

# Sprache · Stimme · Gehör

Zeitschrift für Kommunikationsstörungen

---

## Herausgeber

P. Biesalski, Mainz  
G. Kittel, Erlangen  
H. Neumann, Aachen  
H. Premm, Meisenheim  
M. Spiecker-Henke, Bremen

## Schriftleitung

P. Biesalski, Mainz

## Beirat

G. Alich, Köln  
O. v. Arentsschild, Berlin  
W. Behrendt, Leipzig  
U. Breuer, Köln  
F. Coninx, Köln  
U. Eysholdt, Erlangen  
F. Frank, Wien  
M. Grohnfeldt, Köln  
H. Johannsen-Horbach,  
Freiburg  
H. Jussen, Köln  
A. Klingl, Straubing  
A. Leonhardt, München  
G. Lindner, Berlin  
G. Lotzmann, Heidelberg  
G. Peuser, Köln  
H. Schütze, Wiesloch  
K. Schulte, Heidelberg  
W. Seidner, Berlin  
L. Springer, Aachen  
J. Wendler, Berlin

## Georg Thieme Verlag

Rüdigerstraße 14  
D-70 469 Stuttgart

Postfach 30 11 20  
D-70 451 Stuttgart

## Sonderdruck

© Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York  
*Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlags*

# Stimmfunktion vor und nach Behandlung von Hirngeschädigten. Mit Stroboskopie, Phonetographie und Luftstromanalyse durchgeführt

M. F. Pedersen

## Voice Function Before and After Treatment of Patients with Brain Disorder, Using Stroboscopy, Phonetography and Airflow Analysis

It is not only acoustic input into the brain that should be analyzed with neural systems but also the resulting voice function. A possibility to get more information is to analyse the voice function in the damaged brain in a co-work between phonetician, phoniatician and neuropsychologists. An attempt was made by combining measurement of phonetograms with airflow and stroboscopy: In 22 clients NO correlation was found between the damaged frequency and intensity ranges compared with the mean airflow rates. ( $r = 15$  by multivariate analysis). This is possibly because frequency and intensity are regulated from the acoustic brain and airflow is related to respiration. A discussion should be focusing on multifunctional voice analysis and neural systems in the brain eventually based on measurements with the multifocal equipment by Key-elemetrics and brain flow measurements.

### Key words

Braindamage - phonetography - airflow measurement

## Zusammenfassung

Nicht nur die akustischen Informationen der neuronalen Systeme des Gehirns sollten analysiert werden, sondern auch die resultierende Stimmfunktion. Eine Möglichkeit bessere Informationen zu bekommen, ist die Analyse der Stimmfunktion des gestörten Gehirns in einer Zusammenarbeit zwischen Phonetiker, Phoniater und Neuropsychologen. Ein Versuch wurde durchgeführt, Phonetographie mit Luftstromanalyse und Stroboskopie zu kombinieren: Bei 22 Klienten wurde keine Korrelation gefunden zwischen Frequenz und Intensität mit der Luftstromanalyse verglichen. ( $r = 15$  mit multivariater statistischer Analyse). Die Erklärung könnte sein, daß Frequenz und Intensität im akustischen Gehirn reguliert werden und der Luftstrom zur Respiration relativiert ist. Eine Kombination von multifunktionellen Stimmanalysen und neuronalen Systemen des Gehirns, eventuell mit Messungen der Gehirndurchblutung kombiniert, wird eine bessere Information des geschädigten Gehirns ergeben.

### Schlüsselwörter

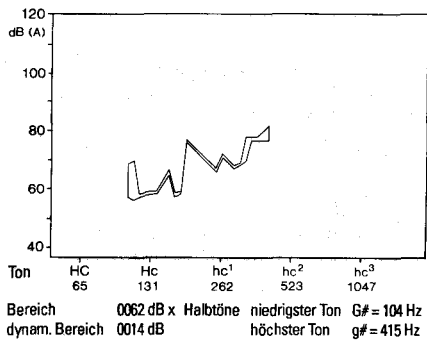
Hirngeschädigten - Phonetographie - Luftstromanalyse

