

Bernd Pompino-Marschall

Einführung in die Phonetik



Walter de Gruyter · Berlin · New York
1995

Teil I: Einführung

0.1 Der Gegenstand der Phonetik

Auf die Frage, was Phonetik ist - oder was ein Phonetiker eigentlich macht -, gibt es eine Fülle von Antworten, wobei die in Lexika aufgeführten Definitionen die Sache meist nur recht ungenau treffen. Wir wollen uns daher am Beginn dieses Buches vorab etwas detaillierter mit dieser Frage beschäftigen. Zum einen soll dies allgemein unter wissenschaftstheoretischem Gesichtspunkt geschehen, zum anderen in einem eigenen kleinen Unterkapitel unter historischem Blickwinkel, indem wir an einigen Beispielen zeigen, welche Antworten im Laufe der Geschichte von Gelehrten ganz unterschiedlicher Disziplinen auf Fragen der Phonetik gegeben wurden.

Wählen wir als Ausgangspunkt für unsere Überlegungen die - wenn gleich zu kurz greifende, so doch wohl weitestverbreitete - Auffassung von der Phonetik als "*Lehre von den Sprachlauten*". Diese so einfach klingende 'Erklärung' zeigt bei genauerer Betrachtung einige Tücken. Was ist denn ein Sprachlaut eigentlich? Als Mitglieder einer durch eine alphabetische Literalität geprägten Gesellschaft sind wir allzuleicht verführt, unter Sprachlaut das zu verstehen, was den Buchstaben der geschriebenen Sprache entspricht. Und wir finden uns damit in guter Gesellschaft, betitelte doch Jakob Grimm in der ersten Auflage seiner "Deutschen Grammatik" das phonetische Kapitel mit "Von den Buchstaben". Tatsächlich ist auch die Geschichte des Fachs Phonetik entscheidend geprägt von der Auseinandersetzung mit der geschriebenen Sprache: Die Begründer der modernen Phonetik, die Lautphysiologen der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts waren nicht zuletzt über das Problem der Reform der deutschen Orthographie zur Behandlung phonetischer Fragen gelangt und für die heute noch existierende erste Fachgesellschaft im Bereich der Phonetik, die 'International Phonetic Association' (IPA), war die lautgerechte Verschriftung von

Fremdsprachen pädagogisches Programm. Hieran sieht man aber auch schon ein erstes Problem: Offensichtlich ist das auf uns überkommene lateinische Alphabet für eine lautgerechte Verschriftung nicht ausreichend und die verschiedenen lateinisch verschrifteten Sprachen bedienen sich recht unterschiedlicher Mittel, dieses Manko zumindest teilweise auszuräumen: So schreibt für einen einzelnen, sehr ähnlichen Laut, nämlich [ʃ] der Deutsche <sch>, der Engländer hingegen <sh>. Andererseits steht im Deutschen <ch> für zwei unterschiedliche aber nicht bedeutungsunterscheidende Laute, nämlich [ç] und [χ].¹

Insgesamt gibt es nur wenige Sprachen, die in ihrer Buchstaben-Laut-Beziehung (ihrer Graphem-Phonem-Korrespondenz) ein 1:1-Verhältnis aufweisen. Ein aber weitaus schwererwiegendes Problem bei der Gleichsetzung von Laut und Buchstaben zeigte sich zu Anfang unseres Jahrhunderts, als eine fortschrittliche Gruppe von Phonetikern begann, Sprechbewegungen und deren akustische Resultate mittels eigens hierfür konstruierten Meßgeräten aufzuzeichnen. Die Auffassung, in der gesprochenen Sprache entsprächen den Buchstaben der geschriebenen eine wohlgeordnete Folge abgrenzbarer Einzellaute, erwies sich als schlichtweg falsch. Der in Hamburg tätige Phonetiker Panconcelli-Calzia verwies aufgrund seiner instrumentellen Messungen den Sprachlaut in das Reich der Fiktion, die uns von unseren Ohren und von unseren Augen als ein 'AlsOb' nahegelegt würde.

