

A.C.M. Rietveld en V.J. van Heuven

Algemene



fonetiek

uitgeverij
coutinho

ALGEMENE FONETIEK

Algemene fonetiek

A.C.M. Rietveld
V.J. van Heuven

Vierde, herziene druk

u i t g e v e r i j | C
c o u t i n h o

bussum 2016

www.coutinho.nl/fonetiek4

Je kunt aan de slag met het online studiemateriaal bij dit boek. Dit materiaal is te vinden op www.coutinho.nl/fonetiek4

© 1997/2016 Uitgeverij Coutinho bv

Alle rechten voorbehouden.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

Eerste druk 1997

Vierde, herziene druk 2016

Uitgeverij Coutinho

Postbus 333

1400 AH Bussum

info@coutinho.nl

www.coutinho.nl

Omslag: Bureau van den Tooren, Amsterdam

Omslagillustratie: Magnetic Resonance Imaging (MRI) van de *aa* van *paat* (links) en de *e* van *de* (rechts). Tevens een oscillogram van de spraakuiting *Algemene fonetiek*. De auteurs danken dhr. P. Gaalman van het F.C. Donders Instituut te Nijmegen voor de MRI registraties.

Noot van de uitgever

Wij hebben alle moeite gedaan om rechthebbenden van copyright te achterhalen. Personen of instanties die aanspraak maken op bepaalde rechten, wordt vriendelijk verzocht contact op te nemen met de uitgever.

ISBN 978 90 469 0542 5

NUR 616

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	xiii
Colofon	xvi
1 Wat is fonetiek?	1
1.1 Inleiding	1
1.2 De binnen- en de buitenkant van taal	1
1.3 Taken van de fonetiek	3
1.4 Het proces van spreken en verstaan	5
1.4.1 De spraakketen	5
1.4.2 Nadere beschouwing van de spraakketen	6
1.4.3 Voorwaarden voor communicatie	7
1.4.4 Centrale rol voor het spraakgeluid	8
1.4.5 Terug naar de vraagstelling van de fonetiek	8
1.5 Taalkundige hiërarchie in het spraakgeluid	9
1.6 Fonetiek en spraaktechnologie	11
1.7 Hoe gaat dit boek verder?	12
2 Eenheden in taal en spraak; versprekingen	15
2.1 Eenheden in de taalkundige hiërarchie	15
2.2 Taalkundige versus fonetische eenheden	18
2.3 Wat versprekingen ons kunnen leren	19
2.4 Spraakproductie: plan versus programma	20
2.5 Analyse van versprekingen	22
2.5.1 Selectiefouten	23
2.5.2 Programmafouten	24
2.6 Beperkingen op mogelijke versprekingen	28
2.7 Psychologische realiteit van taalkundige eenheden?	31
2.8 Modulariteit van het mechanisme	32
3 Bouw en werking van de spraakorganen	35
3.1 Inleiding	35
3.2 Het subglottale systeem	35
3.3 Het glottale systeem	37
3.4 De supraglottale structuren	44

3.5	Innervatie	49
3.6	Ontwikkeling van het spraakproductieapparaat	52
4	Productie van spraakklanken	55
4.1	Fases in het spraakproductieproces	55
4.1.1	De initiatiefase	55
4.1.2	Fonatie	58
4.1.3	Articulatie van klinkers en medeklinkers	63
4.2	Klinkers	64
4.3	Medeklinkers	74
4.3.1	Plosieven	78
4.3.2	Fricatieven	81
4.3.3	Liquidae	84
4.3.4	Nasalen	86
4.3.5	Halfklinkers	86
4.3.6	Affricaten	86
4.4	Nasaliteit	87
4.5	Een overzicht van spraakkenmerken	89
4.5.1	Algemeen	89
4.5.2	Kenmerken van medeklinkers	92
4.5.3	Kenmerken van klinkers	94
4.6	Complexiteit van klanken	95
5	Spraak op papier	99
5.1	Inleiding	99
5.2	Beginselen van conventionele spellingen	99
5.3	Fonetisch schrift	103
5.3.1	Twee typen transcriptie	104
5.3.2	Globale transcriptie	104
5.3.3	Gedetailleerde transcriptie	105
5.4	Transcriberen in de praktijk	107
5.5	Transcriptie van prosodische eigenschappen	110
5.6	Enige voorbeeldtranscripties	111
5.6.1	Een gedetailleerde IPA-transcriptie	111
5.6.2	Een globale IPA-transcriptie	112
5.6.3	Een globale X-SAMPA-transcriptie	112
5.6.4	Een globale CGN-transcriptie	112

6	Golfvormen en segmentatie van spraakklanken	115
6.1	Golfvormen	115
6.2	Segmentatie	123
6.3	Segmentatie in brede fonetische klassen	124
6.3.1	Signaalkenmerken	124
6.3.2	Identificatie van brede fonetische klassen	128
7	Spectra en formanten	133
7.1	Spectra	133
7.2	De relatie tussen aanzetstuk en spectrum	142
7.3	Klinkers en formanten	143
7.3.1	De 2-buis	143
7.3.2	Van 2-buis naar 2+1-buis: nasalering van klinkers	147
7.4	Medeklinkers	150
7.4.1	Fricatieven	151
7.4.2	Nasalen en lateralen	154
7.4.3	Halfklinkers	155
8	Spectrale eigenschappen van niet-stationaire klanken	157
8.1	Analyse van niet-stationaire klanken	157
8.1.1	Het spectrogram	158
8.1.2	Formantsporen	160
8.2	Classificatie	162
8.2.1	Klinkers	163
8.2.2	Tweeklanken	165
8.2.3	De articulatieplaats van medeklinkers	166
9	Articulatie en fonetische processen	175
9.1	Articulatie	175
9.2	DIVA: Een spraakproductiemodel	184
9.3	Coarticulatie	187
9.3.1	Het look-ahead-scanningmodel	189
9.3.2	Het time-lockingmodel	190
9.3.3	Een hybride model van look-ahead en time-locking	190
9.3.4	Het windowmodel	192
9.4	Assimilatie	194
9.4.1	Algemeen	194
9.4.2	Assimilatie in het Nederlands	199

