

Parallellen in de zang- en spraakverwerking van zangvogels en mensen



Jennifer Romeijn

Studentnummer 5521777

Eindwerkstuk bachelor Taalwetenschap

Begeleider: Martin Everaert

Tweede lezer: Johan Bolhuis

7 februari 2018

Samenvatting

Sommige wetenschappers zijn van mening dat de zangverwerving van zangvogels mogelijk als model kan dienen voor de spraakverwerving van mensen. Voordat hier echter vanuit kan worden gegaan, moet bestudeerd worden of de zangverwerving van zangvogels en de spraakverwerving van mensen inderdaad vergelijkbaar zijn. In dit paper zijn drie gebieden die mogelijk parallel lopen tussen zangvogels en mensen via literatuuronderzoek onderzocht: de ontwikkelingsfasen gedurende de zang- en spraakverwerving en de mechanismes van vocaal leren en auditieve feedback. Er wordt geconcludeerd dat er inderdaad sterke aanwijzingen zijn om van parallellen op deze gebieden te spreken. Meer en gericht onderzoek is echter nodig om conclusies met zekerheid uit te spreken.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
1 Inleiding.....	3
1.1 Reikwijdte.....	4
1.2 Inhoud	5
2 Ontwikkelingsfasen van zang- en spraakverwerving.....	5
2.1 Zangvogels.....	5
2.1.1 Sensorische fase	5
2.1.2 Sensomotorische fase.....	6
2.2 Mensen.....	8
2.2.1 Luisterfase	8
2.2.2 Brabbelen	8
2.2.3 Eerste woord en verder	10
3 Vocaal leren.....	10
3.1 Zangvogels.....	10
3.1.1 Marler.....	11
3.1.2 Andere onderzoeken	11
3.1.3 Kritische punten.....	12
3.2 Mensen.....	13
3.2.1 Victor	13
3.2.2 Genie	13
3.2.3 Kritische punten.....	14
4 Auditieve feedback.....	14
4.1 Zangvogels.....	15
4.1.1 Auditieve feedback bij jonge zangvogels	15
4.1.2 Auditieve feedback bij volwassen zangvogels	16
4.2 Mensen.....	18
4.2.1 Doofheid.....	18
4.2.2 Tracheotomie	19
5 Discussie en conclusie	20
5.1 Ontwikkelingsfasen zang-/spraakverwerving.....	21
5.2 Vocaal leren.....	22
5.3 Auditieve feedback.....	23
5.4 Conclusie	24
6 Literatuur.....	26

1 Inleiding

Mensen verwerven de klanken van hun moedertaal door te luisteren naar de spraak van de mensen in hun omgeving en door te proberen deze klanken te imiteren. Dit gehele systeem waarmee mensen taal en spraak verwerven wordt “vocaal leren” genoemd. Om voor de duur van dit paper het onderscheid tussen de twee elementen van vocaal leren, namelijk het luisteren naar de omgeving en het proberen te imiteren van de klanken, zullen deze op een andere manier benoemd worden. Met “vocaal leren” wordt in dit paper bedoeld dat men spraak verwerft door te luisteren naar en te leren van de omgeving, terwijl met “auditieve feedback” bedoeld wordt dat men leert door te luisteren naar de eigen uitingen en deze probeert aan te passen zodat zij gaan lijken op de uitingen die geïmiteerd worden.

Gedurende langere tijd is geprobeerd om apen via vocale imitatie taal te laten verwerven. Dit is niet gelukt (Marler, 1970b; Doupe & Kuhl, 1999). Andere diersoorten, zoals dolfijnen, lijken hun geluidssysteem wel via vocaal leren te verwerven. Zij zijn echter wat lastig te onderzoeken in een laboratorium. Dieren waarvan ook gemeend wordt dat zij hun “taal” via vocaal leren verwerven, zijn de zangvogels. Zangvogels zijn klein, talrijk en doorlopen een relatief snelle ontwikkeling en zijn daarom gemakkelijker om te onderzoeken. Ook hebben zij een apart gedeelte in de hersenen voor het verwerken van zang, net als mensen dat hebben voor spraak en taal (Brainard & Doupe, 2002). Sommige wetenschappers menen dat als de mechanismes van zang- en spraakverwerving via vocaal leren parallel lopen tussen zangvogels en mensen, dat de bijbehorende hersenstructuren dan mogelijk ook parallel lopen. Kao (TEDx Talks, 2013) bespreekt bijvoorbeeld hersenonderzoeken die bij zangvogels uitgevoerd zijn en waaruit gebleken is dat het zangvogelbrein gedurende de zangverwerving mogelijk als model kan dienen voor het menselijke brein gedurende de spraakverwerving. Op die manier zouden zangvogels voor inzicht in het menselijke brein kunnen zorgen, doordat men bij vogels onderzoekstypen kan uitvoeren die bij menselijke participanten niet uit te voeren zijn (Bolhuis, Okanoya, & Scharff, 2010; Soha & Peters, 2015).

Onderzoekers zoals Doupe en Kuhl (1999), Hauser, Chomsky en Fitch (2002) en Berwick, Okanoya, Beckers en Bolhuis (2011) menen dat zangvogels geen taal hebben op de manier zoals menselijke taal werkt. Zangvogels hebben volgens hen niet de mogelijkheid om een oneindige set van boodschappen over te brengen, zoals mensen dat wel kunnen. Brainard en Doupe (2002) beargumenteren echter dat zangvogels wel iets anders delen met mensen: “What it [vogelzang] shares with speech is the learned sensorimotor control of an elaborate vocal system” (p. 352). Men kan dus zeggen dat zangvogels waarschijnlijk geen talige vermogens hebben zoals mensen die hebben, maar dat zij wel hun zang moeten verwerven zoals mensen hun spraak moeten verwerven.

Het is hierbij wel belangrijk om een goed onderscheid te houden tussen “call” en “song”. Calls zijn namelijk simpele geluiden als ‘antwoord’ op een bepaalde situatie, zoals de aanwezigheid van roofdieren. Japanse koolmezen (“Japanese great tits”, *Parus major minor*) produceren bijvoorbeeld een bepaalde roep als er een slang in de buurt van het nest is, en een andere roep wanneer het om een kraai gaat. Dit komt mogelijk doordat een slang een gevaarlijkere vijand is voor een koolmeesnest dan een kraai (Suzuki, 2014).

Een “song”, vogelzang, daarentegen is een veel uitgebreidere vocalisatie die bij de meeste zangvogelsoorten alleen door mannelijke zangvogels wordt verworven en gezongen. Deze zang heeft onder andere als doel om vrouwelijke soortgenoten aan te trekken gedurende het broedseizoen (Konishi, 1985). In de beschrijving van vogelzang wordt tot slot vaak gesproken over syllabes. Deze worden in deze context beschreven als “acoustic productions separated by gaps of silence” (Yip, 2013, p.190). De term “syllabe” heeft in vogelzang dus een andere betekenis dan een syllabe, of lettergreep, in menselijke spraak.

Een parallel tussen de zangverwerving van zangvogels en de taalverwerving van mensen is dus misschien niet te trekken. Meer onderzoek is nodig om te kijken of de uitingen van zangvogels dezelfde eigenschappen hebben als menselijke taal, bijvoorbeeld op semantisch en syntactisch niveau. Zangvogels hebben echter wel een geluidssysteem dat zij via vocaal leren dienen te verwerven. Er kan dus gesteld worden dat de zangverwerving van zangvogels misschien wel met de spraakverwerving van mensen vergeleken kan worden. In dit paper zal daarom via literatuuronderzoek een antwoord worden gezocht op de vraag “Welke parallellen zouden getrokken kunnen worden tussen de zangverwerving van zangvogels en de spraakverwerving van mensen?”. Hierbij zal specifiek gekeken worden naar de ontwikkelingsfasen die bij de zangverwerving van zangvogels en bij de spraakverwerving van mensen worden onderscheiden en naar de mechanismes van vocaal leren en auditieve feedback. Er zal een antwoord worden gezocht op de volgende drie deelvragen:

1. Zijn de ontwikkelingsfasen die bij de zangverwerving van zangvogels onderscheiden worden vergelijkbaar met die van de spraakontwikkeling van baby’s?
2. Is het mechanisme van vocaal leren vergelijkbaar tussen zangvogels en mensen?
3. Is het mechanisme van auditieve feedback vergelijkbaar tussen zangvogels en mensen?

1.1 Reikwijdte

In dit paper zullen niet alle mogelijke parallellen tussen zangvogels en mensen besproken worden, maar slechts de drie gebieden uit de deelvragen. Hierbij zal alleen besproken worden wat relevant is voor de vergelijking tussen zangvogels en mensen.

1.2 Inhoud

De drie onderzoeksgebieden uit de deelvragen zullen worden besproken in hoofdstukken 2, 3 en 4. Hierbij zal steeds de eerste paragraaf van elk hoofdstuk aan zangvogels worden geweid en de tweede paragraaf aan mensen. In hoofdstuk 5 volgt een discussie waarin de gegevens over zangvogels en mensen met elkaar zullen worden vergeleken, waarna bekeken zal worden of er op deze gebieden inderdaad parallellen vallen te trekken.

2 Ontwikkelingsfasen van zang- en spraakverwerving

In dit hoofdstuk zullen de ontwikkelingsfasen van de zang- en spraakverwerving bij zangvogels en mensen worden besproken, waarbij in 2.1 de zangverwerving aan bod zal komen en in 2.2 de spraakverwerving. De focus zal specifiek liggen op de volgorde waarin de fasen van deze verwervingsprocessen worden doorlopen en niet op allerlei onderliggende processen, aangezien deze niet relevant zijn voor het doel van de vergelijking.

2.1 Zangvogels

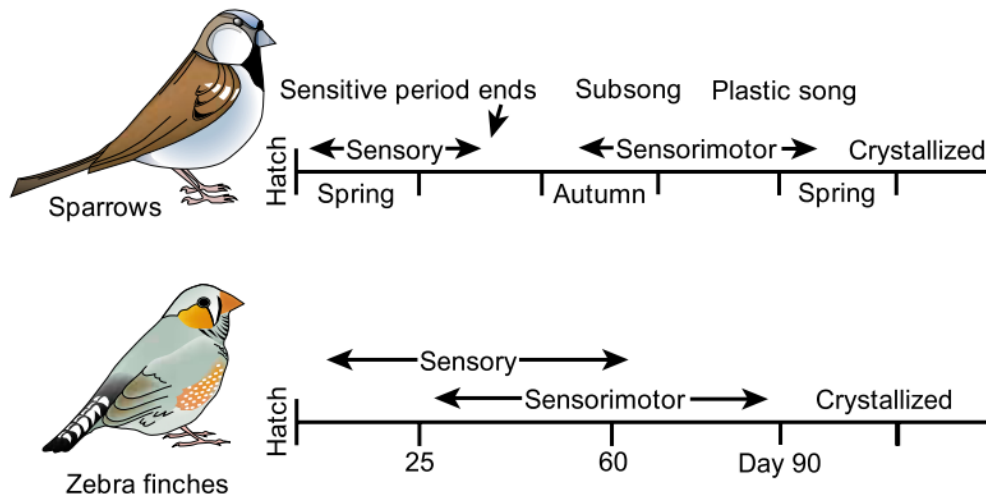
Het proces van zangverwerving bij zangvogels bestaat uit twee delen: een sensorische en een sensomotorische fase (Doupe & Kuhl, 1999; Konishi, 1985; Moorman & Bolhuis, 2013).

