

# De wetten van de thermodynamica

Wat energie precies is, weten wij eigenlijk niet. Maar iedereen heeft er wel een beeld bij: een draaiende machine, een voorbijrazende auto, een tractor op het land, een brandende kachel, een paard voor een wagen, een sprintende wielrenner of zelfs een stukje druivesuiker tegen de moeheid. Wat ons in energie interesseert is de arbeid die wij ermee kunnen verrichten of de warmte die wij ermee kunnen produceren. Onze huidige maatschappij bestaat immers bij de gratie van een toenemend gebruik van energie.

Jan de Boer

## Energiebehoefte

Wij eten en drinken om ons warm te kunnen houden, onze spieren te kunnen bewegen en om onze vitale stoffen aan te vullen. In voedsel zit energie die omgezet wordt in warmte, in spierbewegingen en in zogenaamde chemische energie voor de vorming van bouwstoffen zoals eiwitten. Voor hun dagelijks bestaan hebben alle levende wezens een regelmatige toevoer van energie nodig. Die energie is uiteindelijk afkomstig van de zon, maar kan pas na enkele omzettingen aan de directe behoefte van die levende wezens voldoen. De energiebehoefte van de mens, die via het dagelijkse voedsel gestild wordt, valt in het niet bij de dagelijks gebruikte energie - vooral in de vorm van fossiele brandstoffen zoals steenkool, aardolie en aardgas - voor verwarming, produktie van goederen, transport en verlichting. Energie gebruiken is niets anders dan energie degraderen van hoge naar lage kwaliteit, dan energie over laten gaan in warmte.

## Omzetting van energie

De energiehuishouding van de plant biedt hiervan een goed voorbeeld. Zonlicht wordt in de plant opgeslagen en omgezet in chemische energie. Wij eten de plant, gaan lopen of fietsen, waarbij wij chemische energie in mechanische omzetten. Zetten wij de fiets-

dynamo aan, dan zetten we de mechanische energie weer een beetje om in elektrische energie en bij het remmen zetten wij die mechanische energie om in thermische energie: warmte die je voelt aan de temperatuur van de remblokken en aan het deel van de band dat wrijving maakt met het wegdek. Bij al die omzettingen is er sprake van enig verlies in de vorm van vrije warmte. Met deze energie die verloren gaat, is niets meer te doen. In ons productieproces, bij het produceren van warmte voor verwarming en verlichting, en in het transport gaat zo heel veel energie verloren.

## Wetten van de thermodynamica

Dat brengt ons bij de twee hoofdwetten van de thermodynamica, de leer van de warmtebewegingen. Deze wetmatigheden werden ontdekt tijdens de industriële revolutie in het begin van de vorige eeuw. Geen wonder, want met de industriële revolutie werd energie, warmte, steeds belangrijker. Eigenlijk zou je dan ook beter van de revolutie van de brandstof kunnen spreken. De eerste wet verwoordt het principe van het behoud van energie. Dat betekent tevens dat wij geen energie kunnen maken, alleen omzetten. In de industrie zetten wij bijvoorbeeld fossiele brandstoffen om in elektrische energie, die wij weer omzetten in mechanische energie

voor het laten draaien van machines. De tweede wet van de thermodynamica leert ons, dat het niet zo zeer aankomt op de hoeveelheid energie in het universum als wel op de beschikbaarheid, de kwaliteit ervan. Ontdekt werd dat arbeid alleen kan worden verricht door de overdracht van warmte tussen verschillende temperaturen, van hoge naar lage temperaturen. Er is dus altijd verlies van energie in de vorm van ongebruikte warmte. Hoe meer omzettingen er nodig zijn en hoe groter het verschil tussen temperaturen bij de overdracht van warmte, hoe omvangrijker het verlies van energie, van warmte.

