



## Hoofdpijnen

- De wereldwijde reserves aan fossiele brandstoffen en splijtstoffen zijn eindig. Energievoorziening is dan ook een mondiaal probleem. Duurzame omgang met energie (rationeel energiegebruik, hernieuwbare energie ...) dringt zich op.
- Het bruto binnenlands energiegebruik in Vlaanderen is in de periode 1990-2006 gestegen met 37,1 %. Sinds 1998 vertoont de energie-intensiteit bijna onafgebroken een dalende trend, na een stijging in de jaren daarvoor. Zo komt de energie-intensiteit in 2006 net beneden het niveau van 1990 uit, wat kan wijzen op een ont koppeling tussen economische groei en energiegebruik.
- Vlaanderen doet inspanningen om meer hernieuwbare energie in te zetten. Vooral de productie van groene stroom neemt relatief sterk toe en stemt in 2006 overeen met 2,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik. Milieuvriendelijke elektriciteitsproductie uit hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling samen was in 2006 goed voor 16,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik. De doelstelling voor Vlaanderen bestaat erin dat aandeel tegen 2010 verder te verhogen tot 25 %.
- In de hele cyclus van de ontginning tot het eindgebruik van brandstoffen komen emissies vrij. Toewijzing van de broeikasgasemissies tijdens winning, omzetting, transport en distributie van fossiele energiebronnen aan de eindgebruikers van die fossiele energiebronnen of de ervan afgeleide energievormen (bv. elektriciteit, warmte en geraffineerde aardolieproducten) versterkt vooral het aandeel van de industrie in de totale broeikasgasuitstoot. Bovendien blijkt het aandeel van de huishoudens ook uit te stijgen boven dat van de transportsector. Dat toont meteen de gedeelde verantwoordelijkheid aan van producenten/verdelers en eindgebruikers van energie voor energiegebonden broeikasgasemissies.

# Energiegebruik

## Een duurzame uitdaging

Koen Claes, Kristien Aernouts, Kaat Jespers, Ils Moorkens, Integrale Milieustudies, VITO  
Wim Buelens, Vlaams Energieagentschap  
Johan Brouwers, MIRA, VMM

## Inleiding

Het gebruik van energie neemt mondiaal toe. De voorraden van niet-hernieuwbare energiebronnen zijn beperkt en worden steeds moeilijker te ontginnen. Die energiebronnen hebben, van ontginning tot afvalbeheer, een belangrijke impact op het milieu (o.a. inzake klimaatverandering door de uitstoot van CO<sub>2</sub>). Het energie- en klimaatbeleid van de Vlaamse overheid bouwt voor een belangrijk deel voort op beslissingen genomen op Europees niveau. Voorbeelden daarvan zijn de emissierechtenhandel voor energie-intensieve installaties, de energieprestatieregelgeving voor gebouwen en de doelstelling voor een energie-efficiëntieverbetering van 1 % per jaar. Inzake hernieuwbare energie streeft Vlaanderen onder impuls van de EU in 2010 naar 6 % groene stroom en 5,75 % biobrandstoffen in de transportsector.

Met het oog op de (middel)lange termijn hebben de regeringsleiders op de Europese Raad van 8 en 9 maart 2007 een samenhangend pakket energie- en klimaatdoelstellingen voorgesteld. Inzake klimaatbeleid engageert de EU zich tot een vermindering van de broeikasgasuitstoot met 20 % (minimum) tot 30 % (mits andere geïndustrialiseerde landen vergelijkbare inspanningen leveren) tegen 2020 vergeleken met 1990. Wat het energiebeleid betreft, streeft de EU de leidersrol na in een nieuwe industriële revolutie naar een koolstofarme economie met een verzekerde energievoorziening. Een verhoging van de energie-efficiëntie moet leiden tot een daling van het energiegebruik in de EU met 20 % ten opzichte van het referentiescenario of de 'baseline' in 2020 (hetgeen overeenkomt met een reductie van het totale primaire energiegebruik in de EU met ongeveer 13 % t.o.v. 2005). Het aandeel van hernieuwbare energie in het totale energiegebruik moet stijgen naar 20 % in 2020. De vertaling van al die Europese doelstellingen naar de individuele lidstaten zal nog gebeuren. Bijkomend is ook een aparte doelstelling voor biobrandstoffen geformuleerd: biobrandstoffen moeten in alle EU-lidstaten een bindend aandeel van minstens 10 % in het totale diesel- en benzinegebruik van de transportsector hebben tegen 2020.

Het opvolgen van de evoluties in het energiegebruik, en een goede interpretatie daarvan, zijn noodzakelijk voor de sturing van een efficiënt beleid. Na een kort overzicht van de wereldvoorraden analyseren we in dit hoofdstuk het energiegebruik op sectorniveau in Vlaanderen. We kijken naar de energie-intensiteit om na te gaan in hoeverre de diverse activiteiten al dan niet ontkoppeld raken van energiegebruik. We trachten ook aan te tonen dat niet enkel het rechtstreekse gebruik van brandstoffen leidt tot broeikasgasemissies en dat de verantwoordelijkheid voor emissies een



gedeelde verantwoordelijkheid is. Daarnaast geven twee kaderteksten nog een samenvatting van de ontwikkeling van hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling in Vlaanderen.

## 1.1 Energiebeschikbaarheid

### Wereldvoorraden niet-hernieuwbare energiebronnen niet onuitputtelijk

Vlaanderen was in 2006 voor zijn primaire energiegebruik voor 93 % afhankelijk van fossiele brandstoffen en nucleaire warmte (door splijtstoffen). Door een blik te werpen op de beschikbare reserves en voorraden van fossiele brandstoffen en splijtstoffen in tabel 1.1, merken we hoe kwetsbaar onze energievoorziening kan zijn. Aan de huidige wereldproductiehoeveelheden zullen de momenteel gekende en ontginbare oliereserves nog tot 2045 (41 jaar) volstaan. Voor aardgas is er nog een reserve voor 63 jaar en de steen- & bruinkoolreserves zijn nog voldoende voor 374 jaar als de huidige productie (winning) blijft aanhouden. De uraniumreserves – de voornaamste brandstof voor elektriciteitsproductie in kerncentrales – volstaan bij het huidige gebruik nog 4 à 5 decennia. Het mondiale energiegebruik groeit echter jaarlijks en zal naar verwachting ook in de komende decennia blijven groeien. Het gevolg kan zijn dat deze reserves in een kleiner aantal jaren dan aangegeven in de tabel, verbruikt zullen worden.

20

**Tabel 1.1: Overzicht van de reserves en voorraden van fossiele brandstoffen en splijtstoffen (Wereld, 2005)**

	reserves <sup>1</sup> 2005 (EJ)	voorraden <sup>2</sup> 2005 (EJ)	winning <sup>3</sup> 2005 (EJ)	beschikbaarheid reserves <sup>4</sup> (jaar)	beschikbaarheid voorraden <sup>4</sup> (jaar)
conventionele olie	6 755	3 430	163	41	21
niet-conventionele olie <sup>5</sup>	2 761	10 460			
aardgas	5 676	6 555	90	63	73
niet-conventioneel aardgas <sup>6</sup>	63	48 633			
harde steenkool	18 347	104 573	123	150	853
zachte bruinkool	2 062	10 184	9	224	1 107
uranium	799	5 304	17	47	314
thorium	908	964	402	2	2
<i>totaal</i>	<i>37 371</i>	<i>190 103</i>	<i>804</i>		

<sup>1</sup> Reserves zijn hoeveelheden niet-hernieuwbare energiebronnen die op dit ogenblik technologisch en economisch winbaar zijn.

<sup>2</sup> Voorraden zijn hoeveelheden niet-hernieuwbare energiebronnen waarvan geologen het bestaan weliswaar al hebben aangetoond, maar die nog niet technologisch en economisch winbaar zijn.

<sup>3</sup> Winning is de hoeveelheid die gewonnen werd in 2005.

<sup>4</sup> Beschikbaarheid: periode gedurende dewelke de reserves/voorraden nog beschikbaar zijn aan de huidige productiehoeveelheden.