2.1.1 Sensorische fase

Gedurende de sensorische fase zingt de vogel zelf nog niet, maar produceert hij wel “food-begging calls”: roepen om aandacht van de ouders, om eten (Wilbrecht & Nottebohm, 2003). Hiernaast wordt hij blootgesteld aan de zang van de vogels in zijn omgeving en specifiek aan die van zijn tutor. Deze tutor is vrijwel altijd een mannelijke vogel en is in veel gevallen de vader van de jonge vogel (Böhner, 1990). Door te luisteren naar deze zang memoriseert de vogel het lied dat hij als volwassen vogel gaat zingen en slaat dit gememoriseerde lied op als een “template”, een soort sjabloon, in zijn geheugen (Doupe & Kuhl, 1999; Konishi, 1965b). Het opgeslagen lied of sjabloon kan echter niet direct door de vogel worden omgezet in correct geproduceerde zang. Hiervoor is een geleidelijke ontwikkeling nodig, in de vorm van een sensomotorische fase.

Bij veel vogelsoorten, bijvoorbeeld bij de witkruingors (“white-crowned sparrow”, *Zonotrichia leucophrys*), een zangvogel die voorkomt in Noord-Amerika (All About Birds, 2015c), zijn de twee zangverwervingsfasen gescheiden, soms zelfs door een periode van maanden. Bij andere vogelsoorten, zoals de zebravink, overlappen deze periodes juist. De zebravink (“zebra finch”, *Taeniopygia guttata*) is een kleine zangvogel die in het wild vooral voorkomt in Australië (Birdlife Australia, z.j.), maar als huisdier ook in onder andere Nederland (Wikipedia, 2017). De vogel start dan al met de sensomotorische fase voordat de sensorische fase is afgesloten (Brainard & Doupe, 2002; Doupe &

Kuhl, 1999; Moorman & Bolhuis, 2013). Onderstaande Figuur 1 laat de ontwikkeling van twee vogelsoorten zien.



Figuur 1. De “sparrow”, hier gebruikt als afkorting voor “white-crowned sparrow”, een witkruingors, is een voorbeeld van een vogel waarbij de sensorische en sensomotorische fases gescheiden zijn. Bij sommige andere vogelsoorten, zoals de “zebra finch”, een zebra-vink, overlappen deze periodes. (Selectie van “Figure 2. Timelines for song learning”, p. 353, van Brainard & Doupe (2002))

2.1.2 Sensomotorische fase

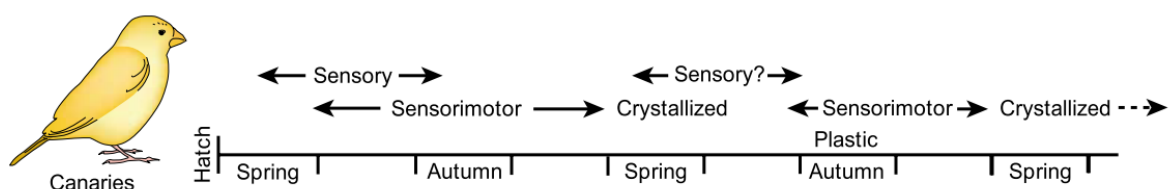
De sensomotorische fase is de fase waarin de vogel zijn gememoriseerde tutorzang omzet in geproduceerde zang, door gebruik te maken van het mechanisme van auditieve feedback. De vogel luistert naar zijn eigen zang en past deze geleidelijk aan in een poging zijn zang op de in zijn hoofd opgeslagen tutorzang te laten lijken. Op deze manier weet de vogel uiteindelijk zijn volwassen lied te produceren. De sensomotorische fase begint met zogenoemde “subsong” (Bolhuis & Gahr, 2006; Doupe & Kuhl, 1999; Konishi, 1985; Marler, 1970b; Wilbrecht & Nottebohm, 2003). Subsong, vaak vergeleken met het menselijke brabbelen, is een vorm van vocalisatie waarbij de zang van de vogel nog niet op de tutorzang lijkt. De zang is onvolwassen, zacht, bevat veel variatie en is meer een onsamenhangende, ratelende geluidserie te noemen.

Geleidelijk aan ontwikkelt de jonge vogel zijn vocalisaties en begint de zang meer op volwassen zang te lijken. Op dit punt wordt de zang “plastic song” genoemd (Doupe & Kuhl, 1999; Konishi, 1985; Wilbrecht & Nottebohm, 2003). De zang wordt nu ook luider, maar bevat nog steeds veel variatie. In deze fase ontwikkelt de vogel hiernaast ook geluiden die hij, voordat hij de eindfase van de zangverwerving bereikt, weer laat vallen (Doupe & Kuhl, 1999). Nelson en Marler (1994) beschrijven bijvoorbeeld dat een moerasgors (“swamp sparrow”, *Melospiza georgiana*), een kleine zangvogel uit Noord-Amerika (All About Birds, 2015b), gedurende de periode van plastic song ongeveer twaalf liedjes produceert. Van deze twaalf kiest hij er ongeveer drie uit om uit te kristalliseren tot volwassen

zang. Nelson en Marler opperen dat de vogels mogelijk liedjes kiezen die passen bij het dialect van het gebied waar ze neerstrijken. West en King (1988) vonden verder in hun onderzoek dat mannelijke bruinkopkoevogels (“brown-headed cowbird”, *Molothrus ater*), een kleinere merelsoort uit Noord-Amerika (All About Birds, 2015a), beïnvloed worden door de reacties van vrouwtjesvogels. Zij suggereren dat de mannetjes zich in de keuze van welke liedjes ze zullen uitkristalliseren, mogelijk laten leiden door interactie met vrouwelijke soortgenoten. Vervolgonderzoek naar de redenen die jonge vogels hebben om bepaalde liedjes uit te kristalliseren en andere niet, is zinvol om hier meer duidelijkheid over te geven. Het is hierbij een aandachtspunt om verschillende vogelsoorten te onderzoeken, zodat de gevonden resultaten mogelijk vallen te generaliseren voor (een deel van) de zangvogels.

Vanuit de fase van plastic song ontwikkelt de zang verder totdat deze aan het einde van de zangverwerving veranderd is in een stereotype patroon waarbij de structuur en duur van de elementen niet meer veranderen. De zang is nu uitgekristalliseerd en de zang van een volwassen zangvogel geworden (Bolhuis & Gahr, 2006; Doupe & Kuhl, 1999; Konishi, 1985; Lombardino & Nottebohm, 2000; Marler, 1970b; Wilbrecht & Nottebohm, 2003).

Bovenstaande informatie over de kristallisatiefase geldt voor een groep zangvogels die vallen onder de zogenoemde “age-limited learners”. Ook de witkruingors en zebra-vink uit figuur 1 horen bij deze groep. Voor age-limited learners geldt dat zij gedurende hun zangverwervingsperiode hun soortspecifieke lied leren en deze als volwassen vogels niet meer veranderen. Zij zingen dus gedurende hun gehele leven hetzelfde liedrepertoire (Bolhuis & Gahr, 2006; Wilbrecht & Nottebohm, 2003; Woolley & Rubel, 1997). Andere vogelsoorten, zoals de kanarie (“canary”, *Serinus canaria*), leren echter hun gehele leven door. Zij vallen onder de groep van “open-ended learners” en maken de fases van plastic song, kristallisatie en mogelijk zelfs de sensorische fase meerdere malen door, meestal in het broedseizoen (Bolhuis & Gahr, 2006; Brainard & Doupe, 2002; Doupe & Kuhl, 1999; Wilbrecht & Nottebohm, 2003). Onderstaande Figuur 2 laat de ontwikkeling van een open-ended learner zien.



Figuur 2. De kanarie is een voorbeeld van een open-ended learner. Zoals te zien is, begint deze vogelsoort na de kristallisatiefase met een nieuwe leercyclus. (Selectie van "Figure 2. Timelines for song learning", p. 353, van Brainard & Doupe (2002))

2.2 Mensen

Ook mensen doorlopen meerdere fases in de spraakverwerving. In deze paragraaf zullen deze worden besproken.

2.2.1 Luisterfase

Gedurende de eerste levensmaanden produceren baby's nog geen volwassen, betekenisvolle spraakklanken. De geluiden die zij maken beperken zich tot bijvoorbeeld huilen of niezen. Vanaf een leeftijd van ongeveer drie maanden komen daar geluiden zoals lachen en kirren bij. Ook beginnen baby's nu met het produceren van simpele klinkerachtige klanken (Doupe & Kuhl, 1999; MacWhinney, 2017; Stark, 1980; Tesink & Maassen, 2004).

Dat baby's nu nog geen betekenisvolle spraakklanken produceren, betekent echter niet dat zij niet luisteren naar de geluiden in de wereld om hen heen. Tesink en Maassen (2004) stellen namelijk dat kinderen al tijdens hun eerste maanden beginnen met het verwerven van hun moedertaal, puur door te luisteren. De ontwikkeling van spraakperceptie loopt hierbij voor op de spraakproductie. Dit komt doordat spraakproductie te maken heeft met bepaalde neuromotorische ontwikkelingen, die tijd kosten om te ontwikkelen. Tijdens het luisteren slaat een kind elementen van de spraak op in het geheugen en leert het bijvoorbeeld de intonatie van de omgevingstaal. Op deze manier ondersteunt de spraakperceptie de ontwikkeling van spraakproductie (Doupe & Kuhl, 1999; Kuhl, 2000; MacWhinney, 2017; Tesink & Maassen, 2004).

2.2.2 Brabbelen

Vanaf een leeftijd van ongeveer zes of zeven maanden oud beginnen de meeste normaal horende baby's met het zogenoemde brabbelen (Doupe & Kuhl, 1999; MacWhinney, 2017; Moorman & Bolhuis, 2013; Stark, 1980; Tesink & Maassen, 2004). Brabbelen houdt in dat een baby syllabes produceert die bestaan uit een consonant en een vocaal, zoals "bababa" of "mamama". Deze vorm van brabbelen, waarbij dezelfde syllabe steeds wordt herhaald, wordt canonisch of herhalend brabbelen genoemd. Een andere vorm van brabbelen is het zogenoemde gevarieerde brabbelen, waarbij de gebrabbelde syllabes niet steeds hetzelfde zijn maar variëren (Gillis, Schauwers & Govaerts, 2002). Gedurende het brabbelen probeert de baby om via auditieve feedback de zelf geproduceerde klanken overeen te laten komen met de klanken om hem of haar heen (MacWhinney, 2017). De geproduceerde brabbelklanken zijn echter nog niet hetzelfde te noemen als volwassen klanken (Moorman & Bolhuis, 2013). De prosodie van gebrabbelde spraak lijkt al wel op de prosodie die volwassenen produceren (Tesink & Maassen, 2004).

