



zelf wordt tot verschillende disciplines gerekend. "Als er bewegingsprogramma's in het geding zijn, zegt men: dat is typisch psychologisch onderzoek. Kijkt men naar de activiteit van het zenuwstelsel dan zegt men: dat is neurofysiologisch onderzoek. En als je het hebt over botten, wrijving en massa dan is het biomechanisch onderzoek. Het waarnemen en het leren zijn kennelijk voorbehouden aan de psycholoog. Maar uiteraard kan een neurofysioloog ook iets over waarnemen zeggen."

Jongleren laat zich in vele fysische facetten beschrijven. Dat heeft Beek dan ook gedaan. Hij bezocht grote jongleurs in Nederland en Engeland, ook het opzienbarende duo dr. Hot & Neon, en maakte vele kilometers filmopnamen. Zijn 'acteurs' werkten met gemerkte ballen en plakkerijtjes op de handen. Die merktekens werden later gedigitaliseerd, zodat de films via de computer op een x/y-grafiek geprojecteerd konden worden. Door de gemerkte punten beeldje voor beeldje vast te leggen, maakte Beek een patroon zichtbaar waar hij wiskundige formules op kon loslaten. Op die manier kreeg hij een idee van de fysische grootheden die een rol spelen bij de beweging. "Je kunt dan eigenlijk terugwerken in het leerproces, omdat je een idee hebt waar het leerproces zich uiteindelijk, in die perfecte uitvoering, naar ontwikkelt. Dat mag aanleiding zijn voor enig optimisme over het begrijpen van zo'n leerproces."

Hij vroeg acht jongleurs met drie ballen en acht jongleurs met vijf bal-

len te jongleren. Elk van die jongleurs deed dat op drie verschillende snelheden. Het 'op cascademaniër' jongleren, waarbij de ballen zich in twee tegengestelde boogjes van hand naar hand verplaatsen, kwam Beek het meest geschikt voor. Kunstjes als die met de sigarendoosjes, waarbij het lijkt of de horizontale rij doosjes steeds korte tijd zweven, of het overgooien van brandende fakels achtte hij minder bruikbaar. "Een cascade is het meest gangbare jongleerpatroon. Het is ook het patroon waar je doorgaans mee begint. Dus als je later leerexperimenten wilt doen, is het handig om dat te bestuderen."

Jongleren is het best te definiëren als: meer objecten in de lucht houden dan je handen hebt. Twee objecten met één hand gooien is jongleren, twee objecten met twee handen eigenlijk niet. Acht objecten met zes handen wel. Het klinkt misschien triviaal maar het is essentieel in Beeks onderzoek. "Stel je voor dat je met één hand een bal jongleert, wat ik dus geen jongleren noem, dan kan je die bal net zo lang vasthouden als je wilt. Maar als je met één hand twee ballen jongleert, stelt dat bepaalde eisen aan het moment waarop je de volgende bal weer weggooit, mits je zegt: ik wil niet dat iemand op een moment in de tijd twee ballen in die ene hand houdt."

De definitie van jongleren maakt dat aan de taakuitvoering fysisch-mathematische eisen gesteld kunnen worden. Wie met twee handen drie ballen jongleert, houdt er rekening mee dat een bepaalde bal weg moet zijn, voordat een andere er aan komt. "Het betekent ook dat er noodzakelijkerwijs faseverschillen zijn en dat kan je dus heel mooi in kaart brengen. De eisen zijn stringent en hoe stringent ze precies zijn, was een vraag voor empirisch onderzoek. Als je denkt aan die sigarendoosjes dan is dat eigenlijk iets heel anders. Je kunt ze tussen twee handen een tijd lang vasthouden. Ik heb me toegelegd op het jongleren waarbij de taakbeperkingen zo stringent zijn dat ze mathematisch uitwerkbaar zijn geworden."

Vergeleken bij het oppakken van een potje tipp-ex, laat jongleren de uitvoerder nauwelijks vrij. En die

vrijheid neemt verder af naarmate meer voorwerpen worden gejongleerd ten opzichte van minder handen. Wie negen ballen jongleert, kan dat eigenlijk nog maar op één manier echt goed doen. Drie ballen bieden nog een zekere vrijheid, vandaar dat dat aantal vaak gebruikt wordt bij optredens. Je kunt variaties toepassen, een bal op je voet nemen of over je nek laten rollen. Met negen ballen, tien is overigens het wereldrecord, heeft de jongleur daar geen tijd voor.

Op de vraag hoe de jongleur het probleem van 'meer voorwerpen in de lucht houden dan je handen hebt' aanpakt, geeft *Juggling Dynamics* een duidelijk antwoord. Omdat de zwaartekracht een vast gegeven is, wordt het jongleren voorgesteld als een ruimtelijke klok. Jongleren is feitelijk het installeren en in stand houden van die klok. "En waarom is dat zo?", vraagt Beek. "Als je de bal steeds opgooit naar een vast punt in de ruimte, dus een vaste afstand tussen de hand die gooit en het hoogste punt van de bal, dan is de valtijd van het object – die ten eerste net zo groot is als de stijgtijd – steeds hetzelfde, omdat de zwaartekracht onveranderlijk is."

"Die vluchttijd van de bal was natuurlijk, wat we noemen, een vrijheidsgraad, omdat die niet bij voorbaat vastligt. Een jongleur kan de

Vroeger werd jongleren geassocieerd met spiritisme en magie

De veel gehoorde sportkreet 'hou je ogen op de bal' is onzinnig in het geval van jongleren.

vluchttijd min of meer vastleggen door steeds naar een bepaald punt in de ruimte te gooien, naar een vaste hoogte ten opzichte van de hand. Daarmee bevriest-ie als het ware een variabele. Jongleren is dan eigenlijk het introduceren van een ruimtelijke beperking. Die ballen moeten naar dat ene punt in de ruimte en daarmee wordt de zwaartekracht geëxploiteerd. De vluchttijd van alle ballen wordt hetzelfde. De jongleur kan zich dan verder concentreren op de ritmiek, op hoe lang hij de bal ei-