9.5	Secundaire articulatie	201
9.6	Reductie	201
9.7	Andere fonetische processen	205
10	De waarneming van spraak	209
10.1	Inleiding	209
10.2	Het oor	209
10.2.1	Overzicht	209
10.2.2	Het binnenoor	211
10.3	Gevoeligheid van het gehoor	213
10.3.1	Absolute hoorbaarheid	214
10.3.2	Hoorbaarheid van verschillen	218
10.4	Maskeringsverschijnselen	220
10.4.1	Gelijktijdige maskering en toonhoogtewaarneming	220
10.4.2	Voorwaartse (ongelijktijdige) maskering	225
10.5	Psychofysische schalen	226
10.6	Waarom herkennen we de diverse spraakklanken?	227
10.6.1	Klinker tegenover medeklinker	228
10.6.2	Verschillen tussen klinkers	228
10.6.3	Verschillen tussen medeklinkers	231
10.7	De rol van de gesproken context	237
10.7.1	Spectrale normering	237
10.7.2	Temporele normering	238
10.7.3	Coarticulatie	239
10.8	Is spraak bijzonder?	239
10.8.1	Rechtersoorvoordeel	240
10.8.2	Categoriale waarneming	241
10.8.3	Cue trading	242
10.8.4	Aangeboren spraakkenmerkdetectoren?	243
11	Herkenning van gesproken woorden	245
11.1	Inleiding: herkennen in het algemeen	245
11.2	Modellen van woordherkenning	246
11.2.1	Het logogenmodel	247
11.2.2	Het cohortmodel	250
11.2.3	Het Neighborhood Activation Model	253
11.2.4	Het Trace-model	255

11.2.5	Het Shortlist-model	258
11.2.6	Effecten van woordprosodie	260
11.3	Woordherkenningstaken	262
11.3.1	Lexicale decisie	263
11.3.2	Detectietaken	263
11.3.3	Cross-modal priming	265
11.3.4	Woordaanvultaak (gating)	266
11.3.5	Oogbewegingregistratie	266
11.4	Nut van woordgrensmarkering	267
11.5	Voorspellingen over taalstructuur	270
12	Prosodie I: Functies	275
12.1	Prosodische verschijnselen	275
12.1.1	Inleiding	275
12.1.2	Definitie	275
12.1.3	Intrinsieke eigenschappen van spraakklanken	276
12.1.4	Co-intrinsieke eigenschappen van spraakklanken	281
12.1.5	Prosodische eigenschappen	282
12.2	Communicatieve functies van prosodie	283
12.2.1	Lexicale functie	284
12.2.2	Fraseringsfunctie	287
12.2.3	Attentionele markering	287
12.2.4	Intentionele markering	291
12.2.5	Signalering van attitude en emotie	292
12.2.6	Prosodische continuïteit	292
13	Prosodie II: Vormen	295
13.1	Parameters van prosodische vormen	295
13.2	Fonetische correlaten van prosodische hoofden	296
13.2.1	Hoofden van woorden en zinnen	296
13.2.2	Hoofdigheid van syllaben en voeten	303
13.3	Een melodisch model	304
13.3.1	Ter oriëntatie	304
13.3.2	De modellering van zinsmelodie	307
13.3.3	Een autosegmentele beschrijving van intonatie	311
13.3.4	Vraagintonatie	316
13.4	Fonetische correlaten van prosodische domeinen	318

13.4.1	Globale domeinmarkering d.m.v. isochronie	320
13.4.2	Lokale domeinmarkering	326
14	Variatie in spraak	333
14.1	Bronnen van variatie in spraak	333
14.2	Effecten van sekse op het spraakgeluid	334
14.2.1	Stemgebruik	335
14.2.2	Articulatie	339
14.3	Effecten van leeftijd op het spraakgeluid	341
14.3.1	Toonhoogte	341
14.3.2	Articulatie	342
14.4	Sprekernormering	344
14.5	Regionale variatie in de uitspraak van het Nederlands	347
14.5.1	Inleiding	347
14.5.2	Nederlands in Nederland en België	349
14.5.3	Regionale verschillen in klinkeruitspraak	350
14.6	Spreken met een buitenlands accent	353
14.6.1	Inleiding	353
14.6.2	Speech Learning Model (SLM)	354
14.6.3	Perceptual Assimilation Model (PAM)	356
14.6.4	Native Language Magnet model (NLM)	357
14.6.5	Meer experimentele gegevens	358
15	Technologische toepassingen	363
15.1	Inleiding	363
15.2	Overzicht van technologische toepassingen	363
15.3	Spraakproducerende systemen	366
15.3.1	Typen spraaksynthese	366
15.3.1.1	Indelingscriteria	366
15.3.1.2	Kopiesynthese	368
15.3.1.3	Spraakassemblage	369
15.3.1.4	Difoonsynthese	369
15.3.1.5	Allofoonsynthese	371
15.3.1.6	Variable Unit Concatenation	372
15.3.1.7	Spraaksynthese via Hidden Markov Modellen	376
15.3.2	Tekst-naar-spraak (TTS: Text-to-Speech)	377
15.3.3	Concept-naar-spraak (CTS: Concept-to-Speech)	379