Op de vraag op welke leeftijd baby's beginnen met brabbelen is nog geen eenduidig antwoord gevonden. De gestelde leeftijden variëren tussen zes en tien maanden oud. Ook hebben sommige

onderzoekers (zoals Doupe & Kuhl, 1999; Stark, 1980) gevonden dat er een duidelijke scheiding is tussen de twee vormen van brabbelen, waarbij baby's beginnen met canonisch brabbelen en dit later ontwikkelen tot gevarieerd brabbelen. Andere onderzoekers (zoals Smith, Brown-Sweeney & Stoel-Gammon, 1989) hebben echter gevonden dat beide vormen gedurende de volledige brabbelfase voorkomen. Smith, Brown-Sweeney en Stoel-Gammon (1989) stellen bijvoorbeeld dat eerdere onderzoeken zijn gebaseerd op de algemene impressie die de onderzoekers hadden van gemaakte transcripties van babyspraak. Smith en zijn collega's hebben in hun onderzoek echter gevonden dat gevarieerd brabbelen ook al in de zogenaamde canonische brabbelfase voorkomt. Zoals ook zij opmerken, is de scheiding tussen een canonische en gevarieerde brabbelfase blijkbaar niet zo strikt als gedacht werd¹.

Gedurende het brabbelen produceren baby's, net als sommige zangvogelsoorten, klanken die niet in de omgevingstaal voor lijken te komen. Jakobson (1940, zoals beschreven in Liebermann, 1980) opperde dat baby's tijdens het brabbelen alle klanken ter wereld produceren. Wanneer zij het brabbelen verder ontwikkeld hebben, richten zij zich op het produceren van klanken uit de omgevingstaal. Zo zou verklaard kunnen worden waarom baby's eerst geluiden produceren die niet in de moedertaal lijken te horen, en later opeens overgaan op het produceren van klanken die hier wel bij horen. Over deze hypothese bestaat echter discussie. Liebermann (1980) zelf suggereert dat de baby's slechts klanken aan het oefenen zijn. Gedurende het oefenen produceren zij geluiden die niet op de omgevingstaal, bijvoorbeeld het Engels, lijken. Een foneticus die de geluiden graag als betekenisvolle klankelementen zou willen aanduiden, kan deze geluiden interpreteren als klanken uit een andere taal, zoals het Chinees. Hierdoor zou een baby plotseling alle klanken ter wereld produceren, in plaats van gewoon aan het oefenen zijn met imiteren van klanken uit de omgevingstaal. Wanneer een kind de klanken verder ontwikkeld heeft maakt het minder fouten of vervormingen, waardoor de klanken door de foneticus plotseling wel als Engels worden herkend. In plaats van dat een baby een abrupte overgang maakt van het produceren van alle klanken ter wereld naar slechts klanken uit de omgevingstaal, zou dit betekenen dat het kind gewoon verder ontwikkeld is in het produceren van klanken uit zijn moedertaal. Deze tweede hypothese klinkt daarom aannemelijker. Ook MacWhinney (2017) is het niet eens met Jakobsons hypothese. Hij noemt de bewering overdreven en stelt dat niet alle kinderen al deze klanken produceren.

Volgens Tesink en Maassen (2004), tot slot, is het "extreem belangrijk" (p. 86) dat een kind wanneer het maximaal tien maanden oud is, is begonnen met brabbelen. Zij noemen brabbelen een "cruciale eerste ontwikkelingsfase richting volwassen spraakproductie" (p. 88), omdat het "alle

¹ Voor verdere discussie zie Gillis, Schauwers & Govaerts (2002) en Smith, Brown-Sweeney & Stoel-Gammon (1989).

basiselementen van volwassen spraak” (p. 88) bevat. Een later begin van brabbelen wijst volgens hen op een mogelijke spraakachterstand.

In de tweede helft van hun eerste levensjaar brabbelen baby’s volop verder. MacWhinney (2017) stelt dat de structuur van het brabbelen op den duur verandert en dat deze duidelijker en meer gecontroleerd wordt. Onderzoekers die gevonden hebben dat brabbelen in twee fases is verdeeld, zien verder de gevarieerde brabbelfase als een ontwikkeling, een vooruitgang, op het canonisch brabbelen (Smith et al., 1989).

2.2.3 Eerste woord en verder

Wanneer een kind ongeveer één jaar oud is, produceert hij of zij zijn of haar eerste echte woord (Clark, 2009; Doupe & Kuhl, 1999; MacWhinney, 2017). Dit betekent echter niet dat de spraakverwerving hiermee voltooid is. Het kind moet de klanken van zijn of haar moedertaal namelijk nog leren te beheersen in verschillende contexten.

Logopedisten houden als richtlijn aan dat een kind de basisspraakverwerving van het Nederlands op ongeveer vijf- à zesjarige leeftijd voltooid heeft. Op deze leeftijd zijn de meeste kinderen in staat om alle Nederlandse losse klanken te produceren, hoewel kinderen in dit stadium nog moeite kunnen hebben met clusters van drie consonanten, zoals “spreeuw” (Gladys Logopedie, 2013; LogoPlus Rotterdam, z.j.).

In dit hoofdstuk zijn aanwijzingen besproken voor overeenkomsten in de zang- en spraakverwerving tussen zangvogels en mensen. In het volgende hoofdstuk zal het mechanisme van vocaal leren worden besproken.

3 Vocaal leren

Zoals eerder al werd vermeld, wordt in dit paper met vocaal leren bedoeld dat de jonge vogel of het kind zijn zang of spraak leert door te luisteren naar de vogels of mensen om hem heen. Hieronder zal worden ingegaan op het isoleren van zangvogels, een onderzoeksmethode die vaak gebruikt wordt om te bekijken wat er gebeurt wanneer de mogelijkheid tot vocaal leren ontnomen wordt. Zangvogels die in isolatie opgroeien worden vaak “isolates”, geïsoleerden, genoemd, en hun zang “isolate song” (Doupe & Kuhl, 1999; Moorman & Bolhuis, 2013). Hierna zal in 3.2 het verschijnsel van isolatie worden besproken met betrekking tot mensen.

3.1 Zangvogels

In onderzoeken naar de rol van vocaal leren bij zangvogels wordt vaak gebruik gemaakt van experimentele methoden waarmee de input gemanipuleerd kan worden. De meest extreme vorm daarvan is de zangvogel in isolatie laten opgroeien. Met isoleren wordt bedoeld dat de (vaak jonge)

vogels individueel of in groepjes apart worden gehouden, op zo'n manier dat zij geen volwassen soortgenoten horen. Hiernaast worden er verschillende opties getest, zoals of de vogels elkaar in de experimentele opzet wel kunnen horen en zien, of juist niet. Via dergelijke onderzoeksmethoden wordt vervolgens getest of vogels akoestische input van soortgenoten (of meer specifiek een tutor) nodig hebben om een normale zangontwikkeling door te maken.

3.1.1 Marler

In 1970 heeft Marler (1970a) een onderzoek met meerdere experimenten uitgevoerd naar het akoestisch isoleren van zangvogels. Hij werkte hierbij met mannelijke witkruingorzen. Voor het eerste experiment heeft hij twee vogels van ongeveer 35 dagen oud gevangen en in boxen geplaatst, op zo'n manier dat er visueel en akoestisch contact mogelijk was tussen beide vogels. De vogels ontwikkelden uiteindelijk een normaal zangpatroon, passend bij dat van hun soortgenoten. Hieruit valt te concluderen dat een dergelijke manier van isoleren geen invloed heeft op de zangontwikkeling van witkruingorzen.

Marlers volgende experiment staat in groot contrast tot dit initiële experiment. Twee mannelijke witkruingorzen van vijf dagen oud werden gevangen genomen en individueel geïsoleerd. Deze vogels ontwikkelden een lied dat qua duur ongeveer gelijk was aan het lied van hun soortgenoten, maar dat "all of the fine detail" (p. 6) van de zang van wilde witkruingorzen miste. Bovendien duurde het bij deze vogels langer voordat hun lied kristalliseerde en bevatte hun zang meer variatie dan bij wilde soortgenoten. Een mogelijke reden die voor dit resultaat kan worden geopperd is dat de vogels getraumatiseerd waren door hun geïsoleerde opsluiting of dat zij geen motivatie voelden om hun zang te ontwikkelen. Om dit punt te testen heeft Marler het voorgaande experiment herhaald door negen vogels van ongeveer vijf dagen oud als groep te isoleren. Deze vogels ontwikkelden echter ook een abnormaal zangpatroon, dit wil zeggen een zangpatroon dat buiten de normale variatie van wilde soortgenoten valt.

Tot slot heeft Marler nog gevonden dat witkruingorzen die een abnormaal lied hebben geleerd, een normaal lied kunnen ontwikkelen indien zij gepaste en voldoende blootstelling aan hun soortspecifieke lied krijgen. Hier zit een tijdsgrens aan: de ontwikkeling van een normaal lied is mogelijk indien de blootstelling plaatsvindt binnen vijftig dagen nadat de vogel het nest heeft verlaten. Witkruingorzen die hun abnormale lied al gekristalliseerd hebben, zijn niet meer in staat dit lied te veranderen.

3.1.2 Andere onderzoeken

Konishi (1965a) heeft één vrouwelijke Amerikaanse roodborst ("American robin", *Turdus migratorius*) van een paar dagen oud in individuele isolatie laten opgroeien. De vogel kreeg hormonen toegediend

zodat zij toch zou gaan zingen. Toen de roodborst begon te zingen, bleken de syllabes een afwijkende duur te hebben: deze waren te lang of juist te kort. De resultaten van Konishi's onderzoek moeten echter met enig voorbehoud worden behandeld, omdat hij slechts één vogel heeft onderzocht. Deze vogel was bovendien vrouwelijk en met hormonen behandeld. Dit laatste wordt echter vaker toegepast. Verder heeft Price (1979) eenzelfde isolatieonderzoek gedaan met zebra-vinken. De zebra-vinken in zijn onderzoek zijn vanaf negen dagen oud geïsoleerd van volwassen soortgenoten opgegroeid. Sommige vogels waren individueel geïsoleerd, zonder visueel maar met akoestisch contact met vogels uit dezelfde experimentele groep. Andere vogels waren in groepsverband geïsoleerd en konden elkaar horen en zien. Alle zebra-vinken in Price' onderzoek ontwikkelden echter abnormale zang. De zang van de vogels had onder andere een hogere frequentie en een langere nootduur. Ook was er veel variatie tussen de vogels. Marler en Sherman (1985), tot slot, hebben zang- en moerasgorzen (zanggorz: "song sparrow", *Melospiza melodia*) vanaf het ei in groepsverband geïsoleerd van volwassen zang. Zij vonden dat de vogels een abnormale versie van hun soortspecifieke zang hadden ontwikkeld en dat de twee vogelsoorten niet elkaars zang hadden overgenomen. Voor beide soorten werden als opvallendste afwijkingen ten opzichte van hun soortspecifieke zang een afname van het aantal noten per lied en een langere gezongen nootduur gevonden.

