der Perrotatorius I sind bilateral deutlich enthemmt, sodass für beide Seiten ein vestibuläres Parallelverhalten beim VRRSV vorliegt.
- Enthemmter OKAN nach rechts.
- Noch im Normbereich liegende Linksabweichung und Lateralschwankungsbreite im Tret-CCG.
- Nebenbefunde:
  - Obstruktive Nasenatmungsbehinderung rechts.
  - Beidseitige partielle Hemmung der Geschmacksfunktionen bei normalem Elektrogustogramm.

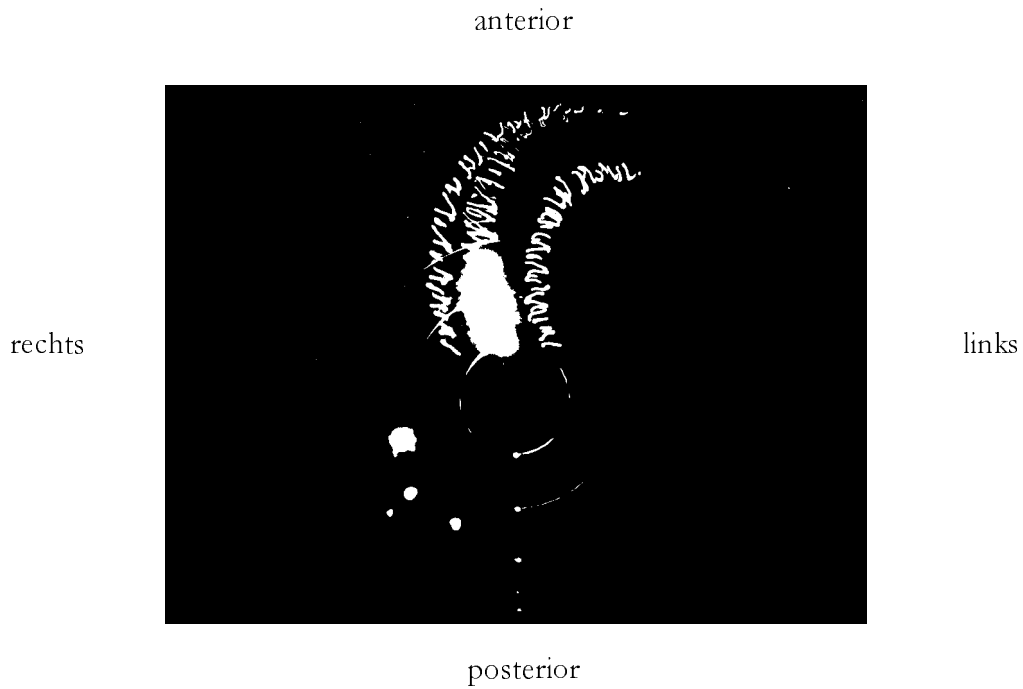
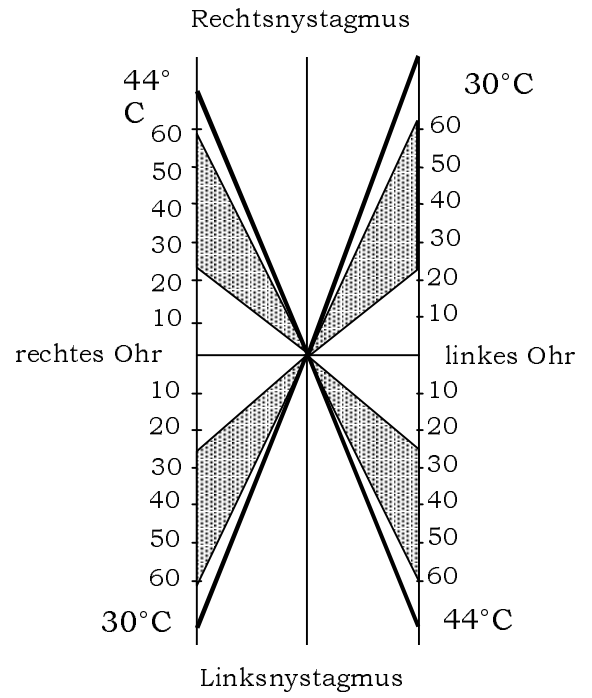
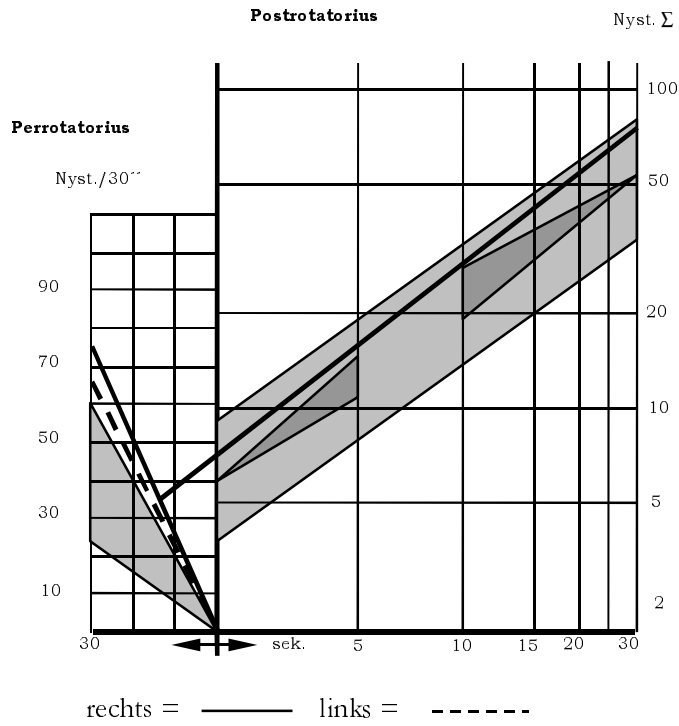
**Diagnose:**

Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung.

Diffuse Hirnstammstörung.

Hypogeusie für Geschmacksqualität „bitter“ beidseitig.

Fall 4: R.F., 34 Jahre, männlich



### 3.9.5. Fall 5: Patient mit Unsicherheitsgefühl und peripherer Vestibularisstörung

**Herr R., 38 Jahre, Arbeiter (früher Kraftfahrer), Größe: 170 cm, Gewicht: 76 kg**

**Beschwerden:**

Der Patient hat seit 4 Wochen bei schnellen Bewegungen in der Dunkelheit, beim Kopfdrehen oder Aufstehen, ein Benommenheits- oder Unsicherheitsgefühl. Die Anfälle dauern jeweils nur ein paar Sekunden, wobei der letzte Anfall vor zwei Tagen stattfand.

Nach einem Hörsturz und einer labyrinthären Störung auf dem linken Ohr beeinträchtigt ihn dort eine sehr starke Hörverminderung mit leichten Ohrgeräuschen.

Er trägt eine Nah- und Fernbrille.

Der Zigarettenkonsum beschränkt sich in den letzten vier Woche auf 4 -5 Zigaretten pro Tag. Davor rauchte Herr R. eine Schachtel täglich.

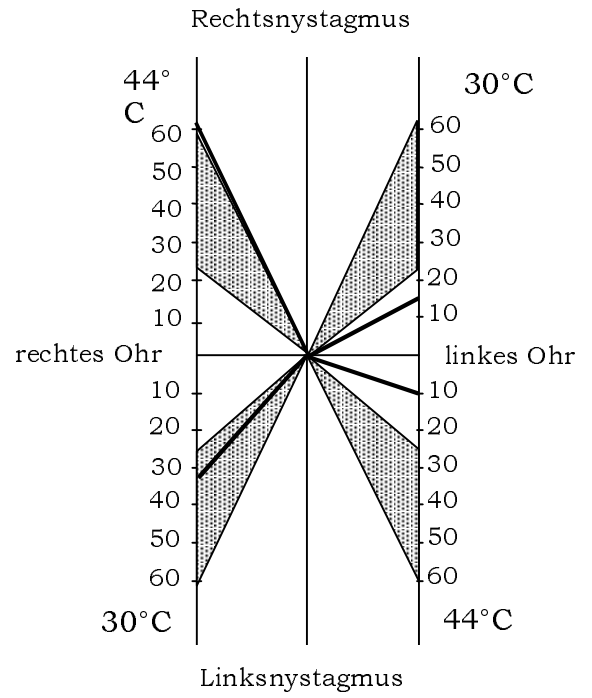
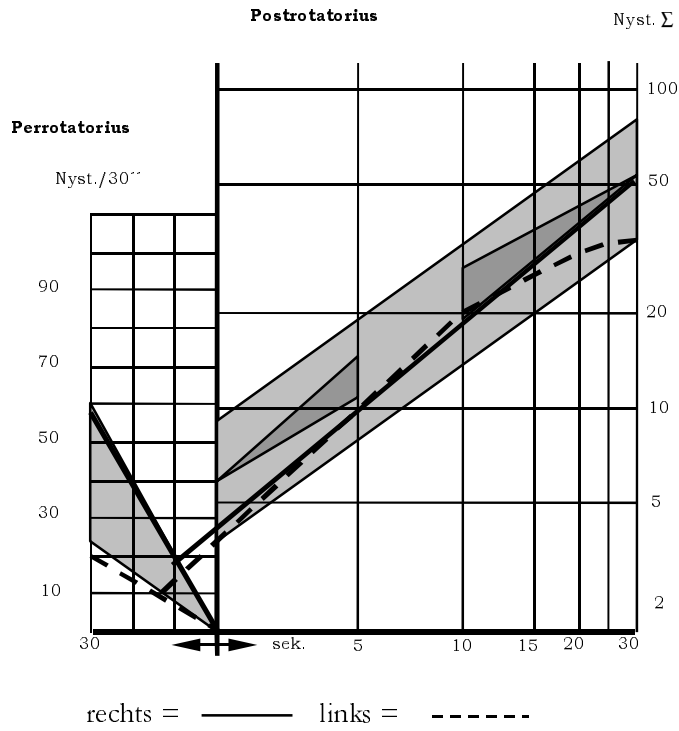
**Befunde der neurootologischen Untersuchungen:**

- Kein Spontannystagmus.
- Es besteht eine Hemmung der linksseitigen kalorischen Reaktionen sowie ein gehemmter Perrotatorius I bei Linksdrehung und damit ein vestibuläres Parallelverhalten beim VRRSV.
- Auf der rechten Seite ist die kalorische Reaktion bei Spülung mit 44° C warmem Wasser leicht enthemmt, der Perrotatorius I bewegt sich jedoch im Normbereich, sodass beim VRRSV ein Decruitmentverhalten nachgewiesen wurde.
- Enthemmter optokinetischer Afternystagmus nach rechts.
- Die vestibulo-spinale Gleichgewichtsregulation ist normal, da das Tret-CCG unauffällig ist.