15.3.4	Stemsynthese (speech conversion)	380
15.3.5	Hoe ‘goed’ klinkt spraaksynthese?	382
15.4	Automatische spraakherkenning	383
15.4.1	Verschillende systemen voor spraakherkenning	383
15.4.2	Prestaties van ASR-systemen	386
15.4.3	Uitspraakcontrole	390
15.5	Automatische sprekerherkenning	392
15.6	Sprekerscheiding (diarization)	395
15.7	Toepassing van de fonetiek in de spraakpathologie	396
Appendix A. Enige omrekenregels		401
A.1	Kritiekebandwaarde (Bark)	401
A.2	Equivalent Rectangular Bandwidth (ERB)	401
A.3	Semitoon (st)	402
A.4	Mel	402
Appendix B. Digitalisering van spraak		403
B.1	Digitalisering van geluidsgolven	403
B.2	Spiegelfrequenties of aliascomponenten	405
B.3	Zuinige codering van geluidsopnamen	406
B.3.1	MP3	407
B.3.2	AMR	408
Appendix C. LPC, PSOLA, HMM, NN		409
C.1	Linear Predictive Coding (LPC)	409
C.2	Pitch-Synchronous OverLap-Add (PSOLA)	411
C.3	Hidden Markov Modellen (HMM's)	412
C.4	Neurale Netwerken (NN's)	415
Appendix D. Fonetische transcriptie		419
D.1	Inleiding	419
D.2	Het IPA	420
D.2.1	Pulmonic consonants	421
D.2.2	Non-pulmonic consonants	423
D.2.3	Vowels	423
D.2.4	Other symbols	424
D.2.5	Diacritics	424

D.2.6	Suprasegmentals	424
D.2.7	Tones and word accents	424
D.3	IPA en X-SAMPA (voor het Nederlands)	428
D.4	ToDI (intonatietranscriptie voor het Nederlands)	430
Bibliografie		434
Zakenregister		447

VOORWOORD

We geven in dit boek een overzicht van het terrein van de fonetiek, en illustreren de behandelde onderwerpen veelal aan de hand van het Nederlands.

Ons boek is bedoeld voor een brede lezerskring: talendocenten en -studenten aan letterenfaculteiten van universiteiten, logopedieopleidingen, lerarenopleidingen moderne talen, alsook voor studenten en onderzoekers op het terrein van de psycholinguïstiek, sociolinguïstiek, algemene taalwetenschap, toegepaste taalwetenschap en spraaktechnologie.

Het boek is inleidend van aard. Niettemin stellen we op een aantal plaatsen onderwerpen aan de orde die het inleidend niveau overstijgen. De betreffende passages zijn in een kleinere letter gezet; de tekst van de hoofdstukken blijft ook begrijpelijk als de specialistische passages bij het lezen worden overgeslagen.

Omdat in toenemende mate uitstekende en betaalbare signaalverwerkingssoftware beschikbaar is voor gebruik op de computer thuis en in de werkomgeving, hebben wij ruim aandacht besteed aan de interpretatie van golfvormen en spectrale voorstellingen van het spraaksignaal.

We bedanken de volgende collega's voor hulp bij en commentaar op delen van het manuscript: drs. R. Admiraal, drs. P. Boersma, prof. dr. L. Boves, dr. ir. B. Cranen, dr. P. van Lieshout, mw. dr. C. Odé, ing. J. Pacilly, ing. N. van Rossum, prof. dr. R. Schreuder en drs. J. de Veth. Zeer erkentelijk, ten slotte, zijn we mw. dr. E. van Zanten voor de vele uren die zij heeft besteed aan een nauwgezette eindcorrectie van de gehele kopij.

Wij blijven verantwoordelijk voor alle resterende onvolkomenheden en houden ons aanbevolen voor op- en aanmerkingen.

Nijmegen/Leiden, augustus 1997

Voorwoord bij de tweede druk

Bij de tweede druk van dit boek is dankbaar gebruikgemaakt van opmerkingen en aanvullingen die ons door gebruikers zijn toegestuurd. Met name noemen we de voorstellen voor correctie van dr. P. Boersma, prof. dr. L. Boves, prof. dr. C. Gussenhoven en dr. H. Quené. Opnieuw blijven de auteurs verantwoordelijk voor resterende onnauwkeurigheden en/of onjuistheden. Aan het hoofdstuk over technologische toepassingen is een paragraaf toegevoegd over een betrekkelijk recente ontwikkeling in de spraaksynthese, *Variable Unit Concatenation*. Appendix D is uitgebreid met een paragraaf over de transcriptie van Nederlandse intonatie: ToDI (Transcription of Dutch Intonation).

