

# Inhoud

Voorwoord	7
De ouverture	11
De ultieme uitdaging	
Hoofdstuk 1	
De evolutionaire basis van ons gedrag	17
Hoofdstuk 2	
Over flexibiliteit, compensatie en adaptatie	54
Hoofdstuk 3	
Iedereen beweegt weleens	93
<i>Over oude theorieën en andere dingen die voorbijgaan: een historisch overzicht</i>	
Hoofdstuk 4	
De dood van homunculus	147
<i>Over de rol van de visuele waarneming bij balanshandhaving en lopen</i>	
Hoofdstuk 5	
Het hoofd is niet leeg	189
<i>Over de rol van geheugen en aandacht</i>	
Hoofdstuk 6	
Ik besta, dus ik leer	231
Hoofdstuk 7	
Beweging als probleemoplossing	271
<i>Een interactieve theorie</i>	

Hoofdstuk 8	
Wie wel en wie niet...?	301
<i>Ideën over hoe je vaardigheidswinst of -verlies kunt bepalen</i>	
Hoofdstuk 9	
Herstel en leren	327
<i>Het beïnvloeden van verandering</i>	
Hoofdstuk 10	
Oblomovs droom	363
Verklarende woordenlijst	383
Noten	389
Literatuur	401
Register	423

## VOORWOORD

Het boek dat voor u ligt is geen wetenschappelijk boek in de klassieke zin van het woord, waar de lezer met het hoofd tussen de handen een uitputtende reis maakt door de woordenwereld van de auteur. Het is een boek waarin feitelijke kennis wordt afgewisseld met beschouwingen, fantasieën en essay-achtige stukken. Toch krijgt de lezer wel degelijk een beeld van hetgeen mij fascineert, namelijk de menselijke beweging en het menselijke gedrag, maar vooral het fabelachtige vermogen van de menselijke hersenen tot adaptatie en flexibiliteit. In dit boek plaats ik mij in twee werelden, die van de wetenschap en die van de bijna journalistieke beschouwing, en o wee als deze werelden te ver uiteenlopen: een zeer pijnlijke spagaat kan het gevolg zijn. Hindert niet, het is de moeite waard. Ik heb geleerd dat schrijven meer is dan het aan elkaar rijgen van verzamelingen woorden die feitelijk weliswaar juist kunnen zijn, maar die bij het lezen vaak een associatie oproepen met het happen in een bak droog zand.

Dit boek is niet compleet, het is niet af, natuurlijk niet, boeken zijn nooit af. Achter ieder hoofdstuk verschijnt alweer de schaduw van een ander hoofdstuk. Achter iedere neergeschreven zin gloeien de niet-geschreven zinnen. Achter iedere aangehaalde auteur verdringen zich de niet-aangehaalde auteurs. Tegenover iedere verklaring of gedachte staat een andere die niet wordt uitgesproken.

Dit laatste is het grote probleem van de gedrags- en neurowetenschappen. Zowel de gedragswetenschappen als de neurowetenschappen zijn nog ver verwijderd van een samenhangende en allesomvattende visie op het menselijke gedrag. Het zijn kleine stukjes van de puzzel die langzaam en beetje bij beetje zichtbaar worden gemaakt en waarbij we vooralsnog ontdekken dat iedere voltooide puzzel weer past in een grotere nog complexere puzzel. Deze eeuw zal de eeuw van de neurowetenschappen worden, zo voorspellen veel onderzoekers. We kunnen de hersenen in beeld brengen op een wijze die tot voor kort ondenkbaar was. De röntgenfoto gaf ons de kans om door de levende mens heen in zijn graf te kijken, de beenderen te zien terwijl de huid en het vlees er nog waren en het hart

