

Anatomie van de wendbaarheid

Anatomie van de wendbaarheid

Bewegingsanalyse in de sport

Frans Bosch

20/10
Uitgevers

© Frans Bosch & 2010 Uitgevers, Rotterdam 2019

Vormgeving omslag: Frans Bosch

Illustraties: Frans Bosch

Opmaak: Coco Bookmedia, Amersfoort

Bureauredactie: Nel van Beelen redactie & tekst, Amsterdam

Druk: Bal Media Print Management B.V., Schiedam

2010 Uitgevers ontwikkelt professionele en educatieve informatieproducten voor professionals en studenten in de gezondheidszorg en de sector sport, bewegen en gezondheid.

info@2010uitgevers.nl | www.2010uitgevers.nl

2010 Uitgevers is een multimedia-uitgeverij. Veel uitgaven zijn online verrijkt met beeld, geluid of aanvullende gegevens. Dat geldt ook voor dit boek. Meer informatie: www.2010uitgevers.nl/uitgaven.

Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die nochtans onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbeteringen van de opgenomen gegevens houden zij zich gaarne aanbevolen. Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

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

ISBN 978-94-90951-54-2

NUR 183

Met dank voor de vakkundige commentaren van meelezers:

Bas van Hooren

John IJzerman

Teun Thomassen

Met dank voor de hulp bij verzamelen van beeldmateriaal:

Denzel Bryson

Tommy Tempesta

West Ham United FC & Dominic Rogan

Patrick Silos & Zachary Eisinga

Duncan Ogilvie

Teun Thomassen

Inhoud

Inleiding	11
Deel 1 De theorie	
1 Handigheid	23
1.1 Het lichaam en de omgeving	23
1.2 Handigheid en lichaamseigen bewegen	26
1.2.1 Dynamiek en zelfbescherming	26
1.2.2 Het veranderlijke organisme	27
1.3 Handigheid en het omgevingsgeschikt zijn van de beweging	32
1.4 Interactie tussen lichaamseigen en omgevingsgeschikt bewegen	36
1.4.1 De bandbreedte van bewegen	36
1.4.2 Het vrijheidsgradenprobleem	37
1.4.3 Graden van beperking	37
1.4.4 Synergieën	39
1.4.5 Alleen van onderaf?	40
1.5 Samenvatting	43
2 Wendbaarheid	45
2.1 Inleiding	45
2.2 Constraints-led approach	47
2.3 Wendbaarheid en constraints	52
2.4 Grenzen van het organisme bij wendbaarheid	53
2.4.1 Grens aan de centrale controle	54
2.4.2 Grens aan de perifere controle	67
2.4.3 Grens aan de anatomie van de hardloper	79
2.5 Grenzen aan de taak en omgeving bij wendbaarheid	86
2.5.1 De taak en wendbaarheid	86
2.5.2 De omgeving en wendbaarheid	86
2.6 Samenvatting	89

3	Aansturing van wendbaarheid	93
3.1	Inleiding	93
3.2	Dimensies van specificiteit	96
3.2.1	De motorische dimensie	96
3.2.2	De sensorische dimensie	102
3.2.3	De dimensie van dominante metabole belasting	105
3.2.4	De dimensie van dominante besturing	106
3.2.5	De dimensie van de intentie	108
3.3	Cognitieve en zelforganiserende invloeden in wendbaarheid	112
3.3.1	Perifere zelforganisatie in relatie tot centrale sturing	115
3.3.2	Centrale sturing in perspectief van perifere zelforganisatie	119
3.3.3	Krachtlandschappen in wendbaarheid: een voorbeeld	123
3.4	Samenvatting	127

Deel 2 De praktijk

4	Zelforganisatie in wendbaarheid	133
4.1	Inleiding	133
4.2	Regels voor het zoeken van attractoren	136
4.2.1	Zoekregel: als er tijdsdruk is	137
4.2.2	Zoekregel: als er grote inwerkende krachten zijn	139
4.2.3	Zoekregel: als de richting van krachten sterk verandert	141
4.2.4	Zoekregel: rond 'at risk'-structuren	142
4.2.5	Zoekregel: rond grote veranderingen in spieractiviteit	143
4.2.6	Zoekregel: in reflexmatige patronen	143
4.2.7	Zoekregel: bij eindpunten	147
4.3	Goede en slechte attractoren in de loopbeweging	148
4.3.1	Actieve en passieve attractoren	151
4.3.2	Attractoren van de enkel	152
4.3.3	Attractoren rond het bekken	153
4.3.4	Indeling van de attractoren	154
4.4	Samenvatting	156
5	Attractoren in wendbaarheid	159
5.1	Inleiding	159
5.2	Zelfstabilisatie van klein naar groot	164
5.2.1	Zelfstabilisatie op intramusculair niveau	164
5.2.2	Zelfstabilisatie op intermusculair niveau	182
5.2.3	Zelfstabilisatie in intentionele patronen	214
5.3	Samenvatting	243