**Diagnose:**

Periphere Gleichgewichtsfunktionsstörung links.

Fall 5: A.R., 38 Jahre, männlich



anterior

rechts



links

posterior

### 3.9.6. Fall 6: Patient mit Unsicherheitsgefühl und zentraler Vestibularisstörung

**Frau A., 69 Jahre, Rentnerin, Größe: 153 cm, Gewicht: 76 kg**

#### **Beschwerden:**

Frau A. hat ständig ein unbestimmtes Schwindelgefühl, das langdauernd gleichmäßig anhält. In den Patientenakten ist nicht angegeben, durch welche Faktoren der Schwindelanfall ausgelöst wird und wie lange er dann dauert. Vegetative Begleiterscheinungen gibt sie allerdings nicht an.

Die Patientin trägt eine Verlaufsbrille. Sie glaubt, dass sie durch den Schwindel an Sehschärfe eingebüßt hätte. Manchmal denkt sie, auf beiden Ohren ein undefinierbares Geräusch wahrzunehmen. Eine Hörverminderung bestehe aber nicht.

Während der Anamnese wird deutlich, dass sie auf der rechten Seite bereits einen Schlaganfall hatte. Sie leidet unter Bluthochdruck und Herzrhythmusstörungen, sodass ihr ein Herzschrittmacher verabreicht wurde. Aus diesem Grunde wird sie mit Marcumar und Vestiltherapiert.

#### **Befunde der neurootologischen Untersuchungen:**

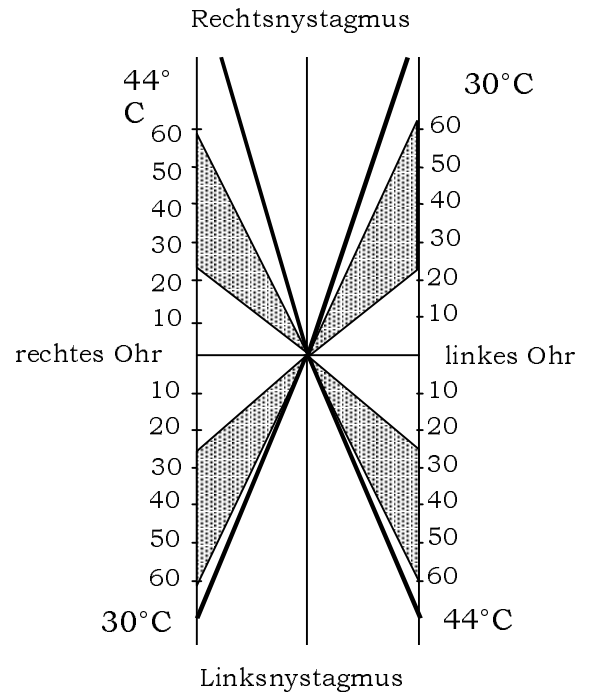
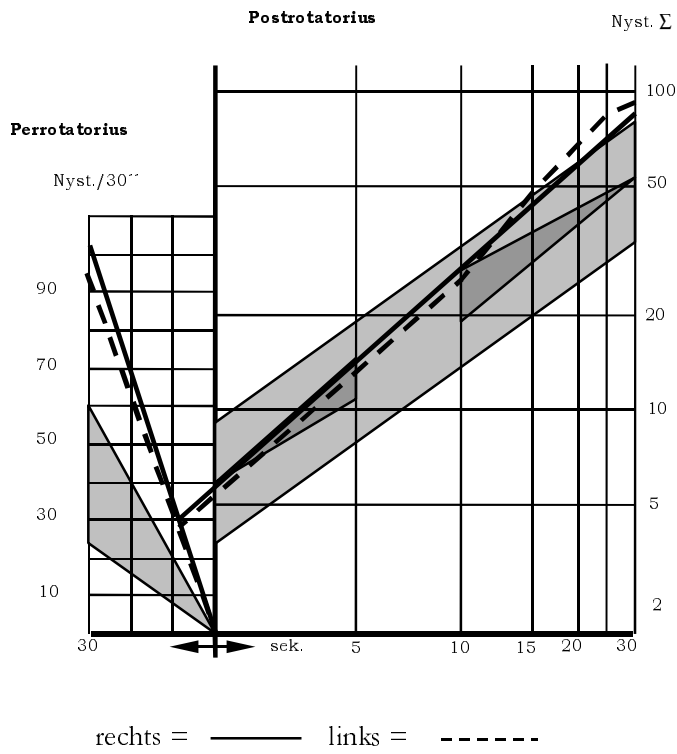
- Kein gerichteter Spontannystagmus.
- Sowohl bei den kalorischen als auch bei den rotatorischen Untersuchungen wurde ein stark enthemmter Nystagmus festgestellt. Der VRRSV zeigt beidseitig ein vestibuläres Parallelverhalten.
- Der optokinetische Afternystagmus ist jeweils in Drehrichtung enthemmt.
- Das Tret-CCG ist unauffällig, die vestibulo-spinale Gleichgewichtsregulation bewegt sich demnach im Normbereich.

#### **Diagnose:**

Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung.

Allgemeines zentrales Enthemmungsverhalten.

Fall 6: H.A., 69 Jahre, weiblich



anterior

rechts



links

posterior





## 4. Diskussion

### 4.1. Anatomie und Physiologie des Gleichgewichtsorgans

Die Informationen des Vestibularapparates dienen dem Körper als Informationsquelle über die Stellung des Kopfes im Raum (räumliche Orientierung) und über das Einwirken linearer sowie angulärer Beschleunigungskräfte. Zudem werden zur Blickfeldstabilisierung während einer vestibulären Stimulation Augenbewegungen koordiniert und die Bewegungsabläufe durch Einflüsse auf die Skelettmuskulatur aufeinander abgestimmt. Es wird somit ein Reflextonus aufrechterhalten, der insbesondere bei gestörter Gleichgewichtslage dafür sorgt, dass der Körper wieder in die normale Ausgangsposition zurückkehrt.

Zur Erhaltung des Gleichgewichts, die mit der Orientierung im Raum auf das Engste verbunden ist, liefern mehrere Sinnesorgane wie Auge, Ohr, Propriozeptoren der Muskulatur und der Gelenke sowie Tast-, Schmerz- und Temperaturrezeptoren der Haut ständig Informationen über die Position des Körpers und seiner Teile in Bezug auf die Umwelt. Diese Impulse gelangen über verschiedene Bahnen an höhergelegene, übergeordnete Zentren, die die Informationen bündeln und koordinieren. Um den schwierigen Sachverhalt der Mechanismen der Gleichgewichtsregulation sowie der statischen und dynamischen Orientierung im Raum zu klären, müssen zunächst der anatomische Aufbau und die physiologischen Verhältnisse des dafür verantwortlichen Sinnesorgans näher beschrieben werden.

