

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie (Direktor Univ.- Prof. Dr. W. Hosemann) der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

## **Der Einfluss der Nasennebenhöhlen auf das Messergebnis der Akustischen Rhinometrie**

Inaugural – Dissertation  
zur

Erlangung des akademischen  
Grades

Doktor der Medizin  
(Dr. med.)

der

Medizinischen Fakultät  
der Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Greifswald

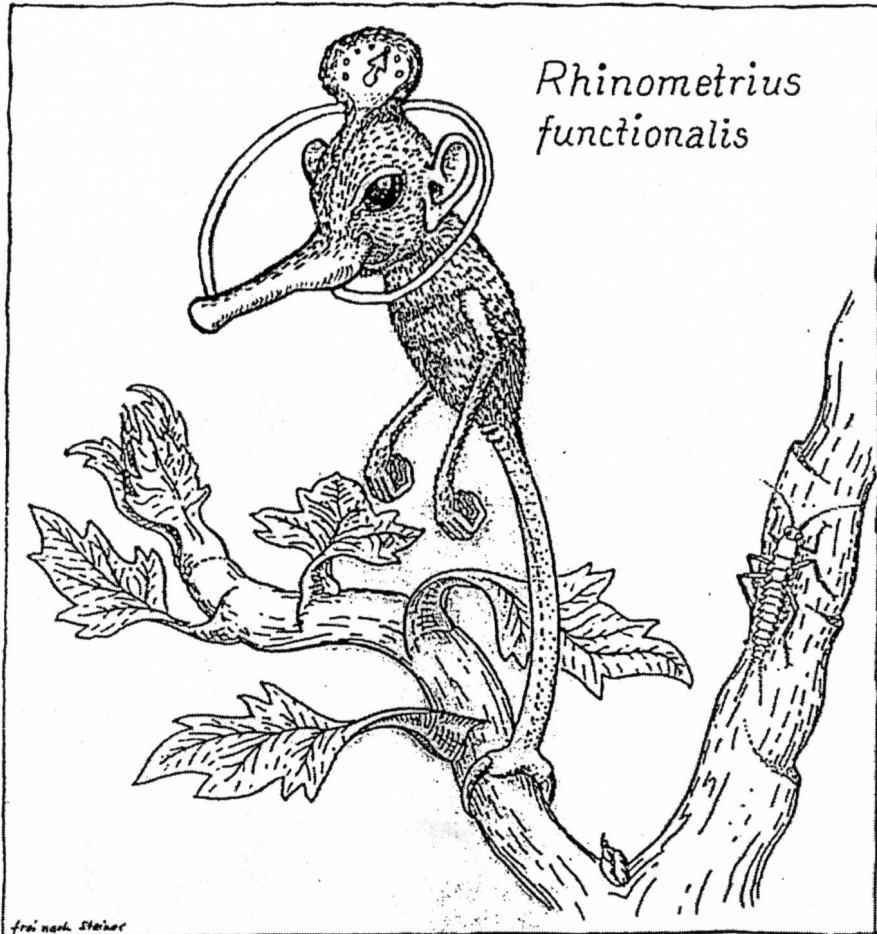
2002

vorgelegt von:

Vorname, Name: Robert Arndt Mlynski

geb. am: 09.09.1973

in: Jena



*Rhinometrius  
functionalis*

*frei nach Steiner*

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1.	Anwendung der Akustischen Rhinometrie (AR) in der Rhinologischen Funktionsdiagnostik	1
1.2.	Probleme und Grenzen der AR	3
1.3.	Fragestellung und Ziel der Studie	6
<b>2.</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>7</b>
2.1.	Messapparatur zur AR	7
2.2.	Grundlagen der AR	7
2.3.	Untersuchungen am Kästchenmodell	9
2.3.1.	Einfluss des Adaptermaterials auf das AR-Messergebnis	9
2.3.2.	Einfluss der Querschnittsfläche in Messseite und Gegenseite auf das AR-Messergebnis	9
2.3.3.	Einfluss von Durchmesser und Länge des Anschlusskanals sowie des Volumens der Nebenhöhle auf das AR-Messergebnis	10
2.3.4.	Einfluss der „Nasenschmel“ auf das AR-Messergebnis	11
2.4.	Untersuchungen an Nasenmodellen	12
2.4.1.	Standardabweichung Modell I	13
2.4.2.	Einfluss des Volumens der Gegenseite und der Mundhöhle auf das AR-Messergebnis	13
2.4.3.	Einfluss des Durchmessers und der Länge des Nebenhöhlenanschlusses auf das AR-Messergebnis im Modell I	13
2.4.4.	Einfluss des Nebenhöhlenvolumens auf das AR-Messergebnis im Modell I	14
2.4.5.	Einfluss des Nebenhöhlenvolumens auf das AR-Messergebnis im Modell II	14
2.5.	Untersuchungen am anatomischen Präparat	14
2.5.1.	Einfluss des Volumens der Gegenseite auf das AR-Messergebnis	14
2.5.2.	Einfluss des Volumens des Sinus maxillaris auf das AR-Messergebnis	15
2.5.3.	Einfluss des Volumens des Sinus maxillaris nach Infundibulotomie auf das AR-Messergebnis	15
2.6.	Untersuchungen an Versuchspersonen	15
2.7.	Auswertung der Messergebnisse	16
<b>3.</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>17</b>
3.1.	Untersuchungen am Kästchenmodell	17
3.1.1.	Einfluss des Adaptermaterials auf das AR-Messergebnis	17
3.1.2.	Einfluss der Querschnittsfläche in Messseite und Gegenseite auf das AR-Messergebnis	17
3.1.3.	Einfluss des Durchmessers und der Länge des Anschlusskanals sowie des Volumens der Nebenhöhle auf das AR-Messergebnis	19
3.1.4.	Einfluss der „Nasenschmel“ auf das AR-Messergebnis	23
3.2.	Untersuchungen an Nasenmodellen	25
3.2.1.	Standardabweichung Modell I	25
3.2.2.	Einfluss des Volumens der Gegenseite und der Mundhöhle auf das AR-Messergebnis	25
3.2.3.	Einfluss des Durchmessers und der Länge des Nebenhöhlenanschlusses auf das AR-Messergebnis im Modell I	27
3.2.4.	Einfluss des Nebenhöhlenvolumens auf das AR-Messergebnis im Modell I	29
3.2.5.	Einfluss des Nebenhöhlenvolumens auf das AR-Messergebnis im Modell II	30
3.3.	Untersuchungen am anatomischen Präparat	31
3.3.1.	Einfluss des Volumens der Gegenseite auf das AR-Messergebnis	31
3.3.2.	Einfluss des Volumens des Sinus maxillaris auf das AR-Messergebnis	32
3.3.3.	Einfluss des Volumens des Sinus maxillaris nach Infundibulotomie auf das AR-Messergebnis	33
3.4.	Untersuchungen an Versuchspersonen	35
<b>4.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>37</b>
4.1.	Kästchenmodell	37
4.2.	Nasenmodelle	42
4.3.	Anatomisches Präparat	45
4.4.	Versuchspersonen	46
	<b>THESEN</b>	<b>48</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>50</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>54</b>

## **1. EINLEITUNG**

Die respiratorische Funktion der Nase, Klimatisierung und Säuberung der Atemluft, basiert auf einem komplizierten Zusammenspiel zwischen dem anatomischen Bau des Naseninnenraumes und dem Strömungsverhalten der Atemluft. Zur diagnostischen Erfassung krankhafter Störungen im Bereich des nasalen Atemstromes bedient man sich in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde im Wesentlichen der Rhinomanometrie und der Rhinoresistometrie. Für die Darstellung der geometrischen Sachverhalte im Bereich des Naseninnenraumes steht neben der Inspektion und radiologischen Verfahren wie Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) auch ein relativ junges Verfahren zur Verfügung: die Akustische Rhinometrie (AR). Die AR basiert auf der computergestützten Analyse von Reflexionen, die durch ein nasal appliziertes Schallsignal erzeugt und durch die Geometrie des Naseninnenraumes spezifisch verändert werden. Berechnete Querschnittsflächen der Nase werden dann in Abhängigkeit von der Distanz zum Ostium nasale externum grafisch dargestellt. Die Akustische Rhinometrie zeichnet sich als objektives Messverfahren besonders durch den minimalen zeitlichen Untersuchungsaufwand aus. Sie erfordert nur eine geringe Patientencompliance. Hieraus ergeben sich für die AR zahlreiche Anwendungen sowie eine Reihe erstrebenswerter Einsatzbereiche.

