

Het energieverbruik voor warmte afgeleid uit de Energiebalans

09

Reinoud Segers

Publicatiedatum CBS-website: 3 februari 2009



Verklaring van tekens

.	= gegevens ontbreken
*	= voorlopig cijfer
x	= geheim
–	= nihil
–	= (indien voorkomend tussen twee getallen) tot en met
0 (0,0)	= het getal is kleiner dan de helft van de gekozen eenheid
niets (blank)	= een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen
2005–2006	= 2005 tot en met 2006
2005/2006	= het gemiddelde over de jaren 2005 tot en met 2006
2005/'06	= oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 2005 en eindigend in 2006
2003/'04–2005/'06	= oogstjaar, boekjaar enz., 2003/'04 tot en met 2005/'06

In geval van afronding kan het voorkomen dat het weergegeven totaal niet overeenstemt met de som van de getallen.

Colofon

Uitgever

Centraal Bureau voor de Statistiek
Henri Faasdreef 312
2492 JP Den Haag

Prepress

Centraal Bureau voor de Statistiek - Facilitair bedrijf

Omslag

TelDesign, Rotterdam

Inlichtingen

Tel. (088) 570 70 70
Fax (070) 337 59 94
Via contactformulier: www.cbs.nl/infoservice

Bestellingen

E-mail: verkoop@cbs.nl
Fax (045) 570 62 68

Internet

www.cbs.nl

1. Inleiding

Vanwege de emissies van broeikasgassen en dreigende schaarste aan fossiele brandstoffen is er de laatste tijd veel aandacht voor het verduurzamen van de energievoorziening. Dat zou kunnen door minder energie te gebruiken (energiebesparing) of door fossiele energie te vervangen door duurzame energie. Daarbij krijgen traditioneel elektriciteit en transportbrandstoffen veel aandacht, wat zich uit in specifieke doelstellingen voor duurzame elektriciteit en duurzame transportbrandstoffen.

Echter, ook voor warmte is veel energie nodig. Het is dan ook logisch dat bij het verduurzamen van de energievoorziening ook gekeken wordt naar warmte. Dat is de reden dat de overheid besloten heeft om meer aandacht te besteden aan warmte. Deze aandacht komt tot uitdrukking in de oprichting van het Expertisecentrum Warmte, geleid door SenterNovem. Doel van dit Expertisecentrum is het verschaffen van objectieve, breed gedragen informatie over de warmtevoorziening.

Het Expertisecentrum Warmte heeft aan het CBS en ECN gevraagd om aan te geven hoeveel energie er wordt gebruikt voor warmte voor verschillende toepassingen en sectoren. Doel van dit document is om aan te geven hoe het energieverbruik voor warmte kan worden afgeleid uit de Energiebalans van het CBS. Daarbij wordt het energieverbruik afgezet tegen het verbruik voor drie andere toepassingen: elektriciteit, transportbrandstoffen en grondstoffen. Tevens wordt aangegeven hoe de hoeveelheid duurzame warmte kan worden afgeleid uit de duurzame energiestatistiek.

In deze studie ligt de focus op de hoofdlijnen en is alleen gebruik gemaakt van direct beschikbare informatie die zoveel mogelijk direct is af te leiden uit de energiebalans van het CBS. Voor deelonderwerpen zijn daarom soms eenvoudige oplossingen gekozen, die relatief minder nauwkeurig zijn. Gevolg daarvan is dat de resultaten vooral op hoofdlijnen beoordeeld moeten worden.

In het hoofdstuk 2 wordt allereerst de energiebalans van het CBS beschreven. vervolgens wordt in hoofdstuk 3 aangegeven hoe daaruit het energieverbruik voor warmte kan worden afgeleid. Hoofdstuk 4 gaat in op de indeling van dit warmteverbruik naar de sectoren industrie, landbouw, huishoudens en diensten. Hoofdstuk 5 tenslotte, beschrijft hoe de duurzame warmte berekend kan worden.

2. Energiebalans van het CBS

De Energiebalans van het CBS geeft een compleet beeld van de energiehuishouding van Nederland. De structuur van deze balans is echter niet primair gericht op het maken van een indeling in warmte, elektriciteit, transport en grondstoffen. Echter, er is zoveel informatie in de balans aanwezig dat de energiebalans een goede basis is voor het maken van deze indeling.

