

Waarom de "energieoogstmachine" van di Wesselli niet werkt:  
een oefening in Separation of Concerns

Een perpetuum mobile is een machine waar men meer energie uit kan halen dan men erin stopt, en dat gedurende een onbeperkt lange tijd. De kunstenaar (of: kunstenaar?) di Wesselli beweert dat hij een perpetuum mobile heeft uitgevonden. Ter ondersteuning van zijn bewering voert hij drie dingen aan:

- een andere bewering, namelijk dat het volume van een soort "harmonica-vorm", wanneer onder water geplaatst, onder invloed van de waterdruk groter wordt;
- een proef ter ondersteuning van deze bewering;
- een schets van een op het onder-water gedrag van zijn harmonica-vormen gebaseerde machine, zonder begeleidend argument dat deze machine een energie-overschot kan produceren.

Het enige wat di Wesselli verder doet is zijn publiek uitdagen het tegendeel te bewijzen, omdat, zoals hij zelf zegt, hij niet in staat is aan te tonen dat zijn machine werkt.

Dat het tegendeel van zijn bewering niet onmiddellijk evident is komt door het rookgordijn dat hij met zijn harmonica-vormen weet op te trekken. Dit bestempelt hem in ieder geval tot een kunstenaar. Het feit dat hij er zelfs op deze technische hogeschool in slaagt zijn publiek in verwarring te brengen geeft hem misschien wel recht op de titel kunstenaar.

De gebruikelijke manier om het bestaan van een perpetuum mobile te ontkennen is een beroep doen op de wetten van

de thermodynamica. Omdat deze wetten betrekking hebben op processen waarin warmteuitwisseling een essentiële rol speelt is dit een wat zwaar geschut wanneer het in stelling gebracht wordt tegen een puur mechanische machine als die van di Wesselli. di Wesselli verwerpt het beroep op de thermodynamische wetten "omdat ze niet juist hoeven te zijn"; de werkelijke reden is waarschijnlijk dat hij ze niet begrijpt en dat hij, meer algemeen, niet begrijpt wat natuurkunde is. Wel is het zo dat het mogelijk moet zijn (en, zoals we zullen zien: is) een eenvoudiger weerlegging van zijn stelling te geven, dat wil zeggen: in louter mechanische termen.

Nu kan men natuurlijk ook de wetten van de mechanica verwerpen omdat ze niet juist hoeven te zijn. Wanneer men echter een zinvolle discussie over de energieproductie van deze of gene machine wenst te houden moet men zich realiseren dat deze discussie onmogelijk is zonder hanteerbare definitie van het begrip "energie". De mechanica biedt hiervoor de oudste en meest tastbare definitie. Een van de spelregels van de natuurkunde is dat de wetten van vandaag morgen ook nog gelden, niet omdat dit een van God gegeven regel is maar omdat het bedrijven van het spel anders zinloos is. In de mechanica nu kan men, uitgaande van elementaire wetten die de relaties tussen krachten op en bewegingen van voorwerpen beschrijven, de "wet van behoud van energie" afleiden. De wet van behoud van energie is niets meer en niets minder dan een invariante relatie tussen de grootheden (variabelen) van een fysisch systeem: zo'n relatie perkt het aantal

toestanden waarin zo'n systeem kan verkeren min of meer drastisch in. Alleen aan het bestaan van zo'n invariante relatie kan een abstract begrip zoals energie zijn bestaansrecht ontleen.

(Terzijde: men kan de natuurkunde nu kortweg karakteriseren als het spel dat bestaat uit het "verzinnen" van, liefst eenvoudigste, invarianten der natuur en het "verzinnen" van experimenten om deze invarianten te weerleggen).

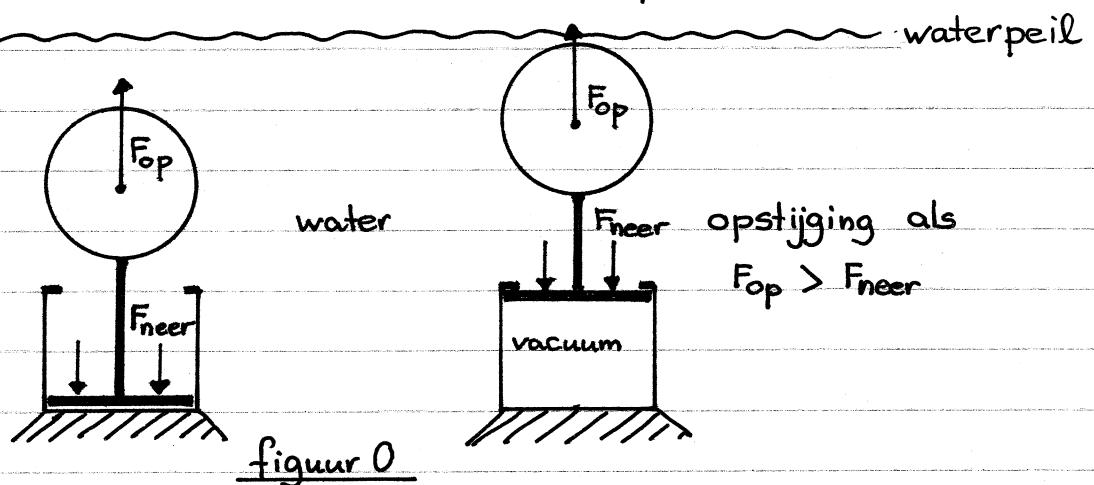
Beperken we ons nu tot de weerlegging van de stelling dat de energieoogstmachine een perpetuum mobile is. Op grond van het voorgaande zouden we kunnen volstaan ons op de wet van behoud van energie te beroepen: in het gunstigste geval (geen wrijvingsverliezen) blijft de machine eeuwig draaien maar zij produceert niets (net als een vliegwiel). Omdat echter, zoals we gezien hebben, de wet van behoud van energie in de mechanica een afgeleide wet is moet het ook zonder kunnen. Om ons in het vervolg tot de essentie te kunnen beperken, namelijk de op in water ondergedompelde voorwerpen door het water uitgeoefende krachten, veronderstellen we dat alle voorwerpen gewichtloos, massaloos en onsamendrukbaar zijn, tenzij anders aangegeven, en dat alle mechanismen verliesvrij zijn. Het water heeft uiteraard wel gewicht en we weten dan dat dit onze enige energiebron kan zijn: het water bevat potentiële energie als gevolg van de zwaartekracht.