## Einführung

Die zentrale Kontrolle der Vokalisation wurde spätestens von *Charles Larson* u. a. erforscht (1-4). Das jetzige Wissen von der zentralen Stimmregulation inkludiert eine Teilung in die kortikale und subkortikale Funktion, die subkortikale, unbewußte, mit der Möglichkeit für eine kortikale Intervention. In früheren Studien fanden wir, daß ein Globulin, das in subkortikalen Hirngebieten reguliert wird, sich signifikant zur Stimmfrequenz und Phonetogrammfläche in der Pubertät verhält und daß die Verminderung des Globulins durch Testoste-

ronbindung die Stimme beeinflusst. Dies bedeutet, daß die Stimmänderung in der Pubertät auf diese Weise zentral gesteuert wird (5-8). Eine größere Nuancierung der Stimmphänomene ist eine Voraussetzung für bessere Dokumentation des Behandlungseffektes auch bei Mädchen (9, 10, 11).

Das Phonetogramm mit unserem Halb-Okta-Messungsprogramm und die Luftstromanalyse eines 22jährigen hirngeschädigten jungen Mannes (Abb. 1) führte zu dem Verdacht, daß die Registerumfänge der geschädigten Stimme und vielleicht auch die Intensität und Luftstromfunktion als Grundlage für eine spätere neuro-pharmakologische Forschung dienen könnten. Pilotstudien waren früher durchgeführt worden (12-14).



**Abb. 1** Das Phonogramm eines hirngeschädigten jungen Mannes.

**Tab. 1** Krankheiten der Patienten des Projekts Stimmbehandlung.

6 Frauen	Durchschn.-Alter 35 J. (von 24–56 J.)
16 Männer	Durchschn.-Alter 35 J. (von 18–49 J.)
Beobachtungszeit	ds. 3,6 Jahre (von 3/4 bis 9 1/2 J.)
Bewußtlosigkeit	ds. 9,8 Tage (von 2–28 Tage)
Intubation	alle
Tracheostomie	5
Hirnanoxie	7
Hirnblutung	11
Hirnödem	4
Hirnin fart	6

**Material**

Die neurologischen Diagnosen, die die Basis für das medizinische Untersuchungsprogramm durch das Mitarbeiter team der Universität Kopenhagen waren, sind in Tab. 1 erfaßt. Die wesentlichen diffusen und fokalen Klagen waren verringerte Konzentrationsfähigkeit und Erinnerungsvermögen, impressive Dysfunktion, visuelle Einschränkungen sowie Dyspraxien und expressive Aphasien. Das Untersuchungsprogramm umfaßte Diagnostik und Behandlung in mehreren Gebieten (Tab. 2). Logopädische Stimmübungen wurden durchgeführt (Tab. 3).

**Methode**

Es wurden Stroboskopien (15), Phonetographien (16, 17, 18, 19) und Luftstromanalysen (20, 21, 22, 23) planiert und, wo zeitgemäß möglich, bei Probanden durchgeführt, die an einem 4monatigen Kurs mit kognitivem Training teilgenommen hatten (24). Eine Stimmanamnese und ein Test der Musikalität (Wøldike-Test vor Aufnahme in den Kopenhagener Knabenchor (12)) mit Tonsprüngen und Rhythmustest bei steigender Schwierigkeit wurden vorgenommen und wenn möglich ein Lied vorgesungen. Die Resultate wurden mit multivariater statistischen Tests (SAS Programm) bearbeitet.

**Resultate**

Mit dem Wøldike-Test für Musikalität wurden 5 oder weniger Tonsprünge bei 9 Patienten ermittelt, 10 Tonsprünge bei einem Patienten. Der Rhythmus war besser, daher müßte in Zukunft eine größere Differenzierung entwickelt werden. Ein spontan vollständig korrekter Vers eines Liedes wurde nur von zwei Patienten ausgeführt, eine Zeile von einem und zwei Zeilen von einem Patienten. Für die meisten war es nicht möglich, ein Lied zu präsentieren.

Die Stroboskopieresultate werden in Tab. 4 präsentiert. Nur ein Patient hatte bleibende adhäsive Veränderungen eines Stimmbandes. Wie früher von Stelzig (25) schon hingewiesen wurde, können die Befunde in einer Tabelle nicht ausreichend dokumentiert werden. Schwache Amplituden vor der Behandlung, fast nicht abgrenzbare Randkantverschiebungen standen beinahe normalen Befunden nach der Behandlung gegenüber.