De energiebalans van het CBS is een tabel met vier dimensies:

- balanspost
- energiedrager (4 soorten kolen en kolenproducten, 2 soorten aardoliegrondstoffen, 16 soorten aardolieproducten, aardgas, elektriciteit, biogas en overig (warmte, biomassa en afval)).
- sector (zoals raffinaderijen of huishoudens)
- tijd

De laatste drie dimensies spreken voor zich. De balansposten hebben toelichting nodig. De volgende balansposten worden onderscheiden:

Aanbod:

- Winning (productie van energiedragers uit de natuur)
- Aanvoer (Invoer voor heel Nederland)
- Afleveringen (Uitvoer en bunkers voor heel Nederland)

- Onttrekking uit voorraad
 - Totaal aanbod (=totaal verbruik)
- Verbruik
- Totaal verbruik (=totaal aanbod)
 - Omzettingen met elektriciteitsopwekking, al dan niet met gelijktijdige productie van warmte
 - Inzet
 - Productie
 - Overige omzettingen
 - Inzet
 - Productie
 - Finaal energetisch verbruik
 - Finaal niet-energetisch verbruik (voor grondstoffen, zoals plastic).

Het (primaire) verbruik kan berekend worden als de resultante van winning, aanvoer, afleveringen en voorraadmutaties en is per definitie gelijk aan de resultante van de omzettingssaldi en het finaal verbruik. Het CBS zorgt ervoor dat deze balans sluitend is.

3. Methode voor het uitsplitsen van het energieverbruik naar toepassing: elektriciteit, warmte, transportbrandstoffen en grondstoffen

3.1 Afbakening toepassingen

Bij de indeling van het energieverbruik naar warmte, elektriciteit, transportbrandstoffen en grondstoffen is het van belang om deze vier toepassingen goed te definiëren en aan te geven hoe er wordt omgegaan met grensgevallen. In deze sectie worden de vier toepassingen afgebakend. Er zijn daarbij twee uitgangspunten:

1. De vier toepassingen beschrijven het gehele primaire energieverbruik en er is geen overlap tussen de verschillende toepassingen.
2. Er wordt zoveel mogelijk aangesloten bij bestaande definities, binnen het beleid en de statistiek.

3.1.1 Elektriciteit

Eigenlijk is elektriciteit geen “toepassing” van energie in letterlijke zin, maar een tussenform. Er zijn vele verschillende vormen van toepassing van elektriciteit. Echter, vanuit het oogpunt van overzichtelijkheid en beschikbaarheid van gegevens zijn alle vormen van het gebruik van elektriciteit bij elkaar gehouden onder de noemer elektriciteit.

Voor duurzame elektriciteit is er een aparte doelstelling die verankerd is in Europees beleid. Deze doelstelling dekt het gehele elektriciteitsverbruik. Om aan te sluiten bij deze doelstelling worden alle vormen van elektriciteitsverbruik ingedeeld bij elektriciteit. Dus ook de grensgevallen, zoals het elektriciteitsverbruik voor transport (railvervoer), grondstoffen en verwarming en koeling.

3.1.2 Transportbrandstoffen

In de energiebalans wordt een aparte sector transport onderscheiden. Het finaal energetisch verbruik (exclusief elektriciteit, zie hiervoor) in deze sector vormt de hoofdmoot van het energieverbruik voor transportbrandstoffen

Het energieverbruik van mobiele werktuigen (36 PJ in 2006), zoals tractoren, valt in de energiestatistieken niet onder de sector transport. Intuïtief valt het echter ook zeker niet onder een andere toepassing. Het ligt dus het meest voor de hand om dit verbruik in te delen bij de toepassing transportbrandstoffen. Dit is in lijn met de CO₂-emissiestatistieken, waarin de mobiele werktuigen vallen onder verkeer en vervoer.

3.1.3 Grondstoffen

Energiedragers worden niet alleen gebruikt om energie mee te maken, maar ook om materialen te maken. Een voorbeeld is het maken van plastic uit aardolie.

Het gebruik van energiedragers voor grondstoffen komt in de energiebalans terug als finaal niet-energetisch verbruik. Het energieverbruik voor grondstoffen wordt daarom gedefinieerd als het finaal niet-energetisch verbruik. Op het snijvlak van grondstoffen en transportbrandstoffen bevinden zich het gebruik van smeermiddelen voor transport (4 PJ) . Deze worden ingedeeld bij grondstoffen, omdat het gebruik van smeermiddelen niet direct leidt tot CO₂-emissies, een van de belangrijkste issues in het beleid.