Wegen dieser Schwierigkeiten mit dem Begriff des Sprachlauts wollen wir den Gegenstand der Phonetik etwas vorsichtiger definieren als den lautlichen Aspekt der sprachlichen Kommunikation. Diesem Gegenstand können wir uns methodisch auf zwei grundsätzlich unterschiedliche Arten annähern:

Einerseits können wir als sog. Ohrenphonetiker das Gehörte analysierend beschreiben (daher auch der Name *deskriptive Phonetik*) und z.B. mit den symbolischen Mitteln des Internationalen Phonetischen Alphabets (IPA) darstellen (daher auch: *Symbolphonetik*), andererseits können wir aber auch mittels geeigneter Geräte die während eines

¹ Wir verwenden in diesem Buch durchgängig die übliche Konvention Geschriebenes - und in Anlehnung daran auch gesehene Sprechbewegungen - in spitze Klammern < > zu setzen, die phonetischen IPA-Symbole (vgl. die tabellarische Übersicht auf der hinteren Ausklappseite) in eckige Klammern [] sofern es sich um eine phonetische, zwischen Schrägstriche // sofern es sich um eine breite, phonologische Transkription handelt.

Sprechakts ablaufenden physikalischen Vorgänge als Signale messen² (*Instrumental-, Signalphonetik*). Und schließlich können wir sodann im Experiment den empirischen Zusammenhang zwischen bestimmten Signalausprägungen und z.B. der Wahrnehmung von Versuchspersonen untersuchen (*Experimentalphonetik* bzw. *perzeptive Phonetik*), indem wir z.B. einen einzelnen akustischen Parameter verändern und testen, wann aus einem [da] für die Versuchsperson ein [ta] wird.

Die Daten, mit denen es der Phonetiker in diesen unterschiedlichen Bereichen seiner Wissenschaftsdisziplin zu tun hat, sind grundsätzlich unterschiedlicher Art: Im Falle der deskriptiven Phonetik hat er es mit Lautkategorien zu tun, die dem geschulten Hörer dank der auditiven Wahrnehmung direkt zugänglich sind und die in Form einer Notation mittels spezieller Symbole dargestellt werden können. In seiner "Phonetik" bezeichnet Tillmann (1980) diese Daten als '*phonetische Ereignisse*'. Diese Ereignisse, als phänomenal der Wahrnehmung zugängliche Tatsachen sind es auch, die für die Gesprächsteilnehmer in einer lautsprachlichen Kommunikationssituation die Grundlagen des Sprechakts bilden. In der natürlichen Gesprächssituation interessieren allerdings dabei den Hörer die lautlichen Details, die der Ohrenphonetiker zu erfassen trachtet, gar nicht so sehr, sondern vielmehr der semantische Gehalt der Äußerung des Sprechers: Was will mir mein Gesprächspartner sagen? Was will er, daß ich mache? Die in enger IPA-Transkription wiedertgegebene Äußerung [esiskalt] (*es ist kalt*) wird - je nach Kontext - eben als Feststellung zur herrschenden Temperatur oder aber auch als Aufforderung, die Türe/das Fenster zu schließen verstanden, ohne daß dabei bewußt auf die lautliche Realisierung durch den Sprecher geachtet würde; ja, der Hörer in der aktuellen Situation erfaßt womöglich - inhaltlich (!) - sogar mehr den lautlichen Eindruck (der Sprecher zittert, ist verkühlt, ist ärgerlich), den der vielleicht nur linguistisch interessierte Phonetiker hingegen ignoriert.³

² Wie z.B. die Kiefer-, Lippen- und Zungenbewegungen des Sprechers oder die das akustische Signal darstellenden Luftdruckschwankungen oder auch die Veränderung der Durchblutung bestimmter Großhirnregionen bei der Verarbeitung lautsprachlicher Reize.

³ Wobei natürlich auch die lautsprachlichen Manifestationen der Sprecheridentität oder des emotionalen Befindens des Sprechers etc. eine wiederum spezielle wissenschaftliche Fragestellung für die Phonetik bilden.

Die Daten des Signalphonetikers sind grundsätzlich anderer Art: Er mißt mittels spezieller Meß- und Registriergeräte *physikalische Vorgänge*, die während eines Sprechakts ablaufen, für die Teilnehmer an diesem Sprechakt aber transphänomenal, nicht direkt deren Wahrnehmung zugänglich und ihnen somit verborgen sind. So kann der Instrumentalphonetiker z.B. beim Sprecher elektrische Muskelpotentiale während des Sprechens messen, den Verlauf des intraoralen Luftdrucks verfolgen, die Bewegungen von Zungenpunkten, Lippen oder Kiefer usw. aufzeichnen, sowie vor allem auch das akustische Zeitsignal des Schalldruckverlaufs mit den unterschiedlichsten Verfahren analysieren.

