

Auteur(s): D. Kistemaker

Titel: Kinesiologica 6

Jaargang: 21

Jaartal: 2003

Nummer: 6

Oorspronkelijke paginanummers: 353 - 357

Deze online uitgave mag, onder duidelijke bronvermelding, vrij gebruikt worden voor (para-) medische, informatieve en educatieve doeleinden en ander niet-commercieel gebruik.

Zonder kosten te downloaden van: www.versus.nl



D. Kistemaker

Drs. Dinant Kistemaker, Bewegingstechnoloog, Bewegingswetenschapper, Faculteit der Bewegingswetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam

Niet goed uitkijkend, belandde de Baron von Münchhausen met paard en al in het drijfzand. Ver weg van de bewoonde wereld en verstoken van enig hulpmiddel, zoals touw, tak of mobiele telefoon (geen bereik?), was de Baron ten dode opgeschreven. Steeds verder weg zinkend, bedacht hij dat dit kon voorkomen door een kracht op hem te laten uitoefenen die naar boven was gericht. Slim als de baron was, begon hij onmiddellijk aan zijn eigen haren te trekken. Hierdoor stopte niet alleen het wegzakken, maar tot zijn eigen verbazing kon hij zelfs uit het drijfzand weggelopen! Ondanks dat de Baron von Münchhausen zijn woord gaf dat het echt gebeurd was, waren er mensen die hem niet geloofden. En u? Met een weegschaal kunt u de proef op de som nemen: ga op een weegschaal staan en trek hard omhoog aan uw eigen haren (paard is niet strikt noodzakelijk). De kans is erg gering dat de weegschaal hierdoor minder gewicht aangeeft. Maar hoe kunnen we dit uitleggen? Newton (alweer!) kon dat, ook zonder weegschaal. Nadat hij zijn drie wetten had geformuleerd voor puntmassa's (zie ook KinesiologicA, 2003, no. 2) bewees hij dat een lichaam of deellichaam een zwaartepunt heeft waarvoor de formule $F=m \cdot a$ geldt. Zo'n lichaam of deellichaam wordt een 'free body diagram' genoemd. Om zijn wetten te kunnen toepassen, mogen alléén die krachten worden meegenomen die er van buitenaf op werken: alleen *uitwendige* krachten kunnen een effect hebben op een (deel)lichaam. Of: een interne kracht kan nooit een uitwendig effect hebben. Het trekken aan de haren leidt tot een tegengestelde en even grote kracht van de haren op de hand. Deze twee krachten heffen elkaar op. Wanneer de krachten op het gehele lichaam van de Baron van Münchhausen worden beschreven, is de kracht die de hand op zijn hoofd uitoefent een interne kracht en deze kan daardoor nooit de Baron uit het drijfzand hebben geholpen.

Het maken van een wheelie

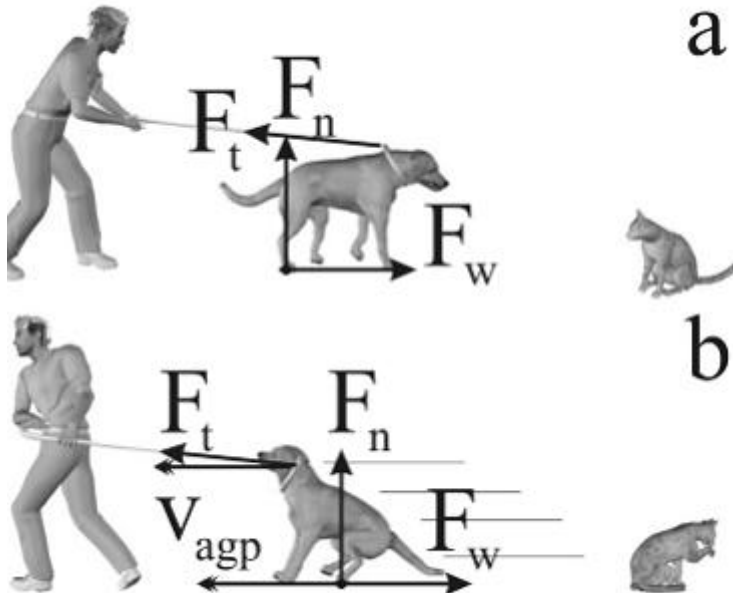
Het blijft elke keer verrassend te zien hoe handig mensen na verloop van tijd omgaan met allerlei mechanische hulpstukken. Dit geldt zeker ook voor rolstoelrijders. Het maken van een zogenaamde "wheelie", het balanceren op alleen de twee achterste grote wielen, is voor de meeste enigszins ervaren rolstoelrijders een fluitje van een cent. Echter, het is nog niet zo eenvoudig om te begrijpen hoe een wheelie nou gemaakt wordt. Twee vragen komen daarbij naar voren. Ten eerste, de kracht van de hand op de hoepel is (lijkt?) een inwendige kracht te zijn, hoe kan er dan ooit een uitwendig effect zijn? Ten tweede, kan een rolstoelrijder überhaupt door uitsluitend een kracht te leveren op de hoepel een wheelie maken, of *moet* (of *kan*) hij/zij iets anders doen?