3.1.4 Warmte

Warmte is dan de rest van het energieverbruik. In de praktijk gaat het vooral om het finaal verbruik (zie ook hieronder) van energiedragers anders dan elektriciteit buiten de transportsector. Een gedeelte van dit finaal verbruik zal geen warmte zijn, zoals het gasolieverbruik in de industrie voor aandrijving van machines. Over dit soort toepassingen is er geen informatie direct beschikbaar. De hoeveelheden zijn echter beperkt en daarom is pragmatisch gekozen om geen verdere uitsplitsing te maken.

3.2 Primair of finaal?

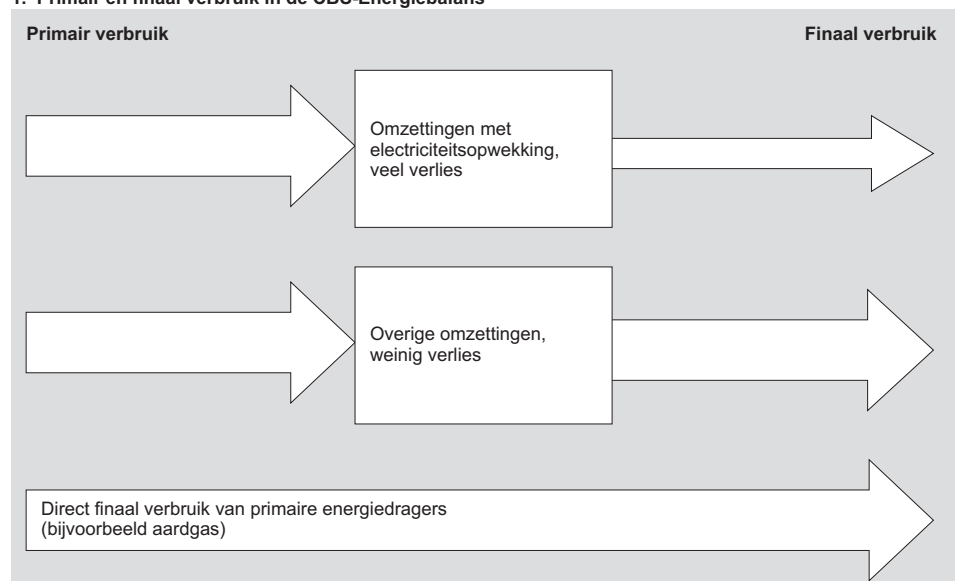
Het energieverbruik in de CBS-Energiebalans kan op twee plaatsen geanalyseerd worden. Ten eerste op het primaire niveau, vóór de omzettingsverliezen en ten tweede op het eindgebruikers niveau (finaal), na de omzettingsverliezen (zie ook figuur 1).

Primaire energie refereert aan de eerst meetbare vorm van energie na de onttrekking (winning) uit de natuur. Voorbeelden van primaire energie zijn aardgas, ruwe aardolie, kolen, biomassa en elektriciteit uit windenergie. Het finale energieverbruik refereert aan het energieverbruik door de eindgebruiker, waarna er geen energie meer overblijft. Voorbeelden zijn het verbruik van elektriciteit in een wasmachine, benzine in auto's en aardgas in verwarmingsketel.

In het laatste voorbeeld is het belangrijk om te weten dat in de CBS-energiestatistieken de zelf opgewekte warmte uit verwarmingsketels niet wordt waargenomen. De energiestatistieken houden op bij het verbruik van de brandstoffen voor de ketels, meestal aardgas in Nederland. De warmteproductie uit warmte/kracht koppeling wordt daarentegen wel expliciet waargenomen, net als alle andere warmte die wordt afgeleverd aan derden.

Als gevolg van de omzettingsverliezen is het primaire verbruik hoger dan het finale verbruik. De omzettingsverliezen voor elektriciteitsproductie zijn veel groter dan de omzet-

1. Primair en finaal verbruik in de CBS-Energiebalans



tingsverliezen voor de productie van energiedragers voor transport, warmte of grondstoffen. Bij vergelijkingen tussen elektriciteit en andere vormen van energie maakt het daarom veel uit of uitgegaan wordt van het primaire of het finale verbruik.