Nijmegen/Leiden, augustus 2001

Voorwoord bij de derde druk

In de derde druk van *Algemene fonetiek* is, naast een aantal kleine correcties en aanvullingen als gevolg van recente ontwikkelingen, ook een aantal grotere wijzigingen aangebracht. De belangrijkste zijn de volgende:

1. Een hoofdstuk is toegevoegd, 'Sprak op papier'. In dit hoofdstuk gaan we in op schriftsystemen in het algemeen en op de transcriptie van spraak in het bijzonder.
2. De hoofdstukken zijn wat anders gerangschikt. In de derde druk wordt het hoofdstuk over de *waarneming van spraak* direct gevolgd door het hoofdstuk over *woordherkenning*. In dat laatste hoofdstuk besteden we nu ook aandacht aan enkele recentere modellen voor woordherkenning, zoals 'Shortlist'.
3. Het hoofdstuk 'Prosodie II: Vormen' is op grond van didactische overwegingen aangepast. Voor de beschrijving van intonatie besteden we alleen nog aandacht aan het autosegmentele model, dat internationaal nu het meest gehanteerd wordt.
4. Het spreekt bijna vanzelf dat het hoofdstuk over *technologische toepassingen* is aangepast aan recente ontwikkelingen, met name waar het gaat over spraaksynthese.
5. Meer aandacht is besteed aan het Nederlands dat wordt gesproken in België. Onder andere presenteren we recentere akoestische gegevens over de klinkers van het Standaardnederlands gesproken in Nederland en in België.

6. Aangezien het boek ook op logopedieopleidingen en opleidingen Taal- en Spraakpathologie c.q. Klinische Linguïstiek wordt gebruikt, verwijzen wij, waar relevant, naar toepassingen van de fonetiek in de spraakpathologie.
7. De drie MRI-afbeeldingen van de productie van klinkers die in de tweede druk waren opgenomen, zijn nu vervangen door duidelijkere MRI-afbeeldingen van alle monoftongen van het Nederlands.
8. Het aantal vragen aan het einde van de hoofdstukken is uitgebreid. Bovendien zal de gebruiker van het boek toegang krijgen tot een website van de uitgeverij, waar het grootste deel van het geluidsmateriaal dat in het boek besproken wordt, beluisterd kan worden, en waar lezers hun begrip van de hoofdstukken aan de hand van multiplechoicevragen, met feedback op de antwoorden, kunnen controleren.

Wij danken prof. dr. F. de Jong (Universiteit van Leuven) en prof. dr. ir. D. van Leeuwen (TNO/Radboud Universiteit) voor het corrigeren van de hoofdstukken 3 resp. 15.

Opnieuw blijven de auteurs verantwoordelijk voor resterende onnauwkeurigheden en/of onjuistheden. De auteurs houden zich ook nu weer aanbevolen voor op- of aanmerkingen van gebruikers.

Nijmegen/Kûbaard, juli 2013

Voorwoord bij de vierde druk

Na de bijdruk van dit boek in 2013 ('derde druk, tweede oplage', met correcties en noodzakelijke aanvullingen) hebt u nu de vierde druk van dit boek in handen.

In deze vierde druk van *Algemene fonetiek* zijn naast kleine correcties ook een aantal wijzigingen en toevoegingen aangebracht. De belangrijkste zijn:

1. In hoofdstuk 4 zijn nu ook MRI-afbeeldingen opgenomen van de medeklinkers in het Nederlands.
2. In hoofdstuk 4 is ook enige aandacht besteed aan het begrip 'complexiteit van spraakklanken'.
3. Hoofdstuk 5 is wat ingekort, met name waar het gaat om de geschiedenis van schriftsoorten.

4. In hoofdstuk 9 is nu aandacht besteed aan het DIVA-model, dat tegenwoordig een belangrijke rol speelt bij de modellering van het proces van spraakproductie.
5. In hoofdstuk 10 is wat meer aandacht besteed aan argumenten tégen de motortheorie van spraakwaarneming.
6. In hoofdstuk 15 zijn de laatste relevante resultaten gepresenteerd van Blizzard 2013, de competitie voor spraaksynthesesystemen. Ook de prestaties van automatische spraak- en sprekerherkenning zijn geactualiseerd.
7. In datzelfde hoofdstuk zijn de spraakpathologische toepassingen uitgebreider behandeld en geïllustreerd.
8. In Appendix B besteden we nu ook aandacht aan enkele veelgebruikte zuinigere coderingstechnieken: MP3 en AMR.
9. De website van de uitgeverij met vragen en antwoorden voor het boek *Algemene fonetiek* is herzien.

Wij danken opnieuw enkele oplettende lezers van ons boek, in het bijzonder dr. H. Strik en mw. W. Peters, voor hun op- en aanmerkingen. De auteurs houden zich ook nu weer aanbevolen voor op- of aanmerkingen van gebruikers.

Harlingen-Nijmegen/Kûbaard-Leeuwarden-Veszprém, juli 2016

Colofon

De tekst van dit boek is opgemaakt in Microsoft Word in een 12-punts Garmondletter (fonetisch IPA-schrift in 11-punts IPA-Kiel). Lijn- en tekstdiagrammen zijn gemaakt met het tekenpakket Harvard Graphics 3.0. Tenzij rechtstreeks overgenomen uit andere bronnen zijn akoestische representaties van spraaksignalen (oscillogrammen, FFT- en LPC-spectra, spectrogrammen, grondfrequentie- en intensiteitscurves) berekend en getekend met behulp van Praat 3.5 (en latere versies; zie www.praat.org), een spraakverwerkingspakket dat is ontwikkeld door prof. dr. P. Boersma en dr. D. Weenink aan het Instituut voor Fonetische Wetenschappen van de Universiteit van Amsterdam (Boersma & Weenink, 1996; Boersma, 2001). De fysiologische illustraties in hoofdstukken 3, 4 en 10 zijn tegen kostprijs vervaardigd door Scharpff Consultancy te Zoeterwoude met het tekenpakket Corel Draw 5.0.

HOOFDSTUK EEN

WAT IS FONETIEK?