<sup>5</sup> Niet-conventionele aardolie: aardolie die men niet kan winnen uit ondergrondse reservoirs door gebruik te maken van putten en/of aardolie die een aanvullende behandeling vereist om er 'kunstmatige ruwe aardolie' van te maken (bv. olieschalie, teerzanden, zeer ruwe aardolie).

<sup>6</sup> Niet-conventioneel aardgas: aardgas afkomstig van reservoirs die niet via normale technieken kunnen geëxploiteerd worden (bv. waterijs waarin aardgas zit gevangen).

Een stijgende vraag naar en een minder snel stijgend aanbod aan fossiele brandstoffen en splijtstoffen leiden mogelijk tot sterke prijsstijgingen waardoor er in de toekomst misschien wel een deel van de *voorraden* economisch/technologisch winbaar wordt. In dat geval kan er bovenop de eerder vermelde reserves nog tot 21 jaar aan aardolie, 73 jaar aardgas, 1 960 jaar kolen en 316 jaar splijtstoffen gewonnen worden aan het winningstempo van 2005 en bij benutting van de volledige geologisch gekende voorraden.

Naast de eindigheid van reserves en voorraden kan de ongelijke *verspreiding* ervan een limiterende factor vormen voor de energievoorziening. De OPEC-landen (Organization of the Petroleum Exporting Countries) hebben iets meer dan driekwart van de wereldreserves aardolie in handen en iets minder dan de helft van de wereldreserves aardgas. De landen van de voormalige Sovjet-Unie beschikken eveneens over belangrijke delen van de aardgasreserves. Steenkool en uraniumertsen kennen een betere geografische spreiding. Relaties (politieke, religieuze, economische ...) tussen de exporterende en de importerende landen zijn dus van groot belang voor het gros van de mondiale energievoorziening.

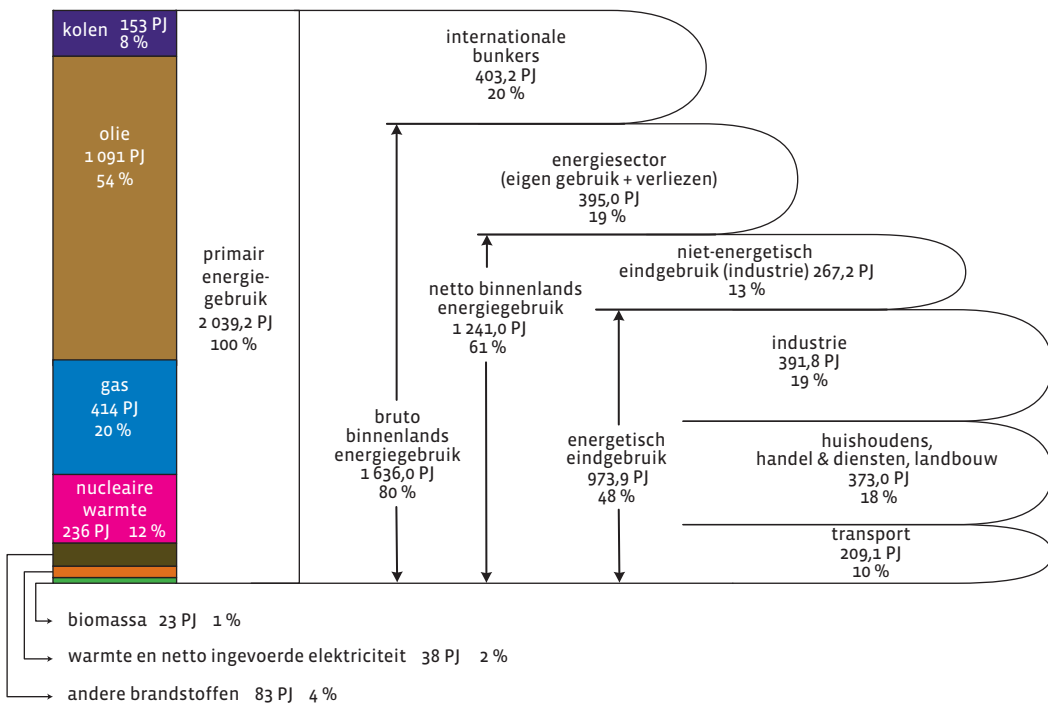
De grote onzekerheden omtrent beschikbaarheid en de nood aan ingevoerde energiebronnen noodzaken Vlaanderen des te meer om bewust met energie om te springen. Rationeel energiegebruik moet nog verder doordringen in alle sectoren en alle lagen van de bevolking. Lokale productie van elektriciteit waarbij ook de warmte optimaal benut wordt, kent een vooruitgang die zeker doorgezet dient te worden. In dat kader wordt ook de zoektocht naar meer alternatieve energiebronnen steeds pertinentier.

## Energiestromen in Vlaanderen blijven afhankelijk van het buitenland

Niettegenstaande de beperkte reserves neemt het energiegebruik mondiaal toe. Ook in Vlaanderen bleef het *bruto binnenlands energiegebruik* of *BBE* (zonder bevoorrading van de internationale luchtvaart- en zeevaartbunkers) lange tijd stijgen. In 2006 lag het BBE 37,1 % hoger dan in 1990, maar tevens 1 % lager dan in 2005.

Figuur 1.1 toont in een stroomschema de verdeling van het energiegebruik in Vlaanderen. De brandstofgebruiken voor de internationale zee- en luchtvaart (*bunkers*) worden niet bij het BBE – de energiestroom die meestal als basis dient voor de evaluatie van het energiegebruik in een land of regio – gerekend. De *energiesector* in Vlaanderen nam in 2006 zelf 24 % van het BBE in (en 19 % van het primaire energiegebruik). Die energiesector omvat de bedrijven die als hoofdactiviteit het omvormen hebben van één vorm van energie naar een andere (elektriciteits- en warmtecentrales, raffinaderijen) of het transport en de distributie van energie tot bij de eindgebruikers. Bij die omzettingen van ruwe energievormen naar eindproducten wordt energie gebruikt en treden verliezen op. Ook het transport en de distributie vergen energie. Naast het energiegebruik van de energiesector bestaat het bruto binnenlands energiegebruik uit het *energetisch eindgebruik* (60 % van het BBE) en het *niet-energetisch eindgebruik* (16 % van het BBE), samen ook het *netto binnenlands energiegebruik* of *finale energiegebruik* genaamd. Dat niet-energetisch gebruik omvat het gebruik van (fossiele) brandstoffen als grondstof, solvent of smeermiddel, vooral in de chemische industrie.

**Figuur 1.1: Stroomschema van het energiegebruik en de aandelen van de energiedragers in het primaire energiegebruik (Vlaanderen, 2006\*)**



\* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

Om duidelijk te maken dat Vlaanderen voor zijn *primaire energiegebruik* (dus inclusief de internationale bunkers) anno 2006 sterk afhankelijk blijft van buitenlandse energiestromen, toont de linkerzijde van figuur 1.1 de verdeling van de energiedragers in het primaire energiegebruik. Olie (54%), gas (20%), kernenergie (nucleaire warmte; 12%) en kolen (8%) blijven de belangrijkste bijdragen leveren aan het primaire energiegebruik. Zoals algemeen geweten worden ze alle ingevoerd vanuit het buitenland. Het gebruik van ‘andere brandstoffen’ – voornamelijk het gebruik van restbrandstoffen in de chemische sector en de verbranding van het niet-hernieuwbare deel van afval – heeft een aandeel van 4% in het primaire energiegebruik.

