

7.1. Communicatie. Signaal en betekenis

Paul A.M. van Dongen © 2021

Met de komst van signalen is voor het eerst 'betekenis' in de natuur ontstaan.

Samenvatting

Communicatie en signalen komen overal voor in de natuur. Sommige signalen komen voor binnen het lichaam, zoals de activiteit van zenuwcellen of de afgifte van hormonen. Andere signalen hebben gevolgen buiten het organisme, zoals de kleur en geur van bloemen, het uiterlijk van dieren en vocalisaties van dieren. Signalen zijn producten van natuurlijke selectie. Signalen hebben oorzaken en gevolgen. Signalen worden **veroorzaakt** door genen en/of door externe stimuli. Een signaal verwijst in principe naar de oorzaak van het signaal. Dat wil zeggen: signalen hebben betekenis. Ik gebruik het woord 'betekenis' uitsluitend voor wat deze signalen veroorzaakt heeft (of 'wat deze signalen representeren'). Signalen hebben **voorspelbare gevolgen**; signalen zijn in de evolutie ontstaan, doordat de voorspelbare gevolgen van signalen evolutionair voordelig zijn, in eerste instantie zowel voor de zender als voor de ontvanger van het signaal.

Vroeg in de evolutie zijn signalen ontstaan – en vroeg in de evolutie is dus betekenis ontstaan. Er waren signalen, lang voordat er mensen waren, en voordat er menselijke taal was, dus er was betekenis lang voordat er mensen waren.

Dit hoofdstuk is een algemene bespreking van 'signalen', maar ook zinnen zijn signalen, dus deze bespreking is ook relevant voor de betekenis van woorden en zinnen.

- Samenvatting
- 1. Inleiding - signalen
- 2. Signalen binnen het lichaam
 - 2.1. Neurale signalen
 - 2.2. Hormonale signalen
 - 2.3. Immune signalen
- 3. Vocalisatie en taal
 - 3.1. Communicatie van concepten
 - 3.2. Vocalisaties van dieren
 - 3.3. Vocalisaties en taal van mensen
- 4. Signalen: betekenis en doel
- 5. Definities
- 6. Besluit

1. Inleiding

Beïnvloeding en communicatie

Levenloze objecten beïnvloeden elkaar door de natuurwetten. Denk hierbij aan de voorspelbare bewegingen van sterren en planeten, en aan meestal onvoorspelbare weersinvloeden, vulkaanuitbarstingen en het verval van cesiumatomen.

Levende organismen beïnvloeden elkaar soms met signalen, die een speciaal product van natuurlijke selectie zijn (zie onder), en soms 'per ongeluk'. Doordat een prooidier door een roofdier wordt waargenomen, verandert het gedrag van het roofdier. Dat is beïnvloeding zonder communicatie. Hieronder worden veel voorbeelden besproken van beïnvloeding met communicatie.

Sign en signal¹ (teken en signaal)

Burrhus Skinner gaf een heldere omschrijving van *sign* en *signal*: *"Het woord 'teken' staat los van iedere theorie over taal. Rook is een teken voor vuur, en donkere wolken zijn een teken voor regen. Het gegrom van een kwaai hond is een teken van gevaar. Organismen reageren op tekenen met bekende gedragsprocessen. 'Signaleren' is het produceren van een signaal; we onderkennen dat door de selecterende consequenties die op het signaal gevolgd zouden zijn. Vuur en regen signaleren niet, maar*

¹ De woorden 'sign' en 'signal' hebben in het wel-omschreven begrippenkader van Skinner een precieze betekenis. Het Nederlandse 'signaal' gebruik ik hier als vertaling van het technische Engelse woord 'signal'. Het Nederlandse woord 'teken' is nog geen geaccepteerd woord voor 'sign'.

honden signaleren wel, als de reacties van andere dieren op hun gegrom een rol heeft gespeeld in het ontstaan van grommen." (Skinner 1986, p. 115). In lijn met Skinner gebruik ik het woord 'signaal' als een product van levende organismen, als gevolg van natuurlijke selectie. *"Signalen zijn toestanden of gebeurtenissen van levende organismen of onderdelen daarvan, of producten van levende organismes. Dieren en planten maken signalen in een bepaalde situatie; voor deze signalen kan een vermoedelijke ontvanger worden geïdentificeerd. Deze signalen hebben een min of meer voorspelbaar gevolg op de ontvanger. Er is co-evolutie tussen de productie van signalen en de reactie van de ontvanger op signalen."* Dit lijkt op de definitie van Maynard-Smith en Harper (2003, p. 3): *"We definiëren een handeling of een uiterlijk kenmerk als een signaal, als dit het gedrag van andere organismen verandert, als het geëvolueerd is vanwege dat gevolg, en als het effectief is, doordat de reactie van de ontvanger ook geëvolueerd is."* Als dergelijke signalen nader worden onderzocht, zal bijna altijd blijken dat de voorspelbare gevolgen op de ontvanger voordelig zijn voor de allelen van de signaalgever, en bij eerlijke signalen zijn de voorspelbare gevolgen ook voordelig voor de allelen van de ontvanger.

Signalen en geen signalen

Planten en dieren zenden signalen uit; dieren reageren op die signalen. Minstens 695 Mya (miljoen jaren geleden) zijn dieren ontstaan (Douzery e.a. 2004); daarom mogen we aannemen dat signalen minstens 695 Mya ontstaan zijn. Ik geeft voorbeelden:

- In het lichaam van gewervelde dieren zijn er gespecialiseerde signaalsystemen: het zenuwstelsel, hormoonstelsel en immuunsysteem. Spieren, de lever, nieren, bloedvaten, traanklieren en ledematen zijn geen signaalsystemen, maar ze kunnen wel door zenuw- of hormoonstelsel zo beïnvloed worden, dat hun activiteit een signaal uitzendt.
- Allerlei vaste vocale uitingen van mensen (hoofdstuk 7.2.), zoals huilen, lachen, kreunen en zuchten zijn signalen.
- Vegetatieve, vocale uitingen van mensen (hoofdstuk 7.2.), zoals niezen, hoesten, hikken en boeren zijn geen signalen: deze gedragingen (behalve hikken) zijn weliswaar ontstaan omdat ze voordelig zijn voor de allelen van de actor, maar ze gaan toevallig gepaard met geluid.
- Dieren hebben nu eenmaal een uiterlijk en dat uiterlijk is voor andere dieren zichtbaar. Dat uiterlijk kan evolueren tot een opvallend signaal voor gevaar zoals bij wespen of

sommige slangen. Maar het kan ook evolueren om zo weinig mogelijk zichtbaar te zijn, door schutskleuren – dus zodat het uiterlijk van het dier zo weinig mogelijk signaal uitzendt.

