

## Apparative Verfahren

Apparative Verfahren bieten die Möglichkeit, den subjektiven Höreindruck mittels spezifischer technischer Hilfsmittel zu objektivieren. Die Darstellung der *Schalldruckkurve*, die Messung der *Grundfrequenz* sowie die *Spektrografie* ermöglichen eine Objektivierung der akustischen Untersuchung. Mit anderen apparativen Verfahren lassen sich wiederum die Bewegungen der Artikulatoren darstellen. Dadurch werden artikulatorische Ungenauigkeiten und Suchbewegungen sichtbar. Zu diesen Verfahren gehören die

- Zungensonografie,
- Elektromyografie,
- Elektropalatografie,
- elektromagnetische Artikulografie,
- Röntgen-Microbeam-Untersuchung,
- Magnetresonanztomografie.

Im Folgenden werden die einzelnen Verfahren kurz beschrieben. Tab. 3.6 gibt eine Übersicht über die apparativen Verfahren im Hinblick auf die durch sie untersuchten Aspekte, ihren Aufwand und ihre Invasivität bzw. Belastung für den Patienten. Invasivität bedeutet in diesem Zusammenhang z.B. das Einstechen von Elektroden in Muskeln oder eine Strahlenbelastung durch Röntgenstrahlen. Eine Belastung tritt bei einem Verfah-

ren dann auf, wenn es z.B. an den Artikulatoren angebrachte Elektroden erfordert.

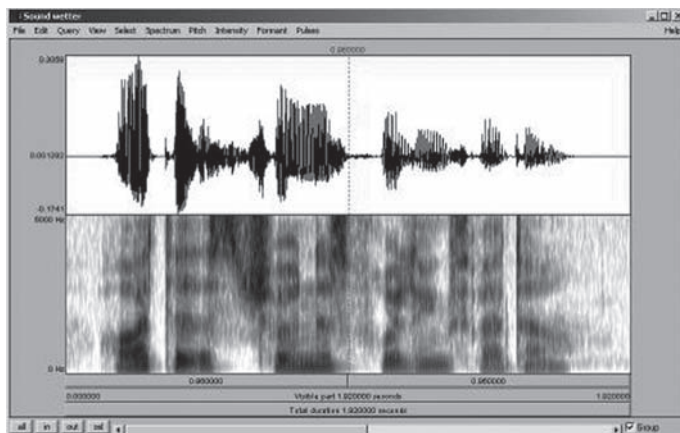
**Schalldruckkurve.** Über einen Oszillografen kann die sich während der Artikulation spezifisch verändernde Schallintensität sichtbar gemacht werden. Anhand des aufgezeichneten Signals lassen sich Pausen im Sprechablauf sowie stimmhafte und stimmlose Anteile identifizieren. Zeitliche Aspekte wie die Dauer von Lauten, Silben, Wörtern und Sätzen lassen sich über dieses Verfahren ebenso beurteilen wie der Aspekt der Stimmhaftigkeit, bei dem eine größere Schallintensität zu beobachten ist als bei stimmlosen Gesprächsanteilen.

**Grundfrequenzanalyse.** Die Analyse der Grundfrequenz ermöglicht die Beurteilung eines Teilaspekts der Prosodie bzw. des Sprechverhaltens. Sie errechnet sich aus der Anzahl der Stimmlippen-schwingungen pro Sekunde. Die mittlere Sprechstimmlage und der Tonhöhenumfang können bestimmt werden. Bei sprechpraktischen Patienten liegt zwar meist keine primäre Phona-tionsstörung vor, es kann aber häufiger eine aus der Sprechanstrengung resultierende erhöhte Sprechstimmlage beobachtet werden.

Tabelle 3.6 Übersicht über apparative diagnostische Verfahren zur Untersuchung der Sprechapraxie.