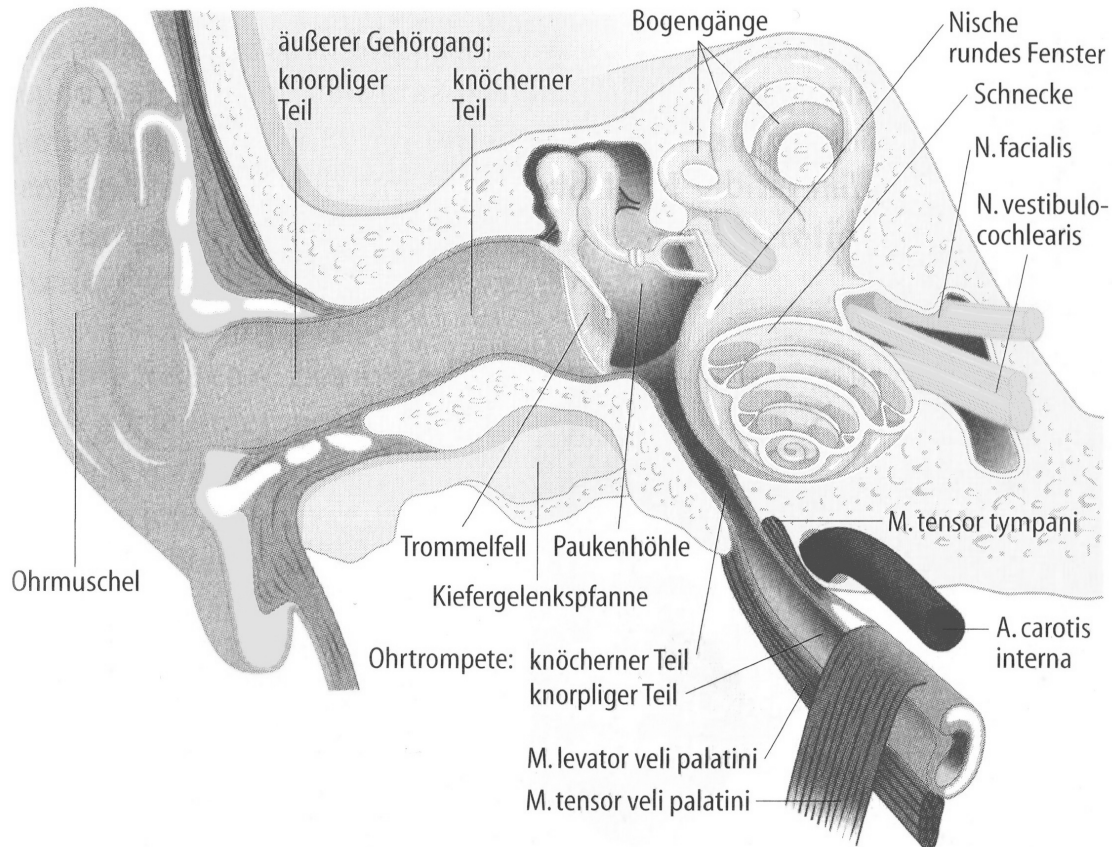


Abb.4: Übersicht über äußeres Ohr (orange), Mittelohr (rot) und Innenohr (Labyrinth, blau) [3]

Das Vestibularissystem weist einen zentralen und peripheren Anteil auf. Das periphere Vestibularorgan ist ein Teil des in der Felsenbeinpyramide liegenden Innenohrs, das aus einem knöchernen und membranösen Labyrinth besteht. Aufgrund der ausgedehnten anatomischen Nachbarschaftsbeziehungen zur Paukenhöhle, zur hinteren Schädelgrube durch den Meatus acusticus internus und zur mittleren Schädelgrube ergeben sich zahlreiche typische Krankheitsbilder. Das Labyrinth beherbergt zwei zwar morphologisch und funktionell unterschiedliche Rezeptorsysteme, den Otholithen- und den Bogengangapparat, jedoch ist beiden gemeinsam, dass Beschleunigungen jeglicher Art den adäquaten Reiz darstellen. Beide sind im häutigen Labyrinth des Innenohrs lokalisiert, das eine mit Endolymphe gefüllte, geschlossene Hohlraumformation darstellt, die die drei Bogengänge, Utrikulus, Sakkulus und Ductus cochlearis einschließt. Diese werden vom perilymphatischen Raum umschlossen, dessen äußere Wand dem knöchernen Labyrinth entspricht. Die in beiden Räumen enthaltenen Flüssigkeiten sind durch eine unterschiedliche Ionenkonzentration gekennzeichnet. Während die Perilymphe kaliumarm und natriumreich ist und sich aus einer

Mischung von Blutfiltrat und Liquor cerebrospinalis zusammensetzt, besteht die in der Stria vascularis produzierte Endolymphe aus einer hohen Konzentration an Kalium-Ionen und nur wenigen Natrium-Ionen.

Die Otolithenorgane - Macula sacculi und Macula utriculi - liegen an der Wand des knöchernen Labyrinths und sind von Endolymphflüssigkeit umgeben. Sie sind nahezu senkrecht zueinander ausgerichtet. Das Epithel der Sinnesorgane enthält Stützzellen und Sinneszellen mit einem exzentrisch positionierten Kinozilium und mehreren Stereozilien, die in eine gallertartige Membran eintauchen, welche mit relativ schweren prismatischen Calciumcarbonat-Kristallen in Form von Calcit (Statolithen) angereichert ist. Die Maculaorgane reagieren nur auf Translationsbeschleunigungen (Linearbeschleunigungen) und die Erdbeschleunigung (Gravitation). Der Sakkulus dient in erster Linie der Wahrnehmung vertikaler, der Utrikulus der Wahrnehmung horizontaler Beschleunigungsreize. In Folge der 2,2fach höheren spezifischen Dichte der Otolithenmembran gegenüber der Endolymphe kommt es bei wechselnden Kopfbewegungen infolge ihrer Trägheit und bei sich ändernden Ruhestellungen des Kopfes im Raum infolge der Richtungsänderung der Erdanziehung zu Relativbewegungen zwischen Otolithenmembran und Sinnesepithel der Maculaorgane. Dadurch entsteht ein natürlicher Reiz für die Rezeptoren in Form von Abscherung bzw. Biegung der Zilien. Werden die Stereovilli in Richtung Kinozilium ausgelenkt, erfolgt eine Steigerung der Nervenaktionspotentiale. Umgekehrt bewirkt eine Bewegung der Stereovilli entgegen der Position des Kinoziliums eine Hyperpolarisation und damit eine Abnahme der Nervenaktionspotentiale. Diese afferenten Signale werden im zentralen vestibulären System verarbeitet. Das Zentralnervensystem ist so über die Stellung des Kopfes und besonders der Augen im Raum informiert und kann dementsprechend auch bei Bedarf beispielsweise durch eine Blickfeldstabilisierung regulierend eingreifen.

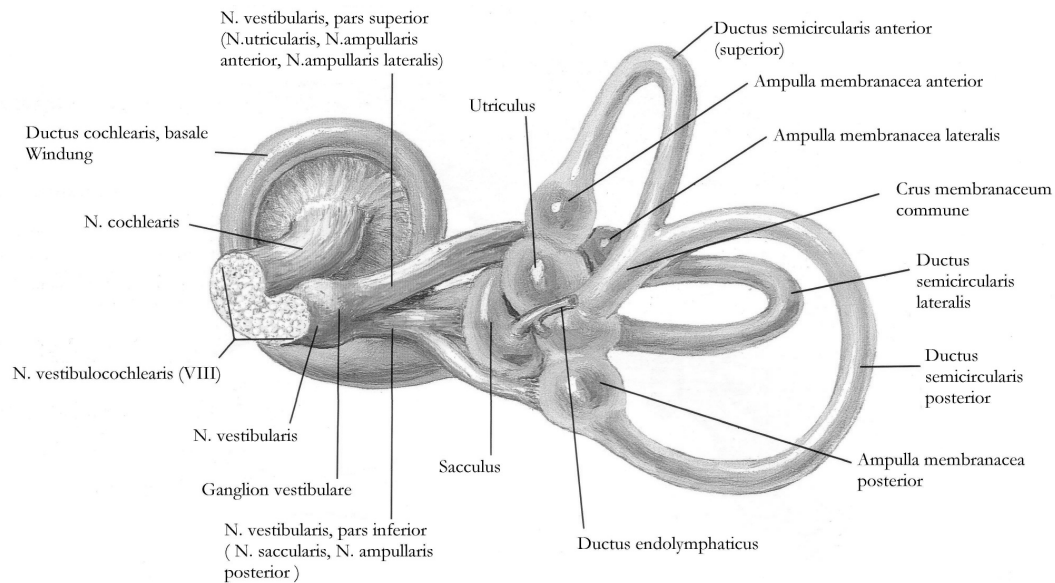


Abb.5: Rechtes häutiges Labyrinth mit Nerven: Ansicht von dorsal-medial [17]

Der Bogengangapparat besteht aus drei senkrecht aufeinanderstehenden und annähernd in den drei Hauptrichtungen des Raumes angeordneten Bogengängen. Der hintere Bogengang liegt etwa in der Achse der Felsenbeinpyramide, der vordere steht nahezu senkrecht dazu, so dass der vordere und hintere Bogengang der rechten und linken Seite parallel zueinander stehen. Vorderer und hinterer Bogengang münden über ein gemeinsames Crus commune in den Utrikulus. Senkrecht zu den beiden Bogengängen um zirka 30-45° nach hinten geneigt liegt der laterale Bogengang. Jeder Bogengang hat kurz vor der Einmündung in den Utrikulus je eine Erweiterung, die so genannte Ampulla membranacea, in der auf einer kammerartigen Erhebung, Crista ampullaris, das Sinnesepithel mit den Rezeptoren lokalisiert ist. Jede dieser sekundären Sinnesepithelzellen, umgeben von Stützzellen, besteht aus etwa 50-80 Stereozilien und einem Kinozilium. Diese Zilien ragen in eine gelatinöse Glykoproteinschicht hinein, die Kupula, die die Crista ampullaris bedeckt. Der adäquate Reiz zur Erregung der Haarzellen der Bogengänge stellen Winkel- oder Drehbeschleunigungen dar, da die gelatinöse Kupula die gleiche spezifische Dichte wie die Endolymphe aufweist. Bei Drehbewegung des Kopfes dreht sich der Bogengang zwangsläufig mit. Die darin enthaltene Endolymphe kann infolge ihrer Trägheit dieser Bewegung nicht gleich folgen, d.h. es kommt kurzzeitig zu einer Strömung im Bogengang, die die Kupula entgegen der Drehrichtung auslenkt, wodurch es zur Abscherung der Sinneszellen kommt. Nach dieser reizbedingten Ablenkung schwingt die Kupula aufgrund ihrer anatomischen Beschaffenheit in

die Ruhelage zurück. Bei einer utrikulopetalen Auslenkung der Kupula, also in Richtung des Utrikulus, wird eine Erhöhung der Aktivität des afferenten Nervs ausgelöst. Diese sinkt dagegen bei utrikulofugaler Auslenkung, d.h. vom Utrikulus weg.