- Als een hond een urinevlag uitzet, is dat een signaal. Als een mens urineert en dat doorspoelt, is dat geen signaal.
- De symptomen van een ziekte zijn geen signalen, maar het zijn gebeurtenissen die een getraind arts kan gebruiken om informatie te krijgen over de ziekte-toestand van de patiënt.
- Het uiterlijk en de geur van bloemen zijn signalen; bedenk dat deze signalen pas konden ontstaan toen er insecten waren die erop konden reageren.
- Feromonen van vrouwtjesvlinders zijn signalen.
- De vocalisaties van gewervelde dieren zijn signalen.
- Tranen zijn vaak signalen, behalve als men huilt door uien of door een harde wind.
- Woorden van mensen die uitgesproken worden bij een toehoorder, zijn signalen.
- Een verkeersbord is een signaal.

Hier wil ik de oorzaken en gevolgen van signalen onderzoeken. Algemeen geldt in de levende natuur "Hoe doe ik dingen met signalen?"².

Geen signalen

Niet alle producten of gedragingen van levende organismen verwijzen naar iets anders.

- De rode kleur van bloed van gewervelde dieren is geen signaal. Door een evolutionair toeval is bloed rood, terwijl bloed in principe iedere andere kleur of geen kleur had kunnen hebben.
- Veel muziek en veel abstracte schilderijen verwijzen niet naar iets anders.
- Baby's brabbelen (hoofdstuk 7.2.), wat geen signaal is voor iets anders. De gevolgen van dit brabbelen zijn onderdelen van een proces waarmee deze baby's leren vocaliseren. Wel kan het al dan niet voorkomen van brabbelen door een arts geïnterpreteerd worden als een teken voor de ontwikkeling
- In een situatie waarin mensen of dieren lijken te twifelen welke gedrag uit te voeren, ontstaat soms overspronggedrag (Kortlandt 1940, Tinbergen 1940, Delius 1967). Overspronggedrag is geen signaal. Wel kan overspronggedrag door andere mensen of dieren geïnterpreteerd worden als teken van onzekerheid.

² Variatie op het boek "How to do things with words" (Austin 1962).

2. Signalen binnen het lichaam

2.1. Neurale signalen

Ik ben primair geïnteresseerd in gedragssignalen, inclusief vocalisaties en taal. Gedragssignalen worden gemaakt door de hersenen; daarom wil ik eerst bezien hoe de hersenen signalen maken.

Oorzaken en gevolgen van activiteit van zenuwcellen

Activiteit van zenuwcellen is een signaal. Zenuwcellen hebben afzonderlijke input- en output-kanalen. Men kan de oorzaken en gevolgen van neurale activiteit op verscheidene niveaus bestuderen, waarbij ik ervoor gekozen heb om de volgende niveaus te onderscheiden: moleculair, cellulair, regionaal hersen, orgaan en organisme (figuur 1). Ik heb voor deze niveaus gekozen, omdat met deze keuze activiteit op een bepaald niveau de causale verklaring vormt voor activiteit op het volgende hogere niveau.

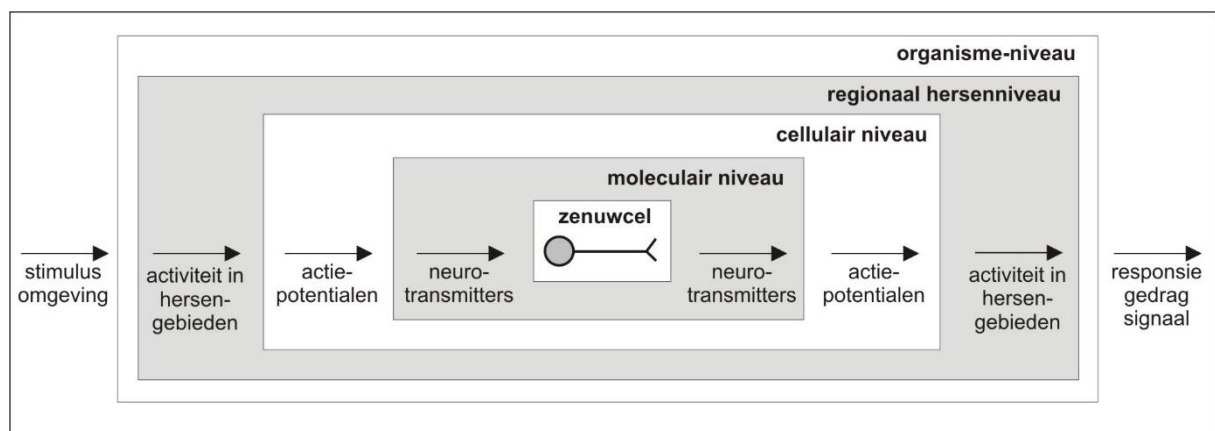
- Moleculair niveau. De input zijn de binnenkomende neurotransmitters, en de output zijn de neurotransmitters die vrijkomen door actiepotentialen.
- Cellulair niveau. De input zijn de binnenkomende actiepotentialen, en de output zijn de actiepotentialen bij de doelneuronen.
- Regionaal hersenniveau. De input zijn actiepotentialen in de hersengebieden met aanvoerende axonen, en de output zijn activiteiten in de hersengebieden met afvoerende axonen.
- Organisme niveau. De input zijn die gebeurtenissen in de omgeving waar zintuigen op reageren, en de output is gedrag, inclusief het uitzenden van signalen.

Als men de werking ('functie') van een hersendeel wil begrijpen, wil men weten wat de input van dit hersendeel representeert buiten de hersenen, en wat de gevolgen buiten de hersenen zijn (Van Dongen en Van den Bercken 1981). Impliciet wil men neurale activiteit begrijpen in termen van wat de input representeert buiten de hersenen of buiten het lichaam (Aertsen en Johannesma 1981, Eggermont e.a. 1983), **en** wat de gevolgen van deze activiteit zijn buiten de hersenen of buiten het lichaam. In andere woorden dat men input en output verwoordt op het organisme niveau.

De inhoud van neurale signalen

De inhoud van een signaal verwijst naar oorzaken en gevolgen buiten het organisme. Schematisch verwoord: iedere signaal bestaat uit afzonderlijke onderdelen: { [1 vaak impliciet de identificatie van de zender], [2 oorzaak/input: vermelding van de toestand], [3 gevolg/output: beschrijving van het (verwachte) effect, vaak inclusief een vermelding van de ontvangers] }. Deze onderdelen kunnen soms in woorden omschreven worden. Dit geldt voor vocale en non-vocale signalen. Ik geef enkele voorbeelden.

- Het eenvoudigste neurale voorbeeld is de monosynaptische kniepeesreflex bij mensen. Een arts tikt met zijn reflexhamer op de kniepees, waarna de bovenste dijbeenspier samentrekt en het been omhoog gaat. De zintuigcellen (spierspoelen) in de spier zenden het signaal: { [1 dit is het signaal van een spierspoel in de bovenste dijbeenspier], [2 de bovenste dijbeenspier is nu langer dan de setpoint-lengte], [3 trek de bovenste dijbeenspier samen] }.