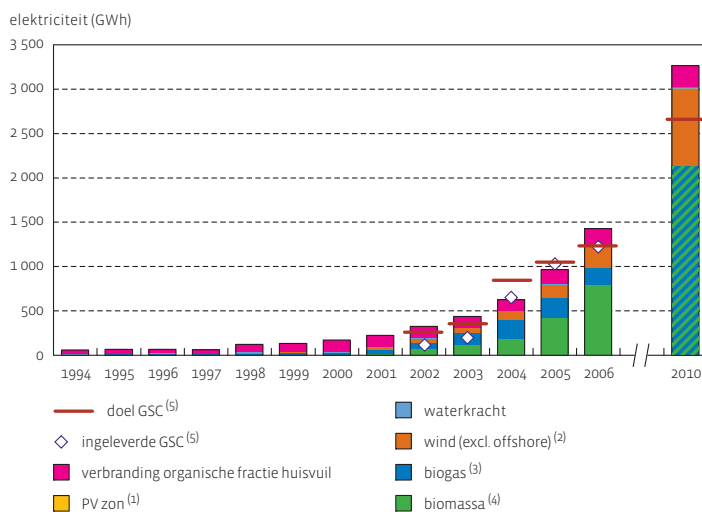
Vlaanderen onderneemt wel acties om meer hernieuwbare energiebronnen aan te wenden (bv. door toekenning van groene stroomcertificaten en investeringssteun). De laatste jaren is er dan ook een sterke stijging waar te nemen van de geproduceerde/gebruikte hoeveelheid hernieuwbare energie (bv. gebruik van biomassa: +150% t.o.v. 2000). Desondanks blijft het aandeel van biomassa marginaal met 1,1% van het primaire energiegebruik. De netto-import van elektriciteit heeft een aandeel van 1,57% en de primaire productie van elektriciteit uit water, wind & PV (fotovoltaïsche zonne-energie) heeft slechts een bijdrage van 0,04%. Ondanks de stimuli voor hernieuwbare energievormen, blijft Vlaanderen voor zijn primaire energiegebruik dan ook nog voor 81% afhankelijk van (ingevoerde) fossiele brandstoffen.

## Groene stroom belangrijkste vorm van hernieuwbare energie

In 2006 werd in Vlaanderen ongeveer 4 940 GWh energie uit hernieuwbare energiebronnen geproduceerd onder de vorm van groene warmte (3 511 GWh), groene stroom (1 429 GWh) en biobrandstoffen (verwaarloosbaar). Het grootste deel (3 420 GWh) van de *groene warmte* werd geproduceerd uit biomassa, de rest via zonneboilers, warmtepompen of koude-warmteopslag in de bodem. De productie van *groene stroom* is in 2006 opnieuw sterk

gestegen: een toename met 48 % t.o.v. 2005. Die 1 429 GWh groene stroom stemt overeen met 2,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik in Vlaanderen. De inzet van hernieuwbare energiebronnen voor transport – voornamelijk *biobrandstoffen* – was in 2006 nog verwaarloosbaar ten opzichte van de inzet voor warmte- en elektriciteitsproductie. In totaal werd 1,2 % van het primaire<sup>1</sup> energiegebruik in Vlaanderen opgewekt uit *hernieuwbare energiebronnen*.

## Productie van groene stroom en toetsing aan doelstellingen groenestroomcertificaten (GSC's) (Vlaanderen, 1994-2006 + prognose 2010)



(1) installaties onder subsidieregeling sinds 1998

(2) Offshore windenergie kan niet in rekening gebracht worden voor de certificatenverplichting.

(3) vergisting van organisch afval, vergassing van hout; in 2010 inclusief biomassa

(4) coverbranding van hout, slib en/of olijpitten; De groene stroom uit biomassa is in 2010 bij 'biogas' geteld.

(5) Het betreft het aantal vooropgestelde, respectievelijk werkelijk ingeleverde certificaten voor 31 maart van het daaropvolgende jaar. Het aantal ingeleverde GSC's kan verschillen van het aantal GSC's uitgereikt in het jaar zelf.

Bron: VEA

<sup>1</sup> Om de geproduceerde groene stroom om te rekenen naar primaire energie is een factor 2,5 gehanteerd. Voor de groene warmte uit biomassa is de brandstofinput (dat is de onderste verbrandingswaarde van de gebruikte biomassa in Vlaanderen) genomen.

Voor de *elektriciteitsleveringen* in 2006 moesten de elektriciteitsleveranciers op 31 maart 2007 voor 1 270 GWh aan groenestroomcertificaten (GSC's; 1 GSC=1 MWh groene stroom) inleveren. Er werd voor 1 268 GWh aan GSC's ingeleverd, zodat voor 99,8 % aan de certificatenverplichting werd voldaan (VREG, 2007). Niet alle beschikbare GSC's werden op 31 maart 2007 ingeleverd: in totaal waren er voor 1 588 GWh aan GSC's – of 125 % van het quotum – beschikbaar, hetzij toegekend voor stroomproductie in de periode 1.1.2006-31.3.2007, hetzij opgespaard van de voorgaande jaren. Elektriciteitsleveranciers die onvoldoende GSC's inleverden op 31.3.2007 moeten een boete van 125 euro per ontbrekend GSC betalen.

In 2006 viel vooral de sterke groei van de fotovoltaïsche zonne-energie (PV) op (de absolute bijdrage van PV in de groenestroomproductie blijft evenwel beperkt en is daarom niet zichtbaar in bovenstaande figuur). Het vermogen aan PV-panelen dat in aanmerking komt voor GSC's steeg van 1,7 MW in 2005 tot 3,7 MW in 2006. Een gelijkaardige groei zet zich ook door in 2007. Dat is wellicht mede toe te schrijven aan de productiesteun die de Vlaamse overheid sinds 1 januari 2006 voorziet voor elektriciteit uit PV-panelen: voor elke MWh elektriciteit opgewekt met die panelen ontvangt de eigenaar een groenestroomcertificaat dat bij de netbeheerder kan ingeruild worden tegen een gegarandeerde waarde van 450 euro gedurende 20 jaar vanaf de inwerkingstelling van de installatie.

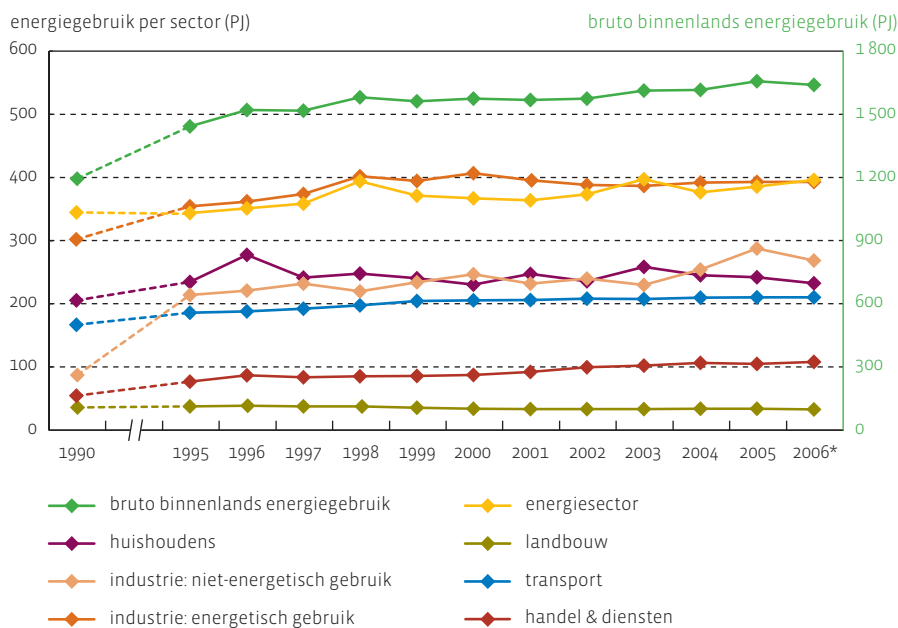
## 1.2 Totaal energiegebruik

### Nood aan energie blijft groot in nagenoeg alle sectoren

Om een efficiënt energie- en klimaatbeleid in Vlaanderen te voeren, is het van essentieel belang een duidelijk beeld te hebben van de evoluties (per sector, per energiedrager) van het energiegebruik en van de factoren die dit kunnen beïnvloeden. Daarvoor bekijken we het bruto binnenlands energiegebruik (BBE) in Vlaanderen nader (figuur 1.2).

Ten opzichte van 1990 is het BBE in Vlaanderen met 37,1 % gestegen in 2006, en met 1,0 % gedaald ten opzichte van 2005. Vooral door een daling in het energiegebruik van de huishoudens (-4,1 %) en een daling in het niet-energetisch energiegebruik in de chemische industrie (-6,8 %) daalde ook het *netto binnenlands energiegebruik* ten opzichte van 2005 (-2,2 %). Maar het energiegebruik in de *energiesector* steeg met 2,7 % in 2006. Die stijging werd vooral veroorzaakt door een stijging van het energiegebruik in de raffinaderijen. Het eigengebruik van de raffinaderijen lag in 2006 4,9 % hoger dan in 2005.