Wie in der Cochlea sind die Haarzellen der Maculaorgane als auch die der Bogengangorgane sekundäre Sinneszellen, die von den peripheren Dendriten des Ganglion vestibulare afferent innerviert werden. Eine efferente Innervation an den Haarzellen bzw. an afferenten Nervenfasern bewirkt eine zentral gesteuerte Beeinflussung der Empfindlichkeit der Rezeptoren. Durch Vereinigung der Nervenfasern des Ganglion vestibulare und des Ganglion spirale cochleae im Meatus acusticus internus wird der Nervus vestibulocochlearis gebildet.

Der zentrale Teil des Gleichgewichtssystems ist sehr komplex aufgebaut und wird hier deshalb nur vereinfacht dargestellt. Das vestibuläre System arbeitet überwiegend reflektorisch und hat nur spärliche Verbindungen zum Kortex. Der Nervus vestibularis leitet die im Gleichgewichtsorgan entstehenden Informationen zu den vier Vestibulariskernen, die im Übergangsbereich zwischen Pons und Medulla oblongata lokalisiert sind. Zu einem kleineren Teil erreichen die Axone ohne Unterbrechung die Formatio reticularis des Hirnstamms und das Kleinhirn. Die Vestibulariskerne werden aber nicht nur spezifisch durch die Erregung in den Vestibularorganen aktiviert, sondern nehmen zudem Bewegungsinformationen aus dem visuellen, propriozeptiven oder anderen Sinnessystemen auf. Sie stellen somit eine Summationsstelle auch für nicht labyrinthäre Bewegungssignale dar. Dazu gehören die neuronalen Impulse der Rezeptoren der Halsmuskulatur und der Gelenkrezeptoren der Halswirbelsäule. Die bewusste Raumorientierung wird über die thalamoretikulären Strukturen zu Thalamus und Kortex gesteuert. Verbindungen zu den  $\gamma$ -Motoneuronen der Skelettmuskulatur über den Tractus vestibulospinalis dienen der reflektorischen Stand- und Gangregulation. Die ebenfalls reflektorische Steuerung kompensatorischer Augenbewegungen bei bewegtem Kopf wird durch Fasern über das mediale Längsbündel zu den Augenmuskelkernen reguliert. Letztlich sind das linke und rechte Vestibulariskerngebiet durch Kommissurfasern eng miteinander verbunden, wodurch die gute Kompensation eines einseitigen Labyrinthausfalls erklärt werden kann.

Unter physiologischen Verhältnissen erreichen die Vestibularissignale nicht die Bewusstseinssphäre. Erst eine akut auftretende Vestibularistonusdifferenz führt beim Menschen einerseits zu bestimmten Muskelreaktionen wie dem Nystagmus oder einer Abweichung

des Körpers und der Extremitäten, aber andererseits meist auch zu einer subjektiven Empfindung - dem Schwindel.

Durch die Kombination der drei Systeme, dem visuellen, propriozeptiven und labyrinthären System, die fortwährend im Unterbewusstsein durch das zentrale Nervensystem koordiniert werden, wird die aufrechte Haltung des Menschen ermöglicht. Eine Störung in einem der drei Systeme oder im koordinierenden zentralen Nervensystem kann Gleichgewichtsprobleme auslösen, die erstaunlicherweise trotz dieser Komplexität im Aufbau des Vestibularissystems und angesichts der relativ instabilen aufrechten Position verhältnismäßig selten auftreten.

#### **4.2. Ergebnisdiskussion**

Anhand dieser Arbeit sollte untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen der in der individuellen Anamnese festgestellten Schwindelqualität und der durch die verschiedenen Untersuchungen herausgefundenen Lokalisation der Gleichgewichtsstörung im peripheren oder zentralen Nervensystem aufgebaut werden kann. Dazu wurden die Untersuchungsergebnisse von 360 ausgesuchten Patienten der Abteilung für Neurootologie an der Hals-Nasen-Ohrenklinik in Würzburg analysiert. Durch die Einteilung der gesammelten Patientendaten in verschiedene Kollektive und durch den Vergleich dieser Kollektive untereinander wurde versucht, mögliche Zusammenhänge zwischen der durch den Patienten beschriebenen Schwindelqualität und dem Alter, Geschlecht und Symptomen sowie vor allem der Lokalisation der Störung durch die verschiedenen Testverfahren zu ermitteln.

Dabei ist anzumerken, dass sowohl in der nationalen als auch internationalen Literatur derzeit keine vergleichbaren Studien zu diesem Thema erfolgten, sodass es sich äußerst schwierig gestaltete, Schlussfolgerungen zwischen den Ergebnissen dieser Dissertation und den Nachforschungen sowie Erkenntnissen anerkannter Autoren zu ziehen.

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse, die in den einzelnen Kollektiven erzielt wurden, beschrieben und mit den Befunden anderer Dissertationen zu unterschiedlichen Themen verglichen.

#### 4.2.1. Aspekt Gesamtkollektiv

Zunächst wurden alle in die Dissertation aufgenommenen Patienten nach Geschlecht, Alter, Grunderkrankungen und dem Verhalten beim VRRSV untersucht. Das Gesamtkollektiv bestand aus 360 Personen, wobei von jeder Schwindelqualität, sprich Schwanke- und Drehschwindel sowie Unsicherheitsgefühl, die gleiche Anzahl an Patienten aufgenommen wurde. Insgesamt waren 44 % der Patienten weiblichen und 56 % männlichen Geschlechts. Bei den Grunderkrankungen überwogen hauptsächlich die Gefäßerkrankungen Hyper- und Hypotonus, gefolgt von den neurologischen Erkrankungen. Im vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich wurde sowohl bei Links- als auch bei Rechtsdrehung in den meisten Fällen (ca. 49 % der Patienten) ein Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion festgestellt, wobei sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Reizantworten bei unterschiedlicher Drehrichtung ergaben.

#### 4.2.2. Aspekt Altersvergleich

In den Altersgruppen waren in dieser Statistik hauptsächlich die 31-60-Jährigen am häufigsten vertreten, das mittlere Alter betrug 48,4 Jahre. Bei den Auswertungen zu Hörminderung, Tinnitus sowie internistische Grunderkrankungen wurden erwartungsgemäß bei den höheren Altersschichten die höchsten Patientenzahlen gemessen. Diese hatten auch häufiger Schwindelsymptome, vegetative Begleiterscheinungen, längere Beschwerde- und Anfallsdauern. Ein Charakteristikum, das vor allem auf vestibuläre Dysfunktionen im Alter zurückzuführen ist, da das vestibuläre System wie alle anderen Organe des Körpers degenerativen Veränderungen unterliegt. Dies zeigte sich auch in den kalorimetrischen Befunden der Altersgruppen. Danach ergaben diese für die Lokalisation der Erkrankung bei jüngeren Patienten, dass in 50 % der Fälle eine periphere Gleichgewichtsstörung vorlag und zirka 24 % der 10-30-Jährigen normale kalorimetrische Werte aufwies. Mit zunehmendem Alter wurden jedoch dann auch öfters zentrale Läsionen als Grund für Vestibularisfehlfunktionen diagnostiziert.

#### 4.2.3. Aspekt Geschlechtsvergleich

Im Gegensatz zu anderen Studien zeigten sich in diesem Teil der Untersuchung oftmals andere statistische Ergebnisse. Demnach stellte sich hier heraus, dass Männer allgemein um das 1,2fache häufiger von Schwindelsymptomen betroffen waren als Frauen. Das gleiche Bild zeigte sich ebenfalls bei den vegetativen Begleiterscheinungen, die bei Männern etwas zahlreicher mit Schwindel verbunden waren als bei Frauen. Jedoch stehen diese Ergebnisse zu den Befunden, die Levin [14] und Stolz [30] machten, im Widerspruch; sowohl den Schwindelsymptomen als auch den vegetativen Begleiterscheinungen waren vermehrt Frauen als Männer ausgesetzt, wobei in anderen Untersuchungen dieser Befund sogar noch eindeutiger bekräftigt wurde. Einen Grund für diese Abweichung konnte nicht eindeutig gefunden werden. Jedoch herrschte Übereinstimmung in der Tatsache, dass die vorherrschenden Begleiterscheinungen bei Schwindelanfällen Übelkeit, Erbrechen und Schweißausbrüche sind, die auch in dieser Reihenfolge mit abfallender Tendenz auftreten. In diesem Zusammenhang kam die Datenbank NODEC IV auf nahezu dieselben Prozentzahlen. Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigten sich im Vergleich der Reiz-Reaktions-Stärke zwischen dem kalorischen und dem perrotatorischen Test hinsichtlich der Neigung des Verhaltens bei beiden Untersuchungen. Bei den weiblichen Patienten wurde ein Parallelverhalten in 60 % der Fälle festgestellt, während man bei männlichen Personen lediglich bei 46 % ein derartiges Resultat notierte.

Bei den Analysen zu Hörminderung und Tinnitus sowie zu den Grunderkrankungen, den Werten der kalorischen Nystagmusprüfung und den Ergebnissen der Cranio-Corpo-Graphie ergaben sich keine erwähnenswerten Unterschiede in der Anzahl der Patienten weiblichen und männlichen Geschlechts.

