

INHOUD

Inleiding: de enige ware weg 11

- 1 Lekkende zakken chemicaliën: geuren en smaken 25
 - 2 Eindeloze manieren van zien: licht 63
 - 3 Rurper, grurper, yurper: kleur 95
 - 4 Het ongewenste zintuig: pijn 128
 - 5 Zo cool: hitte 145
 - 6 Een grof zintuig: contact en stroming 166
- 7 De rimpelende grond: oppervlaktetrillingen 199
 - 8 Een en al oor: geluid 221
- 9 Een stille wereld schreeuwt terug: echo's 255
- 10 Levende batterijen: elektrische velden 289
- 11 Zij weten de weg: magnetische velden 314
- 12 Elk venster tegelijkertijd: het verenigen van de zintuigen 335
- 13 Red de stilte, behoud het duister: bedreigde sensescapes 350

Dankwoord 371

Noten 374

Bibliografie 399

Fotoverantwoording 446

INLEIDING

DE ENIGE WARE WEG

STEL JE EEN OLIFANT IN EEN KAMER VOOR. DEZE OLIFANT IS niet de spreekwoordelijke gewichtige kwestie, maar een werkelijk gewichtig zoogdier. Stel je voor dat de kamer ruim genoeg is om hem te herbergen; maak er een gymzaal van. Stel je nu voor dat er ook een muis naar binnen is gekropen. Een roodborstje huppelt ernaast. Een uil zit op een bovenbalk. Een vleermuis hangt ondersteboven aan het plafond. Een ratelslang glibbert over de vloer. Een spin heeft in een hoek een web gesponnen. Een mug zoemt door de lucht. Een hommelt zit op een zonnebloem in een pot. Voeg er ten slotte, midden in deze steeds voller wordende denkbeeldige ruimte, een mens aan toe. Laten we haar Rebecca noemen. Zij heeft de gave van het inzicht, is nieuwsgierig, en houdt (gelukkig) van dieren. Maak je geen zorgen over hoe ze in deze puinhoop terecht is gekomen. Het maakt niet uit wat al deze dieren in een gymzaal doen. Denk in plaats daarvan eens na over hoe Rebecca en de rest van deze denkbeeldige menagerie elkaar zouden kunnen waarnemen.

De olifant tilt zijn slurf op als een periscoop, de ratelslang steekt zijn tong uit, en de mug snijdt door de lucht met zijn antennes. Alle drie proberen ze de ruimte rondom hen te ruiken, en nemen ze de zwevende geuren in zich op. De olifant ruikt niets noemenswaardigs. De ratelslang detecteert het spoor van de muis, en rolt haar lichaam op in een hinder-

laag. De mug ruikt de verleidelijke kooldioxide in Rebecca's adem en het aroma van haar huid. Hij landt op haar arm, klaar voor een maaltijd, maar voordat hij kan steken, slaat ze hem weg – en haar klap verstoort de muis. Hij piept van schrik, op een toonhoogte die hoorbaar is voor de vleermuis, maar te hoog voor de olifant om te kunnen horen. Intussen laat de olifant een diep, donderend gerommel los, dat te laag is voor de oren van de muis of de vleermuis, maar wordt gevoeld door de trillingsgevoelige buik van de ratelslang. Rebecca, die zich niet bewust is van zowel de ultrasone muizenpiepjes als het infrasone olifantengerommel, luistert in plaats daarvan naar het roodborstje, dat zingt op frequenties die beter geschikt zijn voor haar oren. Maar haar gehoor is te traag om alle complexiteiten op te pikken die de vogel in zijn melodie heeft gecodeerd.

De borst van het roodborstje ziet er rood uit voor Rebecca, maar niet voor de olifant, wiens ogen alleen maar blauwe en gele tinten kunnen zien. De hommel kan ook geen rood zien, maar is gevoelig voor de ultraviolette tinten die aan de andere kant van de regenboog liggen. De zonnebloem waar ze op zit heeft in het midden een ultraviolette roos, die de aandacht trekt van zowel de vogel als de bij. De roos is onzichtbaar voor Rebecca, die denkt dat de bloem alleen geel is. Haar ogen zijn de scherpste in de kamer; in tegenstelling tot de olifant en de hommel kan zij het kleine spinnetje zien dat op zijn web zit. Maar ze ziet niet veel meer als de lichten in de kamer uitgaan.