1.1 Inleiding

In dit eerste hoofdstuk willen we nagaan wat het werkteerrein van de fonetiek is. Fonetiek bestudeert de waarneembare manifestatie van menselijke taal in relatie tot de verborgen structuur van het abstracte taalsysteem. Taal heeft een nauwe relatie met spraak; het gesproken woord is immers de *primaire*, belangrijkste en meest voorkomende verschijningsvorm van taal. Er is dus op voorhand een sterke verwantschap tussen de disciplines fonetiek en taalkunde. In dit boek hebben we dan ook gekozen voor een overwegend taalkundige benadering van spraak; mogelijke andere, bv. psychologische, natuurkundige of technologische, benaderingen van spraak zijn ondergeschikt gemaakt aan de taalkundige invalshoek.

In dit inleidende hoofdstuk willen we afrekenen met de gedachte dat fonetiek alleen gaat over klinkers en medeklinkers. Daarom illustreren we de relatie tussen taal en spraakgeluid aan de hand van zinsmelodie en ritmiek, eigenschappen dus die zich niet beperken tot het domein van één enkele spraakklank. Vervolgens gaan we in op het experimentele karakter van de fonetiek en, aan de hand daarvan, op de relatie tussen fundamenteel onderzoek en technologische toepassingen. Het hoofdstuk eindigt met een beredeneerd overzicht van de verdere opbouw van het boek.

1.2 De binnen- en de buitenkant van taal

Om te begrijpen waarover fonetiek gaat, moeten we eerst weten wat menselijke taal is. Taal is een systeem van conventionele tekens, waarmee de gebruikers van de taal ideeën kunnen communiceren. Een taalteken is een waarneembare vorm met een niet-waarneembare betekenis. Deze twee aspecten van het taalteken zijn met elkaar verbonden als de twee zijden van een medaille. Zo heeft de vorm *koe* de betekenis ‘melkproducerend herkauwend zoogdier’. De koppeling van deze vorm aan deze betekenis is willekeurig, conventioneel. Dezelfde betekenis wordt in andere talen gedragen door heel andere vormen (*cow*, *vache*); een en dezelfde vorm kan in één taal volkomen verschillende betekenissen hebben (denk aan *bijenwas*, *bonte was*, *hij was*). De meeste menselijke talen zijn bedoeld om gesproken te worden: de vormen van de tekens zijn klankvormen, d.w.z. opeenvolgingen van geluiden die de mens uit zijn mond en neus laat komen.

Niet alle menselijke taal is bedoeld om gesproken te worden. In veel dovenculturen heeft zich gebarentaal ontwikkeld, waarvan de tekens alleen maar een zichtbare vorm hebben. Anders dan schrift heeft gebarentaal geen relatie met enige gesproken taal; de Nederlandse gebarentaal, bijvoorbeeld, is niet afgeleid van het gesproken Nederlands: de gebaren worden niet eens in dezelfde volgorde gemaakt als de woorden in de qua betekenis corresponderende gesproken zin.

Fonetiek nu is die specialisatie binnen de taalwetenschap die zich bezighoudt met de uiterlijk waarneembare kant van de taaltekens.

Met taal kunnen mensen een onbeperkte variëteit aan gedachte-inhouden communiceren. Een referent is een (menselijk, levend, niet-levend of zelfs abstract) object in de buitentalige werkelijkheid waarnaar wordt verwezen met een of meer betekenisdragende woorddelen. Een gedachte-inhoud bestaat er meestal in dat een relatie wordt gelegd tussen twee referenten. Als iemand zegt: *De man verft de stoel*, dan is er sprake van twee referenten, nl. een menselijk individu *man* en een onbezield object *stoel*. De relatie die gelegd wordt tussen deze twee referenten wordt uitgedrukt door het woord *verft*: dat woord specificceert in dit geval wat de persoon doet met het object. In menselijke taal worden dus grotere, langere structuren (zinnen) gemaakt door meerdere kleinere, kortere eenheden (woorden) in een specifieke ordening ten opzichte van elkaar te groeperen.

Objecten in de werkelijkheid worden met behulp van woorden geclassificeerd. Ondanks de vaak spectaculaire verschillen in uiterlijk (grootte, aantal poten, met of zonder armleuningen, kleur, materiaal, enz.) weten Nederlanders of een voorwerp wel of niet een 'stoel' is. De verzameling van eigenschappen op grond waarvan de taalgebruiker beslist of iets een stoel is, noemen we de (lexicale) betekenis van het woord *stoel*. Betekenissen zijn altijd abstract. Taalgebruikers zijn meestal niet in staat die betekenissen nauwkeurig onder woorden te brengen. Het is een taak van de taalkundige om zulke betekenisdefinities op te stellen.

Het aantal categorieën waarin een taalgemeenschap de objecten in de werkelijkheid wil kunnen vangen is groot, maar er zit een bovengrens aan. Een redelijke schatting voor het Nederlands komt op ca. 50.000 woorden (complexe woorden, die zijn opgebouwd uit kleinere woorden, tellen we hier niet mee). Zulke kleinste woorden, die niet meer zijn op te delen in kleinere stukjes met een zelfstandige betekenis, noemt men in de taalwetenschap *morfemen*. Deze morfemen zijn dus de taaltekens. Het zijn de kleinste eenheden in een taal waarin een vaste betekenis gekoppeld is aan een waarneembare vorm. Het Nederlands bevat dus zo'n 50.000 vormen met verschillende betekenis. Voor andere talen zal het aantal morfemen in dezelfde orde-grootte liggen.