#### 4.2.4. Aspekt Vergleich der Schwindelsymptome

Es ist allgemein bewiesen, dass Schwindelsymptome meistens mit vegetativen Beschwerden in Erscheinung treten, was durch statistische Auswertungen immer wieder bestätigt werden konnte. Symptome wie Tinnitus, Hörverlust und Schwindel bilden nach Meier [16], der sich hiermit auf Shulman [25-27] beruft, einen Symptomkomplex, der durch die enge physiologische und anatomische Vernetzung von vestibulärem und cochleärem System hervorgerufen wird. Es herrschen dann vor allem Übelkeit, Erbrechen und Schweißausbruch vor,



wobei beim Drehschwindel diese Erscheinungen mit erheblichem Abstand zu anderen Schwindelarten am zahlreichsten zu Tage treten. 57,5 % der Patienten, die unter Drehschwindel leiden, gaben diese Begleitmerkmale an. Würgen und Kollapsneigung kamen bei den untersuchten Schwindelarten am wenigsten vor.

Stolz [30] fand zudem heraus, dass bei Schwindelanfällen 60 % der hypotonischen, dagegen nur 51 % der hypertonen Patienten unter vegetativen Beschwerden litten. Dies sei unter Umständen auf eine Minderdurchblutung des Gleichgewichtsorgans bei Hypotonie zurückzuführen. Meier [16] berichtet in seiner Dissertation von dem Zusammenhang eines hohen Blutdrucks mit Ohrgeräuschen und beruft sich dabei wieder auf Shulman [25-27], der Tinnitus häufig als ein erstes sehr frühes Symptom einer kardiovaskulären Erkrankung oder eines sekundären Endolymphhydrops im Gefolge einer essentiellen Hypertonie ansieht. Deshalb sollte man besonders in der Geriatrie, aber auch bei jüngeren Patienten bei auftretendem Tinnitus immer an das Vorhandensein einer eventuell ursächlichen essentiellen Hypertonie denken und diese dann dementsprechend zuerst therapieren. Die Stabilisierung und Einstellung eines Hypertonus führe nicht nur zu einer Verminderung der Tinnitusintensität, sondern würde auch zum Erhalt der Hörfähigkeit und zu einer Reduktion des Risikos der Entstehung zerebro- und kardiovaskulärer Folgeerkrankungen beitragen, so Shulman.

Interessant war auch die Frage, wo bei den drei Hauptschwindelsymptomen am ehesten die Ursache der Gleichgewichtsstörung zu suchen war. Dabei wurde festgestellt, dass Drehschwindel nicht unbedingt immer mit einer peripheren Fehlregulation einhergehen muss. Bei ca. 26 % der Patienten wurde eine zentrale Läsion als Ursache des Schwindels ausgemacht, 40 % hatten aber dennoch eine periphere Störung. Schwankschwindel wird allgemein mit einer Beeinträchtigung im zentralen Nervensystem in Zusammenhang gebracht. In dieser Studie wurde aber herausgefunden, dass dieser in 40 % der Fällen aufgrund einer Gleichgewichtsdysregulation in der Peripherie des Körpers ausgelöst wird, dagegen bei nur 24 % der Patienten durch einen gestörten Regulationsmechanismus im zentralen Nervensystem. Bestätigung findet sich hierzu in der Dissertation von Stolz [30], die ihre Erkenntnisse wiederum durch Ergebnisse aus der Literatur unterstreicht, die teilweise ihre Aussagen bekräftigen. Beim Symptom Unsicherheit reagierten die Patienten bei Stimulation des Gleichgewichtssystems uneinheitlich. Somit war eine genaue Zuordnung zu den Gleichgewichtsstörungen weniger gut auszumachen. Jeweils knapp ein Drittel der Betroffenen rea-

gierten gemäß einer peripheren oder zentralen Störung, allerdings war der Anteil der im Normbereich liegenden Patienten mit 19 % hier am höchsten.

Die Untersuchung, wie sich die Patientenkollektive, die den unterschiedlichen Schwindelsymptomen zugeordnet wurden, beim vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich auf die Verhaltensmuster verteilen, brachte bezüglich der Auswertung in den vorigen Kapiteln keine neuen Erkenntnisse. Sowohl bei der Rechts- als auch bei der Linksdrehung sind bei allen Schwindelarten diejenigen Patienten in der Mehrheit, die das so genannte Parallelverhalten aufweisen. In der Literatur fanden sich hierzu auch keine weiteren Angaben, die sich darauf bezogen.

Die in Tabelle 2 (S. 35) aufgeführten Daten wurden mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen. Es wurde festgestellt, dass die meisten Messwerte bei allen Schwindelgefühlen nur geringe Abweichungen untereinander erkennen lassen und alle Werte im Normbereich liegen. Dies steht im Widerspruch zu vielen anderen Studien wie beispielsweise die von Meier [16]. Dieser fand heraus, dass die meisten Patienten mit Schwindelproblemen perrotatorische Nystagmusschlagzahlen (PNSZ) zwischen 0 und 24 sowohl rechts (74,4 %) als auch links (67,1 %) aufwiesen. Unter dem Symptom Unsicherheit litten vor allem Patienten mit PNSZ rechts von 60 bis unendlich (49,1%), sowie rechts (48,7%) und links (47,1%) zwischen 0 und 24. Drehschwindel betraf gehäuft Patienten mit PNSZ links (43,3%) und rechts (42,1%) von 60 bis unendlich, sowie rechts von 0 bis 24 (41,0%). Schwankschwindel fand sich vermehrt bei Probanden mit einer PNSZ rechts (46,2%) und links (38,6%) zwischen 0 und 24, sowie links von 60 bis unendlich (36,7%). Bei einem PNSZ-Bereich mit 0-24 für beide Seiten liegt eine Hemmung vor, die nach Claussen für eine periphere oder zentrale Vestibularisstörung spräche. Ein PNSZ-Bereich mit 60 bis unendlich wäre dagegen ein eindeutiges Zeichen für eine zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung.

Stolz [30] untersuchte ebenfalls den Zusammenhang von Schwindelsymptomen und perrotatorischen Testdaten. Laut ihren Angaben gingen Schwindelsymptome am seltensten mit einem normalen Perrotatorius einher (Schwindel allgemein: 69,5 %; Schwankschwindel: 63,3 %; Drehgefühl: 44,8 %; Unsicherheit: 47,6 %), was auch wieder im Widerspruch zu den hier gemachten Ergebnisse steht.

Unter den in Tabelle 3 (Seite 35) aufgelisteten Daten stechen nur jene Werte hervor, die beim Tret-CCG ermittelt wurden, nämlich die der angulären Deviation sowie des Eigenspins bei Drehschwindelpatienten. Diese fallen im Vergleich zu den Werten von Patienten mit anderen Schwindelsymptomen sehr viel höher aus und sind auch insbesondere durch

eine höhere Standardabweichung gekennzeichnet. Dies scheint dann doch eine gewisse Bestätigung dafür zu sein, dass bei Drehschwindel vorzugsweise eine periphere vestibuläre Störung vorliegt und diese durch eine Körperdrehreaktion zur Seite der Läsion deutlich wird.

#### 4.2.5. Aspekt Störungslokalisierung mittels ENG

Schwindelsymptome und vegetative Beschwerden bilden, wie im Kapitel 4.2.4 bereits schon beschrieben worden ist, zumeist einen Symptomkomplex aus, der durch Inkongruenz der vestibulären und der sensiblen bzw. optischen Wahrnehmungen ausgelöst wird. Dies wurde in Übereinstimmung mit Stolz [30] erneut deutlich bewiesen. Patienten mit zentralen und kombinierten Störungen sind die am häufigsten betroffenen Personen. Am wenigsten berichteten Personen, deren Werte im Normalbereich lagen, von derartigen Begleiterscheinungen. Dabei ist es interessant zu betrachten, inwiefern sich die Symptome auf die Patientenkollektive verteilen. In gravierendem Ausmaß konzentrierten sich die vegetativen Begleitphänomene auf die Gruppe der Patienten mit zentralen und kombinierten Störungen. Diese machen aber zusammen lediglich etwa ein Drittel des Gesamtkollektivs aus, im Einzelnen sind dies 99 Patienten (27,5 %) mit zentraler Störung der Vestibularisfunktion und sogar nur 29 Patienten (8,1 %) mit einer kombinierten Störung.

Nun wurde noch hinterfragt, welche Symptome am häufigsten mit den mittels kalorischem ENG ermittelten Störungslokalisationen einhergehen. Unter allen vegetativen Symptomen erwies sich in dieser Untersuchung die Übelkeit bei allen Patienten mit oder ohne Störung als das dominante Begleitmerkmal des Schwindels. Auch hier wiederum das gleiche typische Bild: zentrale und kombinierte Störungsmuster sind am häufigsten mit Übelkeit vergesellschaftet, danach folgen Patienten mit peripheren Störungen und Normalwerten.

Der Vergleich mit den Ergebnissen von Meier [16] zeigt jedoch fast keine Übereinstimmungen, wobei in jener Dissertation nur Tinnituspatienten aufgenommen wurden, die hier etwa 79 % des Gesamtkollektivs darstellten. Meier konnte kein eindeutiges Kardinalsymptom feststellen, das bei allen vestibulären Störungsmustern mit Abstand am meisten auftrat. Die Verteilung der Symptome auf die Störungen fiel immer mit unterschiedlicher Gewichtung aus.