Figuur 1. Overzicht van de niveaus die ik hier onderscheid. De activiteit op een niveau vormt de causale verklaring voor de activiteit op het volgende hogere niveau.

- Wat neurale activiteit representeert, kan niet altijd in mensentaal verwoord worden. Actiepotentialen in de nucleus cochlearis verwijzen naar een speciale geluidsgolf (Aertsen en Johannesma 1981).

Overigens is dit een ideaal-typische beschrijving. Van veel signalen kan men geen eenduidige oorzaak of geen eenduidig gevolg verwoorden in mensentaal. Er is activiteit van zenuwcellen die niet eenduidig verwijst naar zintuiglijke stimuli of niet eenduidig leidt tot spiersamentrekkingen.

2.2. Hormonale signalen

Hormonen zenden via het bloed in het hele lichaam signalen uit over de binnen- en buitenwereld, en leiden tot de voorspelbare, biologisch nuttige gevolgen.

- Het hormoon melatonine uit de epifyse zendt het signaal uit: { [1 dit is het signaal van de epifyse], [2 het is nu donker], [3 handel zoals gepast in de donker] }.
- Her zwangerschapshormoon progesteron uit de placenta zendt het signaal uit: { [1 dit is het signaal van de placenta], [2 deze vrouw zwanger], [3 handel zoals gepast bij zwangerschap] }

2.3. Immun signalen

Het immuunsysteem reageert op lichaamsvreemde stoffen. Er zijn veel verschillende cellen van het immuunsysteem, die een verschillende werking hebben. *Antigen-presenting cells* knippen de lichaamsvreemde stoffen op in kortere moleculen die 'antigenen' genoemd worden. Het signaal van een *antigen-presenting cell* zijn antigenen; antigenen zenden het signaal uit: { [1 dit is het signaal van een *antigen-presenting cell*], [2 dit antigen zit in je lichaam], [3 als je een macrofaag bent, eet en vernietigt de cellen met dit antigen; als je een B-cel bent, maak antilichamen tegen dit antigen] }

3. Vocalisatie en taal

3.1. Communicatie van concepten

In hoofdstuk 3.2. heb ik voorgesteld hoe het zenuwstel van dieren (en mensen) concepten vormt. Dat zijn in eerste instantie woordloze concepten. Maar er zijn situaties dat het evolutionair voordelig is om concepten aan soortgenoten mee te delen, zoals bijvoorbeeld de aanwezigheid van bepaald gevaar. Dieren delen dat mee door geluid, gebaren of geuren, d.i. door signalen.

3.2. Vocalisaties van dieren

Voorbeelden

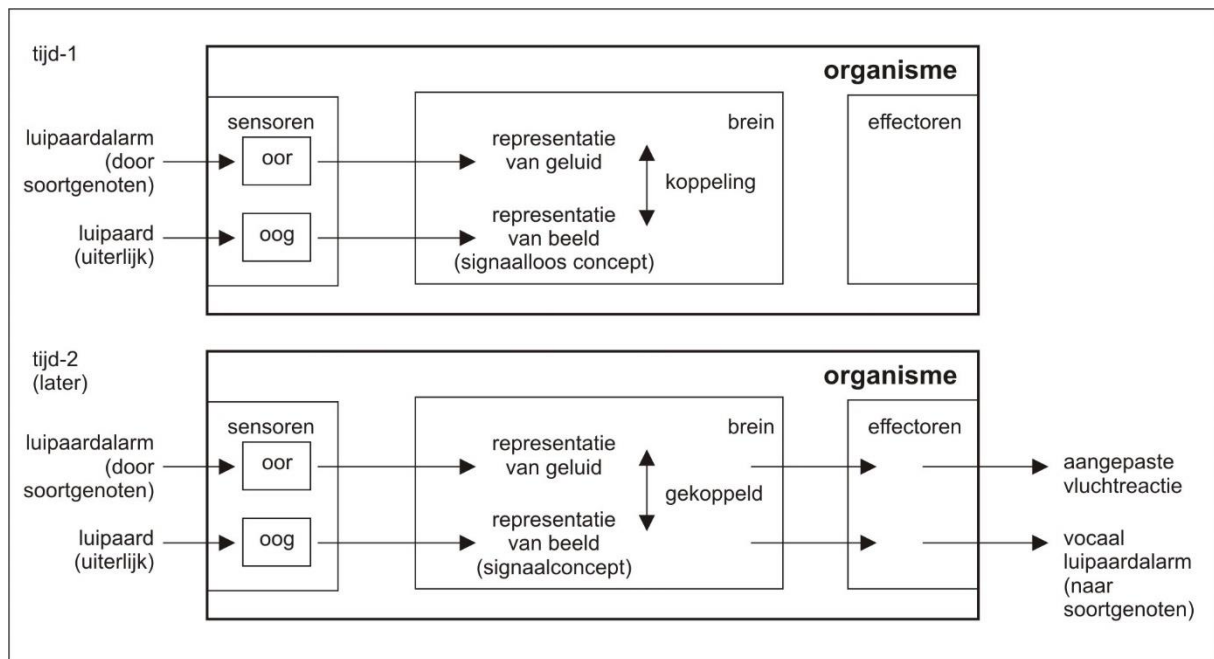
Als toelichting verwoord ik hier enkele voorbeelden van vocalisaties van dieren, in de algemene structuur van signalen.

- Een tsjirpende krekkel zendt het signaal: { [1 ik ben een mannetje van die-en-die soort], [2 dit is mijn gebied], [3 als je een mannetje van mijn soort bent, vertrek dan; als je een vrouwtje van mijn soort bent, komt dan, en paar met me] }.
- Een feromoon van een vrouwtjesvlinder zendt het signaal: { [1 ik ben een vrouwtje van die-en-die soort], [2 deze chemische gradiënt codeert de plaats waar ik zit], [3 als je een mannetje van mijn soort bent, komt dan, en paar met me] }.
- Met een luipaardalarm (hoofdstuk 3.2.) zendt een groene meerkat het signaal: { [1 ik ben die-en-die groene meerkat], [2 ik heb een luipaard waargenomen], [3 vlucht in de bomen] }. In hoofdstuk 3.2. ontrafel ik hier de invloeden van erfelijkheid, ontwikkeling en leren. Daar zien we hoe groene meerkatten leren bij ieder gevaar de juiste alarmkreet te slaken, en leren op de verschillende kreten het juiste gedrag te vertonen. Simpele signalen, zoals enkelvoudige kreten, kunnen complexere inhoud hebben. Er is geen fundamenteel verschil tussen afzonderlijke alarmkreten van apen en woorden van mensen.

Bij weefselbeschadiging ('pijn') slaken sommige dieren kreten. Het is de vraag of deze kreten naar iets verwijzen. Er is een film dat een kafferbuffel loeide, toen hij door een leeuw gegrepen was; in die film naderden groepsgenoten van de kafferbuffel, en verjoegen de leeuw. Vooralsnog is onduidelijk of deze hulp door andere buffels een toevallig gevolg van de vocalisatie was, of dat vocaliseren ontstaan is uit een selectiedruk zodat hulp gemobiliseerd wordt.