**Figuur 1.2: Bruto binnenlands energiegebruik en energiegebruik per sector (Vlaanderen, 1990-2006)**



\* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

In de *industrie* is het energetisch energiegebruik gestegen ten opzichte van 1990 met 28,8 %. In 2006 is er een stabilisering van dat energiegebruik vast te stellen ten

opzichte van 2005 (+0,03 %). Vooral begin jaren 90 zijn er heel wat uitbreidingen geweest van energie-intensieve activiteiten (voornamelijk in de petrochemie).

Het energiegebruik van de *huishoudens* steeg in 2006 ten opzichte van 1990 met 13,1 %. Ten opzichte van 2005 daalde het energiegebruik met 4,1 %. 2006 was dan ook een iets warmer jaar en het gebruik door de huishoudens is klimaatgebonden. Daarnaast spelen de laatste jaren de stimulansen die overheden aanreiken om energiebesparende maatregelen door te voeren wellicht een rol, samen met de bewustwording van de gemiddelde Vlaming omtrent rationeel energiegebruik (REG) en de financiële impact ervan.

Ook het energiegebruik van *handel & diensten* steeg ten opzichte van 1990: +100 % in 2006, veroorzaakt door een sterke groei van die sector. Ten opzichte van 2005 kan een stijging van het energiegebruik in de sector handel & diensten vastgesteld worden (+3,3 %), alhoewel er ook in deze sector een invloed van het klimaat is op de energienoden.

De *landbouwsector* is de enige sector waar een absolute daling van het energiegebruik is waar te nemen ten opzichte van 1990 (-11,0 %). Dat heeft onder meer te maken met de afbouw van de veestapel en met de omschakeling naar andere brandstoffen (vooral van zware stookolie naar aardgas) en energiezuinigere verwarmingssystemen in de glastuinbouw.

26

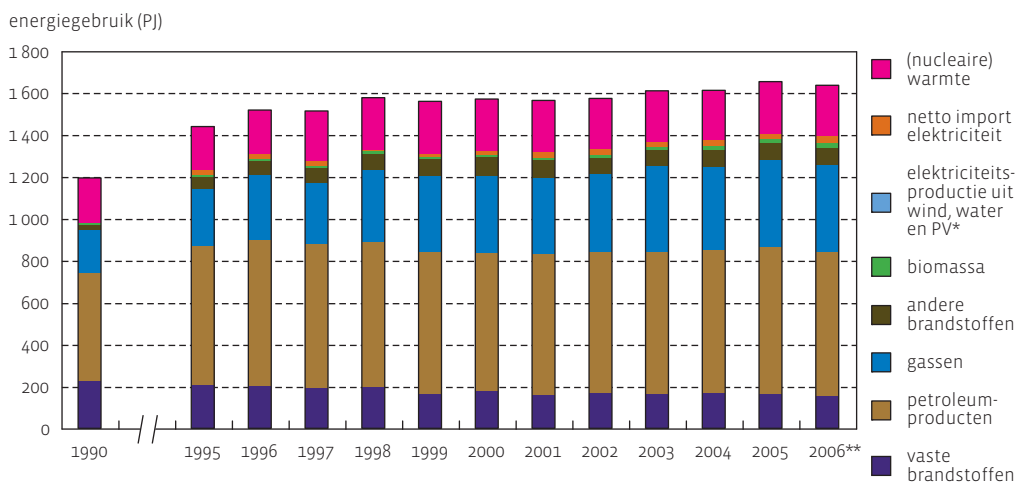
Ten opzichte van 1990 is het energiegebruik van *transport* in 2006 met 26 % gestegen, waarbij vooral een sterke verdieselijking wordt vastgesteld: het gebruik van diesel door de transportsector nam met 54 % toe, terwijl het benzinegebruik met bijna 30 % afnam in de periode 1990-2006. Het wegtransport neemt binnen de sector 97 % van het energiegebruik voor zijn rekening en steeg ten opzichte van 1990 met 27 %. Het spoorvervoer kende in 2006 een energiegebruik van 3,6 PJ (+12 % t.o.v. 1990) en de binnenscheepvaart 2,6 PJ (+17 % t.o.v. 1990). Het energiegebruik van de binnenlandse luchtvaart is eerder marginaal ten opzichte van de andere transportvormen (0,03 % van transport in 2006).

Het energiegebruik blijft anno 2006 in bijna alle sectoren – uitgezonderd de landbouw – ver boven het energiegebruik van 1990 liggen. De uitbreidingen van de energie-intensieve industrie zorgden met de bijhorende toename van het niet-energetisch energiegebruik in het begin van de jaren 90 voor de grootste absolute (+181 PJ) en procentuele (+210 %) stijging.

## Een wijzigende energiemix

Daar waar figuur 1.2 het BBE opsplijst per sector, geeft figuur 1.3 het BBE in Vlaanderen weer per energiedrager. Deze indicator laat toe verschuivingen in de tijd tussen de gebruikte energiebronnen zichtbaar te maken. Aan de hand van zulke verschuivingen kan het gevoerde energie- en klimaatbeleid waar nodig bijgesteld worden om bijvoorbeeld de diversiteit in energiedragers te beïnvloeden of om het gebruik van energiedragers met lagere milieu-impact te stimuleren.

**Figuur 1.3: Bruto binnenlands energiegebruik per energiedrager (Vlaanderen, 1990-2006)**



\* door het kleine aandeel in het totaal is deze fractie nagenoeg onzichtbaar op de figuur

\*\* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

Het bruto binnenlands gebruik van *nucleaire, gerecupereerde* (uit exotherme processen) en *verhandelde warmte* (verkoop tussen sectoren) daalde in 2006 met 2,7 % ten opzichte van 2005. Ten opzichte van 1990 is er een stijging van 15 % waar te nemen. De input van kernenergie (nucleaire warmte) in de elektriciteitssector is in 2006 dan ook met 13 % gestegen ten opzichte van 1990 en ook het verhandelde warmtegebruik in andere sectoren is sterk gestegen. Deze laatste stijging is er vooral gekomen door de ingebruikname van meer energie-efficiënte WKK-eenheden (warmtekrachtkoppeling) in samenwerking met elektriciteitsproducenten, die de warmte doorverkopen aan de eindgebruiker.

De netto-*electriciteits*productie in Vlaanderen (exclusief zelfproductie) is in de periode 1990-2006 met 32 % gestegen tot 48 067 GWh. De elektriciteitsgebruiken en -verliezen (het eingebruik van de energiesector + de eindgebruiken van de eindsectoren + de netverliezen van elektriciteit) zijn zelfs met 54 % gestegen in diezelfde periode tot 56 973 GWh. Om aan de elektriciteitsvraag van de eindgebruikers te voldoen is het Vlaamse productiepark, in absolute cijfermatige zin, niet voldoende en dient er elektriciteit ingevoerd te worden vanuit de andere gewesten of uit het buitenland. Die netto-invoer steeg in de periode 1990-2006 van 613 GWh naar 8 906 GWh. Ten opzichte van 2005 was er in 2006 een stijging met 44 % van de netto-import. De productie van elektriciteit uit *wind, water en PV* is sterk gestegen over de jaren heen, maar blijft beperkt tot 241 GWh in 2006. Daarnaast is het niet (enkel) de capaciteit van het Vlaamse elektriciteitsproductiepark die elektriciteitsleveranciers doet kiezen voor invoer van elektriciteit uit andere gewesten of het buitenland. Immers, grondstofprijzen (bv. aardgas versus steenkool of Vlaamse versus buitenlandse prijzen), onderhoudswerkzaamheden aan bepaalde eenheden alsook milieugerelateerde redenen (bv. emissierechtenhandel) zijn bepalende parameters

om al dan niet te kiezen voor invoer of eigen productie. Bovenvermelde cijfers over de netto-invoer houden echter geen rekening met die parameters en de effectieve fysieke netto-invoer in Vlaanderen. Aangezien er voor Vlaanderen immers geen regionale statistieken bestaan omtrent in- en uitvoer van elektriciteit, worden die stromen louter cijfermatig bepaald om de energiebalans in evenwicht te brengen met de gebruikszijde.