**Tab. 2** Rehabilitationsprogramm für Patienten mit Hirnschaden (auf Lurias qualitativer Syndromanalyse basierend).

Teilprogramme	
1.	medizinisch-neurologische Diagnostik und Behandlung
2.	neuropsychologische und soziale Beurteilung und Behandlung
3.	logopädisch-phoniatrische Beurteilung und Behandlung
4.	physiotherapeutische Beurteilung und Behandlung
5.	Spezialunterricht
6.	Messung von Änderungen des zerebralen kortikalen Aktivierungsmusters vor und nach Behandlung

**Tab. 3** Logopädische Stimmübung.

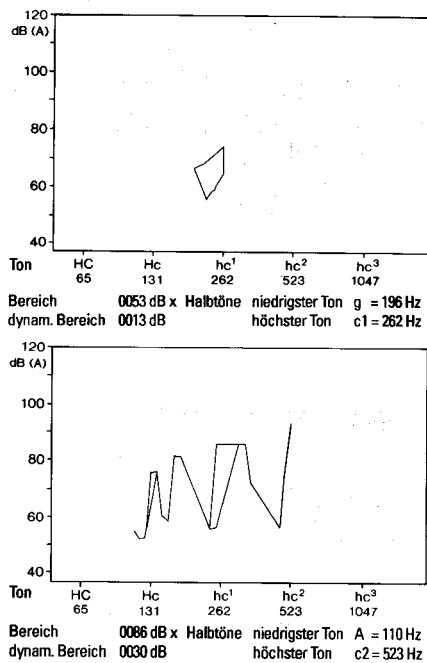
1. Relaxation (traditionelle und spezielle)
2. Training von hohen und tiefen Tönen
3. Training der Stimmdynamik
4. Training der Stimmstärke
5. Training der Grundfrequenz des Sprechens
6. Training der Grundfrequenz des Singens
7. Adaptation der Stimme für das Alltagsleben

**Tab. 4** Stroboskopie vor und nach Stimmtraining. Score 0 (normal) – 3 (grobe Abnormalität) bei 8 Patienten mit Hirnschaden).

	vor	nach Behandlung
1. Schließung	10	3
2. Amplitude	19	12
3. Randkantenverschiebung	18	7
4. Egalisierung	27	6
Besserung individuell	74	20
	2,3	0,625

Abb. 2 ist das Phonetogramm eines unmusikalischen Mannes, wo bei der ersten Untersuchung ein kleines Stimmareal gefunden wurde und ein größeres Areal und gestreute Töne in beiden Registern in der zweiten Examination. Deren Form erinnert an Rudimente der zwei Register mit einigen verbleibenden kräftigen oder schwachen Tönen.

Die Luftstromanalyse der habituellen Sprechfrequenz und Intensität des jungen Mannes in Abb. 1 vor und des Mannes in Abb. 2 nach Behandlung sind in Tab. 5 vorgestellt. Der Luftstrom während der Intonation



Tab. 5 Luftstromanalyse

	Pat. Abb. 1	Pat. Abb. 2 (nach Behdlg.)	
- Peakflow	8346	7790	ml/s
- Vitalkapazität	4046	3052	ml
- Luftvolumen während der maximalen Phonationszeit	2997	2185	ml
- Phonationsdauer	6,6	6,7	s
- Stabilität der Grundfrequenz	16,84	21,12	%
- Stabilität der SPL durchschnittliche Luftstromgeschwindigkeit (Phonationsvolumen/Dauer)	454,09	327,10	ml/s
- Phonationsquotient (Vitalkapazität/Phonationsdauer)	617,12	456,89	ml/s

ist in beiden Fällen vergrößert und zwar weniger nach der Behandlung.

Früher war eine manuelle Phonetographie notwendig, wenn der Patient nicht fähig war, vorgegebene Töne zu reproduzieren. In dieser Studie zeigen Phonetogramme von Halb-Oktaven Resultate, die wir früher nicht sahen, nämlich verbliebene Töne in den Registern. Der Vorteil der datalogischen Halb-Oktav-Analyse gibt die Möglichkeit, unmusikalischen Patienten mit niedriger Aufmerksamkeits- und Konzentrationsebene zu untersuchen.