3.1.3 Kritische punten

Bovenstaande onderzoeken suggereren dat jonge vogels die geïsoleerd van volwassen soortspecifieke zang opgroeien, abnormale zang ontwikkelen. Over de uitvoering van deze onderzoeken zijn echter een paar kritische punten te noemen. Veel isolatieonderzoeken worden uitgevoerd met jonge zangvogels die individueel geïsoleerd zijn. De gevonden resultaten van abnormale zang zouden mede veroorzaakt kunnen worden door een gebrek aan sociale interactie en trauma's of gebrek aan motivatie tot zangverwerving en dus mogelijk niet alleen door een ontzegging van vocaal leren. De onderzoeken van Marler (1970a) en Marler en Sherman (1985) met meerdere vogels lijken echter aan te tonen dat dit niet aan de orde is. Verder blijken er verschillen te zijn in de manier waarop vocaal leren een rol speelt tussen zangvogelsoorten. Uit bovengenoemde onderzoeken is bijvoorbeeld gebleken dat geïsoleerde witkruingorzen vooral allerlei details missen van hun soortspecifieke lied, maar dat geïsoleerde zebra-vinken onder andere een abnormale nootduur zingen. Meer onderzoek, waarin dezelfde onderzoekswijze wordt toegepast op verschillende zangvogelsoorten, is wenselijk om de uitkomsten van isolatieonderzoeken bij jonge zangvogels te mogen generaliseren naar meer zangvogels. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden tussen age-limited learners en open-ended learners, aangezien open-ended learners meerdere sensorische en sensomotorische fases doormaken. Wanneer dezelfde onderzoekswijze wordt gebruikt, zal goed te zien zijn op wat voor manier vocaal leren een rol speelt bij de groep van zangvogels in plaats van bij losse zangvogelsoorten.

3.2 Mensen

Isolatieonderzoeken zoals die bij zangvogels worden uitgevoerd, komen bij mensen gelukkig niet voor. Het wordt namelijk niet moreel geacht om mensen bewust uit te sluiten van de samenleving en van ontwikkelingsmogelijkheden. Wat men weet over geïsoleerde kinderen is afkomstig uit casussen van zogeheten wolfskinderen, dit zijn kinderen die zijn opgegroeid in het wild, en van ernstig verwaarloosde kinderen. De casus van wolfskind Victor zal besproken worden in 3.2.1 en de casus van Genie, een ernstig verwaarloosd meisje, in 3.2.2.

3.2.1 Victor

Een voorbeeld van een wolfskind is Victor van Aveyron. Victor werd rond het einde van de achttiende eeuw gevonden in het bos van Aveyron, in Frankrijk. Toen hij gevonden werd, werd hij ongeveer twaalf jaar oud geschat. Uiteindelijk werd hij opgevangen door Jean Itard, die hem de naam Victor gaf en probeerde om hem te vermenselijken en hem te leren praten. Na begeleiding leerde Victor uiteindelijk wel om spraak te verstaan, hij sprak zelf echter niet (Lebrun, 1980). Behalve Victor zijn er meer kinderen die opgegroeid zijn in het bos of die ernstig zijn verwaarloosd en op die manier gedurende langere tijd afgesloten zijn geweest van menselijk contact. Voor een overzicht van dergelijke kinderen, zie Lebrun (1980).

3.2.2 Genie

Een van de meest en meest intensief onderzochte casussen is die van Genie. Genie, deze naam is een pseudoniem, werd gevonden toen ze 13 jaar en zeven maanden oud was. Vanaf een leeftijd van twintig maanden oud is ze opgesloten geweest in een kleine kamer, vastgebonden en geslagen als ze een geluid maakte. Ook werd er niet tegen haar gesproken en ervaarde ze nauwelijks menselijk contact. Verder kreeg ze alleen babyvoeding te eten, wat leidde tot ondervoeding. Ten tijde van haar bevrijding produceerde ze geen enkel geluid. (Curtiss, Fromkin, Krashen, Rigler, & Rigler, 1974) In de beschrijving van Genies casus zal ook haar taalverwerving aangestipt worden. Dit is namelijk een belangrijk deel van haar casus en geeft een completer beeld van haar situatie.

Nadat Genie in het ziekenhuis aangesterkt was, is ze door een team van wetenschappers intensief begeleid. Het bleek dat ze in haar jaren van opsluiting geen taal verworven had en dat ze moeite had met het controleren van spraak- en daaraan gekoppelde ademhalingsbewegingen. Ondanks alle begeleiding is Genie er niet in geslaagd om taal te verwerven op moedertaalniveau, haar uitingen bleven beperkt tot telegramstijl. Ook is ze moeite blijven houden met het produceren van normale spraak. Curtiss et al. (1974) opperen dat dit komt doordat Genie te weinig vaardigheid heeft ontwikkeld in het controleren van de luchtstroom en luchtdruk die nodig zijn om de stemplooiën te laten vibreren. Wat betreft het segmentele spraakniveau, de productie van consonanten en vocalen,

blijkt dat ze de meeste klanken van het Amerikaans-Engels verworven heeft. Ze heeft echter nog moeite met het verstaanbaar uitspreken van woorden.

Susan Curtiss, een linguïst die erg nauw betrokken is geweest bij de begeleiding van Genie, is van mening dat Genies taalprobleem bij de syntaxis ligt. Ze zegt: "It wasn't because she was cognitively deficient in other respects, it was because she was cognitively deficient in this island of human mind, the mental faculty that we call "grammar"." (2003, in *ApolloEight Genesis*, 2013, 8.32). In dezelfde documentaire als Curtiss stelt psychiater Bruce D. Perry dat deze taalproblemen veroorzaakt zijn door een fysieke verandering in de hersenen doordat Genies hersenverbindingen voor spraak en taal te weinig zijn gestimuleerd in haar vroege jeugd.

3.2.3 Kritische punten

De casussen van onder andere Victor en Genie suggereren dat kinderen een omgeving met voldoende taal- en spraakaanbod nodig hebben om hun moedertaal op een natuurlijke manier te verwerven. Wanneer een kind wordt buitengesloten van de samenleving en op die manier geen taalaanbod krijgt (of wanneer een kind doof is en daarom geen oraal taalaanbod ontvangt), betekent dit dat het kind geen materiaal heeft om orale taal en spraak mee te verwerven. Het ontvangen van een adequaat taalaanbod is echter tijdsgebonden. Wanneer een kind dit aanbod voor een bepaalde leeftijd niet heeft ontvangen, zal het de moedertaal nooit volledig verwerven.

Enige terughoudendheid om de taalproblemen bij wolfs- en verwaarloosde kinderen volledig aan een gebrek aan tijdig taalaanbod en dus vocaal leren te wijten, is dat de kinderen in kwestie mogelijk nog andere problemen hadden. Het kan beargumenteerd worden dat dergelijke kinderen, uitgesloten van de samenleving, opgegroeid in het wild of onder erbarmelijke omstandigheden, trauma's ontwikkelen die het hen moeilijk maken om taal te verwerven. Ook is het goed mogelijk dat dergelijke kinderen al problemen hadden voorafgaand aan hun omstandigheden, zoals een geestelijke beperking of autisme. Van Genie is echter bekend dat zij geen beperkingen had op het moment van haar geboorte (Fromkin, Krashen, Curtiss, Rigler, & Rigler, 1974). Fromkin et al. (1974) stellen daarom dat haar taalmoeilijkheden volledig te wijten zijn aan haar isolatie.

Hoofdstukken 2 en 3 hebben aanwijzingen voor parallellen op de gebieden van ontwikkelingsfases en vocaal leren besproken. In hoofdstuk 4 volgt het laatste gebied: auditieve feedback.

4 Auditieve feedback

Met auditieve feedback wordt het mechanisme bedoeld dat ons in staat stelt om de eigen uitingen te horen en deze aan te passen aan de doeluitingen, meestal de klanken en suprasegmentele eigenschappen van de omgevingstaal. Het suprasegmentele niveau ligt boven het eerder genoemde

segmentele niveau en bevat bijvoorbeeld intonatie en toonhoogte. Op deze manier beïnvloedt het suprasegmentele niveau het segmentele spraakniveau. In dit hoofdstuk zullen onderzoeken worden besproken die de rol van auditieve feedback proberen te bewijzen door te bekijken wat er gebeurt wanneer de mogelijkheid tot auditieve feedback wordt ontnomen. Dit zal eerst in 4.1 bij zangvogels worden behandeld en daarna in 4.2 bij mensen.

4.1 Zangvogels

Onderzoeken naar de rol van auditieve feedback bij zangvogels zijn uitgevoerd bij zowel jonge als volwassen zangvogels. In 4.1.1 zullen eerst de onderzoeken met jonge zangvogels worden besproken en daarna volgen in 4.1.2 de onderzoeken met volwassen vogels.

4.1.1 Auditieve feedback bij jonge zangvogels

De rol van auditieve feedback wordt bij zangvogels vaak onderzocht door de vogels doof te maken in de periode tussen de sensorische en sensomotorische fase. Een van de eerste onderzoeken op dit gebied werd uitgevoerd door Konishi (1965b). Hij vroeg zich af in hoeverre auditieve feedback een rol speelde in de omzetting van het gememoriseerde tutorlied naar het gezongen lied. Voor zijn onderzoek verzamelde Konishi jonge wilde witkruingorzen. Deze vogels werden vervolgens voordat de sensomotorische fase begon via een operatie tweezijdig doof gemaakt door aan beide kanten de cochlea te verwijderen. Via deze methode vond hij dat de zang van vogels die doof werden voordat zij begonnen met zingen, afweek van de zang van wilde vogels. De jong doof geworden vogels misten namelijk elementen van de zang van wilde witkruingorzen, zoals een bepaalde fluittoon aan het begin van de zang en een trilelement. Ook zongen zij doorgaans hoger en korter dan wilde vogels van hun soort. Konishi observeerde tot slot dat de variatie tussen individuele vogels groot was. Aan de hand van deze resultaten concludeerde hij dat een dove vogel een afwijkende zang ontwikkelt doordat hij door zijn doofheid geen toegang heeft tot het lied dat hij gedurende de sensorische fase heeft opgeslagen. Dit komt volgens Konishi doordat het voor een vogel onmogelijk is om zijn eigen zang te vergelijken met het gememoriseerde lied in zijn hoofd als hij zichzelf niet kan horen zingen. Auditieve feedback is dus noodzakelijk voor een vogel om de overgang te kunnen maken van gememoriseerd lied naar soortspecifieke zang. Deze conclusie werd ook gevonden door onder andere Konishi (1965a), bij zwartkopkardinalen ("black-headed grosbeak", *Pheucticus melanocephalus*) en Amerikaanse roodborsten en Price (1979), bij zebra-vinken.