Het gebruik van *biomassa* is in 2006 bijna verdrievoudigd ten opzichte van 1990. De sterke uitbreiding van coverbranding van biomassa in de kolencentrales levert de grootste bijdrage. Daarnaast is de energierecuperatie bij afvalverbranding steeds belangrijker geworden, alsook het benutten van stortgas en biogas. De minimale hoeveelheid *biobrandstoffen* die in Vlaanderen/België reeds gebruikt wordt in de transportsector, is nog niet verrekend in de biomassacijfers. In 2006 werd in België 1 282 m<sup>3</sup> of 0,042 PJ *biodiesel* (onder de vorm van bijmenging) geproduceerd. Die hoeveelheid stemt slechts overeen met 0,02 % van het totale energiegebruik in de Vlaamse transportsector. In 2007 kunnen enkele bijkomende installaties zorgen voor een extra productiecapaciteit van 12 à 13 PJ, deels bestemd voor export. De productie van *bioethanol* (biobenzine) zal nog in 2007 van start kunnen gaan in 1 installatie en er zullen in 2008 2 installaties in werking gesteld worden. Binnen de grenzen van de quota toegekend door de federale overheid geniet de productie van biodiesel en bioethanol in ons land van een accijnsvrijstelling. Voor *pure plantaardige olie* (bv. koolzaadolie) is er momenteel niet zo'n gunstig klimaat. De productie hiervan loopt stroef, o.a. omwille van de verhoogde koolzaadprijs ten opzichte van een relatief lage prijs voor diesel voor wegtransport. De Belgische doelstelling is tegen 2010 het aandeel van biobrandstoffen in het brandstofgebruik van wegvervoer te verhogen tot 5,75 %. Bij gelijkblijvend brandstofgebruik door wegvervoer in de periode 2005-2010, stemt die doelstelling voor België in 2010 overeen met 16 PJ aan biobrandstoffen.

Het aandeel *andere brandstoffen* is het meest spectaculair gestegen in de periode 1990-2006 (+200 %). Het toenemende aandeel gerecupereerde brandstoffen uit de krakers van de chemische industrie is daarvan de oorzaak. De uitbreiding van die industrietak in het begin van de jaren 90 heeft dat energiegebruik enorm doen stijgen. Een kleiner aandeel binnen 'andere brandstoffen' betreft het niet-hernieuwbare deel van afval dat bestemd is voor afvalverbranding met energie-recuperatie.

Onder de categorie *gassen* horen zowel aardgas, cokesovengas als hoogovengas thuis. Het gebruik van *aardgas* is in de periode 1990-2006 meer dan verdubbeld. Vooral de omschakeling van het elektriciteits- en warmteproductiepark van kolen naar aardgas in de jaren 90 heeft zijn invloed gehad. De belangrijkste drijfveren voor de omschakeling zijn zowel economisch als milieugerelateerd. Ook de diversifiëring van het productiepark speelt een rol. Bij de bouw van nieuwe productie-installaties werd de laatste jaren vooral gekozen voor STEG 's (stoom- en gasturbine) omwille van de kostprijs van dergelijke installaties (t.o.v. kolencentrales) en de milieunormeringen die doen kiezen voor zwavelarme brandstoffen. Ook de stijging van het aantal gasgestookte WKK-installaties draagt bij aan het grotere aardgasgebruik. De stijging van het aardgasgebruik is in alle sectoren merkbaar en vooral ten nadele van het kolengebruik en het gebruik van petroleumproducten. De evolutie van het gebruik

van *hoogoven- en cokesovengas* hangt grotendeels samen met het gebruik van vaste brandstoffen in de ijzer- en staalindustrie. Enkel Arcelor Gent produceert in Vlaanderen deze afgeleide gassen nog. Een gedeelte van het geproduceerde hoogovengas wordt (als brandstof) verkocht aan de elektriciteitssector.

Het gebruik van *petroleumproducten* is in 2006 met 34 % gestegen ten opzichte van 1990. De grootste stijging is waar te nemen bij het niet-energetisch gebruik (als grondstof, solvent of smeermiddel) van petroleumproducten (+200 %). Het gebruik in de transportsector is met 26 % gestegen ten opzichte van 1990.

Het gebruik van *vaste brandstoffen (kolen, cokes en koolteer)* is in 2006 met 33 % gedaald ten opzichte van 1990. Die daling is vooral bij de elektriciteits- en warmteproductie terug te vinden. Het Vlaamse productiepark is in die periode immers in zeer grote mate verschoven van kolen naar aardgas. Enkel in de industrie is het gebruik van vaste brandstoffen niet afgenomen.

De aandelen van energiedragers in het Vlaamse BBE laten over de periode 1990-2006 een duidelijke verschuiving van vaste brandstoffen naar meer aardgas zien. Het gebruik van petroleumproducten stijgt in de transportsector (onder invloed van het stijgende wegverkeer) en voor niet-energetische toepassingen, maar daarbuiten kent het petroleumgebruik een daling. Ook die daling aan petroleumproducten wordt deels gecompenseerd door aardgas. Het aandeel andere brandstoffen is het spectaculairst gestegen en volledig te wijten aan de uitbreidingen in de industrie. Het gebruik van biomassa is aan een opmars bezig, maar heeft nog een lange weg af te leggen om duidelijk zichtbaar te worden tussen de andere energiedragers.

## 1.3 Energie-intensiteiten

De energie-intensiteit (van een regio of een sector) is de hoeveelheid gebruikte energie gerelateerd aan een economische of fysische activiteitsindicator. Die energie-intensiteit geeft een goed beeld van de evolutie inzake energieafhankelijkheid van de Vlaamse economie in het algemeen en van de energieafhankelijkheid van de deelsectoren in het bijzonder.

### Energie-intensiteit van Vlaanderen verbeterd

De energie-intensiteit van een regio is de hoeveelheid energie gebruikt per eenheid bruto binnenlands product (BBP). De koolstofintensiteit sluit daar nauw bij aan en is hier gedefinieerd als de hoeveelheid CO<sub>2</sub> uitgestoten ten gevolge van energiegebruik en de andere<sup>2</sup> energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies per eenheid van het bruto binnenlands product.

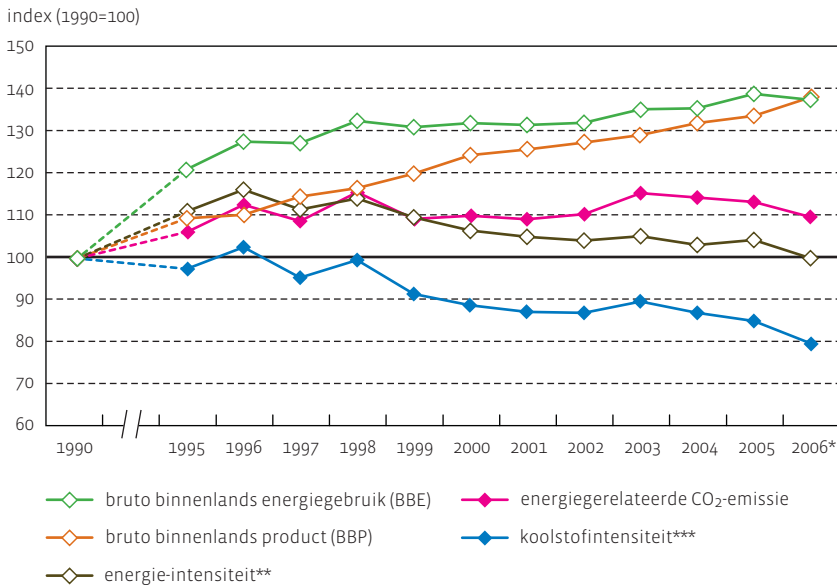
Uit figuur 1.4 blijkt dat de energie-intensiteit tussen 1990 en 2006 met 0,5 % is afgenomen (tegenover nog een toename van +3,9 % in 2005 t.o.v 1990). De energie-intensiteit steeg met 13,7 % van 1990 tot 1998, en daalde dan bijna onafgebroken. De 'sprong' van 1990 tot 1995 is vooral het gevolg van de toename van het niet-energetisch energiegebruik in de industrie. Het BBE vertoont in 2006 haast voor

<sup>2</sup> procesemissies in de chemie en emissies ten gevolge van het niet-energetisch gebruik van brandstoffen in andere sectoren

het eerst in de periode 1990-2006 een lichte daling. Het BBP blijft stijgen. Dat geeft aan dat de inspanningen die geleverd zijn voor rationeel energiegebruik in verschillende sectoren (bv. benchmarking- en auditconvenant in de industrie en de REG-actieplannen voor huishoudens en handel & diensten) niet tevergeefs zijn. Inspanningen om de intensiteit verder te doen dalen zijn essentieel en worden voorgesteld in het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2006-2012.

