

DIE NEURALE SIGNATUR DER LAUTSPRACHE

MARTIN MEYER, UNIVERSITY OF ZURICH

Lautsprache ist eine biologische Errungenschaft, die sich der Mensch als einziges Lebewesen, während der Evolution angeeignet hat³. Somit unterscheidet sich die zerebrale Architektur der Lautsprache wesentlich von der neuralen Organisation der Schriftsprache, welche eine rein kulturelle Errungenschaft darstellt²¹. Einer derzeit populären Theorie zufolge, hat sich die Lautsprache aus einer frühmenschlichen Gebärdensprache entwickelt, da sich mit Erster erhebliche evolutionäre Vorteile verknüpften². Laut- und Gebärdensprache in der heutigen Form sind demnach beide natürlich entstandene komplexe Kommunikationssysteme, die einen Austausch von abstrakten Informationen zwischen Individuen ermöglichen, auf einem umschriebenen Regelsystem basieren und im Gehirn sehr ähnlich implementiert sind.

Seit der Etablierung bildgebender Verfahren zur Erforschung kognitiver Funktionen im menschlichen Gehirn vor ca. 15 Jahren hat sich das Wissen um die neurale Signatur der Sprache(n) im Gehirn radikal verändert¹³. Während zu Beginn der 2000er Jahre noch weitgehend am klassischen neurologischen Modell, welches primär die Existenz von zwei Sprachzentren (die inferior frontale Broca-Area und die superior temporale Wernicke-Area) in der linken Hemisphäre postulierte¹⁹, festgehalten wurde, hat sich mittlerweile die Erkenntnis durchgesetzt, dass ein weit verzweigtes Netzwerk von kortikalen Modulen in der linken und in der rechten Hemisphäre in die Verarbeitung von Sprachperzeption und -expression involviert ist^{5,20?}. Diese Module wiederum sind durch mächtige inter- und intrahemisphärische Fasern weisser Substanz miteinander verbunden und garantieren somit den Austausch von Informationen auf diversen Ebenen linguistischer und primär akustisch bzw. visuo-motorischer Informationen⁴. Dabei konzentrieren sich die gebärdens- und lautsprachrelevanten Areale im Kern um die linke, aber auch um die rechte Sylvische Fissur^{12,22}. Gerade auch im Hinblick auf den Spracherwerb kommt der Frage der Arbeitsteilung zwischen den Hemisphären eine besondere Bedeutung zu, da sich gezeigt hat, dass perisylvische Regionen der rechten Hemisphäre für die Verarbeitung von prälinguistischer Information optimiert sind^{7,10,16-18}.

Neuere neurobiologische Modelle betonen die Wichtigkeit der Integration von Aspekten räumlicher und zeitlicher Verarbeitung sprachlich relevanter Information im Gehirn⁶. Sie zeichnen ein hoch komplexes Bild der Sprachverarbeitung, bei der semantische, syntaktische und prosodische Informationen über einen oder mehrere ventrale und dorsale Pfade verarbeitet und integriert werden^{1,23}. Bislang allerdings gibt es nur wenig Anstrengungen, die Prozessanforderungen dieser Modelle mit den Gegebenheiten der neuroanatomischen Architektur in Einklang zu bringen. Evidenz für perisylvische makro- und mikroskopische Asymmetrien, welche eine spezifische Bedeutung für die Funktion bestimmter Areale während der Sprachverarbeitung haben, liegt aber vor^{8,9,11,14,15}.

Der Vortrag wird einen umfassenden Überblick über den derzeitigen Forschungsstand vom Zusammenhang von Lautsprache und Gehirn sowie allfällige Parallelen und Unterschiede im Hinblick auf die neurale Signatur der Gebärdensprache zum Gegenstand haben.