Unter wissenschaftstheoretischem Gesichtspunkt besteht zwischen den beiden bisher beschriebenen Daten der Phonetik rein logisch kein Zusammenhang: Das Schwingen der Mikrofonmembran in einer bestimmten Form ist grundsätzlich etwas anderes als z.B. der deutsche Ach-Laut.

Die wahrgenommenen phonetischen Ereignisse und die transphänomenalen phonetischen Vorgänge stehen aber sehr wohl in einem empirischen Zusammenhang, den ihrerseits wiederum die Perzeptive Phonetik (bzw. *Experimentelle Phonetik* im engeren Sinne) zum Gegenstand hat. Schließlich hören wir ja beim Abspielen einer Schallplatte oder eines Tonbands immer wieder dasselbe, wobei aber jeweils nur auf unterschiedliche Art und Weise das akustische Zeitsignal konserviert worden ist. So versucht die Perzeptive Phonetik, die Hörerurteile mit den für den Hörer transphänomenalen gemessenen Signalen (aus den unterschiedlichen Bereichen wie u.a. Artikulation, Akustik) in Beziehung zu setzen.

Die hier vorab kurz skizzierten verschiedenen Herangehensweisen an die lautsprachliche Kommunikation bilden den Gegenstand der vorliegenden "Einführung in die Phonetik", wobei im folgenden aber die physiologischen Möglichkeiten der Sprachproduktion wie die der auditiven Sprachwahrnehmung den Ausgangspunkt der Betrachtung darstellen sollen. Die vorliegende Einführung beginnt somit mit einer im wesentlichen signalphonetischen Betrachtung phonetischer Vorgänge, um daran anschließend die linguistische Ausnutzung dieser "allgemein menschlichen" Fähigkeiten zu thematisieren.

0.2 Eine kleine Geschichte der Phonetik

Die Phonetik als eigenständige Wissenschaftsdisziplin ist recht neuen Datums, ja selbst das Wort 'Phonetik' ist verhältnismäßig jung: Es geht zurück auf einen lateinischen Neologismus vom Ende des 18. Jahrhunderts, nämlich auf das Adjektiv 'phoneticus' (nach gr. phone, die Stimme), das erstmals der dänische Ägyptologe George Zoega 1797 in seinem Buch "De origine et usu obeliscorum" verwendete, um die Hieroglyphen bezüglich des Lautes, für den sie stehen können, zu kennzeichnen.

Die historischen Ursprünge der uns bekannten Auseinandersetzungen mit Fragen zur gesprochenen Sprache verlieren sich im Mystisch-Religiösen: Die gesprochene Sprache wird in der Frühzeit oft - so auch in der Bibel - gemeinsam mit dem Atem mit dem 'Lebenshauch' in Beziehung gesetzt. Auch die Sprachforscher des alten Indien sehen die gesprochene Sprache im Zusammenhang mit dem Religiösen, entwickeln aber bereits eine artikulatorische Beschreibung der Laute und wissen um physiologische Vorgänge, wie z.B. die Anzahl der Atemzüge innerhalb eines Tages.⁴

Aus der Zeit der Antike ist vor allem der Leibarzt Marc Aurels, Galenus zu nennen, der sich bei seinen anatomischen Studien auch mit dem Kehlkopf beschäftigt und dabei als erster die Taschenbandfalten entdeckt und den Nervus recurrens beschreibt. Insgesamt aber ist die Antike durch ein weitaus stärkeres Interesse an der geschriebenen Sprache - an der Grammatik - gekennzeichnet; die gesprochene Sprache wird eher im Zusammenhang mit der Musik erörtert, wobei sich die Erkenntnisse über den Schall aber auf einfache Experimente mit dem Monochord beziehen.

Während des Mittelalters zeigt sich sodann eher ein Rückschritt bezüglich des Wissens um die gesprochene Sprache und ihre physiologischen Grundlagen.

Erst in der Renaissance kommt es wiederum zu neuen Forschungen auf den Gebieten der Physiologie der Stimme und dem der Akustik, wobei u.a. auch Leonardo da Vinci als Phonetiker zu nennen ist, der z.B. erstmals - anhand ausgedehnter Studien an seziierten Leichen - anatomisch

⁴ Für einen Überblick s. Deshpande (1993).

angemessene Darstellungen des Kehlkopfs sowie die erste - phonetisch motivierte - Abbildung eines Sagittalschnitts durch das Ansatzrohr fertig.