6	Het analyseren van bewegingen	253
6.1	Inleiding	253
6.2	Waarnemen en analyse	254
6.3	De aanpak	256
6.4	De beeldseries	259
6.5	Samenvatting	329
7	Motorisch leren en de context van wendbaarheid	331
7.1	Inleiding	331
7.2	Componenten van een krachtige leeromgeving	332
7.2.1	Sensoriek als basis	332
7.2.2	Filters van de sensoriek en het leren	333
7.2.3	CLA uitgewerkt	341
7.3	Samenvatting	348
	Begrippenlijst	351
	Referenties	367
	Trefwoordenregister	383

Inleiding

Wetenschappelijke ideeën over bewegen

De wetenschappelijke theorieën over coördinatie zijn de afgelopen vijftig jaar steeds complexer geworden. Ideeën over motorische controle zijn geëvolueerd; steeds meer factoren zijn in de loop der tijd een rol gaan spelen in hoe de beweging er uiteindelijk uit zal zien. In die evolutie bereikte de theorievorming telkens een punt waarop men tot de (voorzichtige) conclusie kwam dat de algemene structuur nu wel in kaart was gebracht, en dat men zich enkel hoefde te concentreren op het invullen van de details. Die aanname werd telkens als prematuur ontmaskerd door uit te zoomen vanuit die gevonden structuur en de omringende context in de theorie te betrekken. Dat uitzoomen bracht telkens weer aan het licht dat de theorie van dat moment tekortschoot.

De oorspronkelijke ideeën over bewegen waren gebaseerd op modellen van open- en gesloten-loopcontrole. Daarmee werd motoriek sensomotoriek. Sensomotorische *loops* bleken buiten het laboratorium waarin ze getest werden, dus dichterbij de echte wereld, geen geïsoleerde incidenten te zijn. Ze kunnen aan elkaar verwant zijn en kunnen elkaar op basis van die verwantschap wederzijds beïnvloeden. Een vaardige tennisser kan immers ook uit de voeten met andere balsporten met een slagbeweging (veldhockey, badminton, honkbal enzovoort). Het begrip 'specificiteit' deed zijn intrede en open- en gesloten-loopmodellen moesten worden uitgebreid om dat begrip te kunnen duiden. De matrix van de specificiteit waarin verwantschap tussen bewegingspatronen wordt vastgelegd, is het product van cognitieve processen, met het brein als supercomputer. Bijgevolg was het integreren van het kennisgebied van de cognitieve psychologie nodig om de mechanismen achter specificiteit bloot te leggen.

De theorieën van motorische controle zijn decennialang door de cognitieve psychologie in een stevige houdgreep gehouden. Uiteindelijk werden ze bevrijd uit de eenzijdigheid van de cognitieve benadering door (onder andere) een nieuwe theorie over informatieverwerking. De cognitieve theorie ging ervanuit dat de omgeving enkel betekenisloze informatie bevat, die, net als bij een computer, allerlei rekenprocessen in het brein nodig heeft om tot perceptie (betekenisvolle waarneming) te komen. De alternatieve theorie van de directe perceptie liet zien dat die opvatting in een complexe wereld niet houdbaar is. Perceptie (de betekenis van de waarneming) ligt ook in de omgeving opgesloten. Het brein verloor daarmee het monopolie op de perceptie en

voor het begrijpen van hoe perceptie tot stand komt moest dus verder worden uitgezoomd naar de betekenisvolle omgeving.

Dit uitzoomen naar een breder perspectief gebeurde niet alleen op sensorisch gebied. Ook in het denken over hoe motoriek georganiseerd is verloor de cognitie haar monopolie. In de chaos van de echte wereld, bijvoorbeeld bij balsporten of bij bewegen over ongestructureerd terrein, bleek het uitgangspunt dat het centrale zenuwstelsel alle bewegingen kan bepalen en controleren niet langer houdbaar. Motorische controle zonder directe interactie tussen (eigenschappen van) het lichaam en de omgeving kan niet adequaat zijn. De dynamische systeemtheorie, die voortborduurde op de erfenis van Nikolai Bernstein, bracht het noodzakelijke framework voor die interactie in kaart.

