

## Energie en vitaliteit

Schouten, J.F.

Gepubliceerd: 01/01/1978

### *Document Version*

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

### **Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the author's version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

### *Citation for published version (APA):*

Schouten, J. F. (1978). Energie en vitaliteit. Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# ENERGIE EN VITALITEIT

PROF. DR. J.F. SCHOUTEN

# ENERGIE EN VITALITEIT

AFSCHEIDSCOLLEGE GEGEVEN OP 12 MEI 1978  
AAN DE TECHNISCHE HOGESCHOOL  
EINDHOVEN

DOOR  
PROF. DR. J.F. SCHOUTEN  
BUITENGEWOON HOGLERAAR IN DE PERCEPTIE- EN INFORMATIELEER

*Mijnheer de Rector Magnificus,  
Mijne Heren leden van het College van Bestuur,  
Dames en Heren medewerkers aan deze T.H.,  
Dames en Heren studenten,  
Dierbare magen en vrienden,  
Welkome toehoorders,*

Wanneer een bosbrand om zich heen grijpt, rept zich al het levende gedierte om het vege lijf te redden. Het geboomte en het gewas echter blijven vastgeworteld in de aarde op hun plaats en vallen ten prooi aan de verzengende vuurgloed.

Het dier kan zich ver-plaatsen. Náár voedsel en lavenis, náár metgezel, kroost en kudde en náár beschutting. Wèg van vijanden en van natuurgevaar. Het dier is de automobiel der natuur, de zelf-beweger. Ik zal hem een *biomobiel* noemen.

Vanmiddag wil ik U over enige eigenschappen vertellen van de mens als biomobiel.

Onverminderd alle mysteriën des levens is en blijft de biomobiel een aardse verschijning die als zodanig onderhorig is aan de wetten der natuurwetenschappen (in de zin van de wetenschappen der dode natuur). De eigen wetten der levenswetenschappen mogen daarmee niet strijdig zijn.

De biomobiel kan re-ageren op gebeurtenissen in de buitenwereld door middel van de perceptieve cyclus. Deze cyclus bestaat uit waarnemen, denken en handelen. Het waarnemen, met onze veelsoortige zintuigen, om ons een inzicht te verschaffen over de buitenwereld. Het denken, met onze hersenen, om na wikken en wegen tot een besluit te komen. Het handelen, met ons spierskeletstelsel, om, gestuurd door ons brein en ons zenuwstelsel, tot een zinvolle handeling te komen. Hetgeen weer leidt tot een waarneming, enzovoorts, enzovoorts. U kunt het aan Uzelf nagaan dat U deze cyclus vele duizenden malen per dag doorloopt, tot in de kleinste deelreacties toe.

In de evolutie van het dier en de mens heeft zich deze trits van functies: waarnemen, denken en handelen, te zamen en in vereniging ontwikkeld.

En zo scharrelen wij rond, altoos bedrijvig in onze dagelijkse beslommeringen.

Wat zijn onze bedrijvigheden?

In de eerste plaats het verrichten van lichamelijke arbeid zoals het sjouwen, sjourren en spitten. Bemeten naar lichamelijke belasting kan de mens per dag acht uur lang een vermogen opbrengen van ca. 75 Watt, net voldoende om via een omgebouwde trapnaaimachine zijn werkvlak te verlichten. Voor de bergbeklimmer, die zware lichamelijke arbeid als liefhebberij beoefent, betekent dit dat hij per dag acht uur lang ca. 400 meter per uur kan stijgen.

Als broodwinning in het zweet ons aanschijs is het met deze zware lichamelijke arbeid pover gesteld. De energieproductie per dag wordt 0.6 kwh, een energie die thans voor een paar stuivers door de gas- en elektriciteitsbedrijven wordt thuisbezorgd.

De mens, evenals het dier, kan zijn lichamelijke arbeid niet meer concurrerend op de arbeidsmarkt aanbieden.

De vervanging van deze arbeid door die van machines noemen wij, sinds de invoering van de stoommachine, de Eerste Industriële Revolutie.

Waar haalt de biomobiel de energie vandaan die zij voor haar bewegingen nodig heeft?

De wet van behoud van energie (de eerste hoofdwet der thermodynamica) stelt dat er geen *perpetuum mobile* bestaat. Dit betekent dat alle vormen van energie: de mechanische, de calorische, de elektrische enz. weliswaar in elkaar kunnen worden omgezet, maar tegen een onveranderlijke wisselkoers. Voor het verrichten van ons energetisch schimmetje zware arbeid van die 0.6 kwh per dag moeten wij het equivalent van ca. 3 kwh ofwel 2500 kcal per dag als voedsel tot ons nemen. Dit is ongeveer gelijk aan wat wij reeds nodig hebben voor de normale instandhouding van ons lichaam met inbegrip van kleine dagelijkse bewegingen. Met al onze inmiddels gecreëerde behoeften is echter het totale energieverbruik per westerling thans gestegen tot ongeveer het zestigvoudige van wat wij aan directe leeftocht nodig hebben.