De koppeling van stimuli aan signalen

Figuur 2 geeft een schematisch beeld hoe in de hersenen de representatie van een luipaardalarm gekoppeld wordt aan de representatie van het beeld van een luipaard. Zo wordt het geluid van het luipaardalarm een signaal, gekoppeld aan het zien van een luipaard, zodat een aap bij het zien van een luipaard de juiste kreet uit, en het juiste vluchtgedrag vertoont. Volgens hetzelfde proces leren mensen kinderen de betekenis van woorden.



Figuur 2. Schema over hoe het luipaardalarm gekoppeld wordt aan het beeld van een luipaard, en hoe later (na het leren) zowel het horen van het luipaardalarm als het zien van een luipaard een oorzaak is van zowel het uiten van het luipaardalarm als de adequate vluchtreactie.

3.3. Vocalisaties en taal van mensen

Voorbeelden

Als toelichting verwoord ik hier enkele voorbeelden van vocalisatie en taal³ van mensen, in de algemene structuur van signalen. Omdat neurale activiteit ook gesproken taal veroorzaakt, en een gevolg is van het horen van gesproken taal, is de analyse van neurale activiteit ook van toepassing op wat gesproken taal representeert en veroorzaakt.

- Een huilende baby zendt het signaal: { [1 ik ben een baby], [2 het gaat niet goed met mij], [3 wie mij ook hoort, help mij] }.
- De kreet "Brand!" zendt het signaal naar algemene omstanders: { [1 ik heb brand waargenomen], [2 er is gevaar], [3 verlaat deze plaats] }.
- De kreet "Brand!" zendt het signaal naar brandweerlieden: { [1 ik heb brand waargenomen], [2 de brand moet bestreden worden], [3 onderneem actie om de brand te bestrijden] }.
- Muziek verwijst meestal niet naar iets anders. In het verleden werden trompet- of trommelsignalen gebruikt om soldaten op het slagveld commando's te geven, dus dit waren wel signalen.

- Zang van mensen verwijst meestal niet naar iets anders, hoewel een serenade een liefdesaanzoek kan zijn.
- Fluiten is vaak zoets als zang of muziek, maar het kan ook een signaal zijn voor goedkeuring of afkeuring. Daarnaast zijn er ook fluitalen.
- Bij marteling slaken mensen soms kreten. Het is de vraag of deze kreten naar iets verwijzen (zie hoofdstuk 7.2.).
- Bij pijn slaken mensen cultuurafhankelijke vocalisaties ('au' in het Nederlands); Het signaal is: { [1 ik ben de zender], [2 ik heb pijn], [3 wie mij ook hoort, houd er rekening mee dat ik pijn heb] }.

Inderdaad krijgen mensen veel gedaan met woorden (Austin 1962).

Co-evolutie van signalen bij zender en ontvanger

De evolutie van een communicatiesysteem veronderstelt een verandering bij de zender en bij de ontvanger; bij geslaagde communicatie sluiten die veranderingen op elkaar aan. Sommige communicatiesystemen zijn vooral erfelijk (zoals het huilen van baby's), andere zijn vooral aangeleerd (zoals taaluitingen van mensen), en weer andere zijn een samenstel van erfelijkheid en leren (zoals de alarmkreten van groene meerkatten, waarbij de invloeden van erfelijkheid, ontwikkeling en leren ontrafeld zijn, hoofdstuk 3.2.).

³ Waar een taaldaad naar verwijst (d.i. een oorzaak van een taaldaad), wordt wel 'illocutie' genoemd, en het verwachte gevolg van een taaldaad 'perlocutie' (Austin 1962).

Erfelijke signalen. De kreten van mensen- en dierenbaby's bij honger en isolatie zijn vooral erfelijk. Dat wil zeggen: het is erfelijk dat de baby's in deze situatie deze klank produceren, en ook de reacties van mensen- en dierenmoeders op deze kreten zijn erfelijk. In dit geval zijn de evolutionaire belangen van de moeder en het kind gelijk. Daardoor is het plausibel dat er een erfelijk communicatiesysteem ontstaat in het biologisch belang van moeder en kind. Wanneer de vorm van het signaal, en de oorzaken en gevolgen van dat signaal gedurende miljoenen jaren niet verandert, is het evolutionair nuttig dat de reactie op dat signaal erfelijk (min of meer) wordt vastgelegd. Dat geldt bijvoorbeeld voor vissen-alarmpjes bij karperachtige vissen (hoofdstuk 3.2.) en voor lijkengeur bij mensen.

Aangeleerde signalen. Taal is het duidelijkste communicatiesysteem dat mensen verwerven, waarbij leren een belangrijke rol speelt. Mensen verwerven taal in samenspel tussen zender en ontvanger, waarbij de juiste reactie op gesproken taal in het belang van zender en ontvanger is (hoofdstuk 7.2.). *“De ‘luisteraar’ moet reageren met gedrag dat geconditioneerd is om het gedrag van de spreker te versterken.”* (Frost en Bondy 2006, p. 103). Ook hier wordt het gemeenschappelijke belang van zender en ontvanger benadrukt.

4. Signalen: betekenis en doel

Mens en dier:

‘referentieel’ of ‘motivatieel’

Fitch (2006) en anderen meenden dat het verschil tussen communicatie bij mensen en andere dieren is dat signalen van mensen referentieel zijn, terwijl signalen van dieren niet-referentieel zouden zijn.

- Referentiële signalen verwijzen naar externe gebeurtenissen. Mensentaal is referentieel en heeft betekenis (Strawson 1950). Referentiële signalen worden ook wel 'symbolisch', 'semantisch' of 'representatieel' genoemd (Marler e.a. 1992).
- Motivationale signalen zijn alleen afhankelijk van de innerlijke toestand van de zender (Marler e.a. 1992). Deze worden ook wel 'affectief', 'emotioneel' of 'niet-symbolisch' genoemd. Pijnkreten zouden een voorbeeld zijn van een motivationeel, niet-referentieel signaal.

Volgens Fitch (2006) zou alleen mensentaal betekenis hebben. Inmiddels zijn veel gedragssignalen van vogels, honden, dolfinnen, gibbons en chimpansees beschreven die eenduidig naar iets anders verwijzen en dus referentieel zijn (Slocombe en Zuberbühler 2005, Clarke e.a. 2006, 2015). Ook het huilen van

baby's en peuters bij honger, isolatie en pijn is een signaal, en is referentieel (Soltis 2004).

