

# Energie-efficiëntie kan veel beter

## Optimaliseren van de energieomzetting

door Constant Gras

Reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies en overschakelen op hernieuwbare energiebronnen zijn de speerpunten in de transitie naar een duurzame energievoorziening. In dat kader laat de efficiëntie van de energieproductie en het energiegebruik volgens prof.dr.ir. Gerard Hirs nog veel te wensen over. "Al veertig jaar lang zetten we aardgas om in laagwaardige warmte en de restwarmte van industriële productieprocessen laten we nog steeds grotendeels verloren gaan", aldus de emeritus hoogleraar Energietechnologie. "Ook als we hernieuwbare energiebronnen gebruiken, zijn efficiëntie en besparing primair en essentieel voor een duurzame ontwikkeling." Zijn pleidooi in de beginjaren negentig om de industrie niet te belasten voor de omvang van het energiegebruik, maar voor de inefficiëntie daarvan is dan ook nog steeds actueel.

**N**et als vele anderen is ook Hirs van mening dat de energievoorziening van de toekomst een hybride samenstelling zal hebben. Naast hernieuwbare energiebronnen en -dragers als zon, wind, water en biomassa ziet hij fossiele brandstoffen en kernenergie daarvan nog heel lang deel uitmaken. Dat zet zijn pleidooi voor het stimuleren van energie-efficiëntie extra kracht bij.

### Exergie

"Inmiddels zijn we ons er wel van bewust dat de fossiele brandstoffen ooit op zijn. De omzetting daarvan in voor de mens bruikbare energievormen en het benutten van die energie gebeurt in veel gevallen echter nog steeds niet optimaal", stelt Hirs vast. "Onze energiebehoefte bestaat enerzijds uit warmte

en anderzijds uit arbeid of kracht, waarvan elektriciteit een bijzondere vorm is. Door een brandstof als aardgas volledig om te zetten in warmte blijft de daaruit winbare arbeid onbenut. Dat is inefficiënt en laagwaardig gebruik van energie."

Volgens Hirs doen we dat nog veel te veel. "Niet alleen in de gebouwde omgeving, maar ook in de industrie. Het is veel efficiënter om brandstof eerst direct om te zetten in arbeid en vervolgens met de warmte die daarbij onvermijdelijk vrijkomt te voorzien in de warmtebehoefte." Energie-efficiëntie gaat dus niet alleen om energiebesparing, -zuinigheid en het voorkomen van verspilling, maar ook om de kwaliteit van de energieomzetting; het optimaliseren van de hoeveelheid arbeid die uit een energiedrager gewonnen kan worden. In



de thermodynamica wordt dit tot uitdrukking gebracht met het begrip 'exergie'.

#### Restwarmte

"In de industrie worden brandstoffen op verschillende manieren gebruikt", vertelt Hirs. "Als energie voor aandrijving van machines of verwarming van productieprocessen en als grondstof voor chemische producten. Ook bij chemische energieomzetting wordt arbeid verricht. Hier kan de energie in brandstoffen dus optimaal benut worden door deze eerst als grondstof en voor aandrijving van machines te gebruiken en de restwarmte van productie- en aandrijvingsprocessen vervolgens in te zetten voor verwarmingsdoeleinden. De exergie van thermische energieconversie, en daarmee de kwaliteit of het rendement ervan, kan berekend worden met behulp van het Carnot-proces. De maximale theoretische arbeidswaarde van energie haal je er in de praktijk weliswaar nooit uit, maar je kan wel een eind komen. Onze eerste gasgestookte elektriciteitscentrales hadden een elektrisch rendement van veertig procent, nu is dat zo'n zestig procent."

Warmtekrachtkoppeling en het gebruik van industriële restwarmte voor industriële warmtebehoefte en verwarming van woonhuizen worden door Hirs genoemd als voorbeelden van efficiënt energiegebruik. "In onze energievoorziening dienen we voor verwarming bij voorkeur gebruik te maken

van restwarmte, zowel die van industriële processen als van afvalverbranding", stelt hij vast. "Als manager en directeur van Comprimo Consulting Services toonde hij in de jaren tachtig al aan dat dit haalbaar en uitvoerbaar was, zowel vanuit de optiek van de thermodynamica als in economisch opzicht. "Maar het gebeurt in Nederland nog veel te weinig. In de procesindustrie gaat nog heel veel warmte via koeltorens, schoorstenen en afkalken verloren", aldus Hirs.