Dahingegen konnte bei der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Grunderkrankungen und den durch das ENG ermittelten Störungslokalisationen an die

Ergebnisse anderer Autoren angeknüpft werden. So konnten durch die Resultate in der Untersuchung von Stolz [30] die Korrelation einer peripheren oder kombinierten Gleichgewichtsstörung mit einem Hypertonus sowie die Diagnose Hypotonus assoziiert mit einer zentralen Störung verifiziert werden. Allerdings wurde hier ein Hypotonus mit einer peripheren Gleichgewichtsstörung prozentual gleich häufig in Verbindung gebracht. Eindeutiger waren die Ergebnisse bei den neurologischen Leiden, die vermehrt bei Patienten mit einer Lokalisation der Störung im zentralen Nervensystem auftraten.

#### 4.2.6. Aspekt Störungslokalisierung mittels VRRSV

Der vestibuläre Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich wird in den meisten Studien nur unzureichend untersucht. Entsprechende Vergleiche in der Literatur zu finden, gestaltet sich deshalb oftmals schwierig, da wohl auch andere Definitionen für die Begriffe „Recruitment“ und „Decruitment“ existieren. Aus diesem Grunde wurde hier der VRRSV auf einige Zusammenhänge hin untersucht.

Die Begriffe Parallelverhalten, Recruitment und Decruitment werden nach Claussen folgendermaßen definiert. Ein Parallelverhalten besteht dann, wenn die Reizantwort auf die kalorische Vestibularisprüfung genauso stark ausfällt wie auf die perrotatorische Prüfung. Bei einem Recruitmentverhalten (Aufholphänomen) erzeugt die Rotation des Körpers um eine senkrechte Achse einen stärkeren vestibulookulären Reflex als die kalorische Reizung. Dementsprechend umgekehrt verhält sich die Reizantwort beim Decruitment (Blockierungsverhalten). Bei der Untersuchung der Daten auf der Basis dieser Verhaltensmuster wurden folgende Erkenntnisse hinsichtlich der Lokalisation der Gleichgewichtsstörung gezogen. Zunächst sei noch erwähnt, dass sämtliche Ergebnisse bei einer Linksdrehung klarer ausfielen, sodass hier eher diese zur Beschreibung der Sachverhalte berücksichtigt wurden. Eine normale Funktion des Gleichgewichtsorgans ging zu etwa 70 % mit einem Parallelverhalten und am seltensten mit einem Recruitment oder Decruitment sowohl bei Rechts- als auch bei Linksdrehung einher. Dies konnte auch durch die Feststellungen von Stolz [30] bestätigt werden. Weiterhin wurde ersichtlich, dass 55 % der Patienten mit kombinierten Störungen ein Decruitmentverhalten erkennen ließen. Jedoch war ebenfalls bei zentralen Störungsmustern mit einem leichten Übergewicht zum Parallelverhalten ein Decruitment zu erkennen. In beiden Diagrammen (Diagramm 18 und 19) war dem Recruitment keine genaue Zuordnung zu einer Störung zu entnehmen. Stolz [30] hingegen ordnete

diesem Phänomen meist eine kombinierte Gleichgewichtsstörung zu, was hier aber keineswegs Bestätigung finden konnte. Als letztes wurden die beiden vestibulären Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleiche des Rechts- und des Linksnystagmus gegenübergestellt, um mögliche Übereinstimmungen herauszustellen. Mehrheitlich konnte bewiesen werden, dass etwa zwei Drittel der Patienten bei beiden Tests auf dem linken und rechten Ohr die gleichen Befunde hatten, d.h. beispielsweise ein Parallelverhalten auf dem linken Ohr wurde auch auf dem rechten Ohr diagnostiziert. Vergleichbare Resultate konnten in der Literatur allerdings nicht gefunden werden.

#### 4.2.7. Aspekt Störungslokalisierung mittels CCG

Die Cranio-Corpo-Graphie nach Claussen setzt sich aus zwei Untersuchungen zusammen, dem Tretversuch nach Unterberger und dem Stehversuch nach Romberg. Beide Tests erlauben die Registrierung der von der Norm abweichenden Kopf-Körper-Bewegungen bei peripheren und zentralen Gleichgewichtsfunktionsstörungen, ermöglichen aber auch eine Einteilung in diese Störungsmuster. Claussen bezeichnet demnach eine Abweichung mit schmalen Schwankungen über den Normbereich hinaus zur Seite der peripheren Vestibularisläsion als ein Kennzeichen für eine typische periphere Störung. In dieser Analyse wurden nur die Ergebnisse aus dem Tretversuch - sprich anguläre Deviation und Lateralschwankungsbreite - ausgewertet, da beim Stehversuch keine auffällig pathologischen Werte erreicht wurden.

Mittels der angulären Deviation und der Lateralschwankungsbreite wurde die Lokalisation der Störung ermittelt. Dabei ergab sich sowohl bei der Gruppe von Patienten, die über  $60^\circ$  nach rechts oder links abwichen, als auch bei den Patienten, die eine anguläre Deviation von unter  $60^\circ$  aufwiesen, das Bild einer peripheren vestibulären Störung. Allerdings gab es auch bei beiden Gruppen einen nicht zu vernachlässigenden zentralen Störungsbestandteil. Zu ähnlichen Resultaten kommen auch Levin [14] und Kaiser [9]. Levin suchte in seiner Arbeit Zusammenhänge zwischen der diagnostischen Wertigkeit des elektronystagmographisch gemessenen Spontannystagmus und bestimmten Vestibularisstörungen. Er fand keine Zuordnung einer im Test auftretenden Abweichreaktion zu einer peripheren vestibulären Störung. Er deutete dies als eine in seinem Kollektiv in Erscheinung tretende wichtige zentrale Störungskomponente, die möglicherweise durch einen höheren Anteil von Herz-, Kreislauf- und Stoffwechselleiden bedingt war, die polytope Störungsmuster

verursachten. Kaiser hingegen konnte bei seinem Patientenkollektiv bestehend aus Personen mit einer einseitigen peripheren Vestibularisstörung herausstellen, dass immerhin 68 % der Patienten im Tretversuch zur Seite der peripheren Läsion abwichen, während 32 % in Richtung der gesunden Seite gingen.

Die Auswertung der Lateralschwankungsbreiten beim Tretversuch fiel dagegen etwas konkreter aus. Schwankungsbreiten von 0-6 mm waren häufiger bei Patienten anzutreffen, deren Läsion peripherer Natur war. Schwankungsbreiten von mehr als 6 mm wurden wie übrigens genauso bei Stolz [30] vor allem bei Patienten mit peripheren Störungen gemessen, aber auch hauptsächlich unter Patienten, die kombinierte Störungsmuster aufzeigten.

#### **4.3. Die Bedeutung der persönlichen Anamnese in der Schwindeldiagnostik**

Schwindel wird von mehreren Autoren als ein subjektives Gefühl eines gestörten Gleichgewichtssinns beschrieben, das sowohl eine gewisse Unsicherheit als auch eine Dreempfindung beinhaltet. Die meisten Schwindelsymptome dürften von Schäden im Labyrinth, im visuellen System oder im zentralen Nervensystem herrühren, obgleich bei den meisten Patienten die Läsion innerhalb des Labyrinths oder dessen Verbindungen zum zentralen Nervensystem liegt. Der wichtigste Schritt hin zu einer eindeutigen Diagnose ist eine genaue und ausführliche Anamnese. Man sollte nicht dem Trugschluss unterliegen, dass aufwendige Untersuchungen die Erhebung einer detaillierten Krankengeschichte kompensieren können. Man kann sogar so weit gehen, dass, wenn man nach der Befragung des Patienten nach seinem Leiden keine vorläufige Diagnose stellen kann, mit aller Wahrscheinlichkeit auch nach den durchgeführten Untersuchungen keine endgültige Klärung der Schwindelursache erfolgen kann. Die Indikationsstellung für regelmäßig durchgeführte Vestibularisprüfungen wie kalorische und rotatorische Tests, bildgebende Verfahren sowie Blutuntersuchungen sollten nur auf spezielle Verdachtsdiagnosen begrenzt werden bzw. diese Daten sollten nur routinemäßig im Rahmen von Forschungszwecken und Studien erhoben werden.

Es gestaltet sich meistens schwierig, einem Schwindelpatienten genaue Schilderungen seiner Vergangenheit zu entlocken, da selbst wortgewandten Patienten oftmals die Ausdrücke fehlen, um ihre Symptome zu beschreiben. Deshalb ist es unbedingt notwendig, dem Patienten die Zeit zu geben, korrekte Antworten auf Fragen des zu behandelnden Arztes zu geben, da ansonsten im Zuge weiterer Überlegungen von Seiten des Patienten die Anamne-

se immer wieder geändert werden muss. Dies ist zwar zeitraubender, aber schließlich für beide Seiten zufriedenstellender und effektiver als unnötige Untersuchungen, die letzten Endes die Behandlung nicht entscheidend voran bringen. Die Krankengeschichte sollte ab dem Zeitpunkt beginnen, an dem der Patient zuletzt völlig symptomlos war. Patienten neigen dazu, an einem ganz bestimmten Punkt des Krankheitsverlaufs einzusetzen wie beispielsweise dem letzten Schwindelanfall bei einem speziellen Ereignis. Anhand von einfachen Fragen, die im Folgenden näher erläutert werden, kann bereits eine grobe Einteilung und Diagnosenstellung getroffen werden. Eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse ist hierzu in Tabelle 6 aufgeführt. Demnach wäre erst die Frage nach der Schwindelqualität zu klären und zwar ob diese rotatorischer oder anderer Art ist. Die meisten Patienten, die eindeutig Drehschwindel aufweisen, werden keine Schwierigkeiten bei der Beurteilung haben. Aber nicht jeder wird in der Lage sein zu sagen, dass der Schwindel nicht rotatorischer Art war und zwar aus dem einfachen Grunde, dass wie bereits erwähnt vielen Patienten bei der Beschreibung die entscheidenden Bezeichnungen fehlen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass sich die Qualität des Schwindels im Laufe der Behandlung ändert und somit aus einem rotatorischen Schwindel schlechthin ein reines Unsicherheitsgefühl wird. Danach folgen Fragen nach der Schwere und Häufigkeit eines Schwindelanfalls, ob der Alltag der Betroffenen dadurch sehr beeinflusst wird und wie es ihnen zwischen den einzelnen Anfällen gesundheitlich ergeht. Am Ende der Anamnese können dann die meisten Patienten in eine der sechs Gruppen eingeteilt werden: rotatorischer oder nicht rotatorischer Schwindel, der von kurzer, mittlerer oder längerer Dauer sein kann, oft dann in Sekunden, Stunden oder Wochen ausgedrückt.