In duisternis gehuld loopt Rebecca langzaam vooruit, met uitgestrekte armen, hopen onderweg obstakels te voelen. De muis doet hetzelfde, maar met de snorharen op zijn snuit, die hij meerdere keren per seconde heen en weer beweegt om zijn omgeving in kaart te brengen. Als hij tussen haar voeten door schiet, zijn zijn voetstapjes te zwak voor haar om te horen, maar ze zijn makkelijk hoorbaar voor de uil die boven haar zit. De schijf van stijve veren op het gezicht van de uil geleidt geluiden naar zijn gevoelige oren, waarvan de ene iets hoger zit dan de andere. Dankzij deze asymmetrie kan de uil de bron van het geritsel van de muis lokaliseren in zowel het verticale als het horizontale vlak. Hij duikt omlaag, net op het moment dat de muis binnen het bereik is van de wachtende ratelslang. Met behulp van twee groeven op haar snuit kan de slang de infrarode straling opvangen die uitgaat van warme voorwerpen. In feite kan ze hitte 'zien', en het lichaam van de muis straalt als een baken. De slang slaat toe... en botst op de neerduikende uil.

Al deze commotie gaat voorbij aan de spin, die de betrokkenen nauwe-

lijks hoort of ziet. Haar wereld wordt bijna volledig bepaald door de trillingen die door haar web stromen – een zelfgemaakte val die werkt als een verlengstuk van haar zintuigen. Als de mug in de zijden draden verstrikt raakt, detecteert de spin de veelzeggende trillingen van een worstelende prooi en gaat eropaf. Maar terwijl ze aanvalt, is ze zich niet bewust van de hoogfrequente geluidsgolven die haar lichaam raken en terugkaatsen naar het schepsel dat ze verstuurde: de vleermuis. De sonar van de vleermuis is zó scherp dat hij niet enkel de spin in het donker kan vinden, maar haar ook nauwkeurig genoeg kan lokaliseren om haar uit haar web te plukken.

Terwijl de vleermuis eet, voelt het roodborstje een vertrouwde aantrekkingskracht die de meeste andere dieren niet kunnen voelen. De dagen worden kouder, en het is tijd om te migreren naar warmere zuidelijke klimaten. Zelfs binnen de gesloten gymzaal kan het roodborstje het magnetisch veld van de aarde voelen, en geleid door zijn intern kompas ontsnapt het door een raam om naar het zuiden te vliegen. Het laat een olifant, een vleermuis, een hommelmuis, een ratelslang, een enigszins verfromfaaide uil, een zeer fortuinlijke muis en een Rebecca achter. Deze zeven wezens delen dezelfde fysieke ruimte, maar ervaren die op wonderbaarlijk verschillende manieren. Hetzelfde geldt voor de miljarden andere diersoorten op de planeet en de ontelbare individuen binnen die soorten.¹ De aarde wemelt van beelden en texturen, geluiden en trillingen, geuren en smaken, elektrische en magnetische velden. Maar elk dier kan slechts een klein deel van de volledige werkelijkheid benutten. Elk dier is opgesloten in zijn eigen unieke zintuiglijke zeepbel, en neemt slechts een deel van een immense wereld waar.

Er is een prachtig woord voor deze zintuiglijke zeepbel: *Umwelt*. Het werd in 1909 gedefinieerd en gepopulariseerd door de Baltisch-Duitse zoöloog Jakob von Uexküll.¹ *Umwelt* komt van het Duitse woord voor ‘omgeving’, maar Uexküll gebruikte het niet om te verwijzen naar de omgeving van een dier. In plaats daarvan is een *Umwelt* specifiek het deel van die omgeving dat een dier kan voelen en ervaren – zijn *perceptuele* wereld. Net als de bewoners van onze denkbeeldige kamer kan een veelheid van wezens zich in dezelfde fysieke ruimte bevinden en totaal

* Om te begrijpen hoe verschillend zintuigen kunnen zijn binnen één enkele soort, hoef je maar naar de mens te kijken. Voor sommige mensen zien rood en groen er hetzelfde uit. Voor anderen ruikt lichaamsgeur naar vanille. Voor weer anderen smaakt koriander naar zeep.

verschillende Umwelten hebben. Een teek, op zoek naar zoogdierenbloed, geeft om lichaamswarmte, de aanraking van haren, en de geur van boterzuur die van de huid afkomt. Deze drie dingen vormen zijn Umwelt. Groene bomen, rode rozen, blauwe luchten en witte wolken – deze dingen maken geen deel uit van zijn prachtige wereld. De teek negeert ze niet opzettelijk. Hij kan ze gewoon niet voelen en weet niet dat ze bestaan.