Deze factor 60 karakteriseert onze huidige energiecrisis. Iedere westerling heeft als het ware 60 rustig werkende of 30 hard zwoegende machinale slaven, die voor zijn heil werken, in dienst.

Het bestaan van leven op onze aarde confronteert ons met de tweede, even machtige, hoofdwet der thermodynamica, die betrekking heeft op de entropie. Deze wet behelst, simpel gezegd, dat in een totaal fysisch systeem de gezamenlijke entropie alleen kan toenemen. Of, nog simpeler, dat het wereldgebeuren zich voltrekt in de richting van lage naar

hoge waarschijnlijkheid, van orde naar wanorde. Daarmee wordt dus de pijn des tijds in het wereldgebeuren geplaatst.

In 'What is Life?' stelde Schrödinger<sup>1)</sup> dat het levende wezen een stelsel van orde is en dat deze orde moet groeien resp. in stand moet worden gehouden. Dit betekent dat het wezen, door het nuttigen van voedsel, voor de orde die het tot zich neemt, in zijn omgeving een minstens even grote wanorde *moet* stichten. Dan en alleen dan wordt voor het totale systeem van levend wezen en omgeving voldaan aan de tweede hoofdwet en blijft het leven voor zekere tijd mogelijk. Aldus Schrödinger.

Ik zal in den vervolge orde en wanorde in overdrachtelijke zin bezigen. Teneinde echter aan de gramschap der thermodynamici te ontkomen wil ik wel uitdrukkelijk stellen dat deze beziging, in haar nadere formuleringen, nimmer strijdig mag zijn met de entropiewet.

Wanneer U vanavond een ons biefstuk eet, voelt U zich gesterkt. De koe staat hier ietwat anders tegenover. Dit luttele onsje vlees per dag betekent dat U per 2 jaar Uw eigen lichaamsgewicht aan vlees nuttigt en in een mensenleven 30 à 40 maal dit gewicht, nog afgezien van alle plantaardige voedsel.

U ziet dat in het leven, teneinde aan de wurggreep van de tweede hoofdwet te ontkomen, de ijzeren wet geldt: 'Eten of gegeten worden'. Ondanks deze, niet van tragiek ontblote, formulering heerst er in de ongestoorde levende natuur een redelijk biologisch evenwicht.

De westerse mens echter heeft, mede door die 60 machinale slaven van zoëven, de vroeger zo nuttige mestvaalt herschape in een mondiale latrine, te land, te water en in de lucht.

Ik keer terug tot de menselijke bedrijvigheden. Als mens mogen wij ons gelukkig prijzen dat de techniek ons, via de machines, de last van de zware lichamelijke slavenarbeid van de schouders heeft genomen.

Wij voelen ons geroepen tot edeler taken, waarin wij onze behendigheid, het vernuft van onze geest en de bewogenheid van onze ziel tot uitdrukking kunnen brengen.

Laten we de trits functies: waarnemen, denken en handelen wat nader in ogenschouw nemen. Het eerste wat ons opvalt is dat wij ons onze belevenissen kunnen *herinneren* en dat wij een eenmaal succesvol uitgevoerde handeling een volgende maal vlotter en doeltreffender kunnen uitvoeren. Daarbij leren wij op het te verwachten gebeuren in de buitenwereld te *anticiperen* en deze verwachting in onze reactie te betrekken. Hier begint ons *begrijpen* in de zin van het inpassen van het

nieuwe in het kader van de reeds verworven kennis en kunde. Al lerende vormen zich voorwaardelijke reflexen, *automatismen*, waardoor het bewuste brein wordt ontlast van duizenderlei repetitieve taken. Zo geschiedt het beluisteren en lezen van woorden grotendeels automatisch, waardoor het bewuste brein zich op de betekenis in het zinsverband kan toespitsen. Deze automatismen worden dikwijls op gang gebracht zonder een besluit van ons bewuste brein. Dat bemerkt dan eerst later wat er is gebeurd.

Wij zijn dus niet zulke bewuste wezens als wij zo graag menen. Wij zijn *halfautomaten*, waarin het bewustzijn de functie heeft van een opzichter, die waar nodig kan bijsturen, meestal door het inschakelen van een ander, wederom automatisch, programma.

Hoe zijn deze automatische programma's tot stand gekomen?

Door de persoonlijke cumulatieve ervaring van het individu binnen de omgeving waarin het is opgegroeid. Op de levensweg die wij betreden beklijft elke voetstap. Dit stempelt een ieder tot een uniek individu.