Het uitzoomen en in groter perspectief plaatsen van de sensomotoriek is in de wetenschappelijke wereld niet in volledige pais en vree verlopen, en in de huidige stand van zaken is er zeker geen ultieme consensus over hoe de motoriek in een complexe context gecontroleerd wordt. Er zijn nog steeds meerdere stromingen, die ieder voor zich claimen dat ze een groot deel van de totale oppervlakte van het bewegingslandschap kunnen bestrijken, vaak zelfs zonder de noodzaak te voelen om te definiëren welk gebied wel en welk niet binnen de reikwijdte van de theorie valt. Er wordt soms een gechargeerde voorstelling gegeven van de ‘tegenpartij’, zoals aanhangers van ecologische theorieën doen als zij bepaalde cognitieve theorieën framen als een ‘hamburgermodel’: een hamburger waarbij alle voedzame delen in het midden zitten (het brein) en lichaam en omgeving (de halve broodjes) blijkbaar geen rol spelen. Er zijn ook vredestichters die, ietwat pretentius, een unificatietheorie aankondigen waarin alle stromingen verenigd kunnen worden. Bijvoorbeeld de *constraints-led approach* en de *optimal feedback control theory* (OFCT) hebben die impliciete ambitie/pretentie.

Uiteraard zal het uitzoomen doorgaan, en dus zal ook de actuele opvatting over motorische controle zijn gevestigde status verliezen. En zullen de mensen die onderzoek doen naar motorische controle verder op zoek moeten naar een model waarin de nog grotere complexiteit van de materie kan worden ondergebracht. Wellicht zullen we in de toekomst zelfs de ambitie moeten opgeven dat er één overkoepelende theorie gevonden kan worden om de werkelijkheid te beschrijven. We zullen dan moeten accepteren dat er een hele reeks processen van motorische controle bestaan, die onderling verschillend zijn, min of meer onafhankelijk van elkaar functioneren en die ieder voor zich alleen binnen bepaalde contexten gelden. Wetenschappelijke artikelen zullen dan uitgebreid moeten vermelden voor welke bewegingspatronen en contexten de gemeten effecten en de achterliggende verklaringen erover van toepassing zijn, en voor welke niet. Publicaties waarin bepaalde bewegingspatronen en contexten worden uitgesloten zijn nu nog op de vingers van één hand te tellen. In de toekomst zal zo’n toevoeging van exclusiviteit wellicht onontbeerlijk zijn.

Die exclusiviteit is ook voor dit boek nodig, zeker omdat de vertaling van theorie naar praktijk erin centraal staat. De analyse in dit boek beperkt zich tot wendbaarheid in sport en behandelt alle hoogintensieve varianten op de loopbeweging die zich in open situaties voordoen, van rechtdoor lopen tot side-steps tot eenbenig springen uit

aanloop. Daardoor wordt het mogelijk een diepe analyse te maken waaruit logische consequenties voor de praktijk voortkomen.

Het boek heeft een theoretisch deel en een praktisch deel. In de eerste drie (theoretische) hoofdstukken wordt het gebied van hoogintensief bewegen en de context waarin wendbaarheid in sport zich afspeelt afgebakend. Daarna volgen de meer praktische hoofdstukken, waarin wordt getracht om binnen dat afgebakende gebied een coherent en hanteerbaar overzicht te geven van hetgeen de wetenschap in kaart heeft gebracht. Aangevuld met logisch redeneren moet dat tot een overzicht leiden dat veel praktische consequenties heeft. Theorie en praktijk van de bewegingsanalyses in één boek dus, hopelijk zonder onoverbrugbaar gat ertussen.

De noodzaak van context: hoofdstuk 1

Hoofdstuk 1 gaat nog even niet over wendbaarheid. Eerst wordt een theoretisch kader geschetst waarbinnen de analyse van wendbaarheid een plaats krijgt. Dit boek heeft de ambitie de complexiteit van bewegen in een context in kaart te brengen, met als vertrekpunt het begrip ‘handigheid’ en de vier niveaus van motorische controle zoals beschreven door Nikolai Bernstein. Dit model beschrijft de rol van coördinatie binnen de totale context van bewegen. Het begrip handigheid duidt op het lichaamseigen karakter van bewegen. Bewegingspatronen moeten niet alleen zo ingericht zijn dat er een werkzame connectie met de omgeving ontstaat. Ze moeten ook tegemoetkomen aan wat het lichaam nodig heeft om ervoor te zorgen dat het bewegen behalve effectief, ook met lage energiekosten en met voldoende zelfbescherming gebeurt. Daaruit mag geconcludeerd worden dat coördinatie bemiddelt tussen mogelijk tegengestelde belangen: het ‘lichaamseigene’ en het adequaat zijn in de omgeving.

