

noch auditive Rückkopplungsmechanismen. Dies kann man aus experimentellen Untersuchungen mit verändertem auditivem Feedback herleiten: Wenn der Sprachschall auf dem Weg zum eigenen Ohr technisch manipuliert wird, zeigen Sprecher ein automatisches Adaptations- und Kompensationsverhalten, indem sie ihre Tonhöhe oder Lautstärke nachkorrigieren oder die Vokalartikulation so anpassen, dass sich der erwartete Höreindruck einstellt (Houde u. Jordan 2002). Ein anderer Beleg für die Rolle der auditiven Affferenz kommt aus Untersuchungen von Erwachsenen, die nach Abschluss des Spracherwerbs gehörlos geworden sind: Der Hörverlust erwachsener Sprecher führt nicht nur zu einem Verlust der Kontrollfunktionen für Tonhöhe, Lautstärke und Intonation, sondern längerfristig auch zu Veränderungen bei der Artikulation von Vokalen und Konsonanten (Waldstein 1990). Man geht daher davon aus, dass auditives Feedback auch nach abgeschlossenem Spracherwerb eine wichtige Rolle zur langfristigen Aufrechterhaltung sprechmotorischer Funktionen erfüllt (Perkell et al. 1997). Adaptives Verhalten der Sprechmotorik ist lebenslang wichtig, da wir uns z.B. an die langsamen altersbedingten Veränderungen unserer Sprechorgane anpassen oder kurzfristige Veränderungen – z.B. durch eine Zahnspanne oder im höheren Alter durch eine Zahnprothese – kompensieren müssen. Das auditive Feedback führt dazu, dass wir diese allmählichen oder plötzlichen Veränderungen wahrnehmen und unsere Sprechbewegungen automatisch an die neuen Bedingungen anpassen.

Schließlich verwenden wir den auditiven Wahr-

nehmungskanal auch, um unsere Sprechfehler zu korrigieren. Probanden, die während des Sprechens durch ein Maskierungsgeräusch vertäubt werden, sprechen flüssiger und korrigieren sich weniger häufig (Postma 2000). Vermutlich nutzen auch Patienten mit einer Sprechapraxie den auditiven Kanal intensiv, um ihre Fehler zu korrigieren.



### **Auditive Kontrolle des eigenen Sprechens bei Patienten mit Dysarthrie**

Was geschieht, wenn der auditive „Monitor“ – wie das bei dysarthrischen Patienten der Fall sein muss – einen krass veränderten akustischen „Output“ zurückmeldet? Ein funktionierender audiomotorischer „Regelkreis“ würde, wie wir gesehen haben, versuchen, die gestörten Bewegungsabläufe so zu adaptieren, dass wieder ein akzeptables akustisches Ergebnis zustande kommt. Bei dysarthrischen Patienten scheint dies nicht mehr zu funktionieren; sei es, weil die motorischen Prozesse so sehr „verstellt“ sind, dass die natürlichen Adaptationsvorgänge nicht mehr wirksam werden können oder weil der gestörte Sprechbewegungsapparat kein ausreichendes Anpassungspotenzial mehr besitzt oder aber weil die auditiven (und auch die somatosensorischen) Rückmeldemechanismen von der Bewegungskontrolle „abgekoppelt“ sind. Eine wichtige klinische Beobachtung ist in diesem Zusammenhang, dass viele dysarthrische Patienten das Ausmaß der Veränderung ihrer Sprechweise gar nicht zu erkennen scheinen oder nicht adäquat bewerten. Von Parkinson-Patienten vermutet man, dass sie, obwohl sie sehr leise sprechen, oft der Meinung sind, ihre Sprechlautstärke sei angemessen. Eine wichtige therapeutische Aufgabe besteht in diesen Fällen darin, sensorische Kontrollprozesse wieder in Gang zu setzen (Kap. 7).

---

## **Sprechen, um verstanden zu werden**

### **Meister der Anpassung**

Die beschriebenen Beobachtungen über die Rolle sensorisch-afferenter Prozesse beim Sprechen haben zu der Einsicht geführt, dass die Sprechmotorik – wie übrigens alle anderen erlernten Bewegungsfunktionen auch – einer zielorientierten Organisation gehorcht. Die sprechmotorischen Kontrollfunktionen ordnen sich demnach der Erreichung eines Handlungsziels unter – des Ziels, verständliche und natürliche Sprache zu erzeugen.



### **Pfeifenraucher, Bauchredner und die motorische Äquivalenz**

Ein häufig erwähntes Beispiel für diesen Sachverhalt ist das „Pfeifenraucherphänomen“ – eine Alltagsvariante des bereits erwähnten Beißblockversuchs: Geübte Pfeifenraucher können, wenn sie ihre Pfeife zwischen die Zähne klemmen, oft nahezu unbeeinträchtigt, jedenfalls sehr verständlich, sprechen. Diese Beobachtung ist, wie die beschriebenen Beißblockbefunde, deswegen bedeutsam, weil man aus ihr ableiten kann, dass wir die Laute unserer Sprache auf vielen verschiedenen Wegen hervorbringen können. Wenn wir mit den Zähnen eine Pfeife festhalten, wird der Unterkiefer fixiert