Die Neuzeit mit dem Aufkommen der exakten Naturwissenschaften erst ermöglichte aber die Ausbildung der Phonetik in ihrer heutigen Form. Erst jetzt beginnt z.B. die akustische Schwingungslehre, die gegen Ende des 18. Jahrhunderts den Mathematiker Euler zu der phonetischen Preisfrage für die St.Petersburger Akademie der Wissenschaften veranlaßt, was die Natur der Vokale a, e, i, o, u sei, wodurch diese sich unterscheiden und zusätzlich eine Maschine - ähnlich der 'Vox humana'-Orgel - zu bauen, die diese Vokale hervorbringt. Der Preis ging im Jahre 1781 an seinen Schüler Christian Gottlieb Kratzenstein.⁵

Von eher praktischen Interessen getrieben beschäftigte sich aber auch der in Ungarn gebürtige k.u.k. Hofrat Wolfgang von Kempelen seit 1769 mit der Konstruktion einer sprechenden Maschine, die er nach langen Jahren des Experimentierens 1791 in einem eigenen Buch darstellt⁶, mit der es nun tatsächlich möglich wurde, ganze Äußerungen künstlich zu erzeugen.

Hieran anschließend führt die Reihe der Erklärungsversuche für die akustischen Eigenschaften von Hohlkörpern über die der englischen Physiker Willis und Wheatstone bis hin zu Hermann von Helmholtz' "Lehre von den Tonempfindungen".

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entsteht aber auch die physiologische Phonetik erneut unter dem Namen 'Lautphysiologie', wobei dies als die eigentliche Geburtsstunde der Phonetik als Wissenschaftsdisziplin betrachtet werden kann. Die Lautphysiologen entdeck-

⁵ Kratzenstein, Christian Gottlieb (1781), Christiani Theophili Kratzensteinii tentamen resolvendi problema ab Academia scientiarum imperial. petropolitana ad annum 1780 publice propositum: 1. Qualis sit natura et character sonorum vocalium a, e, i, o, u, tam insigniter inter se diversorum; 2. Annon construi queant instrumenta ordine tuborum organicorum, sub terminis vocis humanae noto, similia, quae litterarum vocalium sonos exprimant, in publico Academiae conventu, die XIX septembris 1780, praemio coronatum, Petropoli, typis Academiae scientiarum, 1781.

⁶ Kempelen, Wolfgang von (1791), Mechanismus der menschlichen Sprache nebst der Beschreibung seiner sprechenden Maschine. [Faksimile-Neudruck mit einer Einleitung von H.E. Brekle und W. Wildgen, Stuttgart u.a. 1970] Wien.

ken im Zusammenhang mit den Fragen der Orthographiereform⁷ bzw. auch der Unterrichtung von Gehörlosen⁸ in lautsprachlicher Kommunikation sozusagen erneut die Möglichkeiten der systematischen Beschreibung der 'Sprachlaute' anhand der Mechanismen ihrer artikulatorischen Hervorbringung.

Parallel zu dieser Entwicklung wurde im Bereich der medizinischen Physiologie zu dieser Zeit mit dem Kymographion⁹ ein Meß- bzw. Aufzeichnungsgerät entwickelt, das die Registrierung von Bewegungsvorgängen und deren detailliertere Analyse ermöglichte und auch die technische Grundlage für die um die Jahrhundertwende neu entstehende 'Experimentelle Phonetik' oder besser Instrumentalphonetik bildete (vgl. Tillmann 1993).

Während zwar die Lautphysiologen bereits grundsätzlich erkannten, daß die 'Laute' nicht als statische Artikulationsstellungen hintereinander produziert werden, war die vorherrschende Vorstellung der frühen Instrumentalphonetik doch, daß sich in ihren kymographischen 'Sprachkurven' die einzelnen Sprachlaute - durch schnelle artikulatorische Bewegungsphasen ('An-' und 'Abglitt') und eine zentrale ('gesungene') Haltephase gekennzeichnet - isolieren lassen müßten. Daß dies - wie oben schon angemerkt - eine falsche Vorstellung war, wurde endgültig erst durch die ersten röntgenkinematographischen Aufzeichnungen der Artikulation in den 30er Jahren klar. Der 'Sprachlaut' per se war also nicht in den artikulatorischen Abläufen zu finden.¹⁰

Glaubten noch Menzerath und de Lacerda (1933), daß die kontinuierliche Artikulation gerade dazu diene, akustisch bzw. auditiv klar

⁷ So z.B. der Wiener Lautphysiologe Ernst Brücke (1856) unter dem Einfluß des Orthographiereformers Rudolf von Raumers (1855).