Het is vanzelfsprekend dat de omgeving doorgaans variabel en wisselend is. Dat het lichaam ook variabel is, is wat minder zichtbaar. Opkomende vermoeidheid, veranderende motivatie enzovoort hebben echter een grote invloed op het lichaamseigene en maken de totale context nog complexer. Zo zetten ze de motorische controle verder onder druk.

De functie van coördinatie als bemiddelaar is daardoor erg complex. Door de gecombineerde eisen, vanuit de omgeving en vanuit het lichaam, kan de bewegingscontrole niet de kortste lineaire weg kiezen tussen plan en uitvoering, maar moet deze robuust gemaakt worden door corrigerende ‘wat-als-scenario’s’ en zelfs niet voor de hand liggende omwegen in te bouwen.

Daarmee is hopelijk de toon gezet: complexiteit moet omarmd worden en het versimpelen van processen van motorische controle leidt al snel tot een vertekening van de werkelijkheid. De complexiteit die het eerste hoofdstuk misschien wat taai maakt, zal in de hoofdstukken waarin een vertaling naar de praktijk wordt gemaakt wel wat verminderd worden. Het streven is echter niet naar eenvoud, maar naar een balans tussen een behapbaar overzicht en het tegemoetkomen aan de complexiteit van de werkelijkheid.

De context van hoogintensieve (sport)bewegingen: hoofdstuk 2

Dit boek gaat in wezen over bewegingsanalyse. De complexiteit van niet-lineaire controle maakt het analyseren lastig. Het voortdurend veranderen van de invloeden van de intentie van het bewegen, van het lichaam en van de omgeving maakt het bijna ondoenlijk een onderliggende structuur in kaart te brengen. Door de invloed van deze drie componenten op de beweging te benaderen vanuit de beperkingen, ofwel de *constraints*, die elk van de drie componenten hebben op de bewegingsmogelijkheden, krijgen we al wat meer grip op de bewegingsanalyse. Uitvoeringswijzen die niet passen bij de constraints van taak, omgeving en organisme kunnen dan als niet-adequaat beoordeeld worden.

Het is echter zeer de vraag of de algemeen geldende inkadering zoals in de theorie van de constraints-led approach voldoende is voor een eenduidige vertaling naar de praktijk. De constraints moeten wellicht verder verbijzonderd worden om de complexiteit hanteerbaar te maken en niet in een abstracte voorstelling van zaken te blijven steken. Om wel tot aan de praktijk te kunnen doorredeneren is er daarom in dit boek gekozen voor een aantal inperkingen van bewegen en context:

- *De taak: op de loopbeweging gebaseerde wendbaarheid in sport* – In eerste instantie lijkt wendbaarheid te incoherent om duidelijke constraints in kaart te kunnen brengen. Er zijn echter goede argumenten voor het idee dat allerlei vormen van wendbaarheid enkel varianten op de loopbeweging zijn. Het eigenlijke basispatroon van lopen verandert in vormen van wendbaarheid niet.
- *Het organisme: hoogintensief bewegen* – De invloeden van het lichaam (de constraints) zijn bij hoogintensief bewegen eenduidiger dan bij ingehouden (laag- en matig intensief) bewegen. Er zijn immers meer manieren om een wals te dansen dan om te sprinten. Bij hoogintensief bewegen raakt de belasting van veel subsystemen aan de grens van wat toelaatbaar is. Dit heeft restricties voor de variabiliteit in het lichaam (het lichaam wordt minder grillig) en geeft dus duidelijkere constraints dan ingehouden bewegen. Om die reden is de analyse van hoogintensief bewegen makkelijker dan die van ingehouden bewegen.
- *De omgeving: speelveld en tegenstanders* – In sporten waarin wendbaarheid een rol speelt is er altijd een standaardisering van de omgeving, waarin de tegenstander wellicht de meest onvoorspelbare factor is. Afmetingen en eigenschappen van speelvelden liggen vast en ook de invloed van tegenstanders wordt in cultuursporten door spelregels binnen de perken gehouden.

De keuze voor ‘hoogintensieve wendbaarheid in spelsporten’ met deze specifieke constraints maakte een exercitie voor het analyseren van bewegen mogelijk die concreet genoeg kon worden om praktische consequenties te hebben. Het streven was om wendbaarheid, op te vatten als varianten van de loopbeweging, zo te structureren dat de coherentie tussen de verschillende verschijningsvormen duidelijk werd en zoekstrategieën voor het vinden van relevante componenten en het beoordelen van die componenten konden worden geformuleerd.