#### Technische voorwaarden

"Ondanks investeringspremies, -subsidies en andere aandrang van de overheid blijkt de rentabiliteit van energieomzettingen te laag te zijn", stelde hij in 1992 vast in zijn inaugurale rede 'Nederland industrialiseert', bij de aanvaarding van het hoogleraarschap Energietechnologie aan de Universiteit Twente. "Onze industrie was daarvoor toen nog niet goed georganiseerd", licht Hirs toe. "Veel industriële installaties waren te klein om energie-efficiëntie economisch haalbaar te maken, voor energieoverdracht waren ze niet goed op elkaar afgestemd en in veel bedrijven waren de bedrijfstijden te kort om energie-efficiënt te kunnen draaien. Het concentreren, integreren en intensiveren van industriële productieprocessen waren dus voorwaarden voor het essentieel verbeteren van de energie-efficiëntie." Met grootschalige procesinstallaties, gezamenlijke maatregelen (zoals warmtekrachtkoppeling

en restwarmtegebruik) en verlenging van bedrijfstijden en procesintensivering zoals in het Rotterdamse havenindustriegebied, is in die technische organisatie van de industrie inmiddels veel verbeterd. Maar het kan nog beter.

#### Inefficiëntie belasten

Het energiegebruik in de Nederlandse industrie betreft voor zo'n tachtig procent warmtebehoefte in de vorm van stoom en het stoken van fornuizen. Onderzoeksinstituut ECN becijferde dat deze industriële warmtebehoefte jaarlijks 530 petajoule aan energie vraagt, terwijl de warmte die in de productieprocessen vrijkomt actief weggekoeld wordt met behulp van lucht- en waterkoelers. In de chemie- en raffinagesector zou op deze manier nu nog jaarlijks honderd petajoule aan restwarmte boven de vijftig graden Celsius (en een vermogen van meer dan 0,5 megawatt per bron) verloren gaan. De niet-actief gekoelde restwarmtestromen zoals rookgassen, ook in andere industriële sectoren, vormen volgens de ECN-onderzoekers een nog groter potentieel voor energie-efficiëntie. Per jaar zou in de Nederlandse industrie en gebouwde omgeving in totaal zo'n vijftien miljard kubieke meter aardgas aan warmte verloren gaan. Er is op het gebied van efficiënte energieomzetting en restwarmtegebruik dus nog veel mogelijk, terwijl de noodzaak daartoe met het oog op CO<sub>2</sub>-uitstoot en klimaatverandering alleen maar toeneemt.

Dat de energie-efficiëntie in de Nederlandse industrie de afgelopen vijftien jaar aanzienlijk verbeterd is, maar nog veel te wensen overlaat, heeft volgens Hirs slechts ten dele met bovengenoemde technische voorwaarden te maken. "Daarnaast is er een bestuurlijk-economische voorwaarde die nog steeds actueel is: De inefficiëntie van energieomzetting en -gebruik wordt nog steeds te weinig belast", zegt hij. In 1991 al pleitte Hirs ervoor om niet de omvang van het energiegebruik, maar het inefficiënte gebruik daarvan te belasten. Die Belasting op Toegevoegde Entropie (BTE) is er nooit gekomen. "Entropie is een thermodynamische grootte waarmee we de chaos in de natuur proberen te begrijpen en kwantificeren", legt Hirs uit. "Volgens de thermodynamica is het exergieverlies van een systeem evenredig met de toename van de entropie ervan.

Eenvoudiger gezegd: Een belasting op het verloren laten gaan van energie-inhoud." De exergie van een energiedrager, de maximaal winbare arbeid en de uiteindelijk benutte arbeid ervan, zijn te berekenen.

#### Bakstenen

"Ik heb het inmiddels drie keer meegeemaakt dat er plannen waren om industriële restwarmte uit het Rotterdamse havenindustriegebied te benutten voor de warmtevraag van bedrijven en woningen. In alle gevallen waren het financieel-economische factoren die de realisatie daarvan in de weg zaten", vertelt Hirs. "Omdat het benutten van restwarmte financieel te weinig beloond wordt, kunnen zulke projecten stranden op lage energieprijzen of dwaze eisen als leveringsgaranties. Door forse daling van de gasprijs werd een aantal van dit soort projecten in de jaren negentig ineens betiteld als 'bakstenen'."