und alle Beiträge, die normalerweise die Unterkieferbewegungen zur Lautproduktion leisten, müssen durch veränderte Bewegungsabläufe der übrigen Artikulatoren ausgeglichen werden. Dieser Sachverhalt wird durch den Begriff der **motorischen Äquivalenz** beschrieben. Er besagt, dass wir eine motorische „Zielvorgabe“ mit ganz unterschiedlichen, in ihrer Funktion aber äquivalenten motorischen Aktionen erfüllen können. Die „Zielvorgaben“ für das Sprechen bestehen darin, verständliche Laute, Silben und Wörter hervorzu bringen. Der geübte Pfeifenraucher kann diese Ziele auf verschiedenen Wegen – mit frei beweglichem oder mit fixiertem Unterkiefer – gleich gut erreichen. Ein Bauchredner nutzt übrigens dasselbe Prinzip: Er bewegt beim Sprechen seinen Mund so geringfügig, dass wir seine Äußerungen eher den auffälligen Mundbewegungen der Puppe zuschreiben, die er in der Hand hält, als seinem eigenen, scheinbar unbeweglichen Sprechorgan.

Die Artikulationsbewegungen für Laute oder Silben vollziehen sich nicht immer gleich, sondern passen sich flexibel an unterschiedliche Gegebenheiten und unterschiedliche Kontexte an. Das Bewegungsziel, also die Erzeugung eines gewünschten Lautes, bleibt konstant, die Wege zu diesem Ziel, also die Bewegungen der Sprechorgane, sind dagegen variabel.

Das Prinzip der motorischen Äquivalenz ist natürlich nicht auf die Pfeifenrauchersituation und auf die artifiziellen Bedingungen phonetischer Experimente beschränkt; es wird vielmehr immer ausgenutzt, wenn wir sprechen. Die Bedingungen, unter denen wir Sprechbewegungen ausführen, ändern sich ständig: Wir sprechen im Stehen und Gehen, im Sitzen oder im Liegen, wodurch sich immer wieder neue mechanische Bedingungen für den Bewegungsablauf ergeben (z.B. unterschiedliche Auswirkungen der Schwerkraft auf Kiefer, Gaumensegel und Brustkorb), und wir sprechen, während wir essen oder Kaugummi kauen. Dabei passen sich die Bewegungsvorgänge „automatisch“, also ohne unsere bewusste Kontrolle, an die jeweils veränderten Bedingungen an, und zwar immer mit dem Ziel, verständliche und natürliche Sprachlaute zu erzeugen. Es gibt im Übrigen aus phonetischen Untersuchungen viele Belege, wonach wir diese „Freiheitsgrade“ des Artikulierens auch unter sonst gleich bleibenden Bedingungen ständig nutzen. So kann z.B. der akustische Effekt der Lippenprotrusion bei gerundeten Vokalen (/u/, /o/, /y/, /ø/) auch mit anderen artikulatorischen Mitteln erzielt werden, nämlich durch Anpassungen der Zungenlage oder eine leichte Absenkung des Kehlkopfs. Auf diese funktionell äquivalenten Möglichkeiten wird immer wieder zurückgegriffen, und sie werden sehr variabel miteinander kombiniert (Guenther et al. 1999). Von dieser hohen Anpassungskunst war bereits im Abschnitt über die Sprechatmung die Rede.

## Bewegung im akustischen Raum

Das im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Prinzip kann man auch so interpretieren, dass wir uns beim Sprechen nicht in einem visuell-geometrischen Raum bewegen und dort Effekte erzeugen, wie wir das etwa beim Greifen und Zeigen, beim Schreiben oder beim Gehen tun. Vielmehr steuern wir unsere Sprechorgane so, dass wir Effekte in einem „akustischen Raum“ erzeugen: die Sprachlaute. So, wie wir uns mit den Händen, Armen und Beinen in einem visuell-geometrischen Raum bewegen, bewegen wir uns mit unseren Sprechorganen in einem „akustischen Raum“.

Natürlich lassen sich die Bewegungen von Zunge und Gaumensegel beim Sprechen geometrisch mit den Raumkoordinaten unserer Mundhöhle beschreiben, aber wie wir gesehen haben, sind diese Bewegungsabläufe sehr variabel und dienen eigentlich dem Ziel, die hörbaren Laute und Silben unserer Sprache zu generieren. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom „akustischen Referenzraum“ des Sprechens. Wie wichtig die akustische Referenz für uns ist, kann man daran erkennen, dass phonetische Laien meist gar keine bewusste Vorstellung vom räumlich-geometrischen Verlauf von Artikulationsbewegungen haben und eine Instruktion wie „schließen Sie Ihre Glottis“ oder „heben Sie Ihr Gaumensegel an“ gar nicht befolgen können. Sie sind jedoch sehr wohl imstande, diese Bewegungen auszuführen, wenn sie entsprechende Geräusche imitieren (z.B. ein Räuspern) oder Silben nachsprechen.

In einem Modell von Frank Guenther und Joseph Perkell wird daher die Kontrolle von Sprechbewegungen als ein „Navigieren“ im akustischen Raum unserer Sprachlaute beschrieben (Abb.2.1).

In der frühen Phase des Spracherwerbs erlernen Kinder nach diesem Modell den Zusammenhang zwischen den Bewegungen ihrer Sprechorgane, den damit verbundenen taktil-sensorischen