Ons subjectieve wereldbeeld van zinnig waarnemen, denken en handelen is dus van onze eigen persoonlijke makelij. Slechts in die vertrouwde wereld kennen wij ieder heggetje en steggetje en voelen wij ons thuis, zoals in de plaats waarin wij zijn opgegroeid. Wij willen niet alleen maar innoveren. Integendeel, voor de opbouw en de handhaving van het persoonlijke Ik en het collectieve Wij hebben wij de voortdurende bevestiging van het vertrouwde nodig. Onze gemoedsrust is dus een uitermate broze verworvenheid. Deze broosheid leidt tot geestelijke breuk bij onvoorziene rampen en bij ontheemding. Bij de hersenspoeling wordt van deze broosheid moedwillig gebruik gemaakt.

Naar onze lichamelijke verrichtingen zijn wij inderdaad de dartele biomobiel. Naar onze geestelijke verrichtingen geldt dit slechts zeer ten dele. Daar vertonen wij, vastgeworteld in onze gewoonten, vele aspecten van het plantenrijk.

Wat kunnen wij kwantitatief aan de weet komen over de mogelijkheden en beperkingen van ons geestelijk arbeidsvermogen, analoog aan het lichamenlijk arbeidsvermogen dat ik U reeds schetste?

Hoe groot is de perceptieve last die wij kunnen dragen?

Ik geef U twee elementaire voorbeelden uit het perceptieonderzoek.

Ten eerste, men vertoont een proefpersoon een hem onbekend getal en geeft hem de opdracht dit getal in één oogopslag te lezen. Dit blijkt te lukken voor een getal tot en met 6 cijfers. In de informatietheorie noemt men dit een informatie-inhoud van 20 bits. Wij kunnen dus tot 20 bits

per blik aan nieuwe visuele informatie in ons opnemen.

Ten tweede, wij beluisteren spraak. Iedere spraakklank of foneem levert ons ongeveer 1 bit aan nieuwe informatie op. Wij spreken in de omgangstaal met een snelheid van ongeveer 15 fonemen per seconde. Dit leidt ons tot de tweede vuistregel, die globaal ook voor het oog geldt, dat wij 15 bits per seconde aan nieuwe informatie in ons op kunnen nemen.

Analoog aan de 75 Watt lichamelijk arbeidsvermogen van de zwoegende sjouwer vinden wij dus voor het arbeidsvermogen van de perceptieve arbeider ca. 20 bits per blik en 15 bits per seconde.

Hoe *weinig* dit is ziet U in de telecommunicatietechniek. Daar heeft men voor de overdracht van spraak duizenden bits per seconde en voor die van het televisiebeeld miljoenen bits per seconde nodig. Blijkbaar kunnen oor en oog daar maar een zeer klein gedeelte van verzwelgen.

Hoe *veel* het is moge U duidelijk zijn uit het feit dat het correct lezen van dat getal van 6 cijfers betekent dat U na die ene oogopslag weet dat het vrijwel een miljoen getallen niet is en dat ene getal wel.

U bent misschien teleurgesteld dat ik U met zulk kruimelwerk als een paar hoeveelheden bits kom aandragen. Bedenk echter dat experimentele onderzoekers per definitie kruimelgaarden zijn, maar altoos in de hoop dat sommige kruimels bij nadere beschouwing zaadjes blijken te zijn waaruit vruchtdragend gewas kan voortkomen.

Laat ik U daar een voorbeeld van geven. In het vroege begin van het Instituut voor Perceptie Onderzoek stelden wij ons de vraag in hoeverre de mens, bij het verrichten van een perceptieve taak, wordt gestoord door het gelijktijdig uitvoeren van een neventaak. Bijvoorbeeld het beantwoorden van vragen terwijl ondertussen door het indrukken van knoppen op lichtjes moest worden gereageerd. Hoewel de storing enorm was bleven de resultaten kruimelwerk.

Totdat de heer Kalsbeek<sup>2)</sup>, bij ons te gast, de proef omdraaide. Hij koos een oog-handtaak als hoofdtaak en het reageren met één van twee pedalen op twee verschillende toontjes als storende neventaak. Bij toenemend tempo van deze neventaak werd het uitvoeren van elementaire montagehandelingen en berekeningen steeds moeilijker. Dit zou men nog in de kruimels der bits hebben kunnen iken. Maar nu komt het pikante. Bij toenemend tempo van de neventaak zakte de prestatie in het doorlopen van doelhoven van verschillende complexiteit tot die van een kind van 6 jaar. Het schrijven van een naar believen te kiezen tekst werd steeds minder coherent. Zelfs het opschrijven van het alfabet lukte



niet meer. Het handschrift werd toenemend slordiger en eindigde in warrige halen.

Dit experiment, dat zijn oorsprong vond in de vraag naar een perceptieve last, mondde uit in de ontdekking van een vorm van extreme mentale belasting, nota bene bewerkstelligd door iets zo eenvoudigs als het volgen van toontjes.

Wederom, hoe broos, hoe gemakkelijk te ontwrichten is het geestelijk kunnen van de mens, die zo gaarne prat gaat op zijn evenwichtig zelfbewustzijn.