nog klopte. Dat was het begin van een ontwikkeling die daarna spectaculair snel is gegaan. Met de huidige beeldvormende technieken in de neurowetenschappen kijken we niet in het graf, integendeel: we kloppen op de deur van het leven, we kunnen zien wat er in de levende hersenen gebeurt wanneer er taken worden uitgevoerd. De neurowetenschappen staan nog maar aan het allereerste begin van de ontdekkingsreis die ons moet laten zien hoe geest en materie samenhangen en hoe psychologische processen begrepen kunnen worden vanuit de interactie tussen erfelijkheid, neuronale structuren, omgeving, stimulatie en toeval. Vooral dat laatste moeten we niet vergeten, want er is niet voor alles een deterministische verklaring. Sommige dingen gebeuren toevallig, als gevolg van het feit dat er een aantal voorwaarden samenkomt. Ik herinner mij dat ik ooit fietste over een drukke straat. Een bus passeerde mij met een behoorlijke snelheid en ik voelde een lichte *zjoeff* door mijn haren. De zijspiegel van de bus had mijn haren geraakt, dat was alles. Dat was alles? Vijf millimeter meer naar rechts en dit boek was nooit geschreven, mijn linkerschedelhelft zou zijn meegevoerd, vastgeplakt aan de zijspiegel van een bus van het gemeentelijke vervoersbedrijf en ik zou voor de helft ontschedeld zijn geëindigd in de goot van een Nijmeegse straat. Geluk gehad, hoor ik u denken, maar is geluk niet het gunstige toeval? Meer geluk dan wijsheid, zeggen we, of: blind geluk.

Zelfs de mens als geheel kan worden gezien als het product van een groot aantal complexe voorwaarden die tezamen het chemisch klimaat schiepen voor het ontstaan van het eerste primitieve leven. Zo ook vinden tal van gedragingen plaats omdat een aantal voorwaarden zich samenpakken op een bepaald moment. Maakt ons dat tot een willoze speelbal van de omgeving? Wis en waarachtig niet. We hebben wel degelijk wat te kiezen en te beslissen, maar, en dat is belangrijk, niet alles kan van tevoren worden bepaald, hoe graag we dat ook zouden willen.

Dit boek gaat over de menselijke beweging, dus over menselijk gedrag. Maar het gaat niet over botten, spieren en gewrichten, het gaat niet over anatomie. Dit boek gaat over de levende mens, zoals die is voortgekomen uit de evolutie en zoals die zich staande moet houden in een continu veranderende omgeving, met een lichaam dat groeit, krimpt, verouderd en beschadigd kan raken. Dit boek gaat over beweging in relatie met cognitieve en waarnemingsprocessen en vooral gaat het over de complexiteit, de onvoorstelbare ingewikkeldheid van de 'machinerie' achter ons functioneren. Het alledaagse mag dan normaal en vanzelfsprekend zijn, het is waarachtig niet simpel. Maar laten we bescheiden zijn: we weten veel, meer dan honderd jaar geleden en minder dan over honderd jaar, maar het meeste weten we niet.

Dit boek is geschreven voor iedere lezer die geïnteresseerd is in menselijke beweging en die meer wil weten van het samenspel van lichaamsdelen dat we motoriek noemen. We praten, gebaren, lopen, eten, rennen, drinken, schrijven, sporten, musiceren en liefkozen door middel van bewegingen. Onze emoties worden voor een deel zichtbaar gemaakt in de beweging. Hoe die bewegingen worden gestuurd en hoe ze van minuut tot minuut worden gekleurd en veranderd door informatie uit de omgeving is nog een groot raadsel. We weten nauwelijks hoe we staan en lopen, laat staan dat we de fabelachtige motoriek van de danser, de sporter en de musicus begrijpen. Dit boek is bedoeld voor bewegingswetenschappers, (revalidatie)artsen, fysiotherapeuten, sporters en trainers, voor bewegers en luiaards.

Dit boek is toevallig ontstaan, door tijdens vakanties aantekeningen te maken, die groeiden en groeiden, tot op een bepaald moment het 'point of no return' was bereikt. Dat was een griezelig punt, want plotseling verdween de vrijblijvendheid van het spelen met woorden en werden de zinnen onderdelen van een doel, van een plan. Het boek is gegroeid zoals alles groeit, deels gepland, deels toeval. Het is grillig zoals klimop, met uitlopertjes daar naartoe en uitlopertjes hier naartoe. Op sommige punten dichtbegroeid, elders kaler en opener. Maar het is wat het is, een grote verzameling woorden waarmee ik u wil laten zien hoe ik denk over beweging, over de mens en over zijn verstrengeling in de geschiedenis en de evolutie.

Amsterdam, 2009

De ouverture

## DE ULTIEME UITDAGING

Het is avond en ik loop hard. Ik behoor tot die mensen die niet de superieure arrogantie kunnen opbrengen om de lichaamsgerichte cultuur van de eenentwintigste eeuw de rug toe te keren; tot de mensen die denken dat broeken altijd moeten blijven passen, ook al zijn ze vijftien jaar geleden gekocht. Ik loop hard, met een innerlijke blik gericht op de koelkast, op het grote koude glas bier dat op mij wacht als beloning wanneer ik mijzelf weer heb overwonnen. Een koud glas bier en een flinke sigaar, voorwaar een echt sportmens!