Die Phonetogramme vor und nach Behandlung sind in Abb. 3 präsentiert und zwar in drei Gruppen eingeteilt: normale, Areale in Semitönen × dB unter 300, und schwer betroffene Stimmen unter 100 Semitönen × dB.

Die Areale verbesserten sich von durchschnittlich 70 bis 115 Semitönen × dB bei 5 schwer gestörten Männerstimmen (Abb. 3 a). Die Änderung war bei 4 weniger gestörten Frauenstimmen (Abb. 3 d) von 200 bis 301 Semitönen × dB und bei 5 Männern in dieser Gruppe von 207 bis 246 Semitönen × dB (Abb. 3 b).

Die Normalgruppe hat sich nicht statistisch geändert (Abb. 3 c u. e).

Es wurde eine statistische Berechnung ausgeführt, um herauszufinden, ob es eine Relation zwischen Phonetogramm und der durchschnittlichen Luftstromgeschwindigkeit gibt. Es gab *keine Relation* zwischen hohen durchschnittlichen Luftstromgeschwindigkeiten und kleinen Phonographiearealen (Tab. 6),  $r = 15$ ,  $n = 22$ . Dies könnte auf die verschiedene Platzierung der beiden Funktionen Luftstromregulierung und Phonographie im Gehirn hinweisen.

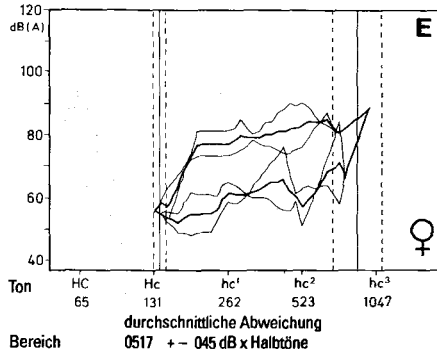
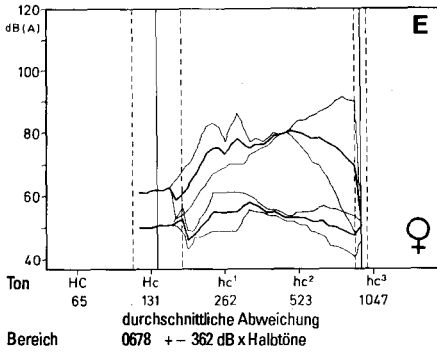
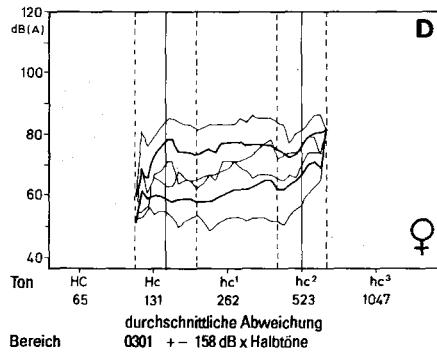
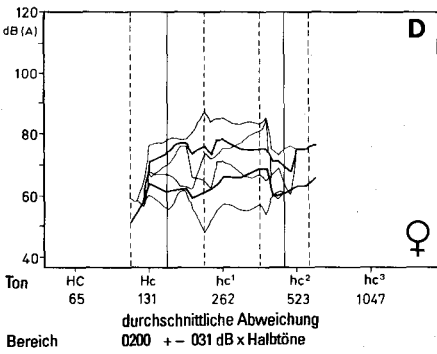
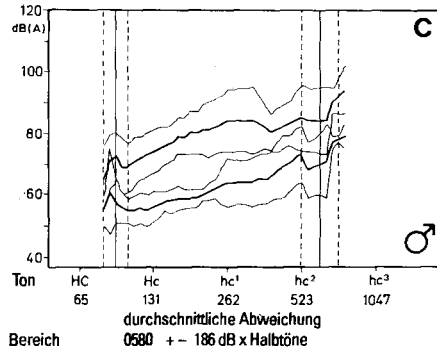
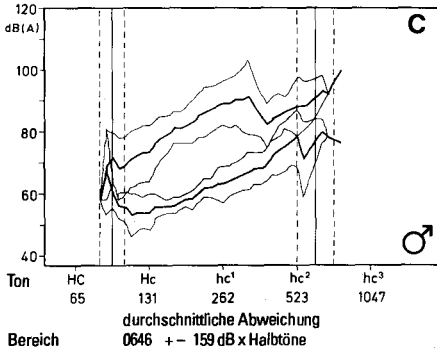
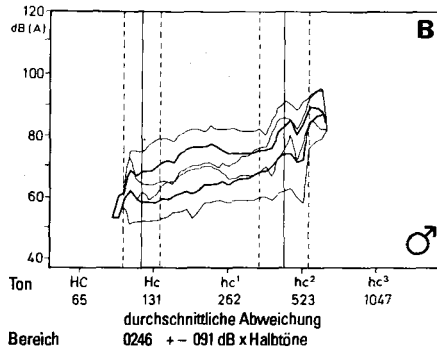
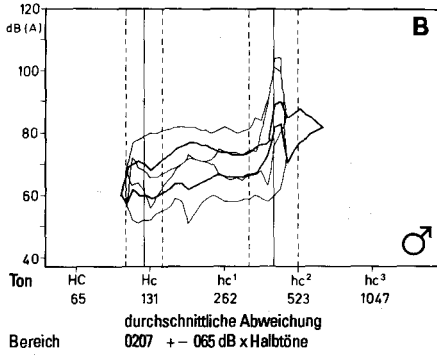
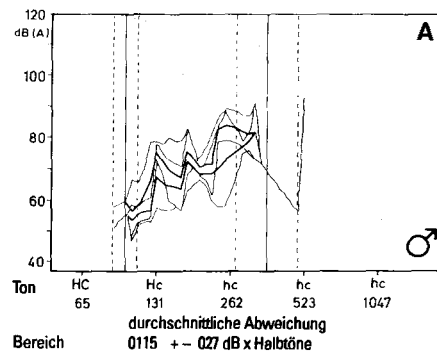
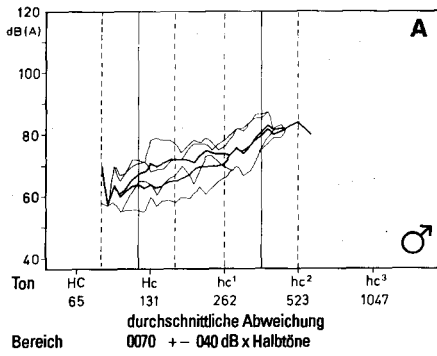
## Diskussion