Uexküll vergeleek het lichaam van een dier met een huis.² ‘Elk huis heeft een aantal ramen,’ schreef hij, ‘die uitkomen op een tuin: een lichtvenster, een geluidsvenster, een reukvenster, een smaakvenster, en een groot aantal tactiele ramen. Afhankelijk van de manier waarop deze ramen zijn gebouwd, verandert de tuin zoals hij vanuit het huis wordt gezien. Hij verschijnt in geen geval als deel van een grotere wereld. Integendeel, het is de enige wereld die bij het huis hoort – zijn Umwelt. De tuin die aan ons oog verschijnt is fundamenteel anders dan die welke zich voordoet aan de bewoner van het huis.’³

Dit was een radicale gedachte in die tijd – en in sommige kringen is dat misschien nog steeds zo. Anders dan veel van zijn tijdgenoten zag Uexküll dieren niet als louter machines, maar als wezens met gevoel, waarvan de innerlijke werelden niet alleen bestonden, maar ook de moeite waard waren om over na te denken. Uexküll verheerlijkte de innerlijke werelden van mensen niet ten opzichte van die van andere soorten. In plaats daarvan behandelde hij het Umwelt-concept als een verenigende en nivellerende kracht. Het huis van de mens mag dan groter zijn dan dat van de teek, met meer ramen die uitkijken op een grotere tuin, maar we zitten er nog steeds in vast, naar buiten kijkend. Onze Umwelt is nog steeds beperkt; het vóélt alleen niet zo. Voor ons voelt die allesomvattend. Het is alles wat we weten, en dus verwarren we het makkelijk met alles wat er te weten vált. Dit is een illusie, die elk dier deelt.

Wij kunnen de zwakke elektrische velden niet waarnemen zoals haaien en vogelbekdieren dat wel kunnen. Wij zijn niet bekend met de magnetische velden die roodborstjes en zeeschildpadden detecteren. Wij kunnen het onzichtbare spoor van een zwemmende vis niet volgen zoals een zeehond dat kan. Wij kunnen de luchtstromingen die een zoevende vlieg creëert niet voelen zoals een rondzwervende spin dat doet. Onze oren kunnen de ultrasonische roep niet horen van knaagdieren en kolibries, of de infrasonische roep van olifanten en walvissen. Onze ogen kunnen de infrarode straling niet zien die ratelslangen detecteren of het ultraviolette licht dat vogels en bijen kunnen waarnemen.

Zelfs als dieren dezelfde zintuigen met ons delen, kunnen hun Umwelten heel anders zijn. Er zijn dieren die geluiden kunnen horen in wat voor ons volmaakte stilte lijkt, kleuren zien in wat voor ons totale duisternis lijkt, en trillingen voelen in wat voor ons als complete rust aanvoelt. Er zijn dieren met ogen op hun genitaliën, oren op hun knieën, neuzen op hun ledematen, en tongen overal op hun huid. Zeesterren zien met de toppen van hun armen, en zee-egels met hun hele lichaam. De stermol voelt rond met zijn neus, terwijl de lamantijn zijn lippen gebruikt. Wij zijn zelf ook geen zintuiglijke lummels. Ons gehoor is behoorlijk, en zeker beter dan dat van de miljoenen insecten die helemaal geen oren hebben. Onze ogen zijn ongewoon scherp, en kunnen patronen onderscheiden op dierenlichamen die die dieren zelf niet kunnen zien. Iedere soort is beperkt in sommige opzichten en bevrijd in andere. Om die reden is dit geen boek van lijsten, waarin we dieren op kinderlijke wijze rangschikken op grond van de scherpste van hun zintuigen, en ze alleen waarderen als hun capaciteiten die van ons overtreffen. Dit is geen boek over superioriteit maar over diversiteit.