Een verandering van de energie-intensiteit kan zowel het gevolg zijn van een structureel effect (verschuivingen van het belang van sectoren in de Vlaamse economie), als van wijzigingen in de energie-efficiëntie (bv. wijzigend energiegebruik per eenheid product of dienst). Voor verdere duiding en analyse verwijzen we naar het MIRA-Achtergronddocument Energie op [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be).

**Figuur 1.4: Evolutie van de energie-intensiteit en koolstofintensiteit (Vlaanderen, 1990- 2006)**



\* voorlopige cijfers

\*\* energie-intensiteit = hoeveelheid BBE per eenheid BBP uitgedrukt in constante prijzen

\*\*\* koolstofintensiteit = hoeveelheid CO<sub>2</sub> uitgestoten ten gevolge van energiegebruik en de hoeveelheid energiegerelateerde CO<sub>2</sub>-emissies (procesemissies in de chemie en emissies ten gevolge van het niet-energetisch gebruik van brandstoffen in andere sectoren) uitgedrukt per eenheid van het bruto binnenlands product (tegen constante prijzen)

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

Daar waar de daling van de energie-intensiteit nog erg bescheiden blijft, is de *koolstofintensiteit* gedaald met 20,6 % in de periode 1990-2006. Alhoewel beide curves in zekere mate een gelijkaardig verloop kennen, komt de curve van de koolstofintensiteit lager uit door de omschakeling naar koolstofarmere brandstoffen in Vlaanderen: vaste brandstoffen met een hoge CO<sub>2</sub>-emissiefactor werden voornamelijk vervangen door aardgas met een lagere CO<sub>2</sub>-emissiefactor.

## Energie-intensiteit per deelsector: gedeeltelijke (ont)koppeling

Tabel 1.2 geeft de evolutie van de energie-intensiteiten per deelsector. De energie-intensiteit wordt hier bepaald door het energiegebruik van een deelsector te delen door een relevante én beschikbare activiteitsindicator. Bij de *huishoudens* zien we dat het energiegebruik per inwoner ongeveer gelijk blijft en dat het energiegebruik per huishouden licht afneemt. Dat is te verklaren door het steeds kleinere aantal gezinsleden in een huishouden.

Voor de *industriële deelsectoren* is de activiteitsindicator de productie-index, een maat voor de omvang van de productie. In de periode 1995-2006 is de energie-intensiteit in alle deelsectoren gedaald behalve bij de 'overige industriële sectoren' (o.a. hout- & meubelindustrie, kunststofproductie, afvalrecuperatie en bouwnijverheid). Er zijn echter sterke verschillen: de ont koppeling tussen energiegebruik en productie varieert van 5 % bij papier & uitgeverijen tot 40 % bij voeding, dranken & tabak. Ook in de *energiesector* is een ont koppeling te merken. Een uitzondering zijn de raffinaderijen in 2006. Hun plotse stijging van energie-intensiteit wordt veroorzaakt door een lagere productie (output) bij een hoger eigengebruik in vergelijking met 2005. De sterkste daling van de energie-intensiteit is terug te vinden bij de aardgasdistributie, waar de verliezen werden teruggedrongen door de vervanging van oude leidingen.

Bij de *landbouw* zien we een daling in de glastuinbouw (-14 %) en een stijging in de veeveelt. De mestproductie – hier gebruikt als indicator voor de veestapel over de verschillende diersoorten heen – is de laatste 10 jaar drastisch teruggedrongen terwijl het energiegebruik veel minder sterk daalde.

Bij *transport* zien we voor de meeste deelsectoren een lichte ont koppeling. Opvallend is dat het goederenvervoer het systematisch beter doet dan het personenvervoer. Voor het personenvervoer over de weg is de daling per voertuigkilometer al vanaf 1995 merkbaar, terwijl de daling per personenkilometer pas vanaf 2000 zichtbaar is. Bij het goederenvervoer over de weg zien we een continue daling de laatste 10 jaar, maar in de periode 1995-2000 was de daling het grootst. Voor het spoorvervoer is er een sterke daling te noteren voor het goederenvervoer. Het personenvervoer per spoor daarentegen vertoont een stijging aan energie-intensiteit: het energiegebruik is sterker gestegen dan het aantal reizigerskilometers.

In de sector *handel & diensten* verloopt de energie-intensiteit zeer gevarieerd afhankelijk van de deelsector. Voor de deelsectoren handel, hotels & restaurants en kantoren & administraties verloopt de intensiteit sterk stijgend (tot +56 % in hotels & restaurants) terwijl voor de deelsector gezondheidszorg een status-quo opgetekend wordt.

**Tabel 1.2: Energie-intensiteit per deelsector (Vlaanderen, 1995-2006)**

sector	deelsector	berekeningsbasis energie-intensiteit**	1995	2000	2005	2006
huishoudens		inwoner*	100	107	105	101
		huishouden*	100	104	99	96
industrie	chemie	eenheid productie	100	80	77	71
	ijzer- & staalindustrie, non-ferro, metaalverwerkende nijverheid		100	91	93	83
	voeding, dranken & tabak		100	74	63	60
	textiel, leder & kleding		100	109	80	66
	papier & uitgeverijen		100	83	86	95
	overige industriële sectoren		100	121	125	136
energie	productie van elektriciteit & warmte	kWh bruto elektriciteitsproductie	100	95	92	86
	raffinaderijen	J raffinageproduct	100	81	91	118
	opslag, transport & distributie van aardgas	m <sup>3</sup> primair aardgasgebruik	100	61	48	59
landbouw	veeteelt	eenheid mestproductie	100	107	106	104
	glastuinbouw*	ha serres	100	85	88	86
	akkerbouw en andere	ha landbouwareaal	100	101	100	100
transport	personenvervoer weg	personenkm	100	100	97	95
		voertuigkm	100	97	95	94
	goederenvervoer weg	tonkm	100	89	84	84
	personenvervoer spoor	personenkm	100	131	107	103
	goederenvervoer spoor	tonkm	100	90	70	70
	binnenscheepvaart	tonkm	100	94	91	91
handel & diensten	handel*	werknemer	100	125	136	142
	hotels & restaurants*		100	168	151	156
	kantoren & administraties*		100	107	120	126
	onderwijs*		100	105	99	105
	gezondheidszorg*		100	99	94	101
	andere diensten*		100	99	100	106

\* bij jaarlijks gelijkblijvende klimatologische omstandigheden: correctie van het energiegebruik naar het gemiddeld aantal graaddagen (2 088) in een jaar. Daarbij is verondersteld dat 85 % van het energiegebruik in de (deel)sectoren temperatuurafhankelijk zijn.

\*\* berekend als de hoeveelheid gebruikte energie per eenheid van activiteit. Het cijfer voor 1995 werd gelijkgesteld aan 100.

Bron: VITO, VMM

## Warmtekrachtkoppeling levert grootste bijdrage in milieuvriendelijke elektriciteitsproductie

Bij warmtekrachtkoppeling (WKK) wordt gelijktijdig warmte en kracht opgewekt uit primaire energiebronnen (bv. aardgas of biomassa). De kracht dient meestal voor het opwekken van elektriciteit. De warmte kunnen we bijvoorbeeld gebruiken om het water in een openbaar zwembad te verwarmen of om bakstenen te drogen in de baksteennijverheid. Het energierendement van warmtekrachtkoppeling is hoger dan de som van de energierendementen van het afzonderlijk opwekken van warmte en kracht met gelijkaardige technieken.