Untersuchungsverfahren	Untersuchte Aspekte	Aufwand	Invasivität bzw. Belastung
Schalldruckkurve	Schallintensität, zeitliche Aspekte, Stimmhaftigkeit	gering	keine
Grundfrequenz	mittlere Sprechstimmlage, Tonhöhenumfang	gering	keine
Spektrografie	Dauer, Vokalqualität über Formanten, Schallintensität, Grundfrequenz	gering	keine
Zungensonografie	Zungenbewegungen (ohne Zungenspitze und Velum)	mittel	gering
Elektromyografie (EMG)	Zungen-/Lippenbewegungen	mittel	hoch
Elektropalatografie (EPG)	Zungenbewegungen	hoch	gering
Elektromagnetische Artikulografie (EMA)	Zungen-/Lippenbewegungen	hoch	mittel
Röntgen-Microbeam	Zungen-/Lippenbewegungen	hoch	hoch
Magnetresonanztomografie (MRT)	Zungen-/Lippenbewegungen	mittel	gering

Abb. 3.1 Spektrogramm am Beispiel des Freeware-Programms PRAAT (Boersma u. Weenink 2005).



**Spektrografie.** Bei der Spektrografie bzw. Sonografie wird der *spektrale Verlauf des Sprechens* (Frequenz über Zeit) gemessen und als Diagramm (Spektrogramm; Abb. 3.1) dargestellt. Darüber können zeitliche Aspekte, wie z.B. die Dauer von Vokalen und Konsonanten sowie Pausen innerhalb der Sprechrealisierung oder die Stimmenseinsetzzeit sichtbar gemacht werden. Außerdem kann die Vokalqualität anhand der dargestellten Formanten beurteilt werden. Das Spektrografieprogramm PRAAT (Boersma u. Weenink 2005) beinhaltet auch die Messung der Schallintensität und Grundfrequenz. Alternativ ist auch das Programm Sonaspeech II der Firma KayPENTAX (2005) nutzbar.

Collins et al. (1983) verwendeten die Spektrografie, um die Vokaldauer in Wortstämmen bei Sprechapraktikern zu messen. Dabei stellten sie fest, dass die Patienten die phonologische Regel der abnehmenden Vokaldauer bei zunehmender Wortlänge beherrschten, aber nicht adäquat umsetzen konnten.

## Zungensonografie

Die Zungensonografie stellt eine im Vergleich zu sonstigen physiologischen apparativen Verfahren wenig invasive Methode dar. Es handelt sich um eine *Ultraschalluntersuchung*, bei der eine Sonde am Mundboden des Patienten angebracht wird (Abb. 3.2). Die Ultraschallwellen durchdringen Haut und Gewebe und werden an Grenzflächen von Geweben unterschiedlicher Dichte reflektiert. Das hervorgerufene Echo wird aufgezeichnet (Impulsechoverfahren). Über diese Untersuchung lässt

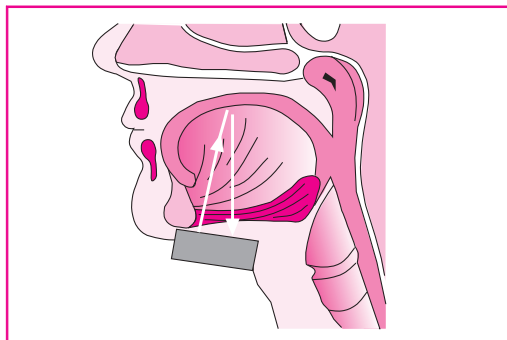


Abb. 3.2 Impulsechoverfahren bei der Zungensonografie.

sich ein Profil der gesamten Zungenoberfläche darstellen (Abb. 3.3). Neben Artikulationsbewegungen können auch Suchbewegungen der Zunge sichtbar gemacht werden. Das Verfahren ist schmerzfrei und ohne Gefahren für den Patienten. Meistens kann nur der Zungenkörper dargestellt werden. Eine Beurteilung von Velum oder Zungenspitze ist nicht möglich (Mooshammer 2004). Die Zungensonografie wird, wenn überhaupt, in Kliniken eingesetzt und eignet sich als *Biofeedbackmethode* bei der Behandlung der Sprechapraxie.