Stimmübungen bei Hirngeschädigten sollen in Zukunft mit einem allgemeinen kognitiven Training koordiniert werden auf einer genauen Diagnose basierend, durch Untersuchung von Störungen der Luftstromregulation und Phonetographie unterstrichen. Die Dokumentation von einer Schädigung in der Phonetographie, aber die Bewahrung der Luftstromregulation gibt eine bessere Möglichkeit für die Therapie der Stimme.

Am Zentrum für die Rehabilitation von Hirngeschädigten der Universität Kopenhagen hat die Studie gezeigt, daß die Stroboskopie für den Einsatz zur Differentialdiagnostik zwischen funktionellen und organischen Stimmbandstörungen taugt (26). Eine verbesserte Koordination der Atemfunktion wurde in den meisten Fällen nachgewiesen (27, 28). Die Phonographie diente in erster Linie zur Dokumentation von Störungen der Sprechstimm- und Gesangsregister sowie der Stimmentensität (29, 30) und in zweiter Linie als Basis zur Differenzierung zwischen peripheren und zentralen Störungen der Stimme.

Viele interessante Beobachtungen der zentralen Regulation sind schon früher gemacht worden, z. B. zwischen "context tracing function" und Grundfrequenzregulation des Sprechens und Singens in beiden Gehirnhälften (31, 32). Differenzierungen zwischen den Registern lassen sich auch in schwierigen Fällen ohne weiteres als Deflektionsmessungen der differenzierten Elektrolottographie-Bogenform durchführen (33, 34).