Funabiki en Konishi (2003) hebben in hun onderzoek gebruik gemaakt van een methode om de auditieve feedback tijdelijk te blokkeren in plaats van permanent zoals bij doof maken het geval zou zijn. Zij hebben de zebra-vinken in hun onderzoek namelijk gedurende hun gehele zangverwervingsperiode blootgesteld aan omgevingslawaai. Dit lawaai was van een dusdanig niveau

dat het ervoor zorgde dat de vogels zichzelf niet konden horen zingen, maar dat het ook geen blijvende gehoorschade zou veroorzaken. Bovendien wees het gedrag van de vogels, zoals het maken van zangbewegingen en badden, erop dat de vogels niet gehinderd werden door het geluid. Met deze onderzoeksmethode vonden zij dat de vogels direct na het wegvallen van het lawaai zang produceerden die afweek van het tutorlied. De zang was bijvoorbeeld variabel en miste de details van het tutorlied. Ook zongen sommige vogels de syllabes in een andere volgorde. Uiteindelijk produceerden de vogels wel zang die leek op de tutorzang.

Over de rol van auditieve feedback op de zangontwikkeling van zangvogels lijkt dus een consensus te bestaan: zonder toegang tot auditieve feedback is een zangvogel niet in staat zijn exacte soortspecifieke zang te verwerven. De vogel heeft deze vorm van feedback nodig om zijn gememoriseerde tutorlied om te kunnen zetten in een geproduceerde versie van deze zang (Marler, 2014). Het meeste onderzoek richt zich echter voornamelijk op specifieke zangvogelsoorten, zoals de witkruingors en de zebra-vink. Hierdoor kan het zijn dat deze afhankelijkheid van auditieve feedback bij de zangontwikkeling niet geldt voor alle zangvogelsoorten. Bovendien worden vooral age-limited learners onderzocht, waardoor het onbekend is hoe zangvogels die binnen de groep van open-ended learners vallen reageren wanneer zij geen toegang tot auditieve feedback meer hebben. Meer onderzoek naar de invloed van auditieve feedback op de zangontwikkeling van zangvogels is dus nodig, bij een bredere selectie van zangvogelsoorten. Het lijkt hierbij niet noodzakelijk om de vogels permanent de toegang tot auditieve feedback te ontfemen door ze doof te maken, zoals bijvoorbeeld Konishi (1965b) gedaan heeft. Funabiki en Konishi (2003) vonden in hun onderzoek, waarbij ze de auditieve feedback tijdelijk hebben uitgeschakeld, namelijk eenzelfde resultaat. Dit zou een vogelvriendelijkere mogelijkheid van onderzoek kunnen zijn. Het lijkt tot slot aannemelijk dat de geobserveerde verschillen worden veroorzaakt door het gebruik van verschillende vogelsoorten in de beschreven onderzoeken.

4.1.2 Auditieve feedback bij volwassen zangvogels

Behalve naar de invloed van auditieve feedback op de zangverwerving van zangvogels, is er ook onderzoek gedaan naar de rol van deze feedback bij volwassen zangvogels. Gedurende lange tijd was de heersende opinie in de literatuur dat zangvogels die vallen onder de groep van age-limited learners na de voltooiing van de zangverwerving niet meer afhankelijk zijn van auditieve feedback. Meer specifiek betekent dit dat deze vogelsoorten deze feedback niet nodig zouden hebben om hun zangstereotype te houden. Deze resultaten werden gevonden door onder andere Konishi (1965b) en Price (1979). Voor de groep van open-ended learners werd een andere conclusie getrokken: deze groep zou levenslang afhankelijk blijven van auditieve feedback (Nottebohm, Stokes & Leonard, 1976).

Het huidige beeld staat echter in contrast tot wat lang werd gedacht: ook age-limited learners lijken auditieve feedback nodig te hebben om als volwassen vogel de zang stabiel te houden. Nordeen en Nordeen (1992) rapporteren over een onderzoek waarbij volwassen zebra-vinken, age-limited learners, tweezijdig doof gemaakt werden. Zij vonden dat deze vogels na zes à acht weken verslechtingen in hun zang lieten horen. Deze verslechtingen uitte zich vooral in de fonologie van de syllabes. De syllabes die werden gezongen in de periode na het doof maken, werden namelijk door de vogels veranderd en leken nauwelijks meer op de syllabes van de gekristalliseerde zang. Verder vonden de onderzoekers dat er veel individuele variatie tussen de vogels was. Gebaseerd op deze gegevens verwachtten Nordeen en Nordeen dat doofheid bij volwassen zangvogels op den duur voor hetzelfde resultaat zal zorgen als doofheid bij jonge vogels. Bij doofheid op latere leeftijd zal het echter langere tijd duren voordat de zang net zo verslechterd is als bij vroegtijdige doofheid zou zijn.

Na Nordeen en Nordeen vonden ook Okanoya en Yamaguchi (1997), met Japanse meeuwen ("Bengalese finch", *Lonchura striata domestica*), Woolley en Rubel (1997), met Japanse meeuwen, en Lombardino en Nottebohm (2000), met zebra-vinken, dat de zang van volwassen age-limited learners verslechtert wanneer de vogel geen toegang tot auditieve feedback heeft. De vogels in het onderzoek van Okanoya en Yamaguchi verloren bijvoorbeeld noten die ze eerst wel beheersten en produceerden abnormale nootvolgordes. Verder werd opgemerkt dat sommige vogels begonnen te stotteren in de nootvolgordes die zij produceerden. Lombardino en Nottebohm merkten nog een leeftijdseffect op: de zang gaat sneller achteruit bij jongvolwassen vogels dan bij vogels die een paar jaar oud zijn. Tot slot hebben Leonardo en Konishi (1999) de rol van auditieve feedback op het gekristalliseerde lied onderzocht door middel van verstoorde auditieve feedback. Bij deze techniek wordt de cyclus van auditieve feedback tijdelijk verbroken doordat de vogel niet zichzelf hoort zingen, maar een computeropname van de eigen zang hoort. De feedback die de vogel krijgt is dus verstoord. Zij vonden dat de zang van de vogels een vergrote hoeveelheid variatie vertoonde en in dat opzicht de-kristalliseerde. Nadat de verstoorde feedback weggevallen was, werd de zang van de vogels binnen een paar maanden weer stabiel.

De contrasterende resultaten tussen bijvoorbeeld de onderzoeken van Nordeen en Nordeen en Price wekken vragen op: hoe kan een vergelijkbare onderzoeksmethode leiden tot een tegengestelde conclusie? Een mogelijke oorzaak is een verschil in interpretatie: welk uitgangspunt werd genomen? Nordeen en Nordeen hebben de zang per vogel voor en na de doofheidsoperatie vergeleken en concludeerden dat de afwijkingen die optraden in de zang van vogels na de operatie significant waren. Price heeft echter de zang van de groep zebra-vinken die op oudere leeftijd doof zijn geworden vergeleken met de zang van de op jonge leeftijd doof geworden zebra-vinken. Hij merkte hierbij op dat er wel wat verslechting in de zang van de groep oudere vogels was opgetreden, de noten die ze zongen waren licht aangepast bijvoorbeeld, maar dat de mate van verslechting van de

zang in het niet viel vergeleken met de achteruitgang van de zang van jong doof geworden zebra's. Bovendien heeft Price slechts vier volwassen vogels onderzocht en Nordeen en Nordeen elf. De methode van Nordeen en Nordeen lijkt betrouwbaarder, doordat zij hebben gefocust op de zang van de vogels voor en na de operatie en niet zoals Price de mate van verslechtering hebben vergeleken tussen jong en als volwassene doof geworden vogels.

Tot slot blijven ook bij onderzoeken naar auditieve feedback bij volwassen zangvogels de eerder genoemde kritiekpunten van kracht: er zijn verschillende vogelsoorten onderzocht in onderzoeken met steeds relatief weinig vogels. Er kan niet zo maar vanuit gegaan worden dat de resultaten van de ene zangvogelsoort gelden voor andere soorten. Mogelijk is namelijk niet elke age-limited learner in dezelfde mate afhankelijk van auditieve feedback.

4.2 Mensen

Zoals hierboven beschreven is, wordt het bewijs voor de rol van auditieve feedback op de zangverwerving en het zangbehoud van zangvogels vaak onderzocht door de vogels in verschillende stadia van het leven doof te maken. Net zoals bij isolatieonderzoeken, is deze methode echter niet uit te voeren op mensen vanwege de voor de hand liggende ethiekproblemen. Bewijs voor de rol van auditieve feedback op de spraakverwerving moet dus worden gezocht bij kinderen die bijvoorbeeld door ziekte doof geworden zijn. Dit zorgt echter voor twee problemen in de vergelijking tussen zangvogels en mensen. Ten eerste worden zangvogels in onderzoeken vaak doof gemaakt in de periode tussen de sensorische en de sensomotorische fase. Bij mensen overlappen deze periodes echter. Dit zorgt voor het tweede punt: kinderen die plotseling doof worden, zitten nog volop in hun taal- en spraakverwerving. Door hun doofheid horen zij hun omgeving en zichzelf niet meer voldoende. Hierdoor is het lastig om een duidelijk onderscheid te vinden in wat wordt veroorzaakt doordat het kind de omgeving niet meer voldoende hoort en wat veroorzaakt wordt door een gebrek aan auditieve feedback (zoals ook gesteld door Soha & Peters, 2015). Ter vergelijking: zangvogels die worden doof gemaakt nadat zij de sensorische fase hebben voltooid, hebben al een sjabloon van hun soortspecifieke zang in hun geheugen opgeslagen. Hierdoor is bij zangvogels de scheiding tussen vocaal leren en auditieve feedback duidelijker te zien.

4.2.1 Doofheid

Een mogelijke omzeiling van dit probleem in een vergelijking is te kijken naar de spraak van kinderen die op iets latere leeftijd, maar nog voor het begin van de puberteit, doof zijn geworden. Plant en Hammarberg (1983) hebben drie sprekers met ernstig gehoorverlies een stuk tekst en zinnen voor laten lezen. Alle drie de sprekers waren op het moment van onderzoek ongeveer tien jaar doof. De leeftijd waarop ze doof werden verschilt echter: twee van deze sprekers zijn doof geworden rond acht-

à negenjarige leeftijd door hersenvliesontsteking en de derde spreker is op middelbare leeftijd doof geworden door een andere ziekte. De onderzoekers hebben ook een controlegroep ingezet, deze bestond uit tien normaal horende sprekers. Er is gevonden dat de spraak van de doof geworden personen verslechterd was ten opzichte van de normaal horende participanten. Alle drie spraken zij monotoon. Bovendien spraken spreker één en twee in een veel lager spreektempo, waarbij zij vooral de klinkers en de pauzes tussen woorden verlengden. Verder werden er kenmerken zoals de overarticulatie van consonanten (spreker één) of juist clusterreductie (spreker twee) geconstateerd.

De onderzoekers hebben de participanten laten voorlezen, waardoor een langzamer spreektempo in principe ook het gevolg kan zijn van leesproblemen. De onderzoekers stellen echter dat dit niet aan de orde is, omdat de participanten de teksten hebben mogen oefenen zodat zij bekend waren met de inhoud. Verder is dit onderzoek met weinig participanten uitgevoerd, slechts drie. In combinatie met de vastgestelde individuele verschillen tussen sprekers en de notie dat mensen mogelijk anders spreken terwijl zij voorlezen dan in spontane spraak, is dit aantal te weinig om vergaande conclusies met zekerheid te kunnen stellen. De resultaten suggereren wel dat auditieve feedback nodig is om de spraak op een bepaald niveau te houden en dat wegval van deze feedback ernstigere gevolgen heeft voor aanvang van de puberteit dan op latere leeftijd. Hypotheses over waarom spraak verslechtert bij doofheid op latere leeftijd zijn te vinden in Plant en Hammarberg (1983).