Het is een wezenlijke vraag hoe menselijke talen in staat zijn 50.000 vormen onderscheiden te houden, d.w.z. op een manier die de sprekers van de taal kunnen leren maken, en die de luisteraars in staat stelt de morfemen zonder moeite uit elkaar te houden. We weten dat de vormen niet willekeurig van elkaar verschillen. In plaats daarvan hebben alle talen ervoor gekozen de morfemen van elkaar te laten verschillen door variaties aan te brengen volgens een structuurschema. Uitgesproken morfemen bestaan uit bewegingen van de spraakorganen (mond, lippen, tong, keel, zacht gehemelte en stembanden), die leiden tot hoorbare verstoringen van de luchtdruk, die worden waargenomen als geluid.

1.3 Taken van de fonetiek

Na deze inleidende beschouwingen zijn we nu in een positie waarin we wat meer programmatisch kunnen aangeven met welke vragen de fonetiek zich bezighoudt en welke taken de fonetiek zich stelt. Wij zien drie hoofdtaken voor de fonetiek, die we hier zullen identificeren en toelichten.

- *De primaire taak van de fonetiek is om aan te geven wat de verzameling is van alle mogelijke vormen van taaltekens.*

In de praktijk gaat het dan vooral om gesproken taal en gebarentaal, met een duidelijke nadruk op de eerste. In dit boek zullen we het verder zelfs alleen nog maar hebben over gesproken taal.

Merk in dit verband op dat geschreven taal nauwelijks een rol speelt in de discussie over mogelijke taalvormen. Men maakt in de literatuur een onderscheid tussen primair en secundair taalgebruik, waarbij spraak primair is en schrift secundair. Het schrift is afgeleid van het gesproken woord, en vormt op zichzelf geen natuurlijk taalsysteem, dat zeer jonge kinderen (in de leeftijd tot 4 jaar) kunnen leren zonder daar les in te krijgen. Kinderen leren spreken en verstaan voordat ze (op school) leren schrijven en lezen. In de ontstaansgeschiedenis van menselijke culturen werd altijd al gesproken voordat men ertoe kwam een schriftsysteem te ontwikkelen. Zelfs nu nog bestaat er voor een groot aantal talen op aarde geen schrift. Er zijn geen culturen bekend waar men pas is gaan spreken nadat er een schrift was ontstaan.

Het is een algemene eigenschap van menselijke taalbouwsels dat ze hiërarchisch gestructureerd zijn, d.w.z. dat grotere eenheden bestaan uit een ordening van kleinere eenheden. De woorden/morfemen in de taal zijn klankvormen. Deze klankvormen zijn opgebouwd uit kleinere eenheden, lettergrepen (syllaben), die op hun beurt weer bestaan uit klinkers en medeklinkers. Daarbij geldt als structuurprincipe dat een syllabe precies één klinker bevat, voorafgegaan en/of gevolgd door een variabel aantal medeklinkers (in het Nederlands nul tot vier). De klinker vormt de kern van de

syllabe en zijn klank draagt over het algemeen het verst (hij is het meest sonoor), terwijl de medeklinkers minder sonoor moeten zijn naarmate ze verder van de klinker af naar de rand van de lettergreep zijn opgenomen (het zgn. sonoriteitsbeginsel). Volgens dit beginsel is *trant* een goede lettergreep maar **rtatn* niet. Merk op dat zo'n sonoriteitsbeginsel niet meer is dan een compacte samenvatting van de verschijnselen; het beginsel biedt op zich geen verklaring voor de verschijnselen. Zo komen we bij de tweede taak van de fonetiek.

- *Een tweede belangrijke opgave voor de fonetiek is om verklaringen te geven voor de bouwprincipes van de (vormen van de) taaltekens.*

Waarom, bijvoorbeeld, zijn er lettergrepen, en waarom zijn lettergrepen gestructureerd volgens het sonoriteitsbeginsel? Kunnen we dit soort wetmatigheden begrijpen uit de mogelijkheden en beperkingen van de spraakorganen (de standen en bewegingen die we met deze organen kunnen maken)? Of worden de taalvormen zo gekozen omdat luisteraars ze dan het meest trefzeker kunnen herkennen? Of zijn beide verklaringen correct en is er sprake van een compromis tussen spreekgemak en luistergemak?

- *De derde taak van de fonetiek is de bestudering van de functionele eigenschappen van de klankvorm van taal.*

Om verklarend te zijn moet een wetenschap de regelmaten die zij constateert in de werkelijkheid, in verband kunnen brengen met andere verschijnselen die worden aangetroffen buiten het oorspronkelijke onderzoeksdomein. In het fonetisch onderzoek proberen we regelmaten in taalstructuur in verband te brengen met, onder andere, het gebruik dat de leden van de taalgemeenschap maken van deze structuren in de spraakcommunicatie. We willen dan zien dat de taalstructuren niet toevallig zijn, maar dat zij geëvolueerd zijn om de communicatie optimaal efficiënt te laten verlopen: de structuren zijn gemakkelijk te produceren en te leren, zij zijn robuust, d.w.z. bestand tegen ongunstige omgevingsfactoren, en ze zijn gemakkelijk te herkennen. De resultaten van zulk onderzoek leggen de basis voor de verklaringen die de tweede taak van de fonetiek vormen.