<b>TABELLE 6</b>	<b>DAUER</b>	<b>MÖGLICHE URSACHE DES SCHWINDELS</b>
<b><u>Drehschwindel</u></b>	• Vorübergehend	Sekunden Stunden
	• länger andauernd	Wochen
<b><u>Unsicherheit</u></b>	• vorübergehend	Sekunden Stunden bis Tage
	• länger andauernd	Wochen bis Mo- nate

*Tabelle 6: Krankheitsbild des Schwindels*

Die nachfolgenden Untersuchungen sind dann innerhalb eines sehr kurzen Zeitrahmens von etwa fünf Minuten durchgeführt, wobei eine umfassende neurootologische Untersuchung für gewöhnlich nicht benötigt wird. Die wichtigsten Punkte sind dabei die Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der Hirnnerven III bis XII, Gleichgewichts- und Lagerungstests sowie die Untersuchung der Ohren. Außerdem sollte im Rahmen der Überprüfung der III., IV. und VI. Hirnnerven das mögliche Vorhandensein eines Nystagmus getestet werden. Nach der Meinung einiger Autoren seien Audiometrie- und Bluttests, bildgebende Verfahren wie die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) sowie die elektronystagmographisch aufgezeichneten kalorischen und rotatorischen Tests nur aus einem der drei Gründe durchzuführen: erstens, um die Prognose der Therapie zu ermitteln, zweitens, um andere Krankheiten wie beispielsweise Tumoren des VIII. Hirnnervs auszuschließen oder drittens, als Teil eines Forschungsprogramms.

Anhand dieser Erkenntnisse bezüglich der Anamnese lassen sich einige typische Ursachen der Schwindelsymptomatik ableiten, die in Tabelle 7 und 8 zusammengefasst wurden. Dabei fällt auf, dass bei Drehschwindel hauptsächlich Schäden im Labyrinth wie der akute Ausfall eines Labyrinths (Neuritis vestibularis), die Menière-Krankheit oder eine Labyrinthitis sowie vaskuläre Defekte Krankheitsursachen darstellen (siehe Tabelle 7).



<b>TABELLE 7</b>	<b>DAUER</b>	<b>HAUPTURSACHEN VON DREHSCHWINDEL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vorübergehend</li> </ul>	weniger als 1 Minute, gewöhnlich ca. 20 Sekunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benigner paroxysmaler Lagerungsschwindel</li> <li>• Labyrinthfistel</li> <li>• Kalorische Wirkung</li> <li>• Vertebrobasilare Insuffizienz</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• länger andauernd, episodisch</li> </ul>	¼-24 Stunden, gewöhnlich ein paar Stunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menière-Krankheit</li> <li>• Verzögerter endolymphatischer Hydrops</li> <li>• Labyrinthitis bei Lues (mit syphilitischer Meningitis)</li> <li>• Dekompensation einer kürzlich kompensierten vestibulären Läsion</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lang andauernd</li> </ul>	bis zu 3 Wochen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuronitis vestibularis</li> <li>• Trauma nach <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unfall (Kopfverletzung) oder Ohruntersuchung</li> <li>▪ Labyrinthektomie oder Neurektomie</li> </ul> </li> <li>• Labyrinthitis bakterieller / viraler Genese</li> <li>• Vaskuläre Läsionen des Labyrinths</li> <li>• Metastasen im Kleinhirnbrückenwinkel</li> </ul>

*Tabelle 7: Krankheitsursachen bei Drehschwindel*

Bei einem Unsicherheitsgefühl beherrschen dann vor allem Störungen im zentralen Nervensystem durch medikamentöse Therapien oder Krankheiten wie Parkinson und Multiple Sklerose das Krankheitsbild. Außerdem führen fehlerhafte Verarbeitungen von Informationen aus den verschiedenen Sinnesorganen wie dem Vestibularorgan, dem Cochlearsystem sowie dem retinalen und kinästhetischen System zu dem Symptom der Unsicherheit. Nicht zu verachten sind auch die degenerativen Vorgänge, die mit zunehmendem Alter oftmals zu einer eingeschränkten Funktion des Vestibularapparates führen können. Eine Ausnahme bilden in der Liste der Erkrankungen allerdings die Perilymphfistel, die ototoxischen Medikamente, die dem Gleichgewichtsorgan Schaden zufügen und die chronische eitrige Mittelohrentzündung (Otitis media).

<b>TABELLE 8</b>	<b>DAUER</b>	<b>HAUPTURSACHEN VON UNSICHERHEIT</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vorübergehend</li> </ul>	weniger als 1 Minute, gewöhnlich ein paar Sekunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rasche Kopfbewegungen - besonders nach Gehirnerschütterungen</li> <li>• Inkongruenz der optischen, vestibulären und propriozeptiven Wahrnehmungen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• länger andauernd, episodisch</li> </ul>	Stunden bis Tage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medikamente</li> <li>• Bewegungskrankheit</li> <li>• Perilymphfistel</li> <li>• Aktive chronische eitrige Otitis media</li> <li>• Dekompensation einer kürzlich kompensierten Läsion</li> <li>• Hyperventilation</li> <li>• Psychisch bedingt</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• lang andauernd</li> </ul>	Wochen und Monate, sogar Jahre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• degenerative Veränderungen mit zunehmendem Alter</li> <li>• Medikamente <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metabolische Wirkung (reversibel), z.B. Antiepileptika</li> <li>▪ Zerstörende Wirkung (irreversibel), z.B. ototoxische Antibiotika</li> </ul> </li> <li>• ZNS-Läsionen, wie Parkinson, Multiple Sklerose, Tumoren, Gefäßkrankheiten</li> <li>• Aktive chronische eitrige Otitis media</li> </ul>

*Tabelle 8: Krankheitsursachen bei Unsicherheit*

## 5. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasste sich mit dem äquilibrimetrischen Verhalten von 360 Patienten der neurootologischen Abteilung der Universitäts-Hals-Nasen-Ohrenklinik Würzburg, die sich in den Jahren von 1988 bis 2003 zur Behandlung ihrer Schwindelsymptome vorstellten. Anhand der aus dem Anamnesebogen NODEC III erhobenen Daten wurde durch die Untersuchung von eigens dafür angelegten Patientenkollektiven und -unterkollektiven versucht, Gegenüberstellungen von Patienten zu ermöglichen, die jeweils das Gefühl eines ausschließlichen Schwank- oder Drehschwindels oder eines Unsicherheitsgefühls angaben. Von jedem Schwindelsymptom wurde die gleiche Anzahl von Patienten in diese Datenbank aufgenommen. Alter und Geschlecht der Personen sowie andere Befunde wie beispielsweise das Vorliegen eines Spontannystagmus spielten dagegen keine Rolle bei der Auswahl. Durch eine ausführliche Anamnese und differenzierte äquilibrimetrischen Messverfahren wurden die Leistungen und Defizite des Gleichgewichtssystems der Patienten überprüft und mittels des Tabellenkalkulationsprogramms EXCEL auf einem Microsoft-Windows-Rechner ausgewertet.

Zunächst wurde das Gesamtkollektiv untersucht, das aus 44 % weiblichen und 56 % männlichen Patienten bestand. Es folgten Vergleiche zwischen verschiedenen Altersgruppen, zwischen den Geschlechtern und den drei Schwindelgefühlen. Daraufhin wurden die Werte bei der Ermittlung der Lokalisation der Gleichgewichtsstörungen mit Hilfe der unterschiedlichen Messverfahren wie ENG, VRRSV und CCG ermittelt und mit anderen Parametern auf eventuelle Zusammenhänge hin überprüft. Abschließend wurden die in der neurootologischen Datenbank NODEC IV gespeicherten Ergebnisse bezüglich der wichtigsten Datensätze wie dem Geschlecht, den Schwindelsymptomen, den vegetativen Begleiterscheinungen sowie den häufigsten Grunderkrankungen vorgestellt, um eine Beurteilung der Befunde aus dieser Studie mit einem größeren Patientenkollektiv zu erlauben.

Eine Kasuistik enthielt dann sechs repräsentative Patientenfälle, wobei jeweils kurz die Anamnese und Diagnose besprochen sowie die Resultate aus den kalorischen und rotatorischen Vestibularisprüfungen und der Cranio-Corpo-Graphie graphisch dargestellt wurden. Aus jeder Schwindelsymptomgruppe wurden zwei Patienten herausgesucht, die entweder eine periphere oder eine zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung aufwiesen.

