

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
-------------------------------	----------

Teil I Grundlagen der Linguistik und Phonetik

2 Sprachproduktion	9
2.1 Wörter, Silben und Sprachlaute	9
2.1.1 Konzepte und semantische Netzwerke	9
2.1.2 Mentales Lexikon und mentaler Silbenspeicher	11
2.1.3 Mentaler Silbenspeicher und phonologische Bewusstheit.	14
2.2 Die Artikulation	18
2.2.1 Motorische Ablaufpläne und Sprechbewegungseinheiten.	18
2.2.2 Artikulatorische Kompensation	22
2.2.3 Artikulatorische Merkmale unterschiedlicher Lautklassen	24
2.3 Das akustische Sprachsignal	29
2.3.1 Phonation	30
2.3.2 Formanten	36
2.3.3 Formanttransitionen und sekundäre Schallquellen	40
2.4 Störungen der Sprachproduktion	46
Literatur.	49
3 Sprachwahrnehmung	51
3.1 Verarbeitungsstufen	51
3.1.1 Auditive Lautmerkmale	52
3.1.2 Phonologische Analyse	59
3.1.3 Sprachverständigen: Erkennen von Wörtern und ihrer Bedeutung.	61
3.1.4 Aktive vs. passive Theorien der Sprachwahrnehmung	62
3.2 Invarianz und Variabilität des Sprachsignals	64
3.2.1 Unterschiedliche Sprecher	64
3.2.2 Unterschiedliches Sprechtempo	66
3.2.3 Was ist nun invariant bei gesprochener Sprache?	68

3.3	Interaktion von Sprachproduktion und Sprachwahrnehmung	69
3.3.1	Das Ziel ist immer die Kommunikation.	70
3.3.2	Auditive Kontrolle von Sprechbewegungseinheiten	70
3.3.3	Somatosensorische Kontrolle von Sprechbewegungseinheiten	72
3.4	Störungen der Sprachwahrnehmung	73
	Literatur.	74
4	Spracherwerb	75
4.1	Phasen des Spracherwerbs	76
4.1.1	Babbeln	76
4.1.2	Imitieren.	77
4.1.3	Aufbau des mentalen Lexikons	80
4.1.4	Grammatikerwerb: die Produktion und das Verstehen ganzer Sätze	82
4.2	Mechanismen des Spracherwerbs	83
4.2.1	Zur Untrennbarkeit von Sprachproduktion, Sprachwahrnehmung und Spracherwerb	83
4.2.2	Arten des Lernens	84
4.3	Störungen des Spracherwerbs	87
	Literatur.	88

Teil II Grundlagen der Neurobiologie und ihrer Computersimulation

5	Anatomischer Aufbau und funktionale Struktur des Nervensystems	91
5.1	Zur funktionalen Struktur des Nervensystems.	92
5.1.1	Arten von Neuronen im zentralen und peripheren Nervensystem.	92
5.1.2	Neuronale Netzwerke.	98
5.1.3	Exzitatorische und inhibitorische synaptische Verbindungen	98
5.2	Das Gehirn	101
5.2.1	Anatomischer Aufbau des Gehirns	101
5.2.2	Die Großhirnrinde	102
5.2.3	Der Balken	110
5.2.4	Basalganglien und Thalamus	111
5.2.5	Das limbische System	115
5.2.6	Das Kleinhirn	116
5.3	Die afferenten Nervenbahnen: die sensorischen Bahnen.	117
5.3.1	Die auditive Bahn.	118
5.3.2	Die visuelle Bahn.	120
5.3.3	Die somatosensorische Bahn	121
5.4	Die efferente Nervenbahn: die motorische Bahn.	123
5.4.1	Die pyramidale Bahn	123
5.4.2	Die extrapyramideale Bahn	124