De verrichtingen van ons brein zijn te interpreteren als een proces van ordening of, wat voor dat brein op hetzelfde neer komt, van verwarring. Dreigen wij bij onze beschouwingen over deze verrichtingen een fysische wet met voeten te treden? Het antwoord is ja.

Reeds in de kinetische gastheorie, die tot het entropiebegrip leidde, dook het probleem op wat er zou gebeuren als een minuscuul intelligent wezentje in het her en der vliegen der moleculen zou ingrijpen. Szilard <sup>3)</sup> loste deze paradox in 1929 op door te bewijzen dat iedere ja/nee-keuze van zulk een wezentje gepaard moet gaan met een energiedegradatie van ongeveer  $kT$ , een eenheids-energiepakketje uit de thermodynamica dat gelijk is aan een constante  $k$  maal de absolute temperatuur  $T$ .

Later, met het opbloeien van de informatietheorie, verscheen de paradox in ietwat andere kledij ten tonele. Deze kan als volgt worden geformuleerd. Een pagina van een krant stelt, als patroon in zwart en wit, een precies te bepalen hoeveelheid informatie voor. Hoe is het mogelijk dat deze informatie, via de drukpers, duizenden of miljoenen malen kan worden vermenigvuldigd?

Bestaat er in de wereld der informatieverwerking dan misschien wèl een perpetuum mobile, waardoor bits, eenheden van informatie, uit het niets kunnen worden gewonnen?

Het antwoord is neen. Voor iedere bit van het zwart-wit patroon van de krant moet een hoeveelheid energie worden gedissipeerd, lees in warmte omgezet, gelijk aan dat genoemde energiepakketje. De hiervoor in totaal benodigde hoeveelheid energie is echter zo klein dat zij bij het feitelijk energieverbruik van de huidige rotatiepers in het niet verzinkt.

Het gaat hier echter om het beginsel.

Evenzo kan in een telefooncentrale of in een rekenautomaat geen elementaire schakelhandeling worden verricht zonder de daarbij ver-eiste energiedissipatie.

Orde, zoals wij die in de informatieleer kennen, kan dus niet uit het niets worden geschapen maar moet bit voor bit zijn tol betalen aan de tweede hoofdwet der thermodynamica.

Shannon<sup>4</sup>), de grondlegger van de informatietheorie, formuleerde in 1948 de informatie-inhoud van een signaal. Hij beging de noodlottige denkfout deze inhoud de 'entropie' van het signaal te noemen.

Ieder informatieverwerkend systeem is, als materieel systeem, een thermodynamisch systeem. Orde en wanorde, in de zin van de informatietheorie, moeten in hun eigen recht worden gedefinieerd en aan fysische entropie worden gerelateerd. Zij mogen echter niet daarmee worden geïdentificeerd.

Het menselijk brein bevat in 1.3 liter ongeveer 30 miljard schakelcellen, neuronen geheten. Het wordt via de bloedsomloop gevoed met ca. 30 Watt, een vermogen dat net voldoende zou zijn voor het doen schijnen van een bedlampje. Per neuron dus het minieme vermogen van 1 nW, een miljardste Watt. Een subliem staaltje van biotechniek, waaraan de door mensen gewrochte techniek nog op geen stukken na kan tippen. Deze nanowatt blijkt ruimschoots voldoende te zijn om de genoemde tol voor de verrichtingen van het neuron te kunnen betalen.

Vele verrichtingen van de mens, in de wording van ons maatschappelijke en industriële bestel, zijn van eenvoudige aard, zoals bv. het optellen van getallen in de boekhouding, het spinnen, breien en weven in de textielindustrie en het verrichten van eenvoudige sorteer- en monteerwerkzaamheden. Deze eenvoudige perceptieve en mentale arbeid kan de mens niet meer concurrerend op de arbeidsmarkt aanbieden.

De vervanging van deze arbeid door die van automaten noemen wij de Tweede Industriële Revolutie.

De zonzijde hiervan is dat de mens door deze automatisering wordt ontlast van monotone, geestdodende taken. De schaduwzijde is dat wij ons bij deze omwentelingen met beklemming afvragen welke edeler taken van behendigheid, vernuft en bewogenheid er nog voor de mens overblijven.

Laat mij U, in het kader der menselijke perceptie, één omwenteling schetsen waarin wij allen op dit moment zijn betrokken. Dat is de omwenteling in ons perceptieve wereldbeeld.

Spreeken, schrijven en lezen zijn zo oud als onze cultuur. Door de kopieertechniek van de boekdruk, nu 5 eeuwen oud, werd de heffe des volks en het nageslacht deelachtig aan wat éénmaal was neergeschreven

of in beeld gebracht. Maar de moderne kopieer- en verbreidingstechnieken van woord, geluid en bewegend beeld, te weten: de telefoon, de grammofoon, de film, de radio en de televisie zijn slechts een eeuw oud of nog jonger.