Größere Testmöglichkeiten für zentrale sowie periphere Stimmdefekte sind auch zukünftig notwendig, um den Patienten relevante Prognosen der Behandlung geben zu können. Die Experimente mit neuronalen Systemen, verborgene Strukturen von Signal-Mustern zu finden, sind vielversprechend, auch für die Erforschung der Stimmregulation (35, 36) eventuell mit Durchblutungsmessungen kombiniert (24, 37, 38, 39) sowohl mit der Sprech- als auch mit der Gesangstimme.



**Abb. 3** 22 hirngeschädigte Patienten vor (links) und nach Behandlung (rechts). Phonogramm-durchschnitte und Standardabweichungen.

**Abb. 3 a** 5 schwer gestörte Männerstimmen (Phonogrammfläche verbessert von 70 bis 115 Semitönen x dB).

**Abb. 3 b** 5 mittelschwer gestörte Männerstimmen (Phonogrammfläche verbessert von 207 bis 246 Semitönen x dB).

**Abb. 3 c** 6 nicht gestörte Männerstimmen.

**Abb. 3 d** 4 mittelschwer gestörte Frauenstimmen (Phonogrammfläche verbessert von 200 bis 301 Semitönen x dB).

**Abb. 3 e** 2 nicht gestörte Frauenstimmen.

Tab. 6 Multivariate statistische Analyse in 16 männlichen Hirngeschädigten (SAS Statistik).

	Durchschnitt	SD	Korrelationen	von Interesse
1 Alter	35 Jahre		14 (-,48)	15 (-,44)
2 Peakflow	7739 ml/s	1802	4 (.43) 7 (.44)	5 (.47) 10 (.70)
3 Vitalkapazität	4052 ml	947	4 (.88)	5 (.48)
4 Luftvolumen während der maximalen Phonationszeit	3170 ml	989	5 (.48)	10 (.57)
5 Phonationsdauer	17 s	9	6 (-,47) 9 (-,75)	8 (-,69)
6 Stabilität der Grundfrequenz	13,0 %	9,9	11 (-,43)	
7 Stabilität der SPL	0,4 dB	0,2	12 (-,42)	
8 durchschnittliche Luftstromgeschwindigkeit	212,8 ml/s	101,2		11 (-,15)
9 Phonationsquotient	275,8 ml/s	33,0		
10 Quotient von Luftverbrauch (durchschnittliche Luftstromgeschwindigkeit/Phonationsquotient)	77,5 %	10,1	11 (.31)	
11 Phonetogramm Areal in Semitönen × dB	224	177	1 (.67) 13 (.49) 15 (.66)	12 (.49) 14 (.66)
12 maximale Dynamik	19,5 dB	5,4	15 (.60)	14 (.51)
13 niedrigste Ton des Phonetogrammes (geometrische Durchschnitt)	106 Hz	18	14 (-,45)	
14 Semitönen des Phonetogrammes	24	8	15 (.95)	
15 höchste Ton des Phonetogrammes	438 Hz	166		

(p < 0,05 über ,51; P < 0,01 über ,60)

Rehabilitation der Totalsituation oder spezieller Teilziele von Hirngeschädigten geben mit Phonetographie, Luftstromanalyse und Stroboskopie eine bessere Dokumentation und prognostische Möglichkeiten.

#### Verwendete Geräte

**Stroboskope:** Timcke Model K 53, von Gentoftte Universitätsklinik, Kopenhagen zu Verfügung gestellt, B und K Model 2209

**Stimmdruckmeßgerät:** Bruel und Kjaer Typ 2208

**Phonetograph:** Typ 8301, Version 1 (Halbton), Version 2 (Halboktave). Voice Profile, sold by FS electronics.

**Airflowmeter:** Key Elemetrics und FJ Electronics Typ VA 1560

Multi-dimensional Voice Program. Key Elemetrics Model 4305 IBM Portable Personal Computer

Wøldike-Test (Kopenhagener Gesangschule, Aufnahme-test)

#### Literatur

- Larson, C. R.: Brain Mechanism Involved in the Control of Vocalization. *J. Voice* 2 (1988) 301-311
- West, L., C. R. Larson: Laryngeal and Respiratory Activity During Vocalization in Macaque Monkeys. *J. Voice* 7 (1993) 54-68
- Gentil, M.: Speech Rehabilitation in Dysarthria. *Folia Phoniatrica* 45 (1993) 31-35
- Hacki, T., M. Kenkies, R. Hofmann, G. Haferkamp: Pharmakotherapie von Stimm- und Artikulationsstörungen bei Aphasie. *Folia Phoniatrica* 42 (1990) 283-288