De ratio achter analyses van het energieverbruik is vaak dat men wil besparen op het gebruik van fossiele brandstoffen en/of het vermijden van emissies van broeikasgassen. Deze twee variabelen zijn in principe gekoppeld aan het primaire verbruik. Daarom ligt het bij vergelijkingen tussen elektriciteit en andere vormen van energie het meest voor de hand om het primaire verbruik als uitgangspunt te nemen. Dat is ook in deze studie gedaan.

3.3 Uitwerking berekeningsmethode

Zoals hierboven geschetst is het wenselijk om het primaire energieverbruik uit te splitsen naar verschillende toepassingen. Echter, het finale energieverbruik is veel makkelijker uit te splitsen naar toepassing dan het primaire verbruik. Daarom is het finale verbruik startpunt van de berekeningen (Tabel 3). Vervolgens is een factor bepaald om van het finale verbruik te komen tot het primaire verbruik. Deze factor hangt af van het type energiedrager. Belangrijk is vooral dat deze factor voor elektriciteit veel groter is dan 1. Complicerende factor zijn de omzettingen waarbij elektriciteit en warmte tegelijkertijd worden gemaakt (paragraaf 3.4). Om een volledige aansluiting bij de CBS-energiebalans te bewerkstelligen zijn tenslotte ook nog de relatief beperkte omzettingsverliezen van de overige omzettingen verwerkt (paragraaf 3.5).

3.4 Berekening verbruik van primaire energie voor elektriciteitsverbruik en warmteverbruik uit warmte/krachtkoppeling

Het elektriciteitsverbruik in Nederland wordt voor bijna 80 procent gedekt door elektriciteitsproductie uit omzettingen en voor een kleiner deel door het saldo van import en export en de winning uit bijvoorbeeld windenergie.

Bij de productie van elektriciteit uit omzettingen wordt ook warmte geproduceerd die vaak nuttig wordt gebruikt. De omzettingen van energie in elektriciteit al dan niet gecombineerd met nuttige warmteproductie zijn expliciet opgenomen in CBS-Energiebalans als omzettingen wkk. Hieronder vallen dus ook de omzettingen met alleen elektriciteitsproductie zonder nuttige warmteopwekking. De inzet van (primaire) energiedragers voor deze omzettingen is toebedeeld aan elektriciteit en warmte. Voor deze toedeling is gebruik gemaakt van de productie van elektriciteit en warmte en een weging die erin resulteert dat warmte minder zwaar meetelt.

Er zijn meerdere, samenhangende redenen voor deze lagere waardering van warmte. Ten eerste is er voor de standaard alternatieven voor de opwekking van elektriciteit en warmte (in plaats van wkk), minder primaire energie nodig voor warmte dan voor elektriciteit. Ten tweede kan 1 joule warmte minder flexibel kan worden ingezet dan 1 joule elektriciteit. Ten derde is de prijs van 1 joule warmte ook veel lager dan van 1 joule elektriciteit. Voor vaststelling van de weegfactoren is gebruik gemaakt van de exergetische kwaliteitsfactoren uit het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006). Exergie is een thermodynamisch begrip dat aangeeft hoe flexibel een bepaalde vorm van energie kan worden omgezet in andere vormen van energie. De kwaliteitsfactoren zijn 1 voor elektriciteit, 0,2 voor sectoren waar vooral warmte uit warmtekrachtkoppeling (wkk) op een lage temperatuur wordt geproduceerd en 0,4 voor sectoren waar vooral wkk-warmte op een hoge temperatuur wordt geproduceerd (SenterNovem, 2006).

Resultaat van deze berekening is dat voor 1 joule elektriciteitsproductie uit omzettingen gemiddeld 2,39 joule primaire energie nodig is (Tabel 1). Het totale aanbod van elektriciteit wordt daarnaast ook nog verzorgd door enkele bronnen zonder binnenlandse omzettingsverliezen. Daardoor is de totale benodigde primaire energie per eenheid elektriciteit wat lager: 2,09 joule primair per eenheid elektriciteit (Tabel 2).