Ik loop hard en ik verwonder me. Ik verwonder me over het feit dat ik met ongeveer 9 km per uur, want harder kan ik niet, de weg weet te bedwingen zonder te vallen. Mijn voeten raken de grond en komen weer los, raken de grond en komen weer los, ik omzeil een losliggende tak en scheefliggende stoeptegels, ik anticipeer op een geparkeerde auto en op een stoplicht in de verte. Ik kijk naar de grond en ook weer niet, ik zie mijn voeten, maar ben me tegelijkertijd nauwelijks bewust van ze. Toch kan ik mijn ogen niet sluiten, ik heb de informatie dus nodig, die informatie die ik zo achteloos oppik uit de bewegende wereld onder mij en om mij heen. Ik nader een stoeptrand en zonder vaart te minderen stapt mijn rechervoet op de stoep, gevolgd door de linkervoet die buiten mijn gezichtsveld gehoorzaam volgt. Hoe kan dat, hoe wist ik wanneer ik mijn voet moest optillen zodat die rakelings over het stoepoppervlak scheert, hoe wist ik wanneer de tweede, de voet die volgt, opgetild moest worden? Waarom kan ik dat, waarom val ik niet en waarom is dit zo gewoon?

Ik verwonder mij dat ik een tennisbal die naar mij wordt geworpen, zonder moeite kan vangen, terwijl ik maar enkele milliseconden de tijd heb om deze taak uit te voeren. Ben ik te vroeg met het sluiten van de vingers, dan stuitert de bal tegen mijn vuist, ben ik te laat, dan springt de bal weg uit mijn nog geopende hand.<sup>1</sup>

Ik praat met een sigaar in mijn mond en iedereen kan mij verstaan. Bij iedere positieverandering van de sigaar worden tientallen spieren anders aangestuurd. Ik verwonder mij over het feit dat ik een plastic bekertje

met koffie achteloos kan oppakken zonder het fijn te knijpen en dat ik na een flinke slok de kracht in mijn vingers moeiteloos aan de nieuwe situatie aanpas, zonder er zelfs maar bij na te denken. Ik verwonder mij dat ik op straat kan lopen en zomaar een stoep op kan stappen, waarbij mijn voet op ongeveer 10 mm hoogte boven de stoeprand scheert, een wonder van nauwkeurigheid. Kortom, ik beweeg en ik verwonder mij over de wonderbaarlijke machine die ik ben, dat geheel dat zoveel meer is dan de delen en dat gedrag produceert, en dat door de omgeving en het leven scharrelt totdat het leven op is.

Ik verwonder mij over de kwetsbaarheid van de biologische machine die mens heet, maar ook over de flexibiliteit. Telkens wanneer ik mensen zie die na een ernstig ongeval of na een CVA (een cerebrovasculair accident ofwel een beroerte) de brokstukken van de machine weer bijeen hebben geraapt en anders hebben gemonteerd zodat de motor het weer doet, dan ben ik gegrepen door het aanpassingsvermogen van de mens. Wij zijn geboren aanpassers. Misschien is dat wel het geheim van de geneeskunde: de dokter speelt een beetje voor God, terwijl de mens toch aan alles went.

Ik zie mensen die in staat zijn om enkele meters hoog te springen en meters ver, die in milliseconden complexe beslissingen nemen terwijl ze onder de hoogste stress achter een bal aan rennen. Ik zie mensen die uit de nok van een circustent omlaagduiken om met huiveringwekkende precisie op het juiste moment de handen van een andere menselijke vlieger te grijpen. Ik zie vingers van pianisten over de toetsen rennen en buiteln, in perfecte coördinatie, terwijl de ene hand een geheel eigen leven lijkt te leiden dat niets te maken heeft met dat van de andere hand. Wij zijn niet alleen geboren aanpassers, we wij zijn ook kunstenaars van de beweging.

De maatschappij waarin wij nu, in 2009, leven lijkt in bijna niets meer op de maatschappij van enkele honderden jaren geleden. Het is niet mogelijk om een allang overleden overgrootvader of -moeder weer mee naar huis te nemen zonder ze alles, maar dan ook alles, te moeten uitleggen, ze alles te moeten leren.