Dit is ook een boek over dieren als dieren. Sommige wetenschappers onderzoeken de zintuigen van andere dieren om onszelf beter te begrijpen, met behulp van uitzonderlijke wezens zoals elektrische vissen, vleermuizen en uilen als ‘modelorganismen’ om te onderzoeken hoe onze eigen zintuigen werken. Anderen gebruiken dierlijke zintuigen om nieuwe technologieën te creëren: kreeftenogen hebben ruimtetelescopen geïnspireerd, de oren van een parasitaire vlieg hebben gehoorapparaten beïnvloed, en militaire sonars zijn verfijnd door het werk aan de sonar van dolfijnen. Dit zijn allebei redelijke motivatiebronnen. Ik ben geïnteresseerd in geen van beide. Dieren zijn niet alleen maar plaatsvervangers voor mensen of voer voor brainstormsessies. Ze hebben waarde op zichzelf. We onderzoeken hun zintuigen om hún leven beter te begrijpen. ‘Ze bewegen zich op voltooide en complete wijze, begiftigd met uitbreidingen van hun zintuigen die wij hebben verloren of nooit hebben gehad, en leven met stemmen die wij nooit zullen horen,’⁴ schreef de Amerikaanse natuuronderzoeker Henry Beston. ‘Het zijn geen broeders, maar ook geen ondergeschikten: het zijn andere naties, net als wij gevangen in het net van leven en tijd, medegevangen van de pracht en de beproevingen van de aarde.’

Een paar woorden zullen als leidraad dienen op onze reis. Om de wereld te voelen, detecteren dieren *prikkels* zoals licht, geluid of chemicaliën,

en zetten die om in elektrische signalen, die via neuronen naar de hersenen gaan.⁵ De cellen die verantwoordelijk zijn voor het detecteren van prikkels worden *receptoren* genoemd: fotoreceptoren detecteren licht, chemoreceptoren detecteren moleculen, en mechanoreceptoren detecteren druk of beweging. Deze receptorcellen zijn vaak geconcentreerd in *zintuiglijke organen*, zoals ogen, neuzen en oren. En zintuiglijke organen, samen met de neuronen die hun signalen doorgeven en de delen van de hersenen die deze signalen verwerken, worden collectief *zintuiglijke systemen* genoemd. Het visuele systeem omvat bijvoorbeeld de ogen, de fotoreceptoren in de ogen, de oogzenuw, en de visuele cortex van de hersenen. Samen geven deze structuren de meesten van ons het gevoel van zicht.

De voorgaande paragraaf had uit een leerboek van de middelbare school kunnen komen. Maar sta eens even stil bij het wonder dat erin beschreven wordt. Licht is gewoon elektromagnetische straling. Geluid bestaat gewoon uit golven van druk. Geuren zijn slechts kleine moleculen. Het is niet voor de hand liggend dat we in staat zouden moeten zijn om ook maar iets van die dingen te detecteren, laat staan om ze om te zetten in elektrische signalen of daaruit het schouwspel van een zonsopgang af te leiden, of het geluid van een stem, of de geur van gebakken brood. De zintuigen transformeren de stromende chaos van de wereld in waarnemingen en ervaringen – dingen waar we op kunnen reageren en op basis waarvan we kunnen handelen. Ze maken het mogelijk dat de biologie de fysica temt. Ze zetten prikkels om in *informatie*. Ze halen relevantie uit willekeurigheid, en weven betekenis uit de wirwar. Ze verbinden dieren met hun omgeving. En ze verbinden dieren met elkaar via uitdrukkingen, vertoon, gebaren, geluiden en stromingen.

De zintuigen beperken het leven van een dier, en beperken wat het kan waarnemen en doen. Maar ze bepalen ook de toekomst van een soort, en de evolutionaire mogelijkheden die in het verschiet liggen. Zo'n 375 miljoen jaar geleden begonnen sommige vissen bijvoorbeeld het water te verlaten en zich aan te passen aan het leven op het land. In de openlucht konden deze pioniers, onze voorouders, over veel grotere afstanden zien dan in het water. De neurowetenschapper Malcolm MacIver denkt dat deze verandering de evolutie van geavanceerde mentale vaardigheden in gang heeft gezet, zoals planning en strategisch denken.⁶ In plaats van simpelweg te reageren op wat zich direct voor hen bevond, konden ze proactief zijn. Door verder te kijken, konden ze vooruitdenken. Toen hun Umwelten zich uitbreidden, breidde hun geest zich ook uit.

Een Umwelt kan zich echter niet onbeperkt uitbreiden. Zintuigen hebben altijd een prijs. Dieren moeten de neuronen van hun zintuiglijke systemen in een voortdurende staat van paraatheid houden, zodat ze kunnen vuren als dat nodig is.⁷ Dit is vermoeiend werk, zoals een boog trekken en die op zijn plaats houden, zodat wanneer het moment daar is, een pijl kan worden afgeschoten. Zelfs als je oogleden gesloten zijn, is je visuele systeem een enorme aanslag op je reserves. Om die reden kan geen enkel dier alles goed waarnemen.