Samengevat is de taak van de fonetiek duidelijk te maken wat de relatie is tussen de abstracte structuur van taal(bouwsels) en de manifestatie van deze structuren in fysiek waarneembare vormen zoals spraakgeluid. Deze globale taakstelling hebben we toegespitst op drie typen van vragen:

- Wat zijn de mogelijke spraakgeluiden en opeenvolgingen daarvan?
- Waarom hebben de taalkundige eenheden de structurele eigenschappen die ze hebben?
- Hoe wordt van taal(structuur) gebruikgemaakt in de spraakcommunicatie?

We zullen later in dit hoofdstuk nog een keer terugkomen op deze vragen. We zullen dan voorstellen om bij de vragen steeds een scheiding aan te brengen tussen enerzijds die delen van het spraakcommunicatieproces die de spreker betreffen en anderzijds die welke betrekking hebben op de hoorder.

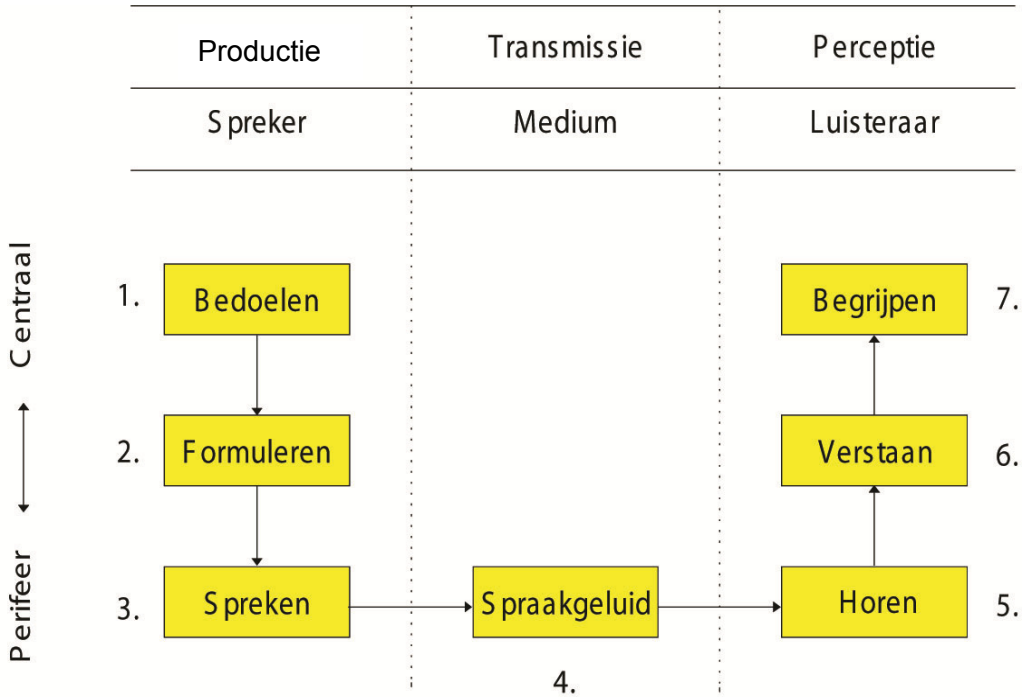
1.4 Het proces van spreken en verstaan

Om meer greep te krijgen op de hierboven nogal filosofisch geformuleerde vragen bespreken we in deze paragraaf het communicatieproces meer in detail.

1.4.1 De spraakketen

Het spraakcommunicatieproces speelt zich af tussen twee partners: een spreker en een hoorder. Welke stadia moeten worden doorlopen als een spreker een boodschap wil communiceren aan een luisteraar? Duidelijk is dat een gedachte die opkomt in de geest van de spreker, niet rechtstreeks kan worden overgebracht in de geest van de hoorder – dat zou telepathie zijn – maar een lange weg moet afleggen. In Figuur 1.1 geven we dit schematisch weer.

De *bedoeling* die de spreker opvat (fase 1), wordt in fase 2 onder woorden gebracht. De spreker zoekt (en vindt) woorden om de concepten die hij ter sprake wil brengen, mee aan te duiden, en hij vindt geschikte zinsstructuren om verbanden aan te geven tussen die concepten. Daarna moet de spreker zijn (nog abstracte, mentale) taalbouwsel naar buiten brengen. Hij kan het opschrijven of gebaren, maar gebruikelijker is het om het taalbouwsel uit te spreken (fase 3). Er ontstaat dan *spraakgeluid*: kleine, maar zeer snel op elkaar volgende verstoringen van de luchtdruk (fase 4). De hoorder vangt deze luchtdrukverstoringen op en krijgt een geluidssensatie (fase 5). Alleen als de hoorder in staat is om in de geluidsstroom woorden te herkennen, in een specifieke volgorde, is er sprake van *verstaan* (fase 6). Als de hoorder ook nog in staat is om uit de herkende woorden de oorspronkelijke bedoeling van de spreker te achterhalen, spreken we van *begrijpen* (fase 7).



Figuur 1.1 Schematische voorstelling van de spraakketen.

Deze voorstelling van het proces van spreken en verstaan wordt ook wel de *spraakketen* genoemd. Voor ketens (kettingen) geldt dat zij zo sterk zijn als hun zwakste schakel. We kunnen gemakkelijk laten zien dat het communicatieproces hinder ondervindt, of zelfs geheel onmogelijk wordt, wanneer een of meer deelprocessen (schakels) in de keten onvolkomen zijn. Is bijvoorbeeld de hoorder slechthorend of doof, dan mislukt de communicatie, ook al doet de spreker nog zo zijn best.