Eind 2006 stond in Vlaanderen een totaal *vermogen* van 1 582 MW<sub>e</sub> aan WKK-installaties opgesteld, eind 2005 was dat 1 457 MW<sub>e</sub>. 859 MW<sub>e</sub> daarvan betrof kwalitatieve WKK-installaties die een primaire energiebesparing ten opzichte van de referentie-installaties voor gescheiden *elektriciteits- en warmteproductie* realiseren groter dan 10 % voor WKK-installaties >1 MW<sub>e</sub> en groter dan 0 % voor installaties <1 MW<sub>e</sub>. Alle WKK-installaties samen produceerden in 2006 voor 8 452 GWh elektriciteit, hetgeen overeenstemt met 14 % van ons bruto-elektriciteitsgebruik. Dat betekent een stijging ten opzichte van 2005 met 11 % qua kwalitatief WKK-vermogen en 21 % qua elektriciteitsproductie in alle WKK-installaties samen (Peeters et al., 2007).

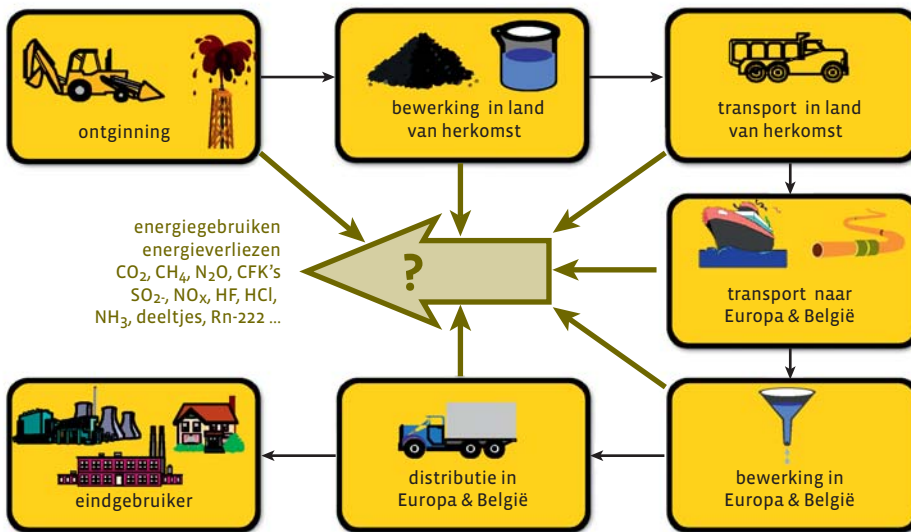
Op 31 maart 2007 moesten de elektriciteitsleveranciers *warmtekrachtcertificaten* (WKC's; 1 WKC=1 MWh primaire energiebesparing) inleveren overeenstemmend met een primaire energiebesparing van 1 032 GWh. Enkel kwalitatieve WKK-installaties ontvangen de eerste vier jaar na indienstneming van de (ver)nieuw(d)e installatie het volle aantal certificaten: 1 WKC per MWh primaire energiebesparing. Na die periode wordt nog slechts een degressieve fractie van de WKK-certificaten toegekend: hoe groter de initiële besparing, hoe langer men kan rekenen op de inkomsten uit WKK-certificaten. Op basis van de stroomproductie in de periode 1.1.2006-31.3.2007 en de certificaten opgespaard van de voorgaande jaren was theoretisch 58 % van de WKC's nodig om aan het quotum te voldoen in de markt aanwezig. Uiteindelijk werden slechts WKC's ingeleverd overeenstemmend met 566 GWh primaire energiebesparing, of 54,9 % van het in te leveren aantal. Per ontbrekend WKC moet een elektriciteitsleverancier een boete van 45 euro betalen (VREG, 2007).

De *milieuvriendelijke elektriciteitsproductie* uit hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling samen was in 2006 goed voor 16,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik. In 2005 bedroeg dat nog maar 13,7 %. De doelstelling voor Vlaanderen bestaat erin dat aandeel tegen 2010 verder te verhogen tot 25 % (Vlaams Regeerakkoord 2004 en Beleidsnota Energie en Natuurlijke Rijkdommen 2004-2009).

## 1.4 Verborgen energiegebruik en daaraan gerelateerde emissies

Ongeveer 84 % van de broeikasgasuitstoot in Vlaanderen is een direct gevolg van energiegebruik. Niet enkel bij het eindgebruik van brandstoffen<sup>3</sup> komen emissies vrij. Ook tijdens de hele cyclus van winning en zuivering, raffinage, transmissie/transport en distributie wordt energie gebruikt en komen emissies vrij (figuur 1.5).

Figuur 1.5: Energie van ontginning tot levering

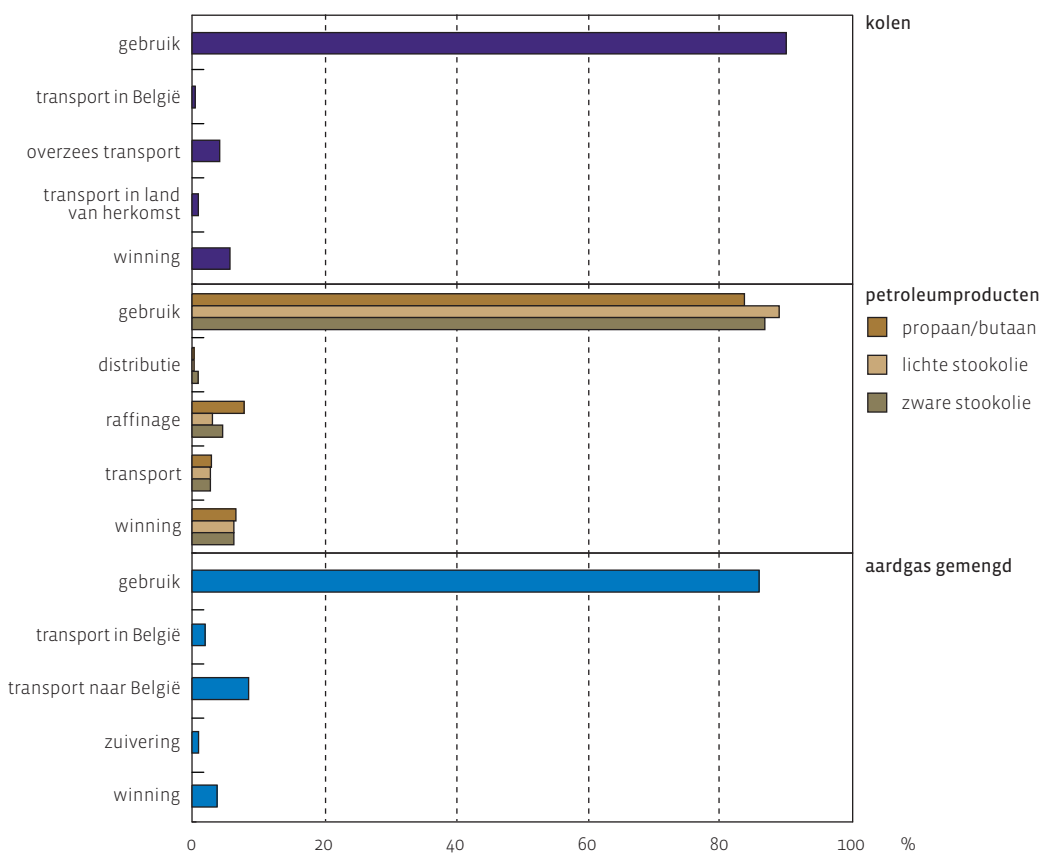


Bron: Torfs et al. (1998)

In het verleden zijn reeds studies verschenen waarin getracht werd de emissies gedurende de hele levenscyclus van brandstoffen te bepalen. De resultaten van die studies zijn niet altijd eenduidig omwille van grote onzekerheden rond data over ontginning en de verschillende/wisselende oorsprong van olie, gas en kolen. In dit hoofdstuk wordt geen poging gedaan om die studies over te doen. Wel werd per brandstofsoort op basis van een eerdere studie (Torfs et al., 1998) en aangevuld met de emissies bij verbranding, de grootteorde bepaald van de emissies in de verschillende stappen van elke brandstofcyclus (figuur 1.6). Daarbij werd enkel rekening gehouden met de directe emissies verbonden aan de verschillende stappen. Indirecte emissies ten gevolge van bijvoorbeeld het gebruik van hulpstoffen en hun fabricage zijn niet meegenomen.