<sup>5</sup> Pedersen, M. F., S. Møller, S. Krabbe, P. Bennett, E. A. Munk: Multivariate Statistical Analysis of Electroglottographically Measured Fundamental Frequency in Choir Boys Compared with Androgens and other Phenomena of Puberty. *Folia Phoniatrica* 37 (1985) 271-278

<sup>6</sup> Pedersen, M. F., S. Møller, S. Krabbe, P. Bennett: Fundamental Voice Frequency Measured with Glottography during Continuous Speech. A new Secondary Sex Character in Boys in Puberty. *Int. Journ. Pediatric Oto-rhino-laryngol.* 11 (1986) 21-27

<sup>7</sup> Pedersen, M. F., S. Møller, S. Krabbe, P. Bennett, E. Munk: Phonetograms in Choir Boys Compared with Voice Categories, Somatic Puberty and Androgen Development. *J. Research Singing (Texas)* 9 (1986) 39-49

<sup>8</sup> Brook, C. G. D. (ed.): *Clinical Pediatric Endocrinology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 2nd ed. 1989

<sup>9</sup> Pedersen, M. F., S. Møller, S. Krabbe, P. Bennett, B. Svenstrup: Fundamental Frequency in Female Puberty Measured with Electroglottography during Continuous Speech as a Secondary Sex Characteristic. A Comparison between Voice, Pubertal Stages, Oestrogens and Androgens. *Int. Journ. Pediatric Oto-rhino-laryngol.* 20 (1990) 17-24

<sup>10</sup> Pedersen, M. F., S. Møller, P. Bennett: Voice Categories compared with Phonetograms, Androgens, Oestrogens and Puberty Stages in 8-19 Year Old Girls. *J. Research Singing (Texas)* 13 (1990) 1-4

<sup>11</sup> Roy, N., H. A. Leeper: Effects of the Manual Laryngeal Musculoskeletal Tension Reduction Technique as a Treatment for Functional Voice Disorders: Perceptual and Acoustic Measurements. *J. Voice* 7 (1993) 242-249

<sup>12</sup> Pedersen, M. F.: Pilot-Studie der Stimmfunktion vor und nach Behandlung von Hirngeschädigten. In: *Gundermann, H. (Hrsg.): Die Krankheit der Stimme - die Stimme der Krankheit*. Gustav Fischer Verlag 1991, S. 162-171