Signalen hebben betekenis

Veel auteurs beschrijven de inhoud van signalen in termen van 'betekenis' en 'bedoeling'. Het verwarrende is dat zij het woord 'betekenis' zowel gebruiken voor de oorzaak van het signaal (wat het signaal representeert), als voor het verwachte gevolg (of het 'goal') van het signaal. **Ik gebruik hier het begrip 'betekenis' uitsluitend voor de oorzaak van het signaal, dus waar signalen naar verwijzen in fysieke termen en niet in mentale termen.** Ook delen van dieren, zoals zenuwcellen, produceren signalen. Signalen zijn producten van biologische evolutie. Vroeg in de evolutie zijn signalen ontstaan – en is dus betekenis ontstaan – lang voordat er mensen waren en voordat er menselijke taal was. Daarmee heb ik een natuurwetenschappelijke, toetsbare omschrijving van 'betekenis van een signaal' geformuleerd.

Het begrip 'betekenis' spookt al eeuwen rond in de filosofie. Een deel van de filosofische discussie ging over de betekenis van woorden en van zinnen. In gesprekken tussen Wittgenstein en de Wiener Kreis werd gesproken over betekenisvolle en betekenisloze volzinnen⁴ en deze begrippen kwamen terug in de latere (posthume) werken van Wittgenstein (Wittgenstein en Anscombe 1953, Wittgenstein en Nyman 1978). Carnap (1936, 1937) heeft een technische analyse geschreven over de betekenis en toetsbaarheid van zinnen. Doordat ik mijn opleiding gestart ben als neurofysioloog van zintuigsystemen, moest ik eerst oorzaken en gevolgen van neurale activiteit bestuderen en analyseren (Van Dongen en Van den Bercken 1981). Daarom hanteer ik het begrip 'betekenis' voor 'wat een signaal representeert'. Doordat neurale signalen een oorzaak zijn van woorden en zinnen, is deze interpretatie van 'betekenis' fundamenteel dan de 'betekenis' van woorden of zinnen.

Signalen en doel ('goal')

Signalen zijn in de evolutie ontstaan, doordat het verwachte gevolg van het signaal evolutionair nuttig was, minstens voor de zender. Voor sommige auteurs is de 'doelstelling' (als mentaal proces) van de zender van taaluitingen cruciaal (von Glaserfeld 1976). In hoofdstuk

⁴ Het Duitse 'Satz' (en het Engelse 'sentence') werd in het Nederlands vertaald door 'volzin' (Wittgenstein en Hermans 1975). Eigenlijk ligt de vertaling 'zin' meer voor de hand, maar dat Nederlandse woord heeft ook veel andere betekenissen.

Ander gebruik van het woord 'betekenis'

In dit stuk heb ik uitsluitend gesproken over de 'betekenis van signalen'. Maar in het dagelijks leven spreekt men over de 'betekenis' van allerlei andere concepten. (Ik heb besloten onderstaande 'magische zinnen' (hoofdstuk 7.3.) niet te vertalen, maar in sommige gevallen geef ik mijn omschrijving die volgens mij wel toetsbaar is.)

- **Mentaal.** "*The mind is a creator of meanings*" (Bruner 1990). In de traditie van de psychologie van William James (1890) willen sommige mensen betekenis in termen van beleving beschrijven. De vraag "Wat betekent dat voor jou?" verwoordt dan "Hoe reageer je daar emotioneel op?" Als we dit ook willen toepassen op dieren, ontstaat een probleem: het is niet toetsbaar of en wanneer beleving van toepassing is op signalen van dieren.
- **Oorzaken of gevolgen.** Wat een signaal representeert, wordt wel de 'betekenis' genoemd, en de waarschijnlijke gevolgen de 'bedoeling'. Sommige auteurs gebruiken het woord 'betekenis' voor de gevolgen van een signaal en niet voor de oorzaak ervan; zij gebruiken het woord 'betekenis' voor wat hier in fysische termen 'gevolg', en in mentale termen 'bedoeling' genoemd wordt (Smith 1965, zie hoofdstuk 10.2.).
- **Associaties.** "*According to current teaching, the chief working principle of memory is association [...] As Wertheimer again has pointed out, the core of this [Gestalt] theory is this, that the necessary and sufficient cause⁵ for the formation and operation of an association is an original existential connection - the mere coexistence of a and b gives to each the tendency to reproduce the other.*" (Koffka 1922, p. 534-535). Ik zou zeggen: "*Herinneren is het leggen van associaties. Als A en B in enige verbintenis (plaats, tijd of inhoud) worden waargenomen, leidt het later waarnemen of herinneren (beleven) van A of B tot het herinneren (beleven) van B of A.*" Dit proces is hetzelfde als het proces dat Aristoteles (analytica posteriora, 100a3) beschreef voor het verwerven van de eerste kennis van mensen (hoofdstuk 3.2.), en het proces dat Pavlov (1903, Pavlov en Gantt 1928) beschreef als 'klassiek conditioneren' bij dieren, waarbij dieren associaties tussen stimuli vastleggen. "*Meaning, far from being regarded as one of the conditions of association, is explained by the working of associations, which in themselves are meaningless.*" (Koffka 1922, p. 535). Ik zou zeggen: "*Betekenis toekennen is het leggen van een (niet noodzakelijk juiste) associatie tussen een waarneming (situatie) en een evolutionair gunstig gevolg (waarde).*"
- **Zingeving.** In een romantische context wil ik graag spreken over de 'betekenis van het leven', maar niet in een wetenschappelijke context. George Gaylord Simpson (1949) schreef het boek "*The meaning of evolution*". Battista en Almond (1973, p. 409) schreven over "*the meaning of the term "meaningful life"*". Edward O. Wilson (2014) schreef het boek "*The meaning of human existence*". Verder ziet men uitdrukkingen als de betekenis van hechting, van liefde, van psychopathologie, van waandenkbeelden of een decennium ouder worden (Kagan 1992, Berscheid 2006, Hendrick en Hendrick 2006, Stanghellini 2009, Cohen-Mansfield e.a. 2011, Alter en Hershfield 2014).
- **Het gevolg.** Men verwoordt in termen van betekenis een subjectief oordeel over slaapkwaliteit, verschillen in werkzaamheid van bloeddrukverlagers, ATP-concentraties tijdens slaap, een klein ribozoom, placebo's of het spenen van aapjes (Oparil 2002, Harvey e.a. 2008, Moerman 2011, Wong-Riley 2011, Yarus 2011, Borries e.a. 2014). Men spreekt in termen van betekenis over de evolutie van dieren, de Darwinistische evolutie of de vorm van het skelet van Neanderthalers (Dzik 1993, Ruse 2009, Weaver 2009).
- **Magisch woord.** Wat Dennett (1995) kan bedoelen met "*Evolution and the meanings of life*" wordt niet duidelijk uit zijn boek (vergelijk mijn hoofdstuk 7.3.).
- **'The meaning of meaning'.** Sommige auteurs spreken over '*the meaning of meaning*' (Ogden en Richards 1923, Putnam 1975).

Ik vermoed dat auteurs denken iets diepzinnigs te zeggen met het gebruik van het woord 'betekenis' of '*meaning*'.

⁵ Zie hoofdstuk 10.2. over 'noodzakelijke en voldoende voorwaarden'.