Ook Schaerlaekens (1977) en Waldstein (1990) bespreken dat auditieve feedback noodzakelijk lijkt te zijn voor een normale spraakverwerving: gedurende de verwerving moeten kinderen hun eigen spraak horen om deze aan te kunnen passen en te laten lijken op de klanken uit de omgevingstaal. Deze uitspraak wordt gesteund door Waldsteins eigen onderzoek naar de effecten van post-linguïstische (nadat de spraakverwerving is voltooid) doofheid op de spraak. In zijn onderzoek, waarin zeven post-linguïstisch dove participanten en een controlegroep werd gevraagd zinnen voor te lezen, vond hij effecten op de uitspraak van consonanten, vocalen en op suprasegmentele kenmerken. Wat betreft de vocalen vond hij een langere klinkerduur, wat overeenkomt met de resultaten van Plant en Hammarberg. Ook constateerde hij dat participanten die voor aanvang van de puberteit doof waren geworden, meer afweken van de norm dan participanten die dit op latere leeftijd is overkomen. Ondanks dat ook Waldsteins onderzoek het voorlezen onderzoekt in plaats van spontane spraak, lijkt het een goed onderzoek voor de suggestie dat auditieve feedback nodig is voor het behoud van een bepaald spraakniveau na de spraakverwerving.

4.2.2 Tracheotomie

Een andere methode om te bekijken of auditieve feedback een rol speelt in de spraakverwerving, is door te kijken naar tijdelijke verstoring van deze feedback. Een situatie die zich hiervoor leent, is

tracheotomie. Bij tracheotomie wordt een buisje geplaatst in de luchtpijp van de patiënt, zodat de patiënt via dit buisje kan ademen. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan bij te vroeg geboren baby's die een onderontwikkeld ademhalingsstelsel hebben. De ingreep heeft onder andere als gevolg dat er door het buisje geademd wordt in plaats van door de neus en mond. Spreken is hierdoor erg moeilijk, omdat er te weinig lucht in de mond en neus aanwezig is om de stemvloeien mee te laten trillen. Naarmate het kind ouder wordt groeit de luchtpijp, maar het buisje in de luchtpijp groeit niet mee. Dit zorgt er in veel gevallen voor dat het kind dan in enige mate kan oefenen met vocaliseren (Locke & Pearson, 1990).

Wanneer deze ingreep wordt gedaan in de tijd dat een kind in de brabbelfase had moeten zitten, heeft dit gevolgen voor de spraakontwikkeling. Locke en Pearson (1990), Kertoy, Guest, Quart en Lih-Lai (1999) en Kraemer, Plante en Green (2005) hebben normaal horende kinderen gevolgd die vanaf de geboorte of enkele maanden oud een tracheotomie-ingreep hebben ondergaan voor een periode van enkele maanden of jaren. Zij hebben gevonden dat deze kinderen meestal niet meteen begonnen met spreken nadat het buisje uit de luchtpijp werd verwijderd, en zeker niet op het niveau van leeftijdsgenoten. In plaats daarvan produceerden zij weinig uitingen en kwam hun spraak overeen met die van dove kinderen. Uiteindelijk verwierven de kinderen spraak op leeftijdsniveau, maar de onderzoekers concludeerden dat een tracheotomie tot een vertraging in de spraakontwikkeling leidt. Een mogelijke reden hiervoor is dat kinderen gedurende de periode waarin het buisje in de luchtpijp zit, niet of nauwelijks kunnen spreken. Zij hebben hierdoor geen oefening en geen feedback van hun prestaties. Wanneer het buisje verwijderd is, kunnen ze beginnen met vocaliseren en articuleren en profiteren van het mechanisme van auditieve feedback.

De genoemde onderzoeken suggereren dat auditieve feedback noodzakelijk is om de spraak van zowel jonge als volwassen personen op een bepaald niveau te houden. Meer onderzoek, dat zich ook richt op bijvoorbeeld spontane spraak, wordt aanbevolen.

5 Discussie en conclusie

In 1970 opperde Marler (1970b) dat er mogelijk parallellen te zien zijn tussen de manier waarop vogels en mensen hun klanksysteem ontwikkelen. Hij was op dat moment echter wat terughoudend omdat hij 'vreesde' (p. 672) het idee van parallellen te ver door te trekken aangezien vogels en mensen geen directe verwanten zijn. Later hebben andere onderzoekers hetzelfde idee gesuggereerd (Doupe & Kuhl, 1999; Moorman & Bolhuis, 2013). Hieronder zal besproken worden of er op het gebied van de volgorde van de fases van zang-/spraakverwerving, vocaal leren en auditieve feedback parallellen getrokken kunnen worden tussen zangvogels en mensen.

5.1 Ontwikkelingsfases zang-/spraakverwerving

Wat betreft de fases van zangverwerving bij zangvogels en spraakverwerving bij mensen kan gesteld worden dat de volgorde waarin deze fases door zangvogels en mensen doorgemaakt worden, redelijk gelijk lopen. De vogels doorlopen eerste een sensorische fase, waarin zij zelf niet zingen maar luisteren naar de tutor en/of andere volwassen vogels van hun soort in de omgeving. Een baby produceert in het begin van zijn leven nog geen echte klanken, maar wel geluiden zoals huilen en later kirren, en luistert naar de taal die in zijn omgeving wordt gesproken. In deze fase leren zowel jonge zangvogels als baby's informatie over hun zang of spraak. Wilbrecht en Nottebohm (2003) suggereren verder nog dat de zogenoemde food-begging calls van jonge vogels, waarmee ze vragen om aandacht en vooral eten van hun ouders, te vergelijken vallen met het huilen van baby's. Baby's vragen door middel van dit huilen namelijk ook om aandacht van hun ouders.

Na de sensorische fase volgt voor de zangvogels de sensomotorische fase, waarin zij door middel van auditieve feedback hun eigen zang proberen overeen te laten komen met hun gememoriseerde zang. Jonge kinderen proberen ook om via auditieve feedback hun spraakuitingen geleidelijk op de klanken uit de omgeving te laten lijken. Bij sommige zangvogelsoorten, zoals de witkruingors, is de periode tussen de sensorische en de sensomotorische fase gescheiden. Bij andere soorten, zoals de zebra-vink, overlappen deze periodes juist. Als men ook bij mensen de termen van sensorische en sensomotorische fase aan zou houden, kan gesteld worden dat deze fases bij mensen overlappen. Wanneer kinderen rond de leeftijd van zes maanden namelijk beginnen met brabbelen, hebben zij de fase van sensorisch leren nog niet voltooid (Kuhl, 2004).

De eerste fase die zangvogels doorlopen binnen de sensomotorische fase, is de fase van subsong. Deze fase kan bij mensen vergeleken worden met brabbelen: de jonge vogel of baby begint pas net met het produceren van klanken, en de zang respectievelijk spraak is nog sterk onvolwassen te noemen. Hierna volgt bij vogels de periode van plastic song, die bij mensen te vergelijken is met het meer ontwikkelde brabbelen en het eerste geproduceerde woord. De zang of spraak is nu namelijk verder ontwikkeld en begint al meer richting de volwassen variant te gaan, maar is nog niet op volwassen niveau. Gedurende deze fase produceren sommige vogelsoorten geluiden of zelfs volledige zangreeksen die zij later niet zullen uitkristalliseren. Van baby's, aan de andere kant, wordt soms gezegd dat zij alle klanken ter wereld produceren gedurende het brabbelen. Een andere hypothese stelt echter dat kinderen gedurende het oefenen klanken produceren die niet te categoriseren zijn als een klank van hun omgevingstaal. Hierdoor kunnen fonetici dergelijke klanken categoriseren als klanken van andere talen. Dit fenomeen lijkt op het eerste oog vergelijkbaar tussen zangvogels en mensen: beide lijken geluiden te produceren die niet in de volwassen variant voor gaan komen.

De sensomotorische fase eindigt bij zangvogels bij de fase van kristallisatie, waarin zij hun variabele plastic song omzetten naar een stabiele volwassen zang. Van kinderen kan in zekere zin

gezegd worden dat zij hun spraak als het ware kristalliseren op een leeftijd van ongeveer vijf à zes jaar (dit geldt voor het Nederlands), wanneer zij in staat zijn om alle losse klanken correct te produceren. Veel mensen hebben moeite om na de puberteit de klanken van een andere taal dan hun moedertaal te leren. Hierdoor zouden mensen ingedeeld kunnen worden bij de groep van age-limited learners. Sommige mensen zijn echter, ondanks dat het eventueel meer moeite voor ze kost, toch in staat om een tweede taal op (bijna) moedertaalniveau te verwerven. Van mensen kan daarom niet gezegd dat ze bij of de age-limited learners of de open-ended learners ingedeeld kunnen worden, dat blijft een wat grijs gebied.

5.2 Vocaal leren

Zoals hierboven beschreven is, wordt het belang van vocaal leren bij zangvogels vaak onderzocht door middel van isolatieonderzoeken. Deze onderzoeksmethoden zijn bij mensen echter niet uit te voeren, omdat dit in strijd is met ethische waarden. Isolatieonderzoeken bij zangvogels suggereren dat zangvogels die vanaf jonge leeftijd akoestisch (en/of visueel, afhankelijk van de soort) geïsoleerd worden van hun volwassen soortgenoten, een abnormale zang ontwikkelen. Bij menselijke casussen van wolfskinderen en ernstig verwaarloosde kinderen, zoals Victor en Genie, is gebleken dat kinderen die afgesloten van de samenleving opgroeien, ernstige taal-spraakproblemen ontwikkelen.

De kritische punten die isolatieonderzoeken en dergelijke casussen oproepen zijn in 3.1.3 en 3.2.3 al besproken. Marler (1970a) heeft zowel het effect op individueel geïsoleerde als in groepsverband geïsoleerde jonge zangvogels onderzocht en eenzelfde resultaat gevonden. Ook de zangvogels in het onderzoek van Marler en Sherman (1985) produceerden abnormale zang, ondanks dat ook zij in groepsverband geïsoleerd waren geweest. Dit lijkt uit te sluiten dat de gevonden resultaten het gevolg zijn van trauma's door eenzaamheid en het gebrek aan sociale interactie, hoewel meer onderzoek nodig is om deze invloeden met zekerheid uit te kunnen sluiten. Dit punt is wat betreft mensen wat moeilijker om te onderzoeken, aangezien de wolfs- en verwaarloosde kinderen in eenzaamheid zijn opgegroeid. Hun problemen kunnen dus wel degelijk (mede) veroorzaakt zijn door allerlei trauma's die zij door de omstandigheden hebben opgelopen. Het tweede kritische punt, dat oppert dat een dergelijk kind voordat het afgesloten raakte van de samenleving al andere problemen had, werd in één geval weersproken door Fromkin et al. (1974). Zij merken op dat Genie voorafgaand aan haar isolatie een normale ontwikkeling doorgemaakt heeft. Wat betreft het onderzoek naar Genie moet tot slot vermeld worden dat er kritiek is op de manier waarop het onderzoek is uitgevoerd en gerapporteerd. Jones (1995) beargumenteert dat de wetenschappers die onderzoek hebben gedaan naar Genie onvolledig en misleidend gerapporteerd hebben. Het hele datacorpus is volgens hem nooit vrijgegeven, slechts stukjes. Deze stukjes data lijken elkaar soms tegen te spreken en lijken doelbewust gekozen te zijn om de argumentatie van de onderzoekers wat betreft Genies taalvaardigheid te

ondersteunen. Hij suggereert dat men nog steeds niet precies weet wat Genies vaardigheden zijn. Dergelijke kritieken moeten meegenomen worden wanneer gekeken wordt naar Genies casus.