Niets is er meer dat hem of haar houvast biedt. De snelheid waarmee deze veranderingen zich hebben voltrokken is verbijsterend. Aan het einde van de negentiende eeuw hielden de mensen hun hart vast voor wat er op komst was, en ze voelden dat er iets ging gebeuren. De net gebouwde kolos in Parijs, de Eiffeltoren, belichaamde het nieuwe tijdperk van de beheersing en de voorspoed. De technische beheersing van de natuur is er gekomen en ook de voorspoed, maar niet voor iedereen en tegen een gigantische prijs.

De maatschappij is veranderd, maar de mens niet. De mens die wij zijn, de mens die naast ons zit of ligt, de mens die we op straat tegenkomen, is neurofysiologisch dezelfde als de mens die in grotten samenschool en daar de wanden beschilderde. De mens die nu met honderdwattspeakers en met een omgekeerde pet op in een auto bij de stoplichten 'hoenke-boenkend' en dreunend wacht om vooruit te schieten, is dezelfde als die onder Caesar noordwaarts trok. De mens die op de aandelenbeurs zijn kansen berekent, is dezelfde als de mens die op de savannen angstig over zijn schouder naar het weerlicht aan de horizon keek. Er is veel veranderd zonder dat we zelf zijn veranderd, en de kranten en tv-journaals laten dagelijks zien hoe flinterdun de deken van beschaving is en hoe snel de mens weer terugvalt in barbarij, als Kurtz in Conrads *Heart of Darkness*.

Om ons heen heeft de technologie haar werk gedaan en een leven geschapen waarvan we honderd jaar geleden niet konden dromen. De vormgeving van onze huizen, het interieur, het design van de moderne omgeving en van de machines die ons omringen zijn zodanig veranderd dat Jules Verne, hoewel hij met zijn ideeën zijn tijd ver vooruit was, nooit heeft kunnen vermoeden op welke wijze aan die ideeën vorm zou worden gegeven. De gravures in zijn boeken doen inmiddels hopeloos verouderd aan. Niets wordt blijkbaar zo snel slechts als de vormgeving van machines.

De mens is in staat gebleken zijn omgeving te bedwingen, maar heeft niet of nauwelijks geleerd zichzelf de baas te worden. Alle fouten uit het verleden worden opnieuw gemaakt. De mens is blijkbaar beperkt in het begrijpen van zichzelf, van zijn eigen gedrag. Iedere generatie lijkt in emotioneel en intellectueel opzicht opnieuw het wiel te moeten uitvinden en zichzelf dezelfde vragen te stellen, telkens in een nieuwe context.

In dit boek richt ik de verbaasde blik op een cruciaal aspect van dat gedrag, namelijk op de beweging. De beweging is aan de ene kant een alledaagse uitingsvorm, terwijl zij aan de andere kant een van de meest essentiële voorwaarden voor een onafhankelijk bestaan vormt. Daarnaast is de beweging (ook spraak is beweging) het middel bij uitstek waarmee we contact maken met mensen en andere dieren. Voor sommige psychologen is het bewegingsapparaat slechts het transportbedrijf voor de cognitie, een handig medium om het lichaam met ideeën en al te verplaatsen en waar je zelf aan vastzit.

Maar hoe zou het leven zijn wanneer we niets aan ons lichaam zouden kunnen bewegen, wanneer we een bewegingloze geest zouden zijn? We zouden opgesloten zijn in ons lichaam, zoals de hoofdpersoon in *Het gouden ei* van Tim Krabbé, die in een kist onder de grond het einde afwacht, machteloos, niet in staat te bewegen.



Zouden we onder die omstandigheden, waarin het intellect gevangen zit in iets bewegingloos, die geest nog wel zijn of hebben? We kunnen ons dit niet of nauwelijks voorstellen, maar er zijn patiënten waar dit voor geldt, of waar dit min of meer voor geldt. Hoeveel angst moet hier zijn, angst die niet geuit kan worden, of zou zelfs hier de geboren aanpasser zijn werk doen?