⁸ So vor allem der Engländer Alexander Melville Bell mit seinem "Visible Speech" (1867)

⁹ (griech. Neologismus; eigentlich: "Wellenschreiber") Registriergerät für meist mechanisch bzw. pneumatisch erfaßte Bewegungs- und Schwingungsverläufe auf einer beruhten rotierenden Trommel bzw. auf einer über dieser laufenden Papierschleife.

¹⁰ Die Möglichkeiten der akustischen Analyse waren zu dieser Zeit noch äußerst eingeschränkt; der akustische Schwingungsverlauf wurde z.B. mittels Mikroskop an den Rillen der Wachswalzen des Edisonschen Phonographen ausgemessen und die Analyse erfolgte per Hand!

abgrenzbare Lautsegmente hervorzubringen, so zeigte die weitere Entwicklung, daß auch diese Vorstellung falsch war.

Mit der Weiterentwicklung der Elektroakustik und v.a. der Erfindung des Sonographen in den 40er Jahren (vgl.u. Kap. 2.2.3) wurden neue Registrier- und Analyseverfahren auch für die Signalphonetik verfügbar. Es zeigte sich jedoch bald, daß auch im akustischen Sprachsignal keine 'Sprachlaute' zu finden sind. Sie mußten - so die logische Schlußfolgerung - also in unserer auditorischen Wahrnehmung begründet liegen.

Die Frage nach der Natur des 'Sprachlauts' bildete so auch die Grundlage des jüngsten Zweigs der 'phonetischen Wissenschaften',¹¹ der perzeptiven Phonetik. In ihrer heutigen Form wurde sie auch nur auf der Grundlage der elektroakustischen Weiterentwicklungen möglich, wobei mit dem 'pattern playback'-Verfahren zur Sprachsynthese (vgl.u. Kap. 3.2.2) der Grundstein gelegt wurde. Es war nun möglich, akustische Merkmale, wie man sie in den sonographischen Analysen gesprochener Äußerungen vorfand, gezielt zu verändern und die verschiedenen modifizierten resynthetisierten Äußerungen von Versuchspersonen beurteilen zu lassen. Das ursprüngliche erklärte Ziel war dabei, das akustische Signal von allen ihm anhaftenden phonetischen Details zu befreien, so daß es nur mehr den phonologischen Gehalt - also den Sprachlaut per se - beinhalte. Doch auch hier schlug die Suche nach sogenannten Invarianten fehl.

Für die moderne Phonetik trat so der Zusammenhang zwischen den Mechanismen der Artikulation und denen der gehörmäßigen Verarbeitung der dabei resultierenden akustischen Sprachsignale in den Vordergrund, wobei der Suche nach Invarianten auf den verschiedenen Ebenen die Frage nach den Quellen der zu beobachtenden Variationen zur Seite gestellt ist. Die Suche nach dem 'Sprachlaut' an sich in den unterschiedlichen Signalmanifestationen, d.h. in einzelnen Aspekten der Artikulation oder in einzelnen akustischen Merkmalen, mußte aufgegeben werden zugunsten einer möglichst umfassenden Modellierung der gesamten physikalischen Vorgänge, wie sie beim Prozeß der lautsprachlichen Kommunikation ablaufen.

¹¹ Seit 1932 nennen sich die regelmäßig stattfindenden internationalen Phonetikerkongresse 'Kongresse für phonetische Wissenschaften' um der interdisziplinären Natur der Erforschung der phonetischen Erscheinungen Ausdruck zu verleihen.

Dieser gewissermaßen erneuerten signalphonetischen Analyse steht der wissenschaftstheoretisch klar hiervon zu trennende Bereich der symbolphonetischen Deskription sowie der der sprachwissenschaftlichen Analyse der Lautstruktur im Rahmen der Phonologie gegenüber. Gerade die Entwicklungen der letzten Jahre - sowohl im Bereich der Phonetik wie in dem der linguistischen Phonologie - haben aber gezeigt, daß die strikte Trennung zwischen den Disziplinen Phonetik und Phonologie¹² aufzubrechen ist: Wir haben es mit zwei Seiten nur einer Medaille zu tun. Um uns lautsprachlich zu verständigen, haben wir ein System entwickelt, das sich der uns biologisch vorgegebenen Möglichkeiten der Schallproduktion und der auditorischen Wahrnehmung bedient. Das eine ist dabei nicht mit dem anderen gleichzusetzen, aber beide Bereiche stehen in einem gegenseitigen Bedingungsgefüge.