Geen enkel dier zou dat ook willen. Het zou overweldigd worden door de stroom van prikkels, waarvan de meeste irrelevant zouden zijn. Evoluerend al naargelang de behoeften van hun eigenaar doorzoeken de zintuigen een oneindig aantal prikkels, filteren ze eruit wat niet relevant is en vangen ze signalen op voor voedsel, onderdak, bedreigingen, bondgenoten of partners. Ze zijn als persoonlijke assistenten die naar de hersenen komen met enkel de belangrijkste informatie. Schrijvend over de teek merkte Uexküll op dat de rijke wereld om hem heen is ‘ingesnoerd en getransformeerd tot een verarmde structuur’⁹ van slechts drie prikkels. ‘Echter, de armoede van deze omgeving is noodzakelijk voor de zekerheid van handelen, en zekerheid is belangrijker dan rijkdom.’ Geen enkel wezen kan alles voelen, en geen enkel wezen heeft daar ook behoefte aan. Dat is de reden dat Umwelten überhaupt bestaan. Het is ook de reden dat het beschouwen van de Umwelt van een ander schepsel zo diepmenselijk en zo volslagen diepzinnig is. Onze zintuigen filteren wat we nodig hebben. We moeten kiezen om te leren over de rest.

De zintuigen van dieren hebben mensen al duizenden jaren gefascineerd, maar mysteries zijn er nog steeds. Veel van de dieren waarvan de Umwelten het meest verschillen van de onze leven in habitats die ontoegankelijk of ondoordringbaar zijn – duistere rivieren, donkere grotten, open oceanen, diepe afgronden en onderaardse sferen. Hun natuurlijke gedrag is moeilijk te observeren, laat staan te interpreteren. Veel wetenschappers moeten zich noodgedwongen beperken tot het onderzoeken van wezens die in gevangenschap kunnen worden gehouden, met alle vreemdheid van dien. Zelfs in laboratoria zijn dieren een uitdaging om mee te werken. Experimenten die zouden kunnen onthullen hoe ze hun

* In 1987 beschreef de Duitse wetenschapper Rüdiger Wehner deze als ‘matched filters’ – aspecten van de zintuigen van een dier die zijn afgestemd op de zintuiglijke prikkels die het dier het nodigst moet kunnen detecteren.⁸

zintuigen gebruiken zijn moeilijk te ontwerpen, vooral wanneer die zintuigen drastisch verschillen van de onze.

Verbazingwekkende nieuwe details, en soms geheel nieuwe zintuigen, worden regelmatig ontdekt. Reuzenwalvissen hebben een sensor ter grootte van een volleybal aan de punt van hun onderkaak, die pas in 2012 werd ontdekt en waarvan de functie nog onduidelijk is.¹⁰ Sommige van de verhalen op deze pagina's zijn tientallen jaren of eeuwen oud; andere ontstonden toen ik aan het schrijven was. En er is nog steeds heel veel dat we niet kunnen verklaren. 'Mijn vader, een kernfysicus, stelde me eens een hoop vragen,' vertelde Sonke Johnsen, een sensorisch bioloog, me. 'Nadat ik een paar keer *ik-weet-het-niet* had geantwoord, zei hij: *Jullie weten echt niets.*' Geïnspireerd door dat gesprek publiceerde Johnsen in 2017 een paper getiteld 'We Don't Really Know Anything, Do We? Open Questions in Sensory Biology'.¹¹

Denk eens aan de schijnbaar eenvoudige vraag *Hoeveel zintuigen zijn er?* Ongeveer 2370 jaar geleden schreef Aristoteles dat het er vijf zijn, zowel bij mensen als bij andere dieren: zicht, gehoor, reuk, smaak en tastzin. Die opsomming is vandaag de dag nog steeds geldig. Maar volgens de filosofe Fiona Macpherson zijn er redenen om daaraan te twijfelen.¹² Om te beginnen miste Aristoteles er een paar bij mensen: proprioceptie, het bewustzijn van je eigen lichaam, wat te onderscheiden is van tastzin; en evenwichtszin, het gevoel voor evenwicht, dat banden heeft met zowel tast als zicht.