- 13 Pedersen, M. F., A. L. Christensen: A Study of Phonetograms in Young Brain-Damaged People. Proc. XXIIInd World Congress Int. Ass. Logopedics Phoniatrics, Hannover 7 (1992) 1-3
- 14 Pedersen, M. F.: Air-Flow Measurements in 16 Brain-Damaged Clients Compared with Phonetograms. 14th Congr. Union of European Phoniatrists Prag 1993, Proceedings: p 81
- 15 Pedersen, M. F.: Electroglottography Compared with Synchronized Stroboscopy in Normal Persons. *Folia Phoniatrica* 29 (1977) 191-200
- 16 Wendler, J.: Basic Equipment for Voice Diagnosis. Newsletter. Int. Fed. Oto-rhino-laryngol. Societies. Febr.-March (1989) 3
- 17 Seidner, W., H. K. Shutte: Standardisierungsvorschlag Stimmfeld Messung/Phonetographie. Proc. IXth Congr. Union of European Phoniatrists 1981 Amsterdam: 88-94. *folia Phoniatrica* 35 (1983) 286-288
- 18 Pedersen, M. F., T. Lindskov Hansen, H. Lindskov Hansen, E. Munk: A Phonetograph for Use in Clinical Praxis. *Acta Otolaryngol. (Stockholm) Suppl.* 412 (1984) 138
- 19 Pedersen, M. F.: Computerized Phonetograms for Clinical Use. Proc. XXth Congr. Int. Ass. Logopedics Phoniatrics, Tokyo (1986) 171-172
- 20 Hixon, T.: Respiratory Function in Speech and Song. College Hill, Boston 1987
- 21 Frøkjær-Jensen, B.: Data on Air Pressure, Mean Flow Rate, Glottal Input and Output Energy, Aerodynamic Resistance and Glottal Efficiency for Normal and Healthy Voices. Proc. XXIIInd Kongr. Int. Ass. Logopedics Phoniatrics 8 (1992) 1-6
- 22 Dobinson, C. H., A. H. Kendrick: Normal Values and Predictive Equations for Aerodynamic Function in British Caucasian Subjects. *Folia Phoniatrica* 45 (1993) 14-24
- 23 Creighton, J. M., R. Daniloﬀ: Airflow Measurements: Theory and Utility Findings. *J. Voice* 7 (1993) 38-46
- 24 Christensen, A., L. Jensen, L. Randrup, J. Risberg: Lurias' Neuropsychological Testing. *J. Neurolinguistics* 4 (1989) 137-154
- 25 Stelzig, G.: Videostroboskopie: Schwingungsmuster bei Neurologischen Grunderkrankungen. Proc. (Suppl.) XV. Congr. Union European Phoniatrists, Erlangen 3 (1991)
- 26 Wendler, J., K. Köppen, S. Fischer: Schwingungsmessungen der Stimmlippen: Zur klinischen Relevanz der Stroboskopie. *Folia Phoniatrica* 40 (1988) 297-308
- 27 Moon, J. B., J. Folkins, A. Smith, E. Luschei: Air Pressure Regulation during Speech Production. *J. Acoust. Soc. Am.* 94 (1993) 54-63
- 28 Warren, D., R. Dalston, R. Mayo: Controlling Changes in Vocal Tract Resistance. *J. Acoust. Soc. Am.* 91 (1992) 2947-2953
- 29 Airainer, R., F. Klingholz: Quantitative Evaluation of Phonetograms in the Case of Functional Dysphonia. *J. Voice* 3 (1993) 136-141
- 30 Gramming, P.: The Phonetogram. Thesis 1988. Dpt. Oto-Rhino-Laryngology. Lund, Sweden
- 31 Sorkin, R. D.: Temporal Factors in the Discrimination of Tonal Sequences. *J. Acoust. Soc. Am.* 82 (1987) 1218-1226
- 32 Borgrevink, H. M.: Prosody and Musical Rhythm are Controlled by the Speech Hemisphere. In: M. Clynes (ed.): Music, Mind and Brain, the Neuropsychology of Music. Plenum Press N. Y. 1982, S. 151-157
- 33 Moore, D. M., G. S. Berke: The Effect of laryngeal Nerve Stimulation on Phonation: A Glottographic Study Using an in Vivo Canine Model. *J. Acoust. Soc. Am.* 83 (1988) 705-715
- 34 Pedersen, M. F.: Electroglottography Compared with Synchronized Stroboscopy in Student of Music. *The Study of Sound (Japan)* 18 (1978) 423-434
- 35 Eeckman, F. H. (ed.): Analysis and Modeling of Neural Systems. Kluwer Academic Publishers 1992
- 36 Hochmair-Desoyer, I. J., C. Zierhofer, E. S. Hochmair: New Hardware for Analog and Combined Analog and Pulsatile Sound-Encoding Strategies. *Progr. in Brain Research* 97 (1993) 291-300
- 37 Lassen, N. A.: The Luxury Perfusion Syndrome and its Possible Relation to Acute Metabolic Acidosis Localized within the Brain. *Lancet* II (1966) 1113-1115
- 38 Henriksen, O., P. Gideon, B. Sperling, T. S. Olsen, H. S. Jørgensen, P. Arlien-Søborg: Cerebral Lactate and Blood Flow in Acute Stroke. *J. Magn. Reson. Imaging* 2 (1992) 511-517
- 39 Formby, C., R. G. Thomas: Regional Cerebral Blood Flow for Singers and non Singers while Speaking, Singing and Humming a Rote Passage. Session on Musical Acoustics. *J. Acoust. Soc. Am.* (suppl. 1) 82 (1987) S69

M. F. Pedersen MD ENT

Consultant Phoniatrician  
Voice Clinic  
Østergade 18.3  
DK-1100 Copenhagen