De gevonden resultaten lijken dus veroorzaakt te worden door een gebrek aan adequaat zang- of taalaanbod. De gevolgen van een geïsoleerde kindertijd lijken uit te wijzen dat zowel zangvogels als mensen gedurende een bepaalde (sensitieve) periode volwassen soortgenoten moeten horen, om van hen te leren. Wanneer dit zang- of taalaanbod niet wordt geleverd, leidt dit ertoe dat de jonge zangvogel of kind zijn zang of spraak niet kan ontwikkelen. Zangvogels ontwikkelen in een dergelijke situatie namelijk een abnormale zang en mensen ontwikkelen ernstige spraak- en taalproblemen.

Bij deze conclusie is het echter belangrijk om een zekere voorzichtigheid in acht te nemen. Het is namelijk nog niet bewezen dat de resultaten van een bepaalde zangvogelsoort breder getrokken mogen worden naar alle zangvogelsoorten. Eerder is bijvoorbeeld gezien dat isolatieonderzoek bij de witkruingors in detail andere resultaten oplevert dan wanneer een zangvogelsoort wordt onderzocht. De algemene resultaten zijn bij beide soorten gelijk, isolatie leidt namelijk tot een abnormale zangontwikkeling, maar de manier waarop dit zich uit bij beide zangvogelsoorten is anders. Bovendien dient er onderscheid te worden gemaakt tussen vogels binnen de groep van age-limited learners en die van open-ended learners, omdat beide groepen mogelijk anders reageren op isolatieonderzoeken. De resultaten van een isolatieonderzoek kunnen dus niet gegeneraliseerd worden naar alle zangvogels. Meer onderzoek is dus nodig, waarbij dezelfde onderzoeksmethode wordt toegepast op verschillende zangvogelsoorten.

5.3 Auditieve feedback

Bewijs voor de noodzaak van auditieve feedback op de zangverwerving van zangvogels wordt vaak gezocht bij onderzoeken waarin de vogel doof gemaakt wordt tussen het einde van de sensorische fase en de start van de sensomotorische fase. De jonge vogel heeft in dit stadium namelijk al wel een sjabloon van zijn soortspecifieke zang opgeslagen, maar hij heeft deze zang nog niet geoefend. De eerder beschreven onderzoeken suggereren dat auditieve feedback noodzakelijk is voor zowel een normale zangverwerving bij jonge vogels als voor het behoud van de zang bij volwassen vogels. De onderzochte doof gemaakte vogels konden zichzelf namelijk niet horen zingen, waardoor zij hun zang niet konden aanpassen aan het opgeslagen sjabloon. Hierdoor werd de zang niet goed ontwikkeld (bij jonge vogels) of verslechterde deze (bij volwassen vogels). Volwassen zangvogels lijken verder in mindere mate afhankelijk te zijn van deze vorm van feedback, omdat hun zang minder erg verslechtert dan bij jong doof geworden zangvogels het geval is. Nordeen en Nordeen (1992) verwachten echter dat de zang van op latere leeftijd doof geworden zangvogels op den duur verder zal verslechteren.

Een precieze vergelijking met mensen is niet geheel mogelijk, vanwege ethische redenen en omdat bij mensen een zo gestelde sensorische en sensomotorische fase overlappen. Bovendien is een

kind dat doof wordt nog volop bezig met de spraak- en taalontwikkeling en heeft het niet net zoals een jonge vogel een sjabloon van de moedertaal opgeslagen. Onderzoeken naar de spraak van mensen die voor en na de puberteit doof zijn geworden, suggereren echter dat doofheid en het daarbij komende gemis aan auditieve feedback voor de puberteit een grotere negatieve invloed heeft dan doofheid op latere leeftijd. De besproken onderzoeken hebben echter alleen voorgelezen spraak geanalyseerd en geen spontane spraak, waardoor niet bekend is hoe de participanten gedurende spontane spraak zouden spreken. Ook wordt niet altijd aangegeven wat het niveau van gehoorverlies is van de participanten: horen zij helemaal niets of hebben zij nog een restgehoor? Onderzoeken met een analyse van spontane spraak van mensen die voor of na de puberteit doof geworden zijn, is dus aan te bevelen. Het is hierbij van belang om de mate van doofheid van de participanten te definiëren en te controleren. Verder lijken onderzoeken naar kinderen die een tracheotomie hebben ondergaan uit te wijzen dat deze ingreep voor een vertraagde spraakontwikkeling zorgt. Een geopperde reden hiervoor is dat de kinderen gedurende de behandeling niet kunnen oefenen met spreken en geen auditieve feedback ontvangen. De kinderen halen de vertraging echter weer in zodat zij uiteindelijk spraak op leeftijdsniveau produceren.

Er kan dus gesteld worden dat bij zowel zangvogels als bij mensen ongeveer gelijke resultaten werden gevonden wanneer de auditieve feedback uitgeschakeld werd. De dove jonge zangvogels ontwikkelden een abnormale zang. De zang van op oudere leeftijd doof geworden zangvogels verslechterde weliswaar in mindere mate dan die van jonge zangvogels, maar mogelijk op den duur op dezelfde manier. Bij mensen is gevonden dat de spraak van kinderen die voor de puberteit doof zijn geworden meer afweek van de spraak van normaal horende personen dan de spraak van mensen die na de puberteit het gehoor zijn verloren. Dit lijkt de invloed van auditieve feedback bij zowel zangvogels als mensen aan te tonen: beide hebben dit mechanisme nodig om de zang respectievelijk spraak adequaat te verwerven en later in stand te houden. Meer onderzoek, met meer vogelsoorten of meer menselijke participanten en dat zich preciezer op de invloed van auditieve feedback richt, blijft echter nodig voordat de conclusies met zekerheid kunnen worden gesteld.

5.4 Conclusie

De onderzoeksvraag van dit paper is “Welke parallellen zouden getrokken kunnen worden tussen de zangverwerving van zangvogels en de spraakverwerving van mensen?”. Hierbij is er specifiek gekeken naar de gebieden van ontwikkelingsfases, het mechanisme van vocaal leren en het mechanisme van auditieve feedback. De besproken onderzoeken suggereren dat er inderdaad parallellen tussen de zangverwerving van zangvogels en de spraakverwerving van mensen te trekken zijn.

Zangvogels en mensen verwerven hun zang of spraak in ongeveer dezelfde volgorde. Er wordt begonnen met een luisterfase, waarin geluisterd wordt naar de omgeving maar er nog geen

betekenisvolle zang of spraak wordt geproduceerd. In de fase hierna ontwikkelt de jonge vogel of het kind geleidelijk aan de zang of spraak, van een fase van subsong of brabbelen naar een gekristalliseerde zang of verworven spraakelementen. Gedurende deze periode produceren beide geluiden die later niet terug zullen komen in de volwassen uitingen, de reden hierachter is echter nog niet bekend.

In hoofdstukken 3 en 4 zijn de mechanismes van vocaal leren en auditieve feedback aan bod gekomen. De onderzoeken die hierin werden besproken suggereren dat zowel zangvogels als mensen deze mechanismes nodig hebben om tot een normale zang- of spraakverwerving en een goed behoud van deze zang of spraak te komen. De onderzochte zangvogels die de toegang tot vocaal leren ontzegd werd doordat zij in isolatie werden grootgebracht, ontwikkelden abnormale zang. Voor mensen lijkt ook te gelden dat isolatie leidt tot een abnormale spraakverwerving. Verder bleek uit onderzoek naar de invloed van auditieve feedback dat de onderzochte zangvogels, zowel jong als oud, verslechtering in de zang lieten horen toen deze feedback weg viel. Bij mensen werden verslechtingen in de spraak gevonden toen zij niet meer op auditieve feedback konden rekenen. Voor beide geldt hierbij dat het gemis van dit mechanisme op jonge leeftijd een grotere negatieve invloed heeft dan op latere leeftijd, maar dat beide er altijd afhankelijk van blijven.

Er lijken dus inderdaad parallellen getrokken te kunnen worden tussen de volgorde van ontwikkelingsfasen tussen de zangverwerving van zangvogels en de spraakverwerving van mensen en tussen de afhankelijkheid van de mechanismes van vocaal leren en auditieve feedback. Enige voorzichtigheid is echter geboden, vanwege de onzekerheden die gedurende het paper al aan bod zijn gekomen. Hiernaast is het belangrijk om op te merken dat het nog niet bewezen is dat de resultaten die uit onderzoeken met een bepaalde zangvogelsoort naar voren zijn gekomen, te generaliseren zijn naar meer zangvogelsoorten. In de onderzoeken zijn individuele verschillen tussen de zangvogels van één soort gevonden en verschillen tussen vogelsoorten. Meer onderzoek is dus nodig, waarbij dezelfde onderzoeksmethode wordt toegepast op verschillende zangvogelsoorten en met meer vogels tegelijk. Zo zal er in de toekomst mogelijk wel gegeneraliseerd mogen worden naar de groep van zangvogels in plaats van slechts naar enkele soorten.

Naast de onderzochte parallellen zijn er mogelijk nog andere gebieden waarin mensen en zangvogels gelijkenissen kunnen vertonen. Een voorbeeld hiervan is de hypothese van de sensitieve periode. Deze hypothese, die aan de orde lijkt te zijn bij de casussen van Victor en Genie, stelt dat mensen (en mogelijk zangvogels) bepaalde processen binnen bepaalde tijdvakken moeten ontwikkelen om deze optimaal te kunnen ontwikkelen. Wanneer de sensitieve periode is gemist, komt de kans op een optimale ontwikkeling van het betreffende gebied niet meer terug. Deze hypothese wordt onder andere besproken in Brainard en Doupe (2002), Doupe en Kuhl (1999), Fromkin et al. (1974) en Soha en Peters (2015). Hiernaast zijn onderzoeken naar parallellen op de gebieden van bijvoorbeeld adoptie ("cross-fostering", Doupe & Kuhl, 1999; Soha & Peters, 2015; Takahasi &

Okanoya, 2010) en een aangeboren aanleg voor de eigen zang of taal (Brainard & Doupe, 2002; Doupe & Kuhl, 1999; Konishi, 1965b; Marler, 1970b; Nelson & Marler, 1993; Soha & Peters, 2015; Wilbrecht & Nottebohm, 2003) aan te bevelen, zodat onderzocht kan worden of er op deze gebieden parallellen te vinden zijn tussen zangvogels en mensen.