De opmerkelijke uitkomst was dat er inderdaad een relatief eenvoudige onderliggende structuur is voor alle op lopen gebaseerde vormen van wendbaarheid en dat de verschillende sporten in feite allemaal op dezelfde manier gestructureerd zijn. De analyse van wendbaarheid in dit boek kan als een model dienen voor de analyse van allerlei andere families van bewegen, zoals bijvoorbeeld het werpen.

Organisatie en besturing van wendbaarheid: hoofdstuk 3

Om een bruikbare analyse van wendbaarheid te kunnen maken, is het van belang te begrijpen op welke manier de diverse componenten ervan – alle afgeleiden van de loopbeweging – onderling met elkaar verbonden zijn. Die onderlinge connectie ofwel specificiteit is als het ware het steunweefsel van de beweging. Het geeft structuur aan de schijnbaar chaotische bewegingspatronen en maakt ze controleerbaar en beheersbaar.

Tussen vormen van wendbaarheid kunnen een aantal dimensies van specificiteit worden onderscheiden. De meest voor de hand liggende dimensie is die van de motorische specificiteit, daar waar bewegingspatronen uiterlijk op elkaar lijken. Daarnaast is de sensorische dimensie van belang, vooral omdat er in wendbaarheid doorgaans veel geïmproviseerd moet worden en het reactieve aspect ervan belangrijk is (reageren op opdoemende situaties). Dit boek gaat maar beperkt in op de sensorische dimensie en men kan daar kritiek op hebben. Want allereerst is het scheiden van motoriek en sensoriek nogal dubieus; zonder elkaar verliezen beide aspecten van bewegen hun betekenis. Bovendien laat onderzoek zien dat de echte toppers – de uitblinkers onder de topsporters – zich vooral onderscheiden in het reactieve aspect van wendbaarheid.

Dat dit boek zich vooral richt op de motorische kant van wendbaarheid wil echter niet meteen zeggen dat het daarmee zijn waarde verliest. Immers, behalve dan dat de sensoriek voorwaarde is om tot een zinvolle motoriek te komen, is het omgekeerde ook waar: de motoriek is het filter voor waarneming. In een lichaamshouding waarin bepaalde acties niet of maar slecht kunnen worden uitgevoerd (bijvoorbeeld plotseling afremmen of een scherpe richtingsverandering), wordt de informatie in de omgeving die bij die acties hoort, al snel weggefilterd en niet meer waargenomen. Een analyse van de motoriek van wendbaarheid is daarom van belang voor de zogenoemde *decision-making*. Voor kennis over de sensorische aspecten van wendbaarheid kan dan ook andere literatuur geraadpleegd worden, zonder dat men hoeft te vrezen dat de onderlinge samenhang tussen motoriek en sensoriek volledig uit het oog verloren wordt.

Naast de motorische en de sensorische dimensies kent specificiteit ook een energetische, een intentionele en een op de dominante besturing gebaseerde dimensie. Die laatste dimensie, die gaat over op welk niveau in het organisme de beweging vooral wordt aangestuurd (het brein, spinaal, in de spieren?), is cruciaal om de constraints van het lichaam en de constraints van de omgeving onder één noemer te kunnen brengen.

Er is perifere zelforganisatie van bewegingscomponenten nodig om de veelheid aan variabele componenten aan banden te leggen en de hoogintensieve beweging in de context van de omgeving bestuurbaar te maken. Daarmee wordt de arena van de dyna-

mische systeemtheorie betreden. In de dreigende chaos van explosieve wendbaarheid in een onvoorspelbare wereld – met tegenstanders en grillige balbanen – moeten een aantal componenten gestabiliseerd worden, zodat de situatie beheersbaar wordt. Die stabiele componenten van de beweging (de zogenaamde attractoren) blijken voor allerlei vormen van wendbaarheid gelijk te zijn en bieden daarmee houvast bij de analyse. Besturing moet gevoelig zijn voor die stabiliteit. Stabiliteit is belangrijker dan perfectie en het controleren van krachten gaat vooraf aan het controleren van houdingen.

Zelforganisatie in wendbaarheid: hoofdstuk 4

Stabiliteit van beweging moet uiteraard vooral daar zijn waar het verlies van stabiliteit kritiek is voor het falen van de motorische controle en er gevaar ontstaat voor blessures. Het in kaart brengen van deze kritieke componenten van de beweging is een belangrijke stap in de bewegingsanalyse. De wetenschap heeft nog nauwelijks onderzoek gedaan naar stabiele componenten van bewegen. Zoekregels hiervoor zijn vooralsnog een kwestie van logisch redeneren vanuit kennis over de anatomie, neurofysiologie enzovoort. Vanuit deze zoekregels kan een eerste schifting worden gemaakt in de veelheid aan mogelijke attractoren. Aan de hand van fenomenen als vrijheidsgraden, graden van constraints en faseovergangen kunnen attractoren uiteindelijk in drie categorieën worden ingedeeld: passieve, actieve inefficiënte en actieve efficiënte attractoren. De zo gevonden lokalisatie en classificatie van attractoren vormt een zinvolle tussenstap om bewegingen in wendbaarheid in detail te kunnen analyseren. Een dergelijke benadering is behalve voor wendbaarheid ook geschikt voor het analyseren van allerlei andere hoogintensieve bewegingen.