### **1.1. ANWENDUNG DER AR IN DER RHINOLOGISCHEN FUNKTIONSDIAGNOSTIK**

Im Wesentlichen wird die AR in der Diagnostik folgender Krankheitsbilder eingesetzt:

- Nasenseptumdeviationen mit und ohne kompensatorische Muschelhyperplasien im Zusammenhang mit prä- und postoperativer Diagnostik der Nasendurchgängigkeit (Hilberg *et al.* 1990, Lenders *et al.* 1991, Grymer *et al.* 1989&1993, Marais *et al.* 1994, Zheng *et al.* 1995, Illum 1997, Mann *et al.* 1997, Shemen & Hamburg 1997),

- allergische und vasomotorische Rhinitis einschließlich nasaler Provokation (Lenders & Pirsig 1990b, Rasp 1993, Scadding *et al.* 1994),
- nasale und nasopharyngeale Obstruktionen wie Nasenpolypen bzw. adenoide Vegetationen (Lindholt 1998, Elbrondt *et al.* 1991b, Mostafa 1997, Fisher *et al.* 1995a),
- chronische Rhonchopathien (Lenders & Pirsig 1992).

Aufgrund der geringen Invasivität und der nur mäßig benötigten Patientenmitarbeit wenden eine Reihe von Autoren die AR für die Diagnostik im Kindes- und Neugeborenenalter an:

- zur Vermessung adenoider Vegetationen (Elbrondt *et al.* 1991b),
- zur Evaluierung angeborener Choanalfehlbildungen (Djupesland *et al.* 1997) sowie
- zur Bestimmung der nasalen Atemwegsdimensionen (Djupesland & Lyholm 1997, Pedersen *et al.* 1994, Buenting *et al.* 1994, Zavras *et al.* 1994).

Diverse Autoren verfolgen mittels AR Reaktionen der nasalen Schwellkörper auf unterschiedliche Reize wie die Gabe abschwellender Medikamente (Fouke & Jackson 1992, Weeke *et al.* 1992, Tanaka *et al.* 1994, Nagano & Nonaka 1994, Porter *et al.* 1996), lokale Hautkühlung (Yamagiwa *et al.* 1990) oder den Einfluß der Körperlage (Fouke & Jackson 1992, O'Flynn 1993, Kase *et al.* 1994a).

Auch der Einfluss von Raumluftverschmutzung auf die Abschwellbarkeit der Nasenschleimhaut ist mit Hilfe der AR untersucht worden (Walinder *et al.* 1997).

## 1.2. PROBLEME UND GRENZEN DER AR

Eine der häufigsten und am besten beschriebenen Fehlerquellen der Akustischen Rhinometrie ist die Ankopplung des Nasenadapters an das Ostium nasale externum. Hierbei sind die schalldichte Ankopplung des Adapters, die mögliche Verformung des Vestibulum nasi und der Anstellwinkel des Adapters die größten Schwierigkeiten. Verformung des Vestibulum nasi sowie verschiedene Anstellwinkel beeinflussen hauptsächlich die Messgenauigkeit des anterioren Nasenvolumens und der sogenannten "minimal cross-sectional area" (MCA) (Lenders *et al.* 1992, Kase *et al.* 1994b, Fisher *et al.* 1995b). Individuelle Nasenadaptoren, diverse Abdichtmassen sowie verschiedene Standardisierungen des Anstellwinkels verbessern die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse (Lenders *et al.* 1992, Fisher & Boreham 1995, Passali *et al.* 1996).