Tabel 1
Berekening primair energieverbruik voor elektriciteitsproductie uit omzettingen in 2006, afgeleid uit CBS-Energiebalans met kwaliteitsfactoren voor warmte uit het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006)

	Inzet energie-dragers	Netto elektriciteits-productie	Warmte-productie	Exergetische kwaliteits-factor warmte	Inzet energie-dragers toebedeeld aan elektriciteit	Inzet energie-dragers toebedeeld aan warmte	Primair energieverbruik per eenheid elektriciteit	Primair energieverbruik per eenheid warmte
	<i>PJ</i>				<i>PJ</i>			
Sectoren met wkk-warmte op hoog temperatuurniveau	305	74	129	0,4	181	125	2,43	0,97
Sectoren met wkk-warmte op laag temperatuurniveau	644	255	81	0,2	606	38	2,37	0,47
Totaal	950	330	209		786	163	2,39	0,78

Bron: CBS.

Tabel 2
Berekening primair energieverbruik voor elektriciteitsverbruik in 2006

	Aanbod elektriciteit	Primair energieverbruik per eenheid elektriciteit	Primair energieverbruik
	<i>PJ</i>		<i>PJ</i>
Winning	11	1,00	11
Invoersaldo	77	1,00	77
Omzettingen wkk	330	2,39	787
Totaal	418	2,09	875

Bron: CBS.

Volgens de exergie-methode uit het Protocol Monitoring Duurzame Energie is voor 1 joule wkk-warmte op een hoog temperatuurniveau gemiddeld 0,97 joule primaire energie nodig en voor wkk-warmte op een laag temperatuurniveau is gemiddeld 0,47 joule nodig. Dit grote verschil is reden om in het vervolg wkk warmte op een hoog temperatuurniveau en een laag temperatuurniveau te blijven onderscheiden.

3.5 Toedeling omzettingssaldo van overige omzettingen

Bij het verlies bij overige omzettingen gaat het vooral om verliezen in raffinaderijen. Daarnaast zijn er ook verliezen in de cokesfabrieken en bij de petrochemische industrie. Verschillende methoden zijn denkbaar bij het toerekenen van de verliezen bij overige omzettingen. Echter, vanwege de relatief beperkte omvang (2 procent van het totale energieverbruik) is het effect van de gekozen methode op de resultaten voor de hele energiebalans beperkt. Daarom is gekozen voor een simpele methode.

Raffinaderijen en petrochemische industrie maken aardolieproducten. Daarom zijn de omzettingenverliezen van de raffinaderijen en petrochemische industrie toebedeeld aan het finaal verbruik van aardolieproducten waarbij geen onderscheid is gemaakt naar type product of sector van verbruik. Uitkomst van deze berekening is dat voor 100 joule finaal verbruik van olieproducten 105 joule primaire energie nodig is.

Bij de cokesfabrieken wordt cokes gemaakt dat vooral wordt gebruikt in de hoogovens. De hoogovens gebruiken cokes voor het maken van hoogovengas en als grondstoffen voor het maken van producten (staal en ijzer). Uit hoogovengas wordt weer voornamelijk elektriciteit gemaakt. De verdeling van het gebruik van cokes door de hoogovens over inzet overige omzettingen en niet-energetisch verbruik wordt daarom gebruikt als sleutel voor het verdelen van de omzettingenverliezen van de cokesfabrieken. Een deel gaat naar de grondstoffen en deel naar elektriciteitsproductie. Deze laatste verrekening is geïmplementeerd door inzet van primaire energie voor elektriciteitsproductie iets te verhogen (5 PJ).

De resterende verliezen bij de overige omzettingen zijn bij elkaar klein: 4 PJ (0,1% van het energieverbruik). Deze zijn toebedeeld aan warmte niet afkomstig uit warmte/krachtkoppeling (niet-wkk-warmte).

3.6 Resultaten voor de uitsplitsing van het energieverbruik naar toepassing

In tabel 3 staat het resultaat van de berekening. Links in de tabel staat het finale energieverbruik uit de CBS-energiebalans. In het midden staat een kolom met factoren om te komen van het finale naar het primaire energieverbruik. Rechts staat het primaire energieverbruik. Op een afronding na is het totale primaire verbruik in tabel 3 gelijk aan het totale primaire energieverbruik uit de CBS-energiebalans.

Bij de interpretatie van de resultaten is het belangrijk om niet te vergeten dat het gaat om de verdeling van het Nederlandse binnenlandse energieverbruik over de verschillende toepassingen. Dat is wat anders dan een berekening van het totale verbruik van primaire energie wat kan worden toegeschreven aan energieverbruik in Nederland. Zo worden in tabel 3 de omzettingsverliezen bij de productie van de geïmporteerde elektriciteit *niet* meegenomen en de omzettingsverliezen bij de productie van de geëxporteerde olieproducten *wel* meegenomen.