References

- [1] Bornkessel-Schlesewsky I, Schlewsky M (2013): Reconciling time, space and function: a new dorsal-ventral stream model of sentence comprehension. *Brain Lang.* 125:60–76.
- [2] Corballis MC (2010): Mirror neurons and the evolution of language. *Brain Lang.* 112:25–35.
- [3] Fitch WT (2010): *The evolution of language.* New York: Cambridge University Press.
- [4] Friederici AD (2009): Pathways to language: fiber tracts in the human brain. *Trends Cog. Sci.* 13:175–181.
- [5] Friederici AD (2011): The brain basis of language processing: from structure to function. *Physiol. Rev.* 91:1357–1392.
- [6] Friederici AD (2012): The cortical language circuit: from auditory perception to sentence comprehension. *Trends Cog. Sci.* 16:262–268.
- [7] Glasser MF, Rilling JK (2008): DTI tractography of the human brain’s language pathways. *Cereb. Cortex* 18:2471–2482.
- [8] Goldberg E, Roediger D, Kucukboyaci NE, Carlson C, Devinsky O, Kuzniecky R, Halgren E, Thesen T (2013): Hemispheric asymmetries of cortical volume in the human brain. *Cortex* 49:200–210.
- [9] Harasty J, Seldon HL, Chan P, Halliday G, Harding A (2003): The left human speech-processing cortex is thinner but longer than the right. *Laterality* 8:247–260.
- [10] Hervé PY, Zago L, Petit L, Mazoyer B, Tzourio-Mazoyer N (2013): Revisiting human hemispheric specialization with neuroimaging. *Trends Cog. Sci.* 17:69–80.
- [11] Hutsler J, Galuske RAW (2003): The specialized structure of human language cortex: pyramidal cell size asymmetries within auditory and language-associated regions of the temporal lobes. *Brain Lang.* 86:226–242.
- [12] MacSweeney M, Woll B, Campbell R, McGuire PK, David AS, Williams SCR, Suckling J, Calvert GA, Brammer MJ (2002): Neural systems underlying British Sign Language and audio-visual English processing in native users. *Brain* 125:1583–1593.
- [13] Meyer M (2008): Functions of the left and right posterior temporal lobes during segmental and suprasegmental speech perception. *Z. Neuropsych.* 19:93–102.
- [14] Meyer M, Liem F, Hirsiger S, Jäncke L, Hänggi J (2013): Cortical surface area and cortical thickness demonstrate differential structural asymmetry in auditory-related areas of the human cortex. *Cereb. Cortex* Epub ahead of print, doi:10.1098/rstb.2007.2160.
- [15] Meyer M, Toepel U, Keller J, Nussbaumer D, Zysset S, Friederici AD (2007): Neuroplasticity of sign language: Implications from structural and functional brain imaging. *Restor. Neurol. Neurosci.* 25:335–351.
- [16] Perani D, Saccuman MC, Scifo P, Awander A, Spada D, Baldoli C, Poloniato A, Lohmann G, Friederici AD (2011): Neural language networks at birth. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 108:16056–16061.
- [17] Perani D, Saccuman MC, Scifo P, Spada D, Andreolli G, Rovelli R, Baldoli C, Koelsch S (2010): Functional specializations for music processing in the human newborn brain. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107:4758–4763.
- [18] Poeppel D (2003): The analysis of speech in different temporal integration windows: cerebral lateralization as “asymmetric sampling in time”. *Speech Communication* 41:245–255.
- [19] Price CJ (2000): The anatomy of language: contributions from functional neuroimaging. *J. Anat.* 197:335–359.
- [20] Price CJ (2012): A review and synthesis of the first 20 years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading. *NeuroImage* 62:816–847.
- [21] Rüsche B, Meyer M (2010): Der kleine Unterschied - wie der Mensch zur Sprache kam. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 21:109–125.
- [22] Vigneau M, Beaucois V, Hervé PY, Jobard G, Petit L, Crivello F, Mellet E, Zago L, Mazoyer B, Tzourio-Mazoyer N (2011): What is right-hemisphere contribution to phonological, lexico-semantic, and sentence processing? insights from meta-analysis. *NeuroImage* 54:577–593.
- [23] Weiller C, Bormann T, Saur D, Musso M, Rijntjes M (2011): How the ventral pathway got lost - and what its recovery might mean. *Brain Lang.* 118:29–39.