Hoe beleeft het kind, in zijn ontwikkelingsgang, deze aloude respectievelijk zeer jonge communicatiemogelijkheden? De peuter geniet reeds van radio, grammofoon, film en televisie. De kleuter leert telefoneren. Pas het schoolgaande kind verwerft moeizaam de kunst van lezen en schrijven. Dit betekent dat ons brein veel directer ontvankelijk is voor beeld, klank en gesproken woord dan voor het geschreven of gedrukte woord.

Om één of andere reden vinden wij deze gedachte niet prettig. Maar vergeet niet hoe lang het duurde voordat deftige dagbladen, zoals de NRC en de Times, schrijvende voor een intelligent publiek, zich verwaardigden om zulke vulgaire zaken als illustraties in hun edities op te nemen.

De televisie geeft ons, genesteld in onze leunstoel, een frontlogeplaats voor het deelachtig worden aan het wereldgebeuren. Ongetwijfeld een onmetelijke verruiming van onze gezichtskring, appelerende aan onze natuurlijke nieuwsgierigheid. Dit is de jongste omwenteling in ons perceptieve wereldbeeld. Maar ik heb U gezegd dat wij geestelijk alleen in evenwicht blijven binnen een vertrouwde omgeving. Het burengerucht en de dorpsroddel leveren daarin van oudsher het weldadige peper en zout des levens.

Kan ons brein al die feiten en geruchten en roddels van de ganse wereld wel bevatten? Kunnen wij, met alle liefde en deernis die in ons is, wel waarlijk medeleven met alle vreugde en alle ellende die, vergaard in alle hoeken der aardbol, ons in onze huiskamer wordt voorgeschoteld?

Het antwoord is doodgewoon: neen.

De moderne massamedia, en daarin staat de televisie niet alleen, bewerkstelligen dus, naast een onbetwistbare geestelijke verruiming, ook een bedenkelijke geestelijke milieuvervuiling. Een verhitte der gemoederen aan welker verzengende invloed wij maar al te gemakkelijk ten prooi vallen.

Maar dat is nog niet het ergste. Het ergste komt wanneer wij denken aan onze behoefte tot handelen. Zijn wij namelijk lijfelijk aanwezig bij een calamiteit dan steken wij de armen uit de mouw en doen iets, al is het nog zo weinig. Maar in de huiskamer sluit het glazen venster ons van iedere doende deelachtigheid uit.

Hoe wij, na deze omwenteling, weer tot een geestelijk evenwicht kunnen komen is een open vraag. Gezien de inherente menselijke behoefte aan waarnemen, denken en handelen is het echter interessant op te merken, dat het aanrollende elektronische reken- en denktuig ons wél een uitlaat voor onze behoefte tot handelen belooft te verschaffen.

Vele toekomstbeschouwingen houden zich bezig met de verwachte mogelijkheden in de wereld en met de talloze gevaren waardoor deze worden bedreigd. Naar mijn smaak wordt hierin nogal eens een te zware nadruk gelegd op de materiële aspecten, zodat de rol van de toekomstige mens onvoldoende tot haar recht komt.

De wereldgeschiedenis immers is, ongeacht alle uitwendige omstandigheden, geschreven door mensen die iets konden, iets wisten, iets wilden of iets deden. Ten goede of ten kwade, maar hoe dan ook gedreven door wat zij beleefden als een geloof, een hoop, een liefde.

Een soort *geestelijke energie* die, naar ik U niet hoef aan te praten, van gans andere aard is dan de fysische energie die wij in noeste lichamelijke arbeid kunnen leveren. Wij zouden die geestelijke energie zo graag willen definiëren en haar veelsoortige aspecten in een logisch passend systeem willen ordenen.

Wij kijken dan met overholten bewondering naar de fysici die begripen zoals energie, vermogen en kracht, massa en gewicht zo prachtig hebben uiteengelegd en in een onderling samenhangend geheel hebben gedefinieerd. Een meesterwerk van scherpzinnig wetenschappelijk denken. En thans zo eenvoudig dat het tot verteerbare kost voor de middelbare scholier is geworden.

Maar – de wordingsgang van dit meesterwerk was warrig en troebel. Eeuwenlang zocht men naar de verwezenlijking van het perpetuum mobile. Tegen het midden van de vorige eeuw spraken twee onbekende Duitse jongelui, toen scheepsarts en escadronschirurg, onafhankelijk van elkaar, de onmogelijkheid van het 'eeuwig bewegende' uit, door een wet te postuleren die wij thans de wet van behoud van energie noemen. Beiden kwamen tot de conceptie van hun wet naar aanleiding van een medisch-fysische waarneming. Beide artikelen werden door Pogendorff geweigerd voor publicatie in diens Annalen. Deze jongelui waren Robert Mayer<sup>5</sup>) en Hermann Helmholtz<sup>6</sup>), beiden inmiddels tot de staat des aanziens verheven, mede door het verlenen van het predicaat 'von'.