5.5	Ein erstes Modell der Sprachverarbeitung und des Spracherwerbs	125
5.5.1	Sprachproduktion und Sprachwahrnehmung: die sensorische und motorische Ebene	126
5.5.2	Lexikalische Verarbeitung und Satzgenerierung	128
5.5.3	Neuronale Lernmechanismen im Spracherwerb	132
Literatur		138
6	Neuronale Modellierung: der STAA-Ansatz	139
6.1	Knoten: die STAA-Neuronenensembles	141
6.1.1	Aktivierungslevel, Aktivierungsfunktion und synaptisches Verbindungsge wicht	141
6.1.2	Reizintensität und Aktivierungslevel bei Rezeptorneuronen	143
6.1.3	Aktivierungslevel und Grad der Muskelkontraktion bei Motoneuronen	144
6.2	Konnektionismus: einfache neuronale Netze im STAA-Ansatz	146
6.2.1	Zwei- und Drei-Buffer-Netzwerke	146
6.2.2	Überwachtes Lernen in einfachen gerichteten Netzwerken	150
6.3	Kohonen-Netzwerke: sich selbst organisierende Buffer	154
6.3.1	Zur Architektur von Kohonen-Netzwerken	154
6.3.2	Nicht überwachtes Lernen und sich selbst organisierende Buffer	157
6.3.3	Ein Beispiel: das Erlernen von phonetischen Vokalkategorien	159
Literatur		163
7	Neuronale Modellierung: der NEF-Ansatz	165
7.1	Einführung in NEF	166
7.1.1	LIF-Neuronen im NEF	166
7.1.2	Neuronenensembles	167
7.1.3	Einfache neuronale Transformationen	170
7.1.4	Rekurrente Neuronenensembles: Kurzzeitspeicherung und Oszillation	174
7.2	S-Pointer und S-Pointer-Architektur (SPA)	177
7.2.1	S-Pointer	177
7.2.2	S-Pointer-Architektur (SPA)	180
7.2.3	Die Assoziation von S-Pointern: assoziative Speicher	188
7.2.4	Binden, inverses Binden und addieren von S-Pointern	190
7.3	Zur Ablaufsteuerung neuronaler Prozesse	193
7.3.1	Beispiel: Wortproduktion aufgrund visueller und auditiver Initiierung	193
7.3.2	Die neuronale Realisierung der Ablaufsteuerung	200
7.3.3	Sequenzierung motorischer Ereignisse	204
7.4	S-Pointer-Netzwerke	207
7.4.1	Semantisches Netzwerk	208

7.4.2	Phonologisches Netzwerk	209
7.4.3	Berechnung von Ähnlichkeiten von S-Pointern in S-Pointer-Netzwerken	212
7.4.4	Koaktivierungen von S-Pointen in gleichen und unterschiedlichen SPA-Buffern	212
7.4.5	Beantwortung von Fragen (inverses Binden) in S-Pointer-Netzwerken	215
7.4.6	Autoassoziative Speicher und Clean-up-Prozesse	217
7.5	Modellierung gestörter neuronaler Prozesse	222
7.5.1	Verspäteter Erwerb sprachlicher Fertigkeiten	222
7.5.2	Fehlerhaftes Lernen	222
7.5.3	Funktionsuntüchtige Neuronen in kortikalen Bereichen	223
7.5.4	Abgestorbene kortikale Bereiche	223
7.5.5	Untypische Konzentration an Neurotransmittern in den Basalganglien	223
	Literatur	224

Teil III Modelle der Sprachverarbeitung und des Spracherwerbs

8	Eine LiteratURAUSWAHL an Modellen	227
8.1	Datengetriebene Modelle	228
8.1.1	Mentales Lexikon und mentaler Silbenspeicher: Levelt	228
8.1.2	Aktivierung von Motorplänen und ihre Ausführung: Riecker et al.	229
8.1.3	Sensomotorische Steuerung: Price et al.	229
8.1.4	Sprachwahrnehmung: Hickok und Poeppel.	231
8.2	Simulationsmodelle	233
8.2.1	Mentales Lexikon: Dell	233
8.2.2	Mentales Lexikon und Silbenspeicher: Roelofs	234
8.2.3	Sensomotorische Steuerung: Guenther	234
8.2.4	Sprachwahrnehmung: McClelland und Elman	235
8.2.5	Spracherwerb: Li	235
8.2.6	Frühe Phasen des Spracherwerbs: Warlaumont	235
8.2.7	Artikulation und Perzeption: Bekolay	236
8.3	Perspektiven biologisch basierter Modelle in der Sprachtechnologie	237
8.3.1	Sprachsynthese	237
8.3.2	Spracherkennung	237
	Literatur	238
9	Das LS-Modell (Lexikon-Silbenspeicher-Modell)	241
9.1	Das LS1-Modell	242
9.1.1	Aufbau des Modells	242

9.1.2	Simulation des Spracherwerbs	244
9.1.3	Simulation der Sprachproduktion und Sprachwahrnehmung	252
9.2	Das LS2-Modell als Ausgangspunkt für weitere Arbeiten	253
9.3	Das artikulatorisch-akustische Modell: Ansteuerung und Feedback	254
9.3.1	Die Ansteuerung: Feedforwardkontrollparameter	254
9.3.2	Auditive und somatosensorische Feedbackinformation	259
9.3.3	Von Motorplänen zu primärmotorischen Aktivierungen im LS2-Modell	260
9.4	Ausblick	263
Literatur		264
10	Glossar	267
Stichwortverzeichnis		279