De hond uitlaten: kracht en inspanning

In de vorige aflevering van KinesiologicA, werd een vraag gesteld over de *moeite* die het kost om een kracht te leveren. Dit werd geïllustreerd aan de hand van twee situaties omtrent de eeuwenoude strijd tussen hond en kat. In de eerste situatie wordt de hond alleen tegengehouden en in de tweede situatie werd de hond voortgesleept. In beide situaties is de benodigde kracht gelijk, maar de inspanning die het kost om deze kracht te leveren niet. Het blijkt echter dat de wetten van Newton kunnen worden ge-

bruikt om een maat te geven aan 'de moeite die het kost om een kracht te leveren': arbeid. Wanneer de *grootte* van een kracht niet afhangt van de positie, zoals hier het geval, dan is de arbeid die een kracht levert gelijk aan de grootte van de kracht maal de afgelegde weg van het aangrijpingspunt in de richting van de kracht. Voor het uitrekenen van de arbeid wanneer de kracht *wel* varieert met de positie moet deze geïntegreerd worden naar de positie van het aangrijpingspunt.

We gaan eens kijken naar de krachten die werken op de hond in de twee geschetste situaties. In figuur 1 a en b wordt respectievelijk het krachtenspel weergegeven bij het tegenhouden en het voortslepen van de hond.



Figuur 1a en b.

a) De kracht die de man moet leveren om de hond tegen te houden is gelijk aan de maximale wrijvingskracht tussen de potten van de hond en het wegdek. In deze statische situatie verplaatst de aangrijpingspunten van de krachten niet. Hierdoor leveren de krachten geen arbeid.

b) Ook bij het voortslepen van de hond met constante snelheid is de kracht gelijk aan de maximale wrijvingskracht. Echter, doordat het aangrijpingspunt van de wrijvingskracht nu wel een snelheid heeft, levert deze arbeid. Doordat de kracht arbeid levert, kost het voortslepen van de hond meer energie dan alleen het tegenhouden van de hond.

In het eerste statische geval beweegt de hond niet, wat inhoudt dat alle krachten die op de hond werken opgeteld gelijk moeten zijn aan nul. Ook kunnen we hieruit concluderen dat de aangrijpingspunten van alle krachten dus niet verplaatsen. De krachten die werken op de hond verrichten in deze situatie dus geen arbeid.

Wat gebeurt er wanneer de hond wordt voortgesleept over de grond? Ook bij het met een *constante snelheid* voortslepen van de hond, moeten alle krachten die werken op de hond opgeteld gelijk zijn aan nul. Immers, som van alle krachten is gelijk aan de massa maal versnelling (bij een constante snelheid is de versnelling nul). Echter, doordat de hond wordt voortgesleept over de grond, verplaatsen de aangrijpingspunten van de krachten en leveren de krachten dus arbeid.



Figuur 2.

Bij het maken van een wheelie balanceert een rolstoelrijder op de twee achterste grote wielen. Kan de rolstoelrijder alleen door het uitoefenen van een kracht op de hoepel in deze stand terecht komen?

De hoeveelheid arbeid die een kracht levert, is een maat voor de moeite, of energie, die het kost om deze op te wekken. Daarom is het voortslepen van de hond vermoeiender dan de hond alleen tegenhouden.