Zij spraken echter niet over energie, maar over kracht. De begripsverwarring was enorm, totdat in 1853 het reeds veel eerder voorgestelde begrip energie werd ingevoerd. Terugblikkende vraagt men zich af hoe een dergelijke vertroebeling des geestes mogelijk is geweest.

Misschien geeft de derde jongeman die ik in dit drama ten tonele wil voeren, een zekere Max Planck, hiervoor in 1887 een aanduiding. In antwoord op een prijsvraag betoogt hij dat wij ons door veelvuldige oefening aan het nog te weinig gebruikte begrip energie zullen moeten wennen. Maar, zegt hij, kracht heeft tóch een voordeel: 'Der Umstand, dass wir einen Sinn besitzen, den Muskelsinn', waardoor wij deze onmiddellijk kunnen ervaren, 'während uns ein Energiesinn ganz und gar abgeht'. Een hoogst interessante opmerking over het perceptieve element bij het betitelen van fysieke grootheden.

Maar nog in deze eeuw werd de levende kracht en het arbeidsvermogen gedoopt voor wat wij nu energie noemen. Een verwarring die, om het in elektrische eenheden uit te drukken, even noodlottig is als het verhaspelen van volt, watt en kilowattuur.

De lering die wij uit deze dramatische geschiedenis mogen trekken is dat, hoe vaag en hoe warrig onze begrippen over de geestelijke vermogens van de mens thans ook mogen zijn, wij niet mogen afdalen te pogen daar een orde in aan te brengen.

De lering is ook, dat wij bij de keuze van onze begrippen, zoals bijvoorbeeld die 'geestelijke energie', uitermate zorgvuldig te werk moeten gaan.

Het is met dat begrip nóg vreemder gelopen dan ik U reeds heb geschetst.

Het woord energie komt van het Griekse *energeia*, een woord dat door Aristoteles werd gebezigd voor het werkzame, het in werking zijnde, in aansluiting bij het actieve en in tegenstelling tot het potentiële, dit alles in betrekking tot het levende.

Via het Latijn belandde dit woord in de westeuropese omgangstalen, getuige de uitdrukking: 'Een schriel mannetje, maar bruisend van energie'.

Maar dan is die energie, naar oorsprong en naar eeuwenoud taalgebruik eigenlijk òns begrip, dat wij nu, ten gebruike in de wetenschappen des levens, zo graag een verdere diepgang zouden willen verlenen! Edoch inmiddels hebben de fysici het in gebruik genomen voor hun handel in calorieën, wattseconden en wat dies meer zij. Zij hebben òns oerpand, villa 'Energeia', gekraakt en we krijgen ze er van zijn leven niet meer uit!

De nuchterheid des levens gebiedt ons echter om te erkennen dat, wanneer wij, te elfder ure, 'geestelijke energie' als wetenschappelijke term willen invoeren, wij er ironischer wijze van kunnen worden beticht het nu in zwang zijnde begrip energie oneigenlijk te gebruiken!

Dan moeten wij liever een eigen woord invoeren, zoals bijvoorbeeld *vitaliteit*. Dit past, naar oorsprong en taalgebruik, uitstekend in onze kraam des levens. Wellicht kunnen wij door veelvuldig gebruik aan deze term wennen en aan het begrip die verdere diepgang verlenen.

Ik sprak tot U over de mens als individu, als organisme, produkt van miljoenen jaren natuurlijke evolutie. De trits waarnemen, denken en handelen geldt vrijwel precies eender voor een organisatie van mensen. Wat is een organisatie? Een menselijke poging om in weinige eeuwen of decennia één hele trede te stijgen op de ladder der natuurlijke evolutie. Geen wonder dat die zelf geknutselde trede het bij herhaling begeeft.

Wij leven in een tijd van kentering. Dat deden trouwens al onze voorouders ook. Onze kentering bestaat daarin dat een tijdperk van technocratie, van aanbidding van het kalf der materiële techniek, ten einde neigt. Wij vragen ons met klem af waar het met de mens en de samenleving naar toe moet gaan en hoe wij al ons technische gerei en gerij dienstbaar kunnen maken aan onze menselijke noden, in stede van er de slaaf van te zijn.

Wij herontdekken de diepe wijsheid van het gezegde van Protagoras van Abdera: 'De mens is de maat van alle dingen; van wat is dát het is en van wat niet is dát het niet is'.

Maar wie is dan die mens en wat is zijn maat? Wat zijn al die aspecten van die vitaliteit van de mens en zijn samenleving? Welke richten ons in verdeeldheid te gronde en welke verheffen ons tot saamhorigheid?

Tot slot onze dierbare T.H.

Wij leiden jongelui op door hun het gereedschap te geven en te leren gebruiken om vele tientallen jaren een nuttige en inspirerende taak in hun samenleving te vervullen.

Maar wat wordt die taak? Met de kentering van het technisch getij weten wij dat minder dan ooit. Hoe moet een Technische Hogeschool dan de bakens verzetten?