Dit boek gaat over bewegingsgedrag, omdat beweging een visitekaartje is waarmee we ons presenteren. Spreken is ook bewegen. Door middel van de beweging veroveren we onze omgeving en verplaatsen we onszelf. Door middel van beweging musiceren we, en schilderen en schrijven we. Het is nu, in West-Europa, in de eeuw van de technologie, wat ruw uitgedrukt, maar duizenden jaren heeft gegolden: wie niet kan bewegen is dood. Het bewegingloze dier (en ook de mens) werd of opgegeten, of stierf omdat hij voedsel en water niet meer kon bereiken. Beweging moet dus tot iedere prijs in stand worden gehouden. Het prachtige boek van Frans de Waal uit 1996, *Van nature goed*, over goed en kwaad bij dieren, begint met de dramatische geschiedenis van een Japanse aap die zonder handen en voeten stand moet houden in een bikkelharde wereld met een genadeloos klimaat, en hoe dit lukt.

Aanpassen hoort bij overleven, aanpassen aan gewijzigde omstandigheden, aanpassen aan een gewijzigd lichaam, aanpassen aan veranderingen in de omgeving. Aanpassen, aanpassen en nog eens aanpassen. Normaal heeft de term aanpassing de negatieve klank van een principeloze opportunist, maar dat is niet wat ik hier bedoel. Wanneer ik in dit boek spreek over de geboren aanpasser, dan bedoel ik daarmee dat wij allen zijn uitgerust met de (neuro)fysiologische mogelijkheden om ons gedrag te veranderen. We zijn weliswaar allemaal geboren aanpassers, maar de een gaat het beter af dan de ander. Aanpassen is natuurlijk niet een uniek menselijke eigenschap, maar is de kern van ieder dierlijk en zelfs plantaardig bestaan. Aanpassing behoort bij het leven, niet aanpassen betekent voor alle levensvormen het einde.

Dit boek gaat over de hersenen, dat laatste onbekende terrein dat nog steeds een ultieme uitdaging voor de wetenschap vormt en waarvan we nog zo weinig weten. Onze hersenen, dat zijn wijzelf. Er is niets in ons gedrag dat niet in laatste instantie voortkomt uit deze zachte gelatineachtige machine. We vormen onszelf vanuit de miljarden en miljarden verbindingen die ineengevlochten als een neuraal spinnenweb, telkens veranderend, iedere handeling besturen. Het is opvallend hoe weinig mensen dit *echt* beseffen en nog steeds vasthouden aan lang vervlogen metaforen als de koppeling tussen het hart en het gevoel. De pijl van verliefdheid moet niet door het hart, maar door de hersenen worden gete-

kend. Liefde komt niet uit het hart, maar uit de hersenen. Ook is het voor veel mensen lastig te begrijpen dat alle creativiteit, fantasie, muziek in feite wordt gecomponeerd in deze elektrochemische centrale. Hetgeen overigens niet wil zeggen dat muziek en kunst daarmee ook identiek zijn aan elektrochemie. Letters vormen de onderdelen van alle romans, maar een roman is meer dan een willekeurige verzameling letters, een schilderij bestaat uit verf, maar is meer dan verf alleen. De hersenen bestaan uit biologisch materiaal, maar het resultaat van hun werking overstijgt dit basismateriaal.

Dit boek wordt gevoed door mijn verbazing, door het feit dat we zonder er vaak bij stil te staan tot verbluffende dingen in staat zijn. Ik wil proberen iets van die verbazing in woorden om te zetten, en te laten zien waarom het bestuderen van de menselijke beweging de moeite waard is en op welke wijze inzicht in de sturing van bewegingen door de hersenen ons kan helpen bij het oplossen van een aantal relevante maatschappelijke problemen. Ik denk hierbij aan de revalidatie, maar ook aan de sport en aan de problemen van ouderen die vallen, aan het bewegingsonderwijs en aan stimulatie van de bewegingsmogelijkheden van mentaal gretardeerde patiënten en patiënten die lijden aan de ziekte van Alzheimer. Meer inzicht in het bewegingsgedrag zal leiden tot verbazing over het dier dat we zijn en wellicht, wie weet, tot meer respect voor andere mensen en dieren.

Dit boek is een routebeschrijving door mijn eigen gedachten. Niet altijd even consistent, soms grillig en associatief, maar zo is het nou eenmaal in mijn hoofd. De ultieme uitdaging is gelegen in het scheppen van enige orde in de complexe wereld van onze bewegingen en ons gedrag. Gedrag dat in onze hersenen telkens opnieuw wordt gecreeërd, voortdurend rekening houdend met de eisen van het moment, met de eisen van ons lichaam, met de eisen van andere lichamen en met de eisen van de omgeving.