## Elektromyografie (EMG)

Bei der Elektromyografie handelt es sich um ein Verfahren zur Untersuchung von Muskelaktionspotenzialen (Berlit 1995). Die elektrische Aktivität, die durch die Spannung eines Muskels erzeugt wird, kann so sichtbar gemacht werden. Dabei

werden bei der Untersuchung sprechapraktischer Störungen Oberflächenelektroden auf Zunge und Lippen geklebt oder Nadelelektroden eingestochen. Es ist die einzige Methode, mit der die Muskelaktivität selbst gemessen werden kann. Allerdings ist es bei dieser Methode schwierig nachzuweisen, welche Muskelaktivität genau aufgenommen wurde, wenn die Dichte der Muskeln, wie bei der Zunge, besonders hoch ist. Das Ziel des Einsatzes dieses Verfahrens bei Sprechapraxien ist die Aufzeichnung von nicht zur ursprünglichen Bewegung gehörenden Aktionspotenzialen. Such-

bewegungen oder Koordinationsstörungen können somit dargestellt werden. Das Verfahren ermöglicht keine Differenzialdiagnose zur Dysarthrie.

## Elektropalatografie (EPG)

Die Elektropalatografie ist ein zeitlich-räumliches Verfahren, bei dem ein speziell angefertigter, mit Elektroden versehener *Kunststoffgaumen* auf Gaumen und Backenzähnen aufliegt.

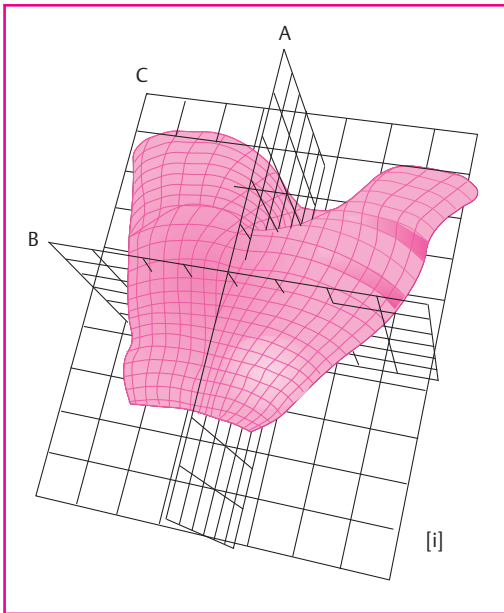


Abb. 3.3 Ultraschallprofil der Zungenoberfläche bei Artikulation des Vokals [i] (Mooshammer 2004).

In den für die Artikulation relevanten Bereichen befinden sich als erhöhte Kontaktpunkte ca. 62–96 Elektroden. Durch Zungenbewegungen wird an den Elektroden ein elektrisches Signal ausgelöst, das als typisches Lautmuster auf einem Bildschirm sichtbar gemacht wird (Abb. 3.4). Dabei wird nicht gemessen, welche Zungenanteile für das Auslösen der elektrischen Signale jeweils verantwortlich sind, sondern nur der am Gaumen hervorgerufene Abdruck. Über die Zusammensetzung verschiedener *Elektropalatogramme* ist eine dreidimensionale Darstellung der palatalen Kontaktänderungen möglich. Da für jeden Patienten eine eigene Gaumenplatte mit Elektroden hergestellt werden muss, ist die Untersuchung sehr kostenintensiv. Sie eignet sich daher eher als *Biofeedbackverfahren* für die Therapie sprechapraktischer Artikulationsstörungen (Gröne 1998). Eine wichtige Voraussetzung für eine effektive Therapie ist die Fähigkeit des Patienten, die abstrakten Lautdarstellungen auf dem Bildschirm zu imitieren und in die eigene Artikulation zu übertragen (Howard u. Varley 1995).

Abb. 3.4 Beziehung zwischen Elektrodenplatzierung am Gaumen und Darstellung der artikulatorischen Kontaktstellen beim Elektropalatogramm (Harrington 2001).