Äußerst problematisch stellt sich die Auswertung von Messergebnissen distal einer Stenose dar, welche die minimale Querschnittsfläche für Erwachsene von 0,35-0,4 cm<sup>2</sup> oder für Kinder 0,2 cm<sup>2</sup> unterschreitet (Hilberg *et al.* 1989, Riechelmann *et al.* 1993, Hamilton *et al.* 1995a & 1995b). Hier werden die posterioren Querschnittsflächen tendenziell überschätzt. Ursächlich wird hierfür die Schallintensitätsminderung im Bereich der MCA angenommen - wie Modellversuche von Terheyden (1993) zeigen.

Ein weiterer diskutierter Einfluss auf die Messgenauigkeit ist die Anzahl der durchzuführenden Messungen. Veröffentlichte Daten zeigen, dass es essentiell ist, mehrere Messungen als Standardprozedur durchzuführen, da die Abweichung einer Einzelmessung vom Mittelwert einer Serienmessung größer sein kann als z.B. der Abschwelleffekt von Nasentropfen (Tomkinson & Eccles 1996a).

Andere diskutierte Einflüsse auf die Messgenauigkeit der Akustischen Rhinometrie sind die Akklimatisierung (Tomkinson & Eccles 1996b) und die Atmung (Tomkinson & Eccles 1995). Auf rassische Unterschiede bei der Interpretation von Normalwerten haben Gurr *et al.* 1996, Morgan *et al.* 1995 hingewiesen.

Große Uneinigkeit herrscht bei der vergleichenden Auswertung von akustisch ermittelten Querschnittsflächen mit der errechneten Geometrie aus den bildgebenden Verfahren des MRTs und des CTs. Die Arbeitsgruppe um Lenders ermittelte hier im posterioren Nasenbereich Abweichungen um 17% (Lenders 1992), während Terheyden erhebliche Fehler bis 100% bestimmte (Terheyden 1993, Terheyden 2000). Andere Autoren erhielten Korrelationen zwischen AR und MRT von 0,97 (Corey *et al.* 1997, Hilberg *et al.* 1989) bis hin zu keinen statistisch signifikanten Übereinstimmungen (Gilain *et al.* 1997, Min & Jang 1995). Die Ursache für derartig große Abweichungen kann in den unterschiedlich definierten Messebenen der Querschnittsflächen gesucht werden.

Die Lage der mit der AR ermittelten Querschnittsflächen wird unterschiedlich angegeben:

- fächerförmig und senkrecht zum Hauptluftstrom durch die Nase (Hilberg *et al.* 1989),
- in Form von Isotemporalen parallel zum Isthmus nasi (Lenders *et al.* 1992),
- senkrecht zum Verlauf der Volumenschwerpunktachse (Terheyden 1993, 2000).

Unabhängig von der Definition der Messebenen für die Querschnittsflächen zeigen sich vor allem erhebliche Fehler im hinteren Bereich der Messkurve, dem hinteren Cavum nasi und dem Epipharynx. Ursächlich wird hierfür vor allem ein Energieverlust über die Nasennebenhöhlen angenommen (Hilberg & Pedersen 1996,

Kase *et al.* 1993). In Hilbergs Studie an Patienten und Stereolithographiemodellen hat der Sinus maxillaris einen signifikanten Einfluss auf die Bestimmung der Querschnittsflächen im posterioren Nasenteil sowie im Epipharynx. Ein Einfluss der geöffneten zweiten Nasenseite konnte nicht nachgewiesen werden.



### 1.3. FRAGESTELLUNG UND ZIEL DER STUDIE

Die erwähnten zahlreichen Anwendungsgebiete der AR lassen die Minimierung der Messfehler, das genaue Verständnis der Messergebnisse und deren gewissenhafte Interpretation notwendig erscheinen.

In der Literatur sind folgende Fragestellungen nicht oder nicht ausreichend befriedigend beantwortet:

- Wie groß ist der Einfluss des Volumens der Nebenhöhlen der untersuchten Nasenseite auf das Messergebnis der AR?
- Inwieweit ist dieser Einfluss von der Länge und der Weite der osteomeatalen Einheit abhängig?
- Wie groß ist der Einfluss des Volumens der Gegenseite auf das Messergebnis der AR?

Zur Beantwortung dieser Fragen sollen systematische Untersuchungen an Kästchenmodellen, anatomiegerechten Nasenmodellen, an einem anatomischen Präparat und an Versuchspersonen durchgeführt werden.