Stabiele componenten in wendbaarheid: hoofdstuk 5

De analyse van wendbaarheid op basis van de noodzakelijke stabiliteit wordt via bouwstenen van onderaf geconstrueerd. Zelforganisatie van de kleinste componenten van de beweging levert een reeks bouwstenen op waarmee grotere zelfstabiliserende eenheden kunnen worden gecomponeerd. Het startpunt is de stabiliteit, dus de attractorstaat, van individuele spieren. Daarvoor zouden we ons bij voorkeur willen baseren op hetgeen de wetenschap op dat gebied in kaart heeft gebracht. Wetenschappers lijken echter vooral belangstelling te hebben voor variabiliteit: hoe meer hoe beter. Stabiliteit van spiercontracties is nagenoeg niet onderzocht. Wat rest is logisch redeneren vanuit de anatomie en de daaruit voortkomende mogelijkheden tot zelforganisatie van de stabiliteit. Welke spiergroepen zijn kwetsbaar en moeten bij grote inwerkende krachten in hun meest stabiele staat zijn, en dus als attractor een bijdrage leveren aan het grotere geheel? Hamstrings zijn hier uiteraard het meest voor de hand liggende voorbeeld van.

Vanuit de attractorbouwstenen op intramusculair niveau kunnen grotere clusters van samenwerkende spieren gemaakt worden. Bij wendbaarheid domineren per totaal-

patroon telkens andere clusters de kwaliteit van bewegen. Ze zijn zelfbeschermend, geschikt voor het transporteren van energie van het ene naar het andere deel van het lichaam en geschikt voor het opvangen van grote inwerkende krachten. Overigens kunnen die clusters nooit adequaat beschreven worden door gewrichtsstanden in kaart te brengen. Gewrichtsstanden zijn te concreet en zijn daardoor niet universeel genoeg voor open vaardigheden (*open skills*). De principes moeten meer abstract zijn, zoals bijvoorbeeld het principe van *joint coupling*, waarin het erom gaat hoe gewrichten zich relatief ten opzichte van elkaar gedragen. Per gewricht is er dan een zekere speelruimte voor de gewrichtsstand en ligt alleen de manier waarop gewrichtsstanden op elkaar afgestemd zijn vast.

De clusters van samenwerkende spieren zijn vervolgens weer onderdelen van grotere eenheden, die uiteindelijk worden samengevoegd tot contextuele patronen, oftewel totaalbewegingen in wendbaarheid: stop-and-go, sidestep, spin, bochtlopen, eenbenige sprong vanuit aanloop enzovoort. Clusters van samenwerkende spieren kunnen binnen zo'n contextuele totaalbeweging onderling antagonistisch zijn. Dit antagonistische hoort tot de meest interessante en meest limiterende aspecten van wendbaarheid en is in nogal wat sporten beslissend voor hoe atletisch iemand beweegt.

Voorbeelden van analyse: hoofdstuk 6

Met de vertaling van het theoretische kader naar de verschijningsvormen van wendbaarheid komt het beoordelen van de concrete uitvoering in beeld. Dat is het punt waarop 'wetenschap kunst wordt'. Een subjectieve, intuïtieve en op ervaring gebaseerde beoordeling van de kwaliteit van bewegen is onvermijdelijk. Waar zaken in eerdere stadia van de in dit boek gevolgde bewegingsanalyse al niet meer zwart-wit bleken, overheersen nu de grijswaarden. Aperte fouten (de passieve en actieve inefficiënte attractoren) zijn wel nog zwart-wit, maar vormen slechts een deel van de analyse. Bovendien zijn ze het eenvoudigst in kaart te brengen. Het beoordelen van de kwaliteit van de actieve efficiënte attractoren is het lastigst en bij een hoog niveau van presteren het meest interessant. Waar is het nastreven van verbetering nog de moeite waard en waar wordt het enkel een kwestie van toeters en bellen, die de totale prestatie niet of nauwelijks kunnen verbeteren? Het antwoord op dergelijke vragen is erg contextafhankelijk.