*Niet* door het invoeren van steeds nieuwe studiediploma's en *niet* door het verplicht stellen van weer nieuwe colleges, alles onder het mom dat dit maatschappelijk zo relevant zou zijn. Laat een bruisend studentenleven en een actief Studium Generale ieder een vrijblijvende bijdrage tot

de vorming van de student leveren. En laten de docenten hun leerspijs zelf met enige vorming garneren.

Aan het einde gekomen van mijn academische loopbaan maak ik op deze plaats met dankbaarheid gewag van de vele belangrijke maar uitermate oninteressante colleges en practica waar ik heb gespijbeld.

Maar – ik heb het geluk gehad met een voortvarende leermeester te mogen samenwerken. Een leermeester die mijn ogen opende voor de betekenis van de fysica buiten de fysica zelve. Daarin ligt de angel van ons probleem.

Als T.H. kunnen wij niet beter doen dan studenten op te leiden in een speciaal vak tot een kundig specialist. Maar wat voor specialist?

Ten eerste de specialist die meer kan bogen op een verworven methodiek van de aanpak van problemen dan op een arsenaal van kennis dat in de praktijk toch altijd ontoereikend is.

Ten tweede de specialist die niet is opgevoed in de hovaardij dat dit toevallige specialisme alleenzaligmakend zou zijn, maar die zich heeft leren verstaan met anders gearde specialisten.

De specialist dus, die zijn toekomst niet bespiedt door het enge gezichtsveld van zijn bul als verrekijker, maar die als mens de vermetelheid en het vertrouwen heeft verworven dat hij zich, als grondig specialist op één gebied, op talloze andere gebieden waar zal weten te maken.

Dit slaat terug op een T.H. bij de keuze van haar docenten. Het gaat er niet alleen om of een geleerde zelf zo knap is in zijn wetenschap of zijn techniek. Het gaat er ook om of hij de persoonlijke gave heeft zijn studenten toenemend te inspireren voor het eenmaal gekozen vak. Ten dele door welhaast onvermijdelijk kathedersonderwijs, maar bovenal door hen te laten meevechten in de vuurlinie van het moderne technisch wetenschappelijke onderzoek.

Het gaat er tenslotte om of de te verkiezen docent als mens blijk heeft gegeven met anderen, binnen en buiten het erf van zijn specialisme, vruchtbaar te kunnen samenwerken.

Die horizontale samenwerking, volgende trede op de ladder van de evolutie ener T.H. (zoals van iedere andere organisatie), is en blijft een moeilijke zaak. De mens denkt organisatorisch zo gemakkelijk verticaal: luisteren naar boven en roepen naar beneden, of andersom. En maar al te gemakkelijk houdt hij zich, bij gebrek aan beter, onledig met het uitgraven van het putje van zijn eigen specialisme.

Wij moeten er naartoe groeien dat de mens ook in horizontale richting

leert waar te nemen en, in eendracht met anderen, te besluiten en te handelen. Of men dit een projectorganisatie of een matrixorganisatie noemt is hier om het even. Het komt er op neer dat een organisatie een kleed moet zijn, waarbij de weefspoel de horizontale inslagdraden samenbindend door de verticale scheringdraden heeft geschoten.

In dit licht bezien wordt het achteraf begrijpelijk waarom multidisciplinaire activiteiten zo moeilijk zijn te verwezenlijken.

Het Instituut voor Perceptie Onderzoek had tenminste een eigen statuut, maar de horizontale verweving, zowel binnen het laboratorium als met de betrokken organisaties, was en is het kernprobleem.

Aan de biomedische techniek binnen onze T.H. ontbrak elk statuut. Deze activiteiten ontstonden van meet af aan spontaan in vrijwel alle afdelingen. Medewerkers en studenten voelden zich geïnspireerd om hun technische en wetenschappelijke vaardigheden dienstbaar te maken aan het onderzoek op het gebied van de mens en de samenleving. De horizontale verweving van de afdelingen mislukte echter keer op keer. Toch groeiden de biomedische activiteiten tegen de verdrukking in. Dit zelfde proces voltrok zich trouwens reeds eerder in Delft en later in Twente.

Toen kwam de revolutie in het universitaire bestel en verscheen in 1970 de WUB: de Wet Universitaire Bestuurs Hervorming.

De vanouds bestaande verticale repenstructuur werd geaccentueerd door de reeds getwijnde draden der afdelingen op te splitsen naar vezels van vakgroepen. In horizontale richting werd vrijwel niets geboden of verboden. Het terrein lag braak voor eendrachtig samenspel maar ont-aardde ook niet zelden in een ideaal speelterrein voor het uithalen van katekwaad. En welk kind van 6 tot 60 zou het katekwaad nalaten wanneer de meester niet mag berispen?