Het sterkste en meest paradoxale deel van di Wesselli's verhaal is de proef met de aquariumbak. Hierin toont hij overtuigend aan dat een onder water gedompelde vorm

in volume toeneemt: het waterpeil in de bak stijgt. Het paradoxale bestaat hierin dat men zou verwachten dat het water arbeid moet verrichten, wat tot een lagere potentiële energie van het water en dus tot een lager waterpeil zou moeten leiden. De laatste "dus" in de vorige zin is echter misplaatst: het waterpeil is geen goede maat voor de potentiële energie. di Wesselli "verklaart" de proef door zich op de harmonica-vorm te beroepen; ook dit is onjuist. Wat is er nu wel aan de hand?

Ten eerste: bij een constante hoeveelheid water is de hoogte van het zwaartepunt (= de gemiddelde plaats van de watermassa) de juiste maat voor de potentiële energie.

Ten tweede: het is heel wel mogelijk door middel van het water een volumetoename te bewerkstelligen (zie figuur 0): als het volume van de bol maar groot genoeg is zal de opwaartse kracht op de bol het gewicht van de waterzuil op de zuiger overtreffen en zal de cylinder volume krijgen. Het opstijgen van de bol geeft dan een negatieve bijdrage aan de hoogte van het zwaartepunt van de watermassa maar deze wordt niet geheel gecompenseerd door de positieve bijdrage door het stijgen van de zuiger. Dit is de essentie van di Wesselli's proef.

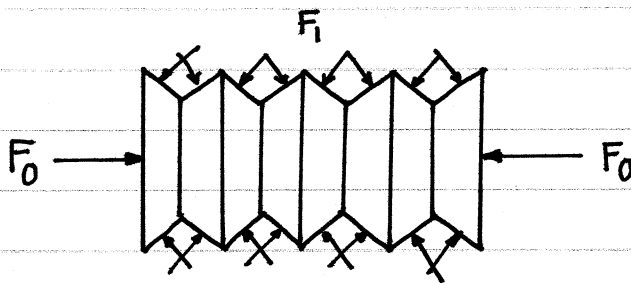


Ten derde: het volume van een flexibele ondergedompelde vorm kan tengevolge van drukverschillen, die de "bron" van de opwaartse kracht vormen, toenemen (zie boven).

De gemiddelde druk leidt echter altijd tot volumevermindering: de vorm "geeft mee" in de richting van de druk. In het geval van de harmonica vormen zijn er twee situaties mogelijk:

- onder invloed van de druk wordt de vorm "korter" en eventueel (afhankelijk van de constructie) "dikker".
- onder invloed van de druk wordt de vorm "langer" en (noodzakelijkerwijs) "dunner".

Welk van de twee situaties optreedt wordt bepaald door welk van de twee krachten "het wint": die op de uiteinden of die op de balg. (zie figuur 1). De geometrie van de vorm is hierbij van belang. Rekent men dit krachtenspel na dan blijkt dat precies die vormverandering optreedt die leidt tot volumeverkleining.



figuur 1

Ten vierde: uit het bovenstaande concluderen we dat de volumewinst van de balgen in di Wesselli's machine alleen toegeschreven kan worden aan de opwaartse kracht op die balgen. We laten het nu aan de geïnteresseerde lezer over om na te rekenen dat de energiewinst ten gevolge

van de grotere balgen in het ideale geval precies gelijk is aan de hoeveelheid arbeid die nodig is om die volumetoename te bewerkstelligen. Kortom: er blijft niets over en er valt niets te oogsten.

Op grond van het voorgaande en op grond van di Wesselli's belofte heb ik nu recht op een hoeveelheid van zijn arbeidstijd ter waarde van tien miljoen Belgische Franken. Omdat ik niet weet wat ik er mee zou moeten doen schenk ik hem die tijd terug met de opdracht, nu hij die tijd toch over heeft, eens een goed natuurkundeboek te bestuderen alvorens nieuwe machines te ontwerpen.

Of dit alles nu een groots opgezette 1 aprilgrap is weet ik niet. Gezien de hoeveelheid werk die hij erin heeft gestoken lijkt het alsof di Wesselli gelooft in wat hij doet; maakt Studium Generale hier misbruik van? Laten we daarom maar over gaan tot de orde van de dag: wij hebben ons pretje weer gehad.

27 maart 1985

ir. Rob Hoogerwoord

Onderafdeling der wiskunde en informatica  
Technische Hogeschool Eindhoven.