Met een boek als beelddrager waarin alleen fotoseries mogelijk zijn, is het erg moeilijk om foutenanalyses goed over te laten komen. Veel waardevolle en kwalitatief hoogwaardige informatie verdwijnt wanneer in plaats van waarnemen in de werkelijkheid video-opnames en beeldseries worden gebruikt voor de analyse. Daarom bevat dit boek maar een beperkt aantal beeldseries als voorbeeld, met name van tennisbewegingen omdat daar de context zo helder is dat er in de beeldseries nog voldoende informatie overblijft. De series zijn dan ook enkel een aanzet: een eerste introductie naar het leren kijken naar hoogintensief bewegen voor wie daar weinig ervaring mee

heeft. En voor wie die ervaring wel al heeft, bieden de series een opstapje naar het wat meer gestructureerd gebruiken van bestaande vaardigheden in het waarnemen.

Motorische leren en de context van wendbaarheid: hoofdstuk 7

In de eerste zes hoofdstukken is voortdurend de constraints-led approach gebruikt om de context te beschrijven waarin wendbaarheid zich afspeelt. Wat voor invloed heeft die context op de lange termijn op de kwaliteit van de wendbaarheid? Met andere woorden, wat is de rol van die context in het leerproces?

Wanneer de context een rijke leeromgeving is, kunnen we het best kiezen voor *'whole practice'*, het trainen in een wedstrijdsetting. Is de wedstrijdcontext minder geschikt voor het leren, dan is het nodig om wendbaarheid in aparte oefenstof te trainen, de zogenaamde *'part practice'*.

Centraal in het leerproces is de manier waarop sensoriek verwerkt wordt. Voor het lerende systeem is niet de kwantiteit, maar de kwaliteit van de sensoriek van belang. Meer sensorische informatie is daarom niet zomaar beter. Door de refferente proprioceptieve sensoriek (informatie uit het lichaam) en de omgevingssensoriek (informatie uit de context) te inventariseren en die naast de bekende mechanismen van leren te leggen (zoals de rol van resultaten en van variatie in het leren) kunnen we allerlei cultuursporten nalopen waarin wendbaarheid een rol speelt. Sommige sporten, bijvoorbeeld tennis, blijken dan van nature een rijke leeromgeving te hebben en andere sporten, bijvoorbeeld voetbal, niet. Vertaald naar de constraints-led approach betekent dit dat we regels kunnen opstellen voor de interactie tussen de constraints, om van daaruit een krachtige leeromgeving te creëren.

Niet-behandelde kennisgebieden

Logischerwijs zou de volgende stap in de uitwerking moeten zijn hoe wendbaarheid in de praktijk aangeleerd moet worden. Daarvoor moet echter een extra en erg uitgebreid wetenschapsgebied, dat van het motorische leren, worden geïntroduceerd en uitgewerkt. Om recht te kunnen doen aan wat er op dat gebied inmiddels in kaart is gebracht zou het boek beduidend dikker zijn geworden dan nodig is voor het uitwerken van de bewegingsanalyse. Er is voor gekozen om die verdere uitwerking niet in dit boek op te nemen, vooral ook omdat dat het belang van de bewegingsanalyse in het trainingsproces tekort zou doen. De bewegingsanalyse verdient een apart boek, enerzijds omdat het belang ervan in het trainingsproces enorm groot is en anderzijds omdat het doorgaans het verwaarloosde stiefkindje is in dat proces. Ook in rijke organisaties voor professionele sport worden er nog nauwelijks uitgewerkte en geïndividualiseerde bewegingsanalyses gemaakt.

Voor een uitwerking van motorisch leren en wendbaarheid, met daarin slimme methodieken waarin vormen van intrinsiek leren en het effectief verwerken van feed-

back een centrale rol spelen, kunt u de uitgebreide literatuur raadplegen die daarover voorhanden is. De vertaalslag naar de praktijk zult u dan waarschijnlijk grotendeels zelf moeten maken. Net als bij de bewegingsanalyse biedt de ondersteunende wetenschap nog weinig praktische handvatten.

In dit boek is de benadering van de bewegingsanalyse sterk georiënteerd op de werking van de anatomie en de motorische controle die daaruit voortkomt: de 'bio-kant' van de biomechanica. De klassieke en nog steeds gangbare benadering van de biomechanica met een nadruk op (externe) kinematica en kinetica komt in dit boek dan ook maar weinig aan de orde. Het kan zinvol zijn om elders extra informatie daarover te zoeken en te proberen die te verbinden met de inhoud van dit boek. Ook verdere ondersteuning vanuit kennisgebieden als anatomie van het bewegingsapparaat, neurofysiologie, perceptie-actiekoppeling enzovoort is bruikbaar voor dieper inzicht in de materie. Brede kennis moet zo handen en voeten geven aan een 'holistische' benadering van hoogintensief bewegen in sport.