10.2. bespreek ik de begrippen 'oorzaak', 'reden' en 'doel' (in een fysieke en mentale betekenis: *goal* en *purpose*). Daar toon ik dat doelmatige organen en doelmatig gedrag door causale processen tot stand kunnen komen, en een product kunnen zijn van natuurlijke selectie. Ook toon ik dat doelgericht gedrag een product kan zijn van een terugkoppelsysteem, dat op zijn beurt een product kan zijn van natuurlijke selectie.

De oorzaken en gevolgen van signalen zijn de oorzaak van het ontstaan (de *cause d'être*⁶) van die signalen in de evolutie. In mijn omschrijving zijn er niet alleen gedragssignalen, maar ook bijvoorbeeld signaalkleuren en neurale en hormonale signalen. Een bloem met geur of kleur zendt het signaal: { [1 ik ben een bloem met nectar], [2 hier ben ik], [3 als je een bij, vlinder of hommelt bent, komt dan, en drink mijn nectar – en draag zo bij aan mijn voorplanting] }. Bloemplanten zijn geëvolueerd samen met de insecten die hen bestoven. Deze signalen zijn een gevolg van natuurlijke selectie, en ze zijn referentieel en doelmatig. De algemene structuur van een signaal is:

{ [1 identificatie van de zender, die zender kan bijvoorbeeld zijn een dier, een mens, een plant of een zenuwcel], [2 beschrijving van de toestand], [3 de 'goal' van de zender] }. Signalen verwijzen in principe naar iets (hun oorzaak); dat is: ze hebben betekenis, en signalen hebben min of meer voorspelbare gevolgen (de zender heeft een 'goal' met het verzenden van het signaal). Signalen van dieren bleven in de evolutie bewaard, als het gevolg van die signalen nuttig was voor de zender en de ontvanger. De betekenis en het voorspelbare gevolg ('goal') van een signaal zijn de oorzaak van het ontstaan van dat signaal. Hier reserveer ik het woord 'betekenis' voor de oorzaak van een signaal, terwijl anderen het ook gebruiken voor het verwachte gevolg van een signaal. "*De betekenis van een vertoning bij een concrete gebeurtenis is de reactie die de zender verwacht en bedoelt door de vertoning (Cherry 1966), zelfs als de informatie die de vertoning levert, soms niet het voorziene gevolg heeft.*" (Smith, 1977, p. 262). Hier gebruik ik het woord 'betekenis' niet voor het verwachte gevolg, of het *goal* van de zender.

Toetsbare zinnen

Empirische wetenschap is een spel om op basis van observaties en logica empirisch onderbouwde, toetsbare theorieën te formuleren. Wetenschappelijke theorieën zijn steeds ver-

woord in zinnen. Een zin is toetsbaar als deze zin aanleiding geeft voor voorspellingen van toekomstige observaties die praktisch uitvoerbaar zijn (Carnap 1937). Als verscheidene voorspellingen uitkwamen, kunnen we zeggen dat de zin die men wil toetsen, in zekere mate bevestigd is. Maar men kan altijd meer voorspellingen formuleren om de zin te toetsen, dus definitieve bevestiging is onmogelijk in een empirische wetenschap (Carnap 1936). Om zinnen te toetsen, moeten in de wetenschap de zinnen helder verwoord zijn, zodat foute zinnen snel als fout herkend kunnen worden en afgewezen op grond van logica en wetenschappelijke observaties. Ik wil zoveel uitspraken doen die toetsbaar zijn: dus zinnen die zo geformuleerd zijn dat ze in principe eenvoudig verworpen kunnen worden. Dat onderscheidt heldere wetenschap van poëzie. Rudolf Carnap heeft in '*Testability and meaning*' een formele analyse gepresenteerd over wanneer zinnen toetsbaar of bevestigbaar (*testable* of *confirmable*) zijn.

Toetsbare signalen

Juist zoals een zin in een empirische wetenschap naar iets kan verwijzen en toetsbaar kan zijn (Carnap 1936, 1937), zo verwijzen signalen naar iets. We kunnen empirisch onderzoeken waarnaar signalen verwijzen. Om dit te toetsen moet men zoeken naar de oorzaken en gevolgen van die signalen. De vragen zijn: wat veroorzaakt dit concrete signaal, en hoe is dit signaal in de evolutie ontstaan (dat wordt ook wel 'functie' genoemd, Tinbergen 1963). Behalve de gedragssignalen van dieren, zenden organismen meer signalen uit. Zo zijn de kleur en geur van bloemen ook signalen. Het is steeds zaak om empirisch te onderzoeken (1) of signalen mede een gevolg van erfelijke factoren zijn, (2) wat de gevolgen van die signalen zijn, (3) of die signalen een gunstig effect hebben op de verbreiding van de allelen van de signaalgever, en (4) of die signalen een gunstig effect hebben op de verbreiding van de allelen van de ontvanger. Empirisch onderzoek kan de betekenis van signalen ontrafelen. Om Carnap te parafraseren: "*de betekenis van een signaal is de methode om het te bevestigen.*" Juist zoals zinnen getoetst kunnen worden door filosofen, zo zijn signalen getoetst door natuurlijke selectie. Een extra complicatie is wel dat mensen of dieren soms anderen bedriegen met hun signalen. Als men de normale betekenis van een signaal kent, kan men vaststellen wanneer een mens of dier een ander bedriegt met dat signaal (hoofdstuk 3.5.).

⁶ Men noemde dat ook wel de *raison d'être*, maar het betreft de *cause d'être* (zie hoofdstuk 10.2.).

Niet-toetsbare zinnen

In hoofdstuk 7.3. toon ik dat veel mensen een voorkeur hebben voor bepaalde dichtelijke zinnen waar logisch gezien iets mis mee is. Dit zijn speciale niet-toetsbare zinnen⁷. Die zinnen heb ik 'magische zinnen' genoemd, omdat het effect van deze zinnen anders is dan de semantiek en grammatica doen vermoeden. Deze speciale zinnen komen vaak voor in gedichten, religie, liefde, humor en reclame. Veel mensen hebben een speciale voorkeur voor magische zinnen.

Oorzaak/gevolg onbekend

Het komt vaak voor dat de oorzaken en gevolgen van gedrag van dieren, en van gesproken taal van mensen onbekend zijn. Dat was al het probleem met 'spontaan gedrag' (hoofdstuk 3.1.). Voor een experiment wachtten een jonge man en vrouw die elkaar niet kenden, in een ruimte, terwijl de onderzoeker zogenaamd een dringend telefoongesprek had. Dan ontstaat er allerlei gedrag dat geobserveerd werd. *"Bij dit onderzoek ... was er geen enkelvoudige betekenis voor enig uitgezonden signaal."* (Grammer 1990). Veel gesproken taal is sociale taal, een soort verdrijving van de stilte. De meta-inhoud is veelal: *"ik mag je wel, en we hebben het prettig samen."* Ik vermoed dat hetzelfde geldt voor veel vocalisaties van apen. Dit relateert ook bovenstaande algemene beschrijving van de inhoud van signalen.