Andere dieren hebben zintuigen die nog moeilijker in een hokje te plaatsen zijn. Veel gewervelde dieren (dieren met een ruggengraat) hebben een tweede zintuig voor het waarnemen van geuren, geregeld door een structuur die het orgaan van Jacobson wordt genoemd; maakt dit deel uit van hun belangrijkste reukzin, of is het iets apart? Ratelslangen kunnen de lichaamswarmte van hun prooi detecteren, maar hun warmtesensoren zijn verbonden met het visuele centrum van hun hersenen; is hun warmtezin gewoon een deel van hun gezichtsvermogen, of iets afzonderlijks? De snavel van het vogelbekdier zit vol met sensoren die elektrische velden detecteren en met sensoren die gevoelig zijn voor druk; verwerken de hersenen van het vogelbekdier deze informatiestromen los van elkaar, of maken ze gebruik van één enkel zintuig, een soort 'electrotouch'?

Deze voorbeelden vertellen ons dat 'zintuigen niet duidelijk kunnen worden verdeeld in een beperkt aantal onderscheiden soorten',¹³ schreef Macpherson in *The Senses*. In plaats van te proberen dierlijke zintuigen in aristotelische hokjes in te delen moeten we ze bestuderen voor wat ze

zijn.* Hoewel ik dit boek heb georganiseerd in hoofdstukken die draaien om specifieke prikkels, zoals licht of geluid, is dat vooral voor het gemak. Elk hoofdstuk is een toegangspoort tot de uiteenlopende dingen die dieren doen met elke prikkel. We zullen ons niet bezighouden met het tellen van de zintuigen, noch onzinnige gesprekken voeren over een ‘zesde zintuig’. In plaats daarvan zullen we ons afvragen hoe dieren hun zintuigen gebruiken, en proberen binnen te treden in hun Umwelten.

Het zal niet makkelijk zijn. In zijn klassieke essay uit 1974, ‘What Is It Like to Be a Bat’, betoogde de Amerikaanse filosoof Thomas Nagel dat andere dieren bewuste ervaringen hebben die inherent subjectief en moeilijk te beschrijven zijn. Vleermuizen nemen de wereld bijvoorbeeld waar met behulp van sonar, en omdat dit een zintuig is dat de meeste mensen missen, ‘is er geen reden om te veronderstellen dat het subjectief is als iets dat we kunnen ervaren of ons kunnen voorstellen’,¹⁴ schreef Nagel. Je kunt jezelf misschien inbeelden met vleugels aan je armen of insecten in je mond, maar je zou nog steeds een mentale karikatuur van *jezelf* als een vleermuis creëren. ‘Ik wil weten hoe het voor een *vleermuis* is om een vleermuis te zijn,’ schreef Nagel. ‘Maar als ik probeer om me dat voor te stellen, ben ik beperkt tot de middelen van mijn eigen geest, en die middelen zijn ontoereikend voor deze taak.’

Bij het denken over andere dieren zijn we bevooroordeeld door onze eigen zintuigen en door ons gezichtsvermogen in het bijzonder. Onze soort en onze cultuur worden daar zó door gedreven dat zelfs mensen die vanaf hun geboorte blind zijn, de wereld beschrijven met behulp van visuele woorden en metaforen.[†] Je bent het met mensen eens als je hun punt *ziet* of hun *visie* deelt. Je bent je niet bewust van je *blinde* vlekken. Hoopvolle toekomstën zijn *helder* en *glanzend*; dystopieën zijn *donker*

* Als je maximaal reductief zou zijn, zou je redelijkerwijs kunnen stellen dat er slechts twee zintuigen zijn: chemische en mechanische. Chemische zintuigen zijn reuk, smaak en zicht. Mechanische zintuigen zijn onder meer tast, gehoor en elektrische zintuigen. Het magnetische zintuig zou kunnen behoren tot één van beide categorieën of tot beide. Dit raamwerk zal nu waarschijnlijk volkomen onbegrijpelijk zijn, maar zal duidelijker worden naarmate je verder bent in dit boek. Ik ben er niet speciaal aan gebonden, maar het is een mogelijke manier van denken over de zintuigen – en een die misschien aantrekkelijk is voor degenen onder jullie die dingen graag op één hoop gooien.

† Ik wil alleen maar zeggen dat het vermijden van visuele metaforen bij het beschrijven van andere zintuigen moeilijk is over de lengte van een heel boek. Ik heb geprobeerd dit te doen, of tenminste oordeelkundig en expliciet te zijn wanneer ik mijn toevlucht heb moeten nemen tot visuele termen.