## Evenwicht van de biosfeer bedreigd

Waarom wordt de aarde eigenlijk niet steeds warmer? Iedere dag weer zendt de zon enorme hoeveelheden energie naar onze planeet zonder dat die in de loop der eeuwen noemenswaard in temperatuur is veranderd. Het antwoord is niet moeilijk te geven. Driekwart van de invallende zonne-energie wordt vrijwel direct weer teruggestraald, ongeveer een kwart blijft een paar dagen tot soms zelfs vele weken op aarde rondzwerfen in waterdamp, wind en wolken en slechts een fractie - ongeveer 0,002 % - wordt, eenmaal opgevangen door planteblederen, vastgehouden vóórdat het weer als warmte wordt uitge-



Foto Ton Broekhuis

straald. Bij fossiele brandstoffen wordt die zonne-energie miljoenen jaren vastgehouden. Juist al die opgespaarde oeroude zonne-energie wordt in onze samenleving door gaskachels, energiecentrales, auto's, schepen, vliegtuigen, en bij het produceren van goederen, van wasmachines en computers tot kunstmest toe, in een verschrikkelijk hoog tempo vrijgemaakt. De biosfeer raakt daarvan uit haar evenwicht en weet gewoon geen raad met de concentratie van warmte en verbrandingsprodukten als broeikasgassen. Daardoor is er nu sprake van een begin van catastrofale klimaatsveranderingen: een stijging van de zeespiegel, perioden van grote droogte en hevige regens met zware stormen in bepaalde gebieden op aarde. De natuur kan deze veranderingen niet zo snel volgen en dus wordt de kans steeds groter op misoogsten en hongersnood. En door het stijgende zeewater dat talloze dichtbebouwde en dichtbevolkte kustvlakten onder water zal zetten, zullen grote groepen mensen op drift raken: een moderne volksverhuizing. De gevolgen voor onze samenleving zullen desastreus zijn als wij die beide hoofdwetten van de thermodynamica niet eindelijk serieus nemen.

#### **Zonne-energie**

Het gebruiken van de zonne-energie die nu op ons huis valt, verstoort in tegenstelling tot de oude, in fossiele brandstof opgeslagen

zonne-energie het bestaande evenwicht vrijwel niet en vertoont grote overeenkomst met wat de natuur doet: het slim opvangen van zonnestraling om haar pas enkele dagen of maanden later weer af te staan aan het heelal, nadat zij wel eerst ons huis en douchewater via de zonnecollector heeft verwarmd. Duurzaam bouwen is dus van overlevingsbelang. Wij kunnen die lijn doortrekken naar de landbouw, die zich heeft ontwikkeld van een agrarische, gedecentraliseerde zonne-economie naar een meer gecentraliseerde brandstofeconomie gebaseerd op fossiele brandstof. Uit overlevingsbelang geldt ook hier waar maar enigszins mogelijk - de noodzaak van het terugkeren naar een gedecentraliseerde zonne-economie met aanvullend windenergie. Een waar mogelijk terug naar het gemengd bedrijf voor een aan het betreffende klimaat en aan de betreffende grond aangepaste agrarische produktie met een daaraan aangepast consumptiepatroon. Elk land, elke regio voor zover mogelijk zijn eigen basisvoedselproduktie biedt daarnaast ook meer werkgelegenheid en een redelijke bestaansvoorziening in de niet ondenkbare noodsituatie veroorzaakt door een wereldwijde energiecrisis waarbij ook het transport uitvalt. Laat de GATT geen GATTASTROFE worden!

#### **Energie-efficiency**

Wanneer wij de wetten van de thermodyna-

mica serieus willen nemen en daarmee de levensvoorwaarden voor toekomstige generaties positief willen beïnvloeden, en tegelijkertijd beseffen dat consumptie slechts een middel is om tot menselijk welzijn te komen, dan ontkomen wij er niet aan om op een beperkte aarde een maximum aan welzijn proberen te bereiken met een minimum aan arbeid en consumptie. Energie-efficiency zal een eerste prioriteit moeten worden, gestimuleerd door zeer hoge energieprijzen voor het gebruik van fossiele brandstoffen door klein- en grootverbruikers, en door toepassing van duurzame energiestromen als zonne- en windenergie en aardwarmte.

#### **Kritiek punt**

De beschavingsgeschiedenis van de mensheid is een geschiedenis van macroparasitair gedrag, ook in haar relatie tot andere levensvormen. Vanaf het moment dat de technologische en culturele ontwikkeling van de mens deze in staat stelde invloed uit te oefenen op de traag verlopende biologische evolutieprocessen, heeft de mensheid het evenwicht in de natuur op dezelfde manier verstoord als de ziekte het natuurlijk evenwicht binnen het menselijk lichaam. Lange termijn-belang moet nu prevaleren boven het eigenbelang van individu, bedrijf en nationale staat. Wij hebben het voor onze samenleving kritieke punt bereikt en moeten beseffen dat de aarde geen nooduitgang heeft!**Nb**