5. Definities

De betekenis van woorden - definitie

Wiskunde en logica kunnen zo helder zijn, omdat binnen deze wetenschappen alleen axioma's en helder gedefinieerde begrippen toegelaten worden. Deze begrippen zijn door mensen gemaakt, dus deze mensen konden kiezen alleen strikt gedefinieerde begrippen toe te laten. Dat geldt niet in het dagelijks leven en de empirische wetenschappen. Augustinus (404) claimde dat woorden een enkelvoudige betekenis hebben, die geleerd kan worden: *"Ieder woord heeft een betekenis. Deze betekenis is gekoppeld aan het woord. Het is het object waar het woord voor staat."* (geciteerd uit Wittgenstein en Anscombe 1953 §1). Ook Steven Pinker (1994, p.238) claimde *"Woorden hebben stabiele betekenissen, die door arbitraire conventie aan hen gekoppeld*

zijn." Is dan een consequentie dat woorden gedefinieerd kunnen of moeten worden? Een 'definitie' van een concept is een beschrijving van dat concept in meer basale concepten. Maar in een systematische poging tot definiëring stuit men al snel op de meest basale begrippen, die dus niet in meer basale begrippen te omschrijven zijn. Pascal (1657) licht toe dat definities essentieel zijn binnen de wiskunde, maar juist niet in het dagelijks leven (hoofdstuk 10.1.). Men kan hooguit een lijst maken van de meest basale begrippen in de wiskunde, en hopen dat een toehoorder deze begrippen intuïtief aanvoelt (Pascal 1657). Ook kan men een lijst maken van deze meest basale begrippen in het dagelijks leven, en deze begrippen min of meer omschrijven (Wierzbicka 1972, Goddard en Wierzbicka 2002). Carnap (1928) benadrukt het belang en het gevolg van de keuze van basisbegrippen. Het fundamentele theoretische probleem met definities is dat de meest basale begrippen nu eenmaal (logisch noodzakelijk) niet gedefinieerd kunnen worden. De meest simpele woorden uit de gewone natuurlijke talen kunnen niet in meer eenvoudige woorden omschreven worden, en worden 'basale woorden' ('*semantic primes*') genoemd (Wierzbicka 1972, Goddard en Wierzbicka 2002, 2007, hoofdstuk 3.2.). Iedere taal heeft een semantische kern, die bestaat uit de basale woorden, en uit de principes hoe deze primes gecombineerd kunnen worden – d.i. een grammatica. *"... er is een universele kern van grammatica, gebaseerd op ... betekenis..."* (Goddard en Wierzbicka 2002, p. 3).

Een ander probleem met definities

Maar dat is niet het enige probleem met definities. Ik wil uitspraken doen die gemakkelijk getoetst kunnen worden. Maar een uitspraak is alleen toetsbaar als de gebruikte woorden voldoende helder zijn. *"Frege vergelijkt een concept met een gebied, en zegt dat een gebied zonder duidelijke grenzen geen gebied genoemd kan worden. Waarschijnlijk betekent dit dat we er niets mee kunnen doen."* (Wittgenstein en Anscombe 1953, §66). Deze laatste zin betekent waarschijnlijk dat een concept zonder heldere grenzen volgens Frege niet in heldere (toetsbare, 'betekenisvolle') zinnen gebruikt kan worden. Wittgenstein heeft geworsteld met definities. Als voorbeeld gebruikt hij het begrip 'spel', waarvan hij veel voorbeelden gaf (bordspelen, kaartspelen, balspelen, atletiek, enz.). Hij zocht naar een definitie van 'spel', waaronder al deze verschillende spelen zouden vallen. Zo'n definitie vond hij niet. *"Wanneer filosofen een woord gebruiken – 'kennis', 'wezen', 'object', 'ik', 'bewering/-*

⁷ Over dergelijke zinnen schreef Wittgenstein (1922, 7.) *"Wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen."* Ik zeg over deze zinnen: *"Waarover men niet toetsbaar kan of wil spreken, daarover kan men wel dichtten."*

volzin”, “naam”- en de **essentie** van het ding proberen te grijpen, dan moet men zichzelf altijd afvragen: wordt het woord in feite gebruikt op deze manier in de taal waarin het thuis is?” (Wittgenstein en Anscombe 1953 §66-71). “Wat **wij** doen is woorden terugbrengen van hun metafysisch gebruik naar hun alledaags gebruik.” (Wittgenstein en Anscombe 1953 §116). Wittgenstein deed de volgende zet: we hebben geen definitie, en we hebben geen definitie nodig, want ook zonder definitie gebruiken we het woord met succes. Hiermee deed Wittgenstein ongeveer hetzelfde als Darwin (1859, ch.7) “Ik ga niet proberen het woord *instinct* te definiëren [...] maar iedereen weet wat bedoeld wordt ...” Alleen verwoordde Wittgenstein zijn standpunt in gedragstermen (‘gebruiken’), terwijl Darwin een mentale term (‘begrijpen’) gebruikte.

Sociaal taalgebruik?

Het taalgebruik van mensen hangt af van de groep waartoe men behoort - of tot welke groep men zich rekent. De wetenschap hierover is sociolinguïstiek (Hodson 1939, Labov 1966). Wittgenstein vermeldde dat ‘wij’ woorden die we niet kunnen definiëren, toch met succes kunnen gebruiken. Daarmee verwijst Wittgenstein naar gebruik binnen een *in-group*, hoewel hij niet expliciet een groep of gemeenschap noemt. Ernest Gellner noemde dit standpunt fout (*wrong*). “Het basis-idee van Wittgenstein was dat er geen algemene oplossing voor kwesties is dan het gebruik van de gemeenschap. Gemeenschappen zijn fundamenteel. Hij zei het niet op deze manier, maar daar komt het op neer. Maar dit is niet zinvol in een wereld waarin gemeenschappen niet stabiel zijn en niet van elkaar geïsoleerd.” (interview van John Davis met Gellner in Iczkovits 2012). Inderdaad kunnen groepsgrenzen niet eenduidig worden vastgesteld (hoofdstuk 5.1.). Maar:

1. Tussen mensen (of dieren) ontstaat er overeenstemming over waar vocale signalen naar verwijzen. Dat kan een erfelijke reactie op bepaalde signalen zijn, of individuen kunnen leren waar signalen naar verwijzen.
2. Als Gellner zijn eigen ideeën serieus zou nemen, waarom zou hij dan überhaupt iets zeggen, of zelfs denken dat enige taal begrijpelijk kan zijn?

Ik ben van mening dat Wittgenstein terecht het succesvol gebruik van woorden meldt als sociale overeenstemming over de betekenis van die woorden (hoewel sociale groepen niet strikt afgegrensd kunnen worden).