De opbouw van de bewegingsanalyse in dit boek is zo uitgebreid, omdat de analyse van wendbaarheid daardoor als model kan dienen voor de beschrijving van de algemene principes van bewegingsanalyse. Het van klein naar groot samenvoegen van bouwstenen kan ook gebruikt worden voor de analyse van bijvoorbeeld het *pitchen* in honkbal, het *fast-bowling* in cricket, het hordenlopen enzovoort. Een opmerkelijk groot aantal van de bouwstenen zullen in die patronen identiek zijn aan de bouwstenen van wendbaarheid. Voor een beter inzicht in de materie is het daarom ook aan te raden om op zoek te gaan naar minder voor de hand liggende dwarsverbanden tussen allerlei bewegingspatronen. Vooral voetbaltrainers zouden zich in andere sporten moeten verdiepen, om zo beter begrip te krijgen van hun eigen sport. Hoogintensief bewegen zal dan verrassend eenvoudig gestructureerd blijken te zijn.

Wanneer we de analyse van hoogintensief bewegen eenmaal onder de knie hebben, kunnen we ons vervolgens gaan wagen aan matig en laagintensief bewegen. Die analyse is beduidend moeilijker, omdat de constraints bij lange na niet zo eenduidig zijn als bij hoogintensief bewegen. Daardoor worden er veel minder opties voor effectief bewegen uitgesloten dan bij hoogintensief bewegen. De wetenschap maakt het zichzelf dan ook erg lastig door voor onderzoek bijna altijd vormen van ingehouden bewegen te kiezen. Mogelijk ligt daar de oorzaak van de povere vertaling van de bevindingen naar de praktijk, die vervolgens weer tot gevolg heeft dat mensen die in de praktijk werken nogal weinig belangstelling hebben voor de inbreng van wetenschappers.

Ten slotte

In dit boek zijn ook tekstkaders, een begrippenlijst en een literatuurlijst opgenomen. De begrippenlijst en de kaders zijn bedoeld om, waar dit het lezen vergemakkelijkt, een aantal termen met korte omschrijvingen te verhelderen. Ze kunnen bovendien extra informatie bevatten die niet direct noodzakelijk is voor de basisuitleg. Die omschrij-

vingen zijn uiteraard niet uitputtend en het kan zinvol zijn elders verdere verdieping te zoeken.

Ook de literatuurlijst wil behulpzaam zijn, hoewel zo'n lijst tegenwoordig toch wel wat problematisch is. Een literatuurlijst op papier is inmiddels een nogal verouderde zoekmachine. Typ een term in een online (wetenschappelijke) zoekmachine en een veelvoud aan bronnen borrelen op, vele malen krachtiger dan wat in dit boek staat. De literatuurlijst pretendeert daarom niet om een goed overzicht te geven van wat er zoal door de wetenschap in kaart is gebracht. Ook pretendeert de lijst niet dat de inhoud van het boek volledig in de rug gedekt wordt door sluitende wetenschap. Veel in dit boek is speculatief. Het gaat voor de (wetenschappelijke) muziek uit. De 'wetenschappelijk fanfare' gaat voor wie in de praktijk wil werken veel te langzaam. Erger nog, er zijn forse hiaten in het repertoire. Wetenschappers koketteren met hippe termen als zelforganisatie en begrijpen blijkbaar niet goed dat zelfstabilisatie voorwaarde is voor die zelforganisatie. Zelfstabilisatie, bijvoorbeeld van spiercontracties, wordt nauwelijks onderzocht, in ieder geval te weinig om in de praktijk met de bestaande kennis te kunnen werken. Vrijwel alle aandacht gaat uit naar variabiliteit, de aanloop naar die stabiliteit.

Wie in de sportpraktijk strikt *evidence-based* wil werken, kan met hetgeen wetenschappelijk bewezen is nog niet eens een parttime baan vullen. Wie vandaag in de praktijk met iets goeds wil komen zal daarom zijn geluk moeten proberen met niet nog bewezen modellen en ervaringen met een succesvolle aanpak. Daarom kunt u wellicht het best de begrippenlijst en de literatuurlijst gecombineerd gebruiken bij de zoektocht naar dwarsverbanden tussen de wetenschap, de concepten in dit boek, *best practices* en de context waarin u werkt. Dwarsverbanden geven een beter idee over de werkelijkheid dan diepte in details. En impliciete kennis zal voorlopig een belangrijke factor blijven in praktisch handelen.