Die lautsprachliche Kommunikation ist eine sozial erlernte Technik, die unter normalen Bedingungen problemlos funktioniert. Als Kommunikationspartner machen wir uns keine Gedanken über die dabei ablaufenden Prozesse, und dies wiederum ist auch notwendige Bedingung für das Funktionieren.

Treten wir jedoch aus dieser Kommunikationssituation heraus und versuchen die dort ablaufenden Prozesse als ein externer Beobachter wissenschaftlich zu erfassen, so bildet dieses quasi automatische Funktionieren erst einmal ein Hindernis für das Verstehen.

Daß die lautsprachliche Kommunikation in dieser Weise funktioniert, ist eben dem Wechselspiel sehr unterschiedlicher Prozesse und Faktoren zu verdanken. Mit der vorliegenden "Einführung in die Phonetik" soll versucht werden, die wichtigsten dieser Grundlagen - beileibe nicht alle und manche in hoffentlich nicht zu knapper Form - darzustellen.

¹² Eine strikte Trennung in eine primär naturwissenschaftlich arbeitende 'Sprechaktlautre' Phonetik und eine rein geisteswissenschaftlich arbeitende 'Sprachgebildelautre' Phonologie im Sinne von Trubetzkoy (1939).

0.3 Literaturhinweise

Weiterführende Literatur

- Abercrombie, D. (1967), *Elements of General Phonetics*. Edinburgh.
- Borden, G.J. & Harris, K.S. (1980), *Speech Science Primer: Physiology, Acoustics and Perception of Speech*. Baltimore MD.
- Catford, J.C. (1977), *Fundamental Problems in Phonetics*. Edinburgh.
- Catford, J.C. (1988), *A Practical Introduction to Phonetics*. Oxford.
- Clark, J.E. & Yallop, C. (1990), *An Introduction to Phonetics and Phonology*. Oxford.
- Crystal, D. (1985), *A Dictionary of Linguistics and Phonetics*. Oxford.
- Crystal, D. (1987), *The Cambridge Encyclopedia of Language*. Cambridge.
- Crystal, D. (1993), *Die Cambridge Enzyklopädie der Sprache*. Frankfurt/M.
- Denes, P.B. & Pinson, E.N. (1993), *The Speech Chain: The Physics and Biology of Spoken Language*. Oxford.
- Glück, H. (Hrsg.) (1993), *Metzler-Lexikon Sprache*. Stuttgart u.a.
- Kohler, K. J. (1977/1994), *Einführung in die Phonetik des Deutschen*. Berlin.
- Ladefoged, P. (1975), *A Course in Phonetics*. New York.
- Tillmann, H. G. (mit Mansell, P.) (1980), *Phonetik. Lautsprachliche Zeichen, Sprachsignale und lautsprachlicher Kommunikationsprozeß*. Stuttgart.

Spezialliteratur

- Asher, R.E. & Henderson, E. (eds.) (1981), *Towards a History of Phonetics*. Edinburgh.
- Brücke, E. (1856), *Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute für Linguisten und Taubstummenlehrer*. Wien.
- Deshpande, M.M. (1993), *Phonetics: Ancient Indian*. In: Asher, R.E. & Simpson, J.M.Y. (eds.), *The Encyclopedia of Language and Linguistics*. Oxford u.a., 3053-3058.
- Dudley, H. & Tarnoczy, T.H. (1950), *The speaking machine of Wolfgang von Kempelen*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 22, 151-166.
- Grieger, Wingolf (1989), *Führer durch die Schausammlung Phonetisches Institut*. Hamburg.
- Panconcelli-Calzia, G. (1940), *Quellenatlas zur Geschichte der Phonetik*. Hamburg.
- Panconcelli-Calzia, G. (1961), *3000 Jahre Stimmforschung. Die Wiederkehr des Gleichen*. Marburg.
- Raumer, Rudolf von (1855), *Über deutsche Rechtschreibung*. *Zeitschrift für die österreichischen Gymnasien* 6, 1- 37.

- Tillmann, H.G. (1993), *Phonetics, early modern: especially instrumental and experimental work*. In: Asher, R.E. & Simpson, J.M.Y. (eds.), *The Encyclopedia of Language and Linguistics*. Oxford u.a., 3082-3095.
- Trubetzkoy N. (1939), *Grundzüge der Phonologie*. Prag.
- Zwirner, E. & Zwirner, K. (21966), *Grundfragen der Phonometrie*. Basel/New York, "II. Bemerkungen zur Geschichte der Phonetik", 17-110.