Dit paper heeft, tot slot, een inzicht gegeven in drie mogelijke parallellen in de zang- en spraakverwerving tussen zangvogels en mensen. Er zijn hiermee sterke aanwijzingen gevonden dat de parallellen tussen de volgorde van ontwikkelingsfasen in de zang- respectievelijk spraakverwerving, en de afhankelijkheid van de mechanismes van vocaal leren en auditieve feedback zeer waarschijnlijk te vinden zijn tussen zangvogels en mensen. Meer, dieper en gericht onderzoek is echter nodig om deze en mogelijk meer parallellen met zekerheid te kunnen trekken.

6 Literatuur

- All About Birds. (2015a). Brown-headed Cowbird. Verkregen op 5 november 2017 via https://www.allaboutbirds.org/guide/Brown-headed_Cowbird/id.
- All About Birds. (2015b). Swamp Sparrow. Verkregen op 5 november 2017 via https://www.allaboutbirds.org/guide/Swamp_Sparrow/id.
- All About Birds. (2015c). White-crowned Sparrow. Verkregen op 5 november 2017 via https://www.allaboutbirds.org/guide/White-crowned_Sparrow/id.
- ApolloEight Genesis. (2013, 18 januari). Genie Wiley – TLC Documentary (2003) [Video]. Op 26 januari 2018 verkregen via <https://www.youtube.com/watch?v=VjZolHCrc8E&t=411s>.
- Berwick, R. C., Okanoya, K., Beckers, G. J. L., & Bolhuis, J. J. (2011). Songs to syntax: the linguistics of birdsong. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(3), 113–121.
- Birdlife Australia. (z.j.). Zebra Finch. Verkregen op 5 november 2017 via <http://www.birdsinbackyards.net/species/Taeniopygia-guttata>.
- Böhner, J. (1990). Early acquisition of song in the zebra finch, *Taeniopygia guttata*. *Animal Behaviour*, 39, 369–374.
- Bolhuis, J. J., & Gahr, M. (2006). Neural mechanisms of birdsong memory. *Neuroscience*, 7, 347–357.
- Bolhuis, J. J., Okanoya, K., & Scharff, C. (2010). Twitter evolution: converging mechanisms in birdsong and human speech. *Nature Reviews. Neuroscience*, 11, 747–759.
- Brainard, M. S., & Doupe, A. J. (2002). What songbirds teach us about learning. *Nature*, 417(6886), 351–358.
- Clark, E. V. (2009). *First Language Acquisition* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Curtiss, S., Fromkin, V., Krashen, S., Rigler, D., & Rigler, M. (1974). The Linguistic Development of Genie. *Language*, 50(3), 528–554.
- Doupe, A. J., & Kuhl, P. K. (1999). Birdsong and Human Speech: Common Themes and Mechanisms. *Annual Review of Neuroscience*, 22, 567–631.

- Fromkin, V., Krashen, S., Curtiss, S., Rigler, D., & Rigler, M. (1974). The Development of Language in Genie: a Case of Language Acquisition beyond the Critical Period. *Brain and Language*, 1, 81–107.
- Funabiki, Y., & Konishi, M. (2003). Long Memory in Song Learning by Zebra Finches. *Journal of Neuroscience*, 23(17), 6928–6935.
- Gillis, S., Schauwers, K., & Govaerts, P. J. (2002). Babbling Milestones and beyond: Early Speech Development in CI Children. In K. Schauwers, P. J. Govaerts, & S. Gillis (Eds.), *Antwerp Papers in Linguistics 102 - Language acquisition in very young children with a cochlear implant* (pp. 23–39).
- Gladys Logopedie. (2013). De taalontwikkeling van het kind. Verkregen op 17 december 2017 via <http://www.wassenaar-logopedie.nl/de-taalontwikkeling-van-het-kind.html>.
- Hauser, M. D., Chomsky, N., & Fitch, W. T. (2002). The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve? *Science*, 298(5598), 1569–1579.
- Jones, P. E. (1995). Contradictions and Unanswered Questions in the Genie Case: A Fresh Look at the Linguistic Evidence. *Language & Communication*, 15(3), 261–280.
- Kertoy, M. K., Guest, C. M., Quart, E., & Lieh-Lai, M. (1999). Speech and Phonological Characteristics of Individual Children With a History of Tracheostomy. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 621–635.
- Konishi, M. (1965a). Effects of Deafening on Song Development in American Robins and Black-headed Grosbeaks. *Zeitschrift Für Tierpsychologie*, 22(5), 584–599.
- Konishi, M. (1965b). The Role of Auditory Feedback in the Control of Vocalization in the White-crowned Sparrow. *Zeitschrift Für Tierpsychologie*, 22(7), 770–783.
- Konishi, M. (1985). Birdsong: from behavior to neuron. *Annual Review of Neuroscience*, 8, 125–170.
- Kraemer, R., Plante, E., & Green, G. E. (2005). Changes in speech and language development of a young child after decannulation. *Journal of Communication Disorders*, 38, 349–358.
- Kuhl, P. K. (2000). A new view of language acquisition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(2), 11850–11857.
- Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 831–843.
- Lebrun, Y. (1980). Victor of Aveyron: A Reappraisal in Light of More Recent Cases of Feral Speech. *Language Sciences*, 2(1), 32–43.
- Leonardo, A., & Konishi, M. (1999). Decrystallization of adult birdsong by perturbation of auditory feedback. *Nature*, 399, 466–470.
- Locke, J. L., & Pearson, D. M. (1990). Linguistic significance of babbling: evidence from a tracheostomized infant. *Journal of Child Language*, 17(1), 1–16.
- LogoPlus Rotterdam. (z.j.). Vraagbaak. Verkregen op 17 december 2017 via <http://logoplus-rotterdam.nl/faq>.
- Lombardino, A. J., & Nottebohm, F. (2000). Age at Deafening Affects the Stability of Learned Song in Adult Male Zebra Finches. *Journal of Neuroscience*, 20(13), 5054–5064.
- MacWhinney, B. (2017). First Language Acquisition. In M. Aronoff & J. Rees-Miller (Eds.), *The Handbook of Linguistics* (2nd ed., pp. 397–413). Oxford: John Wiley & Sons Ltd.

- Marler, P. (1970a). A Comparative Approach to Vocal Learning: Song Development in White-Crowned Sparrows. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 71(2), 1–25.
- Marler, P. (1970b). Birdsong and Speech Development: Could There Be Parallels? *American Scientist*, 58(6), 669–673.
- Marler, P. (2014). The Instinct to Learn. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition* (pp. 37–66). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.
- Marler, P., & Sherman, V. (1985). Innate differences in singing behaviour of sparrows reared in isolation from adult conspecific song. *Animal Behaviour*, 33, 57–71.
- Moorman, S., & Bolhuis, J. J. (2013). Behavioral Similarities between Birdsong and Spoken Language. In J. J. Bolhuis & M. Everaert (Eds.), *Birdsong, Speech, and Language: Exploring the Evolution of Mind and Brain* (pp. 111–124). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Nelson, D. A., & Marler, P. (1993). Innate recognition of song in white-crowned sparrows: a role in selective vocal learning? *Animal Behaviour*, 46, 806–808.
- Nelson, D. A., & Marler, P. (1994). Selection-based learning in bird song development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91, 10498–10501.
- Nordeen, K. W., & Nordeen, E. J. (1992). Auditory Feedback Is Necessary for the Maintenance of Stereotyped Song in Adult Zebra Finches. *Behavioral and Neural Biology*, 57, 58–66.
- Nottebohm, F., Stokes, T. M., & Leonard, C. M. (1976). Central control of song in the canary, *Serinus canarius*. *Journal of Comparative Neurology*, 165(4), 457–486.
- Okanoya, K., & Yamaguchi, A. (1997). Adult Bengalese finches (*Lonchura striata* var. *domestica*) require real-time auditory feedback to produce normal song syntax. *Journal of Neurobiology*, 33, 343–356.
- Plant, G., & Hammarberg, B. (1983). Acoustic and perceptual analysis of the speech of the deafened. *STL-QPSR*, 24(2–3), 85–107.
- Price, P. H. (1979). Developmental Determinants of Structure in Zebra Finch Song. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 93, 268–277.
- Schaerlaekens, A. M. (1977). *De taalontwikkeling van het kind: Een oriëntatie in het Nederlandstalig onderzoek*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Smith, B. L., Brown-Sweeney, S., & Stoel-Gammon, C. (1989). A quantitative analysis of reduplicated and variegated babbling. *First Language*, 9, 175–190.
- Soha, J. A., & Peters, S. (2015). Vocal Learning in Songbirds and Humans: A Retrospective in Honor of Peter Marler. *Ethology*, 121(10), 933–945.
- Stark, R. E. (1980). Stages of Speech Development in the First Year of Life. In G. H. Yeni-Komshian, J. F. Kavanagh, & C. A. Ferguson (Eds.), *Child Phonology: Volume 1 Production* (pp. 73–92). London: Academic Press, Inc.
- Suzuki, T. N. (2014). Communication about predator type by a bird using discrete, graded and combinatorial variation in alarm calls. *Animal Behaviour*, 87, 59–65.
- Takahasi, M., & Okanoya, K. (2010). Song learning in wild and domesticated strains of white-rumped munia, *Lonchura striata*, compared by cross-fostering procedures: Domestication increases song variability by decreasing strain-specific bias. *Ethology*, 116, 396–405.

- TEDx Talks. (2013). What songbirds can teach us about learning and the brain: Mimi Kao at TEDxCaltech [Video]. Verkregen op 22 december 2017 via https://www.youtube.com/watch?v=uF0tD_X0bQQ.
- Tesink, C. M. J. Y., & Maassen, B. (2004). De ontwikkeling van spraakmotorische controle II : Vroege spraakproductie in relatie tot spraakperceptie. *Stem-, Spraak- En Taalpathologie*, 12(2), 83–104.
- Waldstein, R. S. (1990). Effects of postlingual deafness on the speech production: Implications for the role of auditory feedback. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 88(5), 2099–2114.
- West, M. J., & King, A. P. (1988). Female visual displays affect the development of male song in the cowbird. *Nature*, 334, 244–246.
- Wikipedia. (2017). Zebravink. Verkregen op 5 november 2017 via <https://nl.wikipedia.org/wiki/Zebravink>.
- Wilbrecht, L., & Nottebohm, F. (2003). Vocal learning in birds and humans. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 9(3), 135–148.
- Woolley, S. M. N., & Rubel, E. W. (1997). Bengalese Finches *Lonchura Striata Domestica* Depend upon Auditory Feedback for the Maintenance of Adult Song. *Journal of Neuroscience*, 17(16), 6380–6390.
- Yip, M. (2013). Structure in Human Phonology and in Birdsong: A Phonologist's Perspective. In J. J. Bolhuis & M. Everaert (Eds.), *Birdsong, Speech, and Language: Exploring the Evolution of Mind and Brain* (pp. 181–208). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.