1.4.2 Nadere beschouwing van de spraakketen

In het schema van de spraakketen zien we links de deelprocessen (1) t/m (3), bedoelen, formuleren en spreken, die zich alle afspelen in het lichaam van de spreker. We noemen deze groep ook wel de *productie* van spraak. Tegenover deze drie staan processen (5) t/m (7), die zich afspelen aan de kant van de hoorder: horen, verstaan en begrijpen. Deze drie tezamen worden ook wel genoemd de *perceptie* van spraak. In de latere hoofdstukken van dit boek zullen we een aantal van de deelprocessen van de spraakketen uitvoeriger aan de orde stellen.

We kunnen het schema ook zien als drie lagen van processen die op elkaar gestapeld liggen. De bovenste laag omvat bedoelen en begrijpen. Dit zijn processen die zich afspelen in de geest van de taalgebruiker. We kunnen ons hierbij zelfs afvragen of het nog wel gaat om taalprocessen; met evenveel recht zouden we kunnen zeggen dat het denkprocessen zijn, en inderdaad worden deze zgn. *centrale* processen vooral onderzocht door cognitieve psychologen en psycholinguïsten. Op de onderste laag vinden we de processen spreken en horen. Dit zijn processen die zich afspelen aan de buitenkant van het menselijk lichaam, de periferie; we noemen dit ook wel *perifere* processen. Perifere processen lenen zich uitstekend voor directe observatie en experimenten. Dit is zonder meer duidelijk voor het spreken, maar ook bij het horen kunnen we via instrumentele technieken bewegingen van beentjes in het middenoor en van haarcellen in het binnenoor observeren en hun elektrofyysiologische gevolgen meten. De processen op de middelste laag, formuleren en verstaan, zijn meer centraal dan perifeer: zij zijn niet direct instrumenteel meetbaar. Wel zijn inmiddels bruikbare ideeën over de werking van deze processen ontwikkeld aan de hand van vaak ingenieuze experimenten.

1.4.3 Voorwaarden voor communicatie

Het is van essentieel belang dat bij het communicatieproces tegelijkertijd aan de volgende twee voorwaarden wordt voldaan:

- Spreker en hoorder hebben toegang tot hetzelfde *transmissiekanaal*: de lucht die hen omringt, de telefoonlijn, enz.
- Spreker en luisteraar hebben toegang tot dezelfde *taalcode*, d.w.z. beheersen dezelfde taal.

Het feit dat aan beide voorwaarden tegelijk voldaan moet worden, is een andere manier om te zeggen dat er een onverbreekelijke samenhang bestaat tussen de uiterlijk waarneembare, concrete, fysieke verschijnselen (het *signaal*) en het abstracte stelsel van afspraken (de *taalcode*) volgens welke een boodschap tot een signaal *gecodeerd* wordt door de spreker en weer uit het signaal *gedecodeerd* wordt door de luisteraar. De centrale, mediërende rol van het signaal werken we uit in de volgende paragraaf.

1.4.4 Centrale rol voor het spraakgeluid

Het spraakgeluid bevindt zich in het schema van de spraakketen op de onderste laag: het is bij uitstek een perifeer verschijnsel. Het bevindt zich niet zozeer aan de rand van het menselijk lichaam, het bevindt zich tussen het lichaam van spreker en hoorder in. Het spraakgeluid, als *fysisch* (d.w.z. natuurkundig) verschijnsel, speelt een centrale rol in de fonetiek en wel om de volgende twee redenen:

- Het is de essentiële verbindingsschakel tussen spreker en hoorder. Kijken naar de bewegingen van de spraakorganen levert in het algemeen niet genoeg informatie op om te kunnen vaststellen wat de spreker zegt. Alleen doordat de bewegingen van de spraakorganen akoestische effecten hebben, is te begrijpen hoe het mogelijk is dat bewegingen van de spraakorganen gebruikt kunnen worden om aan de hoorder iets duidelijk te maken.
- Bovendien is juist het spraakgeluid bij uitstek geschikt om vast te leggen (op een magneetband of in het geheugen van een computer), zichtbaar te maken op papier of op een beeldscherm, daarvan eigenschappen te meten (frequenties, geluidsdruk, enz.) en deze te onderzoeken op hun belang voor de hoorder. Meten aan de spraakorganen en het oor zelf is technisch veel moeilijker en levert dikwijls geen bruikbare aanknopingspunten op.

1.4.5 Terug naar de vraagstelling van de fonetiek

De vragen zoals we die hebben geformuleerd in § 1.3, zijn een systematische uitwerking van in feite één kernvraag: ‘Wat is de samenhang tussen taalstructuur en spraakgeluid?’ Onder taalstructuur vatten we twee gerelateerde, maar toch duidelijk verschillende zaken samen.

- *Taalstructuur op mentaal niveau*: de taalstructuur is allereerst een (abstracte) beschrijving van een bouwspel in de geest van de individuele taalgebruiker: een selectie van eenheden (klanken, lettergrepen, morfemen, woorden) die hiërarchisch zijn geordend tot zinnen en alinea’s.
- *Taalstructuur op abstract-taalkundig niveau*: onder taalstructuur verstaan we bovendien de algemene bouwprincipes van menselijke taal. Ondanks de ogenschijnlijk grote verschillen tussen de vele talen op aarde blijken deze in feite variaties op een thema.

In § 1.4.2 hebben we gezien dat het communicatieproces in eerste instantie uiteenvalt in productieprocessen (alles binnen de spreker) en perceptieprocessen (alles binnen de hoorder). De vraag naar de samenhang tussen taalstructuur en spraakgeluid bij