Wie mij bestraffend voorhoudt dat de WUB in artikel 18 voorziet in de mogelijkheid van een werkgroep, antwoord ik dat dit textieltechnisch niet meer inhoudt dan een oprijgje.

Gelukkig heeft onze T.H. als eerste, en tot dusver enige, universitaire instelling in haar bestuursreglement de mogelijkheid geopend tot het instellen van beleidscommissies.

Drie jaar geleden werd de Beleidscommissie Biomedische en Gezondheidstechniek ingesteld. Inmiddels mogen wij met vreugde vaststellen dat, met een dergelijke horizontale instantie, ingebed in een vaardige T.H.-organisatie, het mogelijk is onderling vertrouwen aan te



kweken en tot samenwerking te inspireren. Zelfs wanneer men niet beschikt over een formele macht of over een grote eigen beurs.

Weet U waarom het met die WUB zo vreemd is gelopen? De pasgeboren baby Universitas lag vredig in zijn WUB: de Wieg van de Universitaire Baby. Toen kwamen naar aloud gebruik de feeën met goede wensen en nuttige geschenken.

De eerste fee rolde een prachtig weefgetouw naar binnen. 'Weef hierop het mooie kleed van je Universitas', zei zij.

De tweede fee torste een enorme haspel en bespande het getouw vliegensvlug met verticale scheringdraden. 'Nu kun je bijna aan de gang,' zei zij.

De derde fee droeg een trapje. 'Daarmee kunnen de hoogleraren van hun voetstuk afdalen,' glimlachte zij.

De vierde fee schonk een bazuin. 'Die is voor de inspraak', zei zij. 'Maar', voegde zij er schalks aan toe, 'toeter liever naar boven dan naar beneden, anders krijg je last, mijn liefje'.

Toen viel er een pijnlijke stilte want de vijfde fee, die altijd het meest waardevolle geschenk wist te verzinnen, was niet komen opdagen. Deze fee had als cadeau een weefspoel, onmisbaar voor het weven van een hecht kleed. Men was echter vergeten haar uit te nodigen. Zij was niet boos, daar was ze te lief voor, maar zij wilde wel een grapje uithalen. Zij leende een bezem bij haar buurvrouw de heks en vloog daarop, lustig zwaaiende met de weefspoel, door het open raam de babykamer binnen, 'Deze weefspoel is voor de volgende baby!' riep zij vrolijk en... verdween door het andere open raam naar buiten.

Alle feeën schreiden, ook de baby.

Maar – er was nog een zesde fee. Die was al met emeritaat en nam geen actief deel meer in zulke festiviteiten. Zij begreep echter dat er iets heel erg mis was. Zij opende haar reticuiltje en toverde daaruit een naald en een vlossig draadje te voorschijn. Goeiig zei zij: 'misschien kun je dit gebruiken voor dat oprigje'.

En wat is nu de moraal van dit verhaal? Dat wij moeten wachten op die tweede WUB en haar weefspoel?

Natuurlijk niet. Maar al te gemakkelijk werpt de mens de blaam van zijn mislukkingen op een ander. Op de lacunes in de WUB, op de personele en materiële noden, op de onwil van de ene en de betutteling door de andere. Dat is alles uitermate belangrijk voor de problemen van

vandaag of morgen.

Maar het is te enen male oninteressant wanneer wij beseffen dat wij er zijn om jonge mensen uitzicht te geven op een verre toekomst. Dan zullen wij, met alle vitaliteit die in ons is, moeten bepalen wat wij, ondanks alle harde feiten, waarlijk geloven en willen, om daaruit onversaagd een verstrekkende koers uit te zetten en die te bezeilen.

Ik heb gezegd,

en noteer tot besluit:

Ik ben velen, waaronder mijn zoons, dankbaar voor diepgaande discussies en welkome suggesties rondom thema's van dit afscheidscollege, zonder hen echter met enige verantwoordelijkheid te willen belasten voor de door mij gemaakte gevolgtrekkingen.

### Literatuurverwijzingen

1. *E. Schrödinger (1944)* 'What is Life?', Cambridge University Press, London.
2. *J.F. Schouten, J.W.H. Kalsbeek en F.F. Leopold (1962)* 'On the Evaluation of Perceptual and Mental Load', *Ergonomics* 5, 251.
3. *L. Szilard (1929)* 'Ueber die Entropieverminderung in einem Thermodynamischen System bei Eingriffen Intelligenter Wesen', *Z. Physik*, 53, 840.
4. *C.E. Shannon and W. Weaver (1948)* 'The Mathematical Theory of Communication', *Bell System Techn. J.*, 27, 379.
5. *J. Robert Mayer (1842)* 'Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur', *Natur. Ann. d. Chemie und Pharmacie*, 42, 233.
6. *Hermann Helmholtz (1847)* 'Ueber die Erhaltung der Kraft', Reimer, Berlin.
7. *Max Planck (1887)* 'Das Prinzip der Erhaltung der Energie', Teubner, Berlin.