Die Diskussion konzentrierte sich zunächst auf die wichtigsten anatomischen und physiologischen Sachverhalte, um den komplexen Mechanismus der Gleichgewichtsregulation sowie der statischen und dynamischen Orientierung im Raum näher zu erläutern. Danach wurden die Ergebnisse dieser Arbeit mit den Befunden anderer Autoren verglichen und auf mögliche Widersprüche oder Gemeinsamkeiten hin untersucht. Das letzte Thema der Diskussion befasste sich dann mit der Bedeutung einer vom behandelnden Arzt sorgfältig ausgeführten Anamnese. Resultat war, dass diese im Interesse von Patient und Arzt möglichst schon eine genaue und umfassende Krankengeschichte des Schwindelkranken enthalten sollte, damit die nachfolgenden Untersuchungen auf ein Minimum reduziert werden können. Anschließend wurden anhand dieser Erkenntnisse einige ausgewählte Erkrankungen aufgeführt, die in diesem Zusammenhang am wahrscheinlichsten auftreten können.

## 6. Literaturverzeichnis

- 1 Aggarwal, N.T.; Bennett, D.A.; Bienias, J.L.; Mendes de Leon, C.F.; Morris, M.C.; Evans, D.A.**

The Prevalence of Dizziness and Its Association With Functional Disability in a Bira-  
cial Community Population

Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES 2000, Vol. 55 A, No. 5,  
M 288-M 292

- 2 Blakely, Brian W.; Goebel, J.**

The meaning of the word „vertigo“

American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, Inc.  
2001; 125: 147-150

- 3 Boenninghaus, H.-G.; Lenarz, T.**

Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde für Studierende der Medizin

Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 11. Auflage 2001, Vestibularisprüfun-  
gen S. 74-91 und S.9

- 4 Brandt, T.; Strupp, M.**

General vestibular testing

Department of Neurology, Ludwig Maximilians University of Munich, Germany  
Clin Neurophysiol. 2005 Feb; 116 (2): 406-426

- 5 Claussen, C.-F.**

Der schwindelkranke Patient. Grundlagen der Neurootologie und Äquilibrimetrie  
Edition medicin & pharmacie, Hamburg 1992

- 6 Claussen, C.-F.**

Schwindel-Symptomatik, Diagnostik, Therapie. Ein Leitfaden für Klinik und Praxis  
Edition medicin & pharmacie, Hamburg, Neu-Isenburg 1981

**7 Fischer, M.**

Über die Augenbewegungsmuster „Square waves“ bei neurootologischen Patienten  
Inaugural-Dissertation Medizin, Universität Würzburg, Januar 2000

**8 Golenhofen, K.**

Physiologie heute  
Urban & Fischer Verlag, München, Jena, 2. Auflage 2000; S. 483-488

**9 Kaiser, P.**

Die periphere Vestibularisstörung-Klinische Parameter aus neurootologischer Sicht  
Inaugural-Dissertation Medizin, Universität Würzburg, April 2004

**10 Kao, A.C.; Nanda, A.; Williams, C.S.; Tinetti, M.E.**

Validation of Dizziness as a Possible Geriatric Syndrome  
American Geriatrics Society 2001; 49: 72-75

**11 Kentala, E.; Rauch, S.D.**

A practical assessment algorithm for diagnosis of dizziness  
American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, Inc., 2003

**12 Kerr AG, Annals Academy of Medicine Singapore**

Assessment of Vertigo  
Ann Acad Med Singapore 2005; 34: 285-288

**13 Krause, R.**

Optokinetischer Afternystagmus bei Tinnituspatienten  
Inaugural-Dissertation Medizin, Universität Würzburg, September 2004

**14 Levin, B. A.**

Die Bedeutung des Spontannystagmus in der neurootologischen Netzwerkdiagnostik  
Inaugural-Dissertation Medizin, Universität Würzburg, Juli 2004

- 15 Mendel, B.; Bergenius, J.; Langius, A.**  
Dizziness symptom severity and impact on daily living as perceived by patients suffering from peripheral vestibular disorder  
Blackwell Science Ltd, Clinical Otolaryngology 1999; 24, 286-293
- 16 Meier, M.**  
Neurootologische Funktionsstörungen bei Tinnituspatienten  
Inaugural-Dissertation Medizin, Universität Würzburg, 2006
- 17 Nazareth, I.; Yardley, L.; Owen, N.; Luxon, L.**  
Outcome of symptoms of dizziness in a general practice community sample  
Family Practice 1999; 16: 616-618
- 18 Netter, F. H.**  
Atlas der Anatomie des Menschen  
Novartis AG, Basel, Schweiz 1994, 1995; Novartis, East Hanover, NJ 1997; S. 90
- 19 Pérez, N.; Martin, E.; Garcia-Tapia, R.**  
Dizziness: Relating the severity of vertigo to the degree of handicap by measuring vestibular impairment  
American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, Inc.  
2003; 128: 372-381
- 20 Rubin, AM; Zafar, SS**  
The assessment and management of the dizzy patient  
Department of Otolaryngology, Medical College of Ohio, USA  
Otolaryngol Clin North Am. 2002 Apr; 35 (2): 255-273
- 21 Salami, A.; Dellepiane, M.; Mora, R.; Tadorelli, G.; Jankowska, B.**  
Electronystagmography finding in children with peripheral and central vestibular disorders  
ENT Department, University of Genoa, Genoa, Italy, 3 May 2005

- 22 Salvinelli, F.; Firrisi, L.; Casale, M.; Trivelli, M.; D'Ascanio, L.; Lamanna, F.; Greco, F.; Costantino, S.**

What is vertigo ?

Department of Otolaryngology, University Campus Bio-Medico-Rome, Italy

Clin Ter. 2003 Sep-Oct; 154 (5): 341-348

- 23 Sandhaus, S.**

Stop the Spinning: Diagnosing and Managing Vertigo

The Nurse Practitioner, Vol. 27, No. 8

- 24 Schiebler, T.H.; Schmidt, W.; Zilles, K.**

Anatomie

Zytologie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, makroskopische und mikroskopische

Anatomie des Menschen

Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 7. Auflage 1999; S. 713-718;

S. 806-807

- 25 Shulman, A.**

A final common pathway for tinnitus-the medial temporal lobe system

International Tinnitus Journal 1, 115-126 (1995)

- 26 Shulman, A.**

Vestibular test battery correlates and tinnitus

J. Laryngol. Otol. Suppl. 9: 181-183 (1984)

- 27 Shulman, A.; Aran, J.-M.; Tonndorf, J.; Feldmann, H.; Vernon, J.-A.**

Tinnitus diagnosis and treatment

Verlag Lea & Febiger, Philadelphia (1991)

- 28 Silbernagl, S.; Despopoulos, A.**

Taschenatlas der Physiologie

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 4. Auflage 1991; S. 298



**29 Stoll, W.; Most, E.; Tegenthoff, M.**

Schwindel und Gleichgewichtsstörungen

Diagnostik, Klinik, Therapie, Begutachtung

Ein interdisziplinärer Leitfaden für die Praxis

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 4. Auflage 2004; S. 4-18

**30 Stolz, P.**

Die Bedeutung des perrotatorischen Nystagmus in der Schwindeldiagnostik

Inaugural-Dissertation Medizin, Universität Würzburg, 2005

**31 Swartz, R.; Longwell, P.**

Treatment of vertigo.

Department of Family and Preventive Medicine, University of California, San Diego,

School of Medicine, La Jolla, California, USA

Am Fam Physician 2005 Mar 15; 71 (6): 1115-1122

**32 Uneri, A.; Turkdogan, D.**

Evaluation of vestibular functions in children with vertigo attacks

Marmara University, Institute of Neurological Sciences, Istanbul, Turkey, 2003; 88:

510-511



## **Danksagungen**

Herrn Prof. Dr. med. C. F. Claussen danke ich für die Überlassung dieses Themas und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Herrn PD Dr. med. D. Schneider möchte ich für die ständige persönliche Erreichbarkeit und die immer hilfsbereite Unterstützung in allen Sachfragen während der Anfertigung der gesamten Arbeit danken.

Herrn Prof. Dr. med. R. Hagen danke ich für die Übernahme des Koreferates.

Meiner Schwester, Silke Schwolow, danke ich für Korrekturlesung dieser Dissertation trotz eines für sie fremden Fachgebietes.

Meinen Eltern danke ich für die menschliche und auch nicht unerhebliche finanzielle Unterstützung während des gesamten Studiums und der Promotionsarbeit.



# Lebenslauf

## Persönliche Daten

Name: Hirzel  
Vorname: Lars  
Geburtsdatum: 05.04.1978  
Geburtsort: Schwäbisch Gmünd  
Nationalität: deutsch  
Eltern: Roland Walter Hirzel und Renate Margot Hirzel geb. Glässgen;  
Geschwister: Silke und Bjarni Hirzel  
Familienstand: ledig

## Schulausbildung

1984 – 1988: Grundschule, Schwäbisch Gmünd  
1988 – 1997: Parler-Gymnasium, Schwäbisch Gmünd  
Schulabschluss: Abitur

## Zivildienst

1997 – 1998: Stauferklinik Schwäbisch Gmünd, Zentraler Operationstrakt  
1998 – 1999: Praktikum in einem Dentallabor, Mögglingen

## Studium

Mai 1999: Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
April 2000: Naturwissenschaftliche Vorprüfung  
Oktober 2001: Zahnärztliche Vorprüfung  
September 2003: Beginn der Promotionsarbeit, Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenkranke, Universitätsklinikum Würzburg  
Juni 2004: Staatsexamen; Approbation als Zahnarzt  
seit Januar 2005: Assistenz Zahnarzt bei Dr. Skuddis in Plüderhausen