<sup>3</sup> Ook de installatie van voorzieningen voor hernieuwbare en nucleaire energiebronnen kan gepaard gaan met de uitstoot van broeikasgassen, althans voor zover die installatie zelf geschiedt met aanwending van fossiele energiebronnen.

**Figuur 1.6: Uitstoot van broeikasgassen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O) in verschillende stappen van de levenscyclus van fossiele brandstoffen**



Bron: VITO gebaseerd op Torfs et al. (1998)

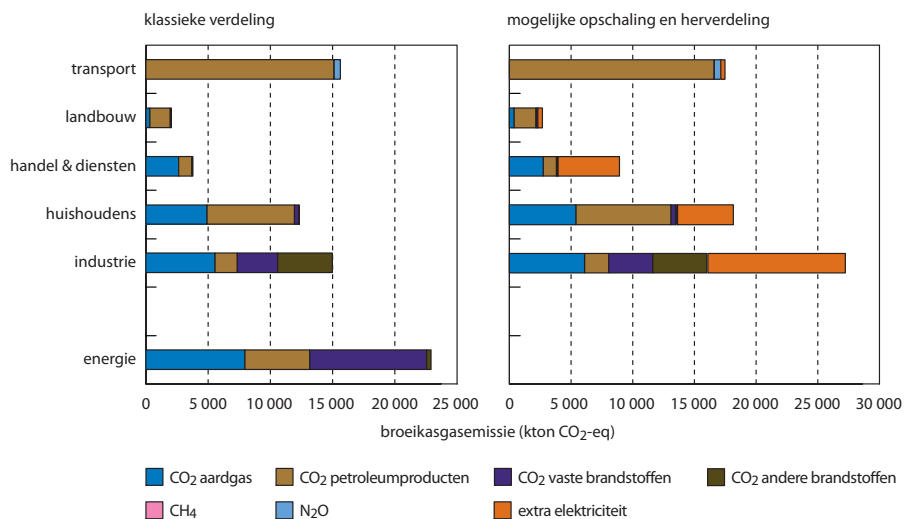
Het uiteindelijke gebruik (verbranding) van de fossiele brandstoffen omvat in een eerste benadering tussen 85 en 90 % van de broeikasgasemissies voor de hier geselecteerde brandstoffen. Grosso modo is het dus zo dat zowel voor aardgas, kolen als petroleumproducten bovenop de eigenlijke verbrandingsemisies bij de eindgebruiker nog 10 à 15 % bijkomende broeikasgasemissies dienen in rekening gebracht te worden ten gevolge van winning/zuivering, transport/distributie en raffinage.

Bijkomend worden de (al gezuiverde en geraffineerde) brandstoffen voor de eindgebruikers verder omgezet in elektriciteit en warmte binnen de energiesector. Op basis van de Vlaamse energiecijfers, gaat aan elke GJ elektriciteit gebruikt bij de eindgebruiker in 2006 een (energiegerelateerde) broeikasgasemissie van 110,2 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten vooraf.

Een opschaling van de broeikasgasemissies voor het gebruik van fossiele brandstoffen (algemeen en afgerond verrekend als 10 % extra emissies) en een

herverdeling van de broeikasgasemissies voor elektriciteits- en warmteproductie (inclusief verliezen) over de eindsectoren aan de hand van hun elektriciteitsgebruik geeft als resultaat figuur 1.7. Links staan de broeikasgasemissies weergegeven zoals ze klassiek verdeeld worden over alle sectoren. Daarbij worden voor alle sectoren (inclusief de energiesector) enkel de emissies verrekend die in Vlaanderen plaatsvinden. Rechts worden voor de eindgebruikers van energie – dat zijn alle sectoren uitgezonderd de energiesector zelf – de toeslagen in rekening gebracht voor winning, transport, verdeling en raffinage van fossiele brandstoffen samen met de emissies voor de omzetting van fossiele brandstoffen in elektriciteit en warmte. Deze zijde van de figuur omvat dus naast de emissies op Vlaams grondgebied ook emissies die in het buitenland kunnen plaatsvinden (voor winning, transport). Vooral de sectoren met een groot elektriciteitsgebruik krijgen op die manier meer broeikasgasemissies toebedeeld. Door de herverdeling en opschaling neemt vooral het aandeel van de industrie in de totale broeikasgasuitstoot toe: het aandeel van de industrie bedraagt aan de linkerzijde 21 %, terwijl dat rechts vergroot tot 37 %. Bovendien stijgt de uitstoot van de huishoudens uit boven die van de transportsector. De totale uitstoot van de sector handel & diensten verdubbelt ten opzichte van de niet-opgeschaalde emissies. Voor transport en landbouw is het effect klein, vooral omwille van hun relatief (ten opzichte van de andere sectoren) lage elektriciteitsgebruik.

**Figuur 1.7: Opschaling en herverdeling broeikasemissies (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O) gerelateerd aan energiegebruik naar de eindgebruikers (Vlaanderen, 2006\*)**



\* voorlopige cijfers

Links staan de broeikasgasemissies ter hoogte van de sector waar de uitstoot plaatsvindt.

Rechts zijn de emissies voorafgaand aan de energielevering herverdeeld naar de eindgebruikers.

Bron: VITO gebaseerd op MIRA Kernset Milieudata 2007 en Torfs et al. (1998)

Deze herverdeling is slechts een eerste stap. Er kan nog verder gegaan worden: uiteindelijk worden er uit diverse sectoren producten en diensten geleverd aan de eindgebruikers. Elk product en elke dienst vertegenwoordigt een bepaalde hoeveelheid energiegebruik en bijhorende emissies. Daardoor deelt elke gebruiker/consument mee in de verantwoordelijkheid voor die emissies. De uitdaging is enerzijds bij de verschillende productieprocessen energie zo efficiënt mogelijk te benutten en gebruik te maken van (alternatieve) energiebronnen die in hun levenscyclus minder emissies voortbrengen. Anderzijds is het aan de gebruikers om na te denken en zich te informeren bij aankoop en gebruik van goederen en diensten. Beide kanten kunnen hun bijdrage leveren aan een reductie van de behoefte aan energie en zo ook de totale broeikasgasemissie verminderen.

**Meer informatie over *Energie* en *Klimaatverandering* op [www.milieurapport.be](http://www.milieurapport.be).**



## Referenties

Aernouts K. & Jespers K. (2007)  
Energiebalans Vlaanderen 2005:  
Onafhankelijke methode, VITO, Mol,  
rapport 2007/IMS/R/188.

Bundesanstalt für Geowissenschaften  
und Rohstoffe (2007) Reserves, Resources  
and Availability of Energy Resources 2005.

Peeters E., Aernouts K. & Daems T. (2007)  
WKK-inventaris Vlaanderen - stand van  
zaken 2006, VITO, Mol, rapport  
2007/ETE/R/126.

Torfs R. et al. (1998) Broeikasgasemissies,  
verzurende emissies en energiegebruik  
voor levering van energiedragers vanaf  
de ontginning tot aan de eindgebruiker,  
VITO, Mol, 1998/PPE/R/154.

VREG (2007) Marktrapport - De Vlaamse  
energiemarkt in 2006.

**Guy Maes**, Departement PIH, Hogeschool  
West-Vlaanderen

**Thierry Van Craenenbroeck**, VREG

**Marc Van den Bosch**, VOKA - Vlaams  
Economisch Verbond

**Ronny Vercruyse**, VMM

## Lectoren

**Bram Claeys**, Bond Beter Leefmilieu  
Vlaanderen vzw

**Donaat Cosaert**, viWTA, Vlaams  
Parlement

**Luc De Bock**, Opzoekingscentrum voor de  
Wegenbouw

**Bert De Wel**, Minaraad

**Luk Deurinck**, Belgische Petroleum  
Federatie

**Nadine Dufait**, VEA

**Chris Dutry**, Gezinskrant De Bond

**Bruno Eggermont**, Fedustria

**Steven Harlem**, FEBEG

**Gwen Huyge, Luc Van Nuffel**, Electrabel  
nv

**Jan Kretzschmar**, Departement  
Toegepaste Biologische Wetenschappen,  
UA

**Sofie Luyten**, Afdeling Milieu-, Natuur- en  
Energiebeleid, Departement LNE

**Claude Lybeer**, WES vzw