Geen overeenstemming over definities

Binnen empirische wetenschappen zijn er verschillende zelfstandige naamwoorden die naar een abstract begrip verwijzen, waarbij onderzoekers er niet in slagen overeenstemming te bereiken over de definitie. Voorbeelden van dergelijke speciale zelfstandige naamwoorden zijn: intelligentie, kennis, adaptatie, oorzaak, vrijheid, cultuur, taal, soort, ras, instinct, enz. Pogingen om deze begrippen te definiëren, leiden wel tot verschillende (vaak vage) voorstellen, maar niet tot overeenstemming. Enkele voorbeelden:

- **Instinct.** Darwin wist van de problemen rond het woord ‘instinct’, en daarom schreef hij: “Ik ga niet proberen het woord *instinct* te definiëren [...] maar iedereen weet wat bedoeld wordt met ‘instinct drijft de koekoek tot migratie, en haar eieren te leggen in de nesten van andere vogels’.” (Darwin 1859, ch. 7).
- **Intelligentie.** “Geen ander woord in psychologie bleek lastiger te definiëren dan ‘intelligentie’.” (Jensen 1998, p. 46). In symposia in 1921 en 1986 slaagden de toonaangevende psychologen er niet in tot redelijke overeenstemming te komen (Spearman 1927, Jensen 1998). Aanvankelijk schreef Jensen (1972, p. 76) “per definitie is intelligentie wat intelligentie-testen meten.”, maar later stelde hij voor om het woord ‘intelligentie’ niet meer te gebruiken in wetenschappelijke teksten en uitsluitend te spreken over IQ of *g* (Jensen 1998, p. 45 - 49, hoofdstuk 3.5.).
- **Taal.** Ook over de definitie van ‘taal’ wordt men het niet eens (hoofdstuk 7.2.). Daarom hanteert bijvoorbeeld Fitch een eigen omschrijving: “Ik gebruik ‘taal’ om ieder systeem te benoemen waarbinnen concepten vrij naar signalen kunnen worden afgebeeld, waarbij de afbeelding in twee richtingen gaat (van concepten naar signalen en vice versa) en uitputtend (ieder concept, zelfs een concept dat men nooit overwogen heeft, kan worden afgebeeld).” (Fitch 2011, p. 377, zie ook Hurford 2007, p. 3). Omschrijvingen van taal gaan soms uit van de structuur (grammatica) of over het gevolg (complexe boodschappen overdragen met detailinformatie over tijd, dingen, personen en plaats).

Wat te doen?

Gegeven dat men geen overeenstemming kan bereiken over de definitie van veel abstracte zelfstandige naamwoorden, dan heeft men de volgende opties.

- Men kan besluiten deze zelfstandige naamwoorden **niet meer te gebruiken** in wetenschappelijke testen. Spearman (1927) en Jensen (1998) stellen bijvoorbeeld voor om het woord 'intelligentie' niet meer te gebruiken in wetenschappelijke teksten en uitsluitend te spreken over IQ of *g* (Jensen 1998, p. 45 - 49). De bezwaren die Jensen tegen de woordenboekdefinitie van 'intelligentie' heeft, zijn dat het niet precies omschrijft wat hij beschrijft, en dat het daardoor eerder een belemmering is voor verder begrip. Ik heb voorgesteld om onder andere de woorden 'instinct' en 'waarheid' niet meer te gebruiken.
- Deze zelfstandige naamwoorden blijven gebruiken, maar dan **tussen aanhalingstekens**. Dat kan, als het blijkt dat men deze woorden met succes kan gebruiken⁸, maar dan zijn de zinnen niet langer toetsbaar.
- Bezien of er afgeleide bijvoeglijke naamwoorden of werkwoorden zijn die helder **geoperationaliseerd** kunnen worden (dit is mijn aanpak, hoofdstuk 10.1.). Dan kan men de bijvoeglijke naamwoorden of werkwoorden wel gebruiken in toetsbare zinnen.

In de hoofdstukken 3.1, 3.2. en 3.5. operationaliseer ik 'erfelijk', 'aangeleerd' en 'intelligent'. Dan kan men op grond van empirische gegevens concluderen dat een eigenschap van mensen of dieren 'erfelijk' is, dat een verband 'aangeleerd' is, of dat gedrag van mensen of dieren 'intelligent' is. Deze verbanden kunnen harder of minder hard aangetoond zijn; in het laatste geval gebruik ik een sterretje (erfelijk* e.d.).

6. Besluit***On the origin of meaning by means of natural selection***

In de biologische evolutie zijn 'signalen' ontstaan. Signalen komen voor: (1) binnen het lichaam, zoals neurale en hormonale signalen, en (2) als input en output voor het lichaam, zoals de kleur en geur van bloemen, signaal-kleuren van vissen en vogels, vocalisaties van dieren en taal van de mens. De essentie van communicatie is verwijzing of betekenis om een 'goal' te bereiken⁹. Eerder heb ik de in-

houd van neurale activiteit verwoord in termen van oorzaak en gevolg, of van input en output, of waarnaar die neurale activiteit verwijst buiten het organisme (Van Dongen en Van den Bercken 1981).

Signalen verwijzen naar concepten. In hoofdstuk 3.2. is voorgesteld hoe mensen en dieren hun eerste concepten gevormd hebben. Daar is getoond dat er geen geïsoleerde concepten ontstaan, maar dat mensen en dieren steeds concepten binnen bepaalde categorieën vormen. De hersenen maken gelijktijdig concepten en categorieën. Ik ben het daarom radicaal niet eens met de uitspraak "*Conceptualization on any considerable scale is inseparable from language, and our ordinary language of physical things is about as basic as language gets.*" (Quine 1960, p. 3).

De filosofische discussie over betekenis heeft zich toegespitst op de betekenis van zinnen (Wittgenstein 1922, Wittgenstein en Anscombe 1953, Carnap 1936, 1937, Quine 1960). James Hurford (2007) heeft het boek '*The origins of meaning*' geschreven, waarbij hij 'betekenis' koppelt aan semantiek en (mensen)taal. Mensentaal is pakweg 400 kya ontstaan (hoofdstuk 7.2.), dus volgens Hurford zou 'betekenis' pas 400 ky oud zijn. Ik pas hier het begrip 'betekenis' toe op alle signalen van levende organismen. Planten zenden ook signalen uit naar bijen en vlinders, door hun kleur en geur. Ook delen van dieren, zoals zenuwcellen, produceren signalen. Die signalen zijn geëvolueerd, doordat het voorspelbare gevolg ervan evolutionair nuttig was. Vroeg in de evolutie zijn signalen ontstaan, toen het eerste zenuwstelsel ontstaan was. Vermoedelijk was dat bij de eerste dieren, zo'n 695 Mya (Douzery e.a. 2004). En dus is betekenis minstens 695 Mya ontstaan – lang voordat er mensen waren en lang voordat er menselijke taal was.

⁸ In mentale termen: toehoorders begrijpen deze woorden.

⁹ Zie hoofdstuk 10.2. over teleologische uitspraken.