4. Uitsplitsing naar sector

In het energiebeleid wordt vaak onderscheid gemaakt naar 4 sectoren: industrie, gebouwde omgeving (huishoudens en utiliteitsbouw), landbouw en transport.

Voor het warmtebeleid is het daarom relevant om te weten hoeveel primaire energie er voor warmte er verbruikt wordt in deze sectoren.

4.1 Afbakening sectoren

Uitgangspunt is weer dat de genoemde sectoren samen precies het geheel beschrijven.

4.1.1 Transport

De sector transport heeft betrekking op alle vormen van energie nodig voor transport, inclusief de mobiele werktuigen, zoals tractoren.

4.1.2 Industrie

Bij de industrie is het ingewikkelder. In de energiebalans wordt namelijk onderscheid gemaakt tussen de energiebedrijven en industrieën in de verbruikssector. Voor deze studie worden de industriële bedrijven uit de sector energiebedrijven ook tot de industrie gerekend.

4.1.3 Landbouw

Gegevens over de landbouw zijn niet expliciet aanwezig in de CBS-energiebalans. De landbouw is onderdeel van de sector overige afnemers. Daarom zijn de gegevens over de landbouw afgeleid uit cijfers van het Landbouweconomisch instituut (LEI) welke zijn opgenomen in de CBS StatLinetabel Energieverbruik Land- en tuinbouw.

4.1.4 Gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving omvat de woningen en utiliteitsbouw. De sector huishoudens beschrijft het energieverbruik in de woningen en is direct terug te vinden in de energiebalans.

De utiliteitsbouw is lastiger. Het gaat om gebouwen anders dan woningen. Deze zijn voornamelijk vinden bij de zakelijke dienstverlening en de overheid. Startpunt van de berekening van het energieverbruik in de gebouwde omgeving is daarom het energie-

verbruik van de sector overige afnemers uit de CBS-Energiebalans. Deze sector omvat de bouw, de zakelijke dienstverlening, de overheid, de milieudienstverlening en de landbouw. Van deze sector is vervolgens de landbouw afgehaald waarna de rest als utiliteitsbouw is bestempeld. Dat klopt natuurlijk niet helemaal. Enerzijds staan er ook kantoren bij de industrie en anderzijds is het energieverbruik bij milieudienstverlening wellicht eerder als industrieel aan te merken. Voor een verdere verfijning is meer onderzoek nodig.

4.2 Berekening

Uitgangspunt voor de afbakening naar sector is steeds het finale energieverbruik uit de Energiebalans, waarop per energiedrager voor elke sector steeds dezelfde factoren zijn gezet om tot het primaire verbruik te komen.

De indeling naar sector is rechtstreeks af te lezen uit de Energiebalans, uitgezonderd de uitsplitsing tussen landbouw en dienstverlening. Deze uitsplitsing is niet in de Energiebalans opgenomen, omdat de meest betrouwbare cijfers (van het Landbouweconomisch Instituut, LEI) pas beschikbaar komen na het definitief worden van de Energiebalans. De LEI cijfers zijn wel bekend bij het CBS en worden onder andere gebruikt voor de CO₂-emissieberekeningen. Ook voor deze studie zijn de LEI-cijfers gebruikt voor de totale inkoop en verkoop van energie door de landbouw. De uitsplitsing van het aardgasverbruik in de landbouw naar verbruik voor elektriciteitsopwekking en finaal verbruik is gemaakt op basis van de CBS statistiek productiemiddelen elektriciteit.

Warmte, biomassa en afval zijn in de CBS-energiebalans samengenomen. Het primair energieverbruik per eenheid finaal verbruik voor de verschillende soorten warmte, biomassa en afval varieert sterk. Daarom is de groep energiedragers 'warmte, biomassa en afval' verder uitgesplitst op basis van aannames door het CBS. De belangrijkste daarvan is de aanname dat de warmte op een hoog temperatuurniveau wordt gebruikt in de industrie, in analogie met de hoge kwaliteitsfactoren voor warmte uit Protocol Monitoring Duurzame Energie. Verder is aangenomen dat alle warmte in de landbouw (afgezien van het finale verbruik van aardgas) bestaat uit wkk-warmte op een laag temperatuurniveau.