Prof. Gerard Hirs, emeritus hoogleraar Energietechnologie aan de Universiteit van Twente.

In Rotterdam is de jongste ontwikkeling op dit gebied het in 2005 opgerichte Warmtebedrijf Rotterdam. Dit initiatief van het Havenbedrijf en Gemeente Rotterdam, woningcorporatie Woonbron en de Provincie Zuid-Holland strandde zo'n twee jaar geleden toen Shell zich als restwarmteleverancier terugtrok. De Shell-raffinaderij in Pernis en de afvalverbrandingscentrale van AVR in Rotterdam zouden de restwarmte leveren voor de verwarming van woningen in Rotterdam-Zuid en Hoogvliet. Shell liet weten de noodzakelijke investeringen voor het leveren van restwarmte onderschat te hebben. Het Warmtebedrijf, waaruit ook het Havenbedrijf zich heeft teruggetrokken, gaat sinds april dit jaar met een gewijzigde businesscase en in nauwere samenwerking met AVR en energiebedrijven Eon, Eneco en Nuon verder.

Het reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies is een van de hoofdoelen van deze onderneming. In 2012 wordt overmatige CO<sub>2</sub>-uitstoot op Europees niveau belast, hetgeen een stimulans is voor de industrie om haar restwarmte nuttig te gebruiken. Energetisch en ook vanuit het oogpunt van duurzaamheid een betere optie dan het afvangen en opslaan van CO<sub>2</sub>. "Net als het belasten van de omvang van het energiegebruik is een CO<sub>2</sub>-heffing echter geen adequate prikkel voor bedrijven om hun energie-efficiëntie te verbeteren", stelt Hirs vast. "Ook in dat geval zal bij het goedkoper worden van energie sneller besloten worden tot het afzien of verminderen van investeringen in energie-efficiëntie. Inefficiënt energiegebruik kost immers geen geld, terwijl dat bij lage energieprijzen vaak economisch rendabeler is dan efficiënt omgaan met energie. Met de grote schommelingen in de energieprijzen is geen project op dit gebied meer rendabel te rekenen. Zo blijft het gevaar bestaan dat de geschiedenis zich herhaalt en investeringen in energie-efficiëntie veranderen in bakstenen. Eigenlijk zouden energieprijzen veel stabiel moeten zijn."

#### Rendement

Met de transitie naar een duurzame energievoorziening lijken het efficiëntievraagstuk en CO<sub>2</sub>-probleem vanzelf opgelost te worden. Energieconversie uit hernieuwbare bronnen levert immers geen of een neutrale CO<sub>2</sub>-uitstoot op, terwijl deze bronnen oneindig zijn. "De zon schijnt inderdaad altijd, maar zonne-energie is natuurlijk niet gratis", brengt Hirs daartegen in. "Met de huidige zonnepanelen wordt een elektrisch rendement van nog geen vijftien procent gehaald. Het exergetische rendement van zonnecellen is nog lager, als we bedenken dat voor de productie daarvan veel energie nodig is. In geld uitgedrukt, ziet het er nog slechter uit. De energie-investering in een zonnepaneel met een gemiddelde levensduur van twaalf jaar is bij de huidige stand van de techniek pas na vier jaar elektriciteitsproductie terugverdiend. Op basis van de huidige techniek is zonne-energie daarom volstrekt kansloos."

Hirs is dan ook tegen subsidies voor zonne-energie en andere energievormen, als dat betekent dat exploitanten daarvan gaan investeren in bestaande, nog onvolwassen technologie. "Dan is het een conserverende maatregel", concludeert hij. "Zowel energetisch als economisch gezien mogen we geen genoegen nemen met een onvolwassen technologie. Wat je wel kan doen, is het subsidiëren van onderzoeksinstituten en bedrijven die zonnecellen ontwerpen en ontwikkelen, als aanmoediging om betere cellen te maken." Het denken in energie-efficiëntie is volgens Hirs dus ook in het geval van een duurzame energievoorziening nuttig en noodzakelijk.