Een grensgeval is het niet energetisch verbruik van aardolieproducten bij de overige afnemers van de Energiebalans (22 PJ). Het gaat hierbij vooral om verbruik in de bouw, voor asfalt of dakbedekking. Dit verbruik is toegewezen aan de utiliteitsbouw.

De verliezen bij de distributiebedrijven zijn vooral netverliezen. Deze zijn verdeeld naar rato van het finaal verbruik.

De transportbrandstoffen zijn gealloceerd aan de sector transport. In deze sector wordt ook een klein beetje energie gebruikt voor elektriciteit en grondstoffen (smeerolie).

5. Percentage duurzame warmte

In het duurzame energiebeleid spelen percentages duurzame energie een grote rol. Er zijn doelstellingen voor duurzame energie totaal, duurzame elektriciteit en duurzame brandstoffen voor transport. Het zou aantrekkelijk zijn als er een ook een percentage duurzame warmte berekend kan worden. In dit document wordt de berekening van zo'n percentage uitgewerkt.

5.1 Hoe te berekenen?

Er zijn er drie plaatsen in de keten van energieverbruik waar het percentage berekend kan worden:

- primaire energie: eerst meetbare vorm na winning
- finale energie: levering aan de eindgebruiker
- nuttige energie: hoeveelheid nuttig gebruikt door de eindgebruiker (na omzettingsverliezen bij de eindgebruiker)

5.1.1 Primaire energie

Bij de berekening van het percentage duurzame energie op het primaire energie niveau kan de primaire duurzame energie direct worden gebruikt, of na omrekening in termen van vermeden verbruik van fossiele primaire energie. Omdat de efficiency van het gebruik van fossiele energiedragers anders kan zijn dan het gebruik van duurzame energiedragers, maakt het uit welke methode wordt gekozen. Voor de huidige duurzame energiestatistiek wordt gebruik gemaakt van vermeden verbruik van fossiele primaire energie. Daarom wordt dit hier ook gedaan:

$$\frac{\text{Vermeden verbruik van fossiele primaire energie door het verbruik van duurzame warmte}}{\text{Totaal verbruik van primaire energie voor warmte}}$$

De teller van deze berekening kan worden afgeleid uit de bestaande duurzame energiestatistiek. In Duurzame Energie in Nederland (CBS, 2008) wordt het vermeden verbruik van primaire duurzame energie onderverdeeld naar elektriciteit, warmte, gas en transport. Voor het kleine deel gas zou dan nog een allocatiemethode gevonden moeten worden.

De berekening van de noemer van deze berekening staat in het hoofdstuk 4.

5.1.2 Finale energie

Volgens de finale energiemethode kan het percentage duurzame warmte als volgt worden berekend:

$$\frac{\text{Verbruik van duurzame finale energie voor warmte in de energiebalans}}{\text{Totaal finaal verbruik van finale energie voor warmte}}$$

De teller van deze berekening kan worden afgeleid uit de onderliggende gegevens voor de CBS-Energiebalans. Het totale finale verbruik van energie voor warmte kan ook uit de Energiebalans worden afgeleid (zie hierboven). Nadeel van deze methode is dat verschillen in efficiency van het finale verbruik niet worden meegenomen. Ook is het lastig om het verbruik van fossiele brandstoffen voor de productie van elektriciteit voor de warmtepompen te verdisconteren. In de bestaande duurzame energiestatistiek wordt via de substitutiemethode wel rekening gehouden met bovenstaande factoren. Daardoor zou het gebruik van de finale energiemethode voor duurzame warmte leiden tot een onwenselijke inconsistentie met de bestaande duurzame statistiek.

5.1.3 Nuttige warmte

Nuttige warmte is de warmte die wordt gebruikt door de eindgebruiker. Het wordt gemeten na de transportverliezen en na omzettingen in de ketel van de gebruiker. Voordeel van het gebruik van nuttige warmte is dat alle vormen van warmte min of meer vergelijkbaar zijn. In de standaard energiestatistieken is echter in beperkt mate (alleen bij warmte uit warmte/krachtkoppeling en/of levering van warmte) informatie beschikbaar over nuttige warmte, omdat het lastig is nauwkeurige informatie te verzamelen over ketelrendementen bij de gebruikers. Echter, in de duurzame energiestatistiek wordt wel gebruik gemaakt van nuttige warmte via het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006), waarin standaard waarden voor de rendementen zijn vastgelegd. Nuttige energie is ook een variabele in de modellen van ECN. ECN berekent de nuttige energie uit de finale energie uit de energiestatistieken of eigen voorspellingen en aannames over de ketelrendementen.

5.1.4 Keuze

Vanwege het gebrek aan consistentie met de huidige duurzame energiestatistiek is de finale energiemethode minder geschikt. Beide andere hebben dit nadeel niet. Voor de keuze tussen de berekening op het primaire niveau en het nuttige niveau is gekeken de wijze waarop de duurzame percentages voor de elektriciteit en transport zijn berekend. Deze percentages zijn berekend door te kijken naar het eindverbruik van elektriciteit en

transportbrandstoffen en niet door terug te gaan naar het primaire energie niveau. Daarom is er voor gekozen om ook voor de warmte niet terug te gaan naar het primaire niveau, maar uit te gaan van de nuttige energie. Dat heeft tevens als voordeel dat het begripsmatig wat eenvoudiger is.

5.2 *Berekening duurzame nuttige warmte*

5.2.1 *Zonnewarmte*

In de duurzame energiestatistiek wordt voor zonneboilers niet gerekend met de warmteproductie van de zonneboilers, maar met een kengetal voor de aardgasbesparing per zonneboiler, wat gelijk is gesteld aan 45 procent van het aardgasverbruik voor tapwater (Protocol Monitoring Duurzame Energie, SenterNovem, 2006). In dit Protocol wordt als referentie voor andere duurzame energietechnieken met productie van warm tapwater een standaard rendement 65% voorgeschreven. Met dit rendement kan de aardgasbesparing worden omgerekend naar nuttige warmteproductie.

Voor overige zonnewarmtesysteem wordt wel gerekend met de productie van nuttige warmte. Deze warmte kan dus rechtstreeks worden afgeleid uit de berekeningen voor de duurzame energiestatistiek.

Complicerende factor voor zonnewarmtesystemen is dat deze systemen ook nog wat meer elektriciteit gebruiken dan conventionele verwarmingssystemen. In de duurzame energiestatistiek wordt de fossiele energie nodig voor deze extra hoeveelheid elektriciteit verdisconteerd. Omdat het om kleine hoeveelheden gaat wordt de extra elektriciteit hier vooralsnog verwaarloosd.

5.2.2 *Warmtepompen*

Warmtepompen gebruiken elektriciteit om warmte uit de omgeving te benutten op een hoger temperatuurniveau dan de omgevingstemperatuur. Deze hoeveelheid elektriciteit komt ongeveer overeen met een derde tot een kwart van de hoeveelheid geproduceerde warmte van een warmtepomp en is dus zeker niet te verwaarlozen, zeker als ook nog wordt meegenomen dat voor de productie van 1 eenheid elektriciteit twee tot drie keer zoveel fossiele primaire energie nodig is. Voor een geloofwaardige berekening van de duurzame energie uit warmtepompen kan dus maar een deel van de warmteproductie van de warmtepompen als duurzaam worden geteld. De vraag is welk deel.

Bij de keuze voor de berekeningsmethode voor het duurzame deel, is het vermeden verbruik van fossiele primaire energie van de warmtepompen uit de duurzame energiestatistiek als uitgangspunt genomen. Deze vermeden primaire energie is vermenigvuldigd met het standaard referentierendement uit het Protocol Monitoring Duurzame Energie. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie soorten warmteproductie: tapwater, ruimteverwarming voor huishoudens en overige ruimteverwarming.

5.2.3 *Warmte/koudeopslag*

Warmte/koudeopslag systemen worden vaak gecombineerd met warmtepompen. In de duurzame energiestatistiek is afgesproken dat de warmte in deze projecten geteld wordt bij de warmtepompen en niet bij de warmte/koudeopslag. Voor de warmte/koudeopslag gaat het dus alleen om de benutte warmte bij projecten zonder warmtepomp.

De koude uit warmte/koudeopslagprojecten is conceptueel lastig. Koude is vooralsnog geen energiedrager en duurzame koude telt niet direct mee in de energiebalans. Het komt wel terug als een verminderd elektriciteitsverbruik. In de duurzame energiestatistiek telt duurzame koude wel mee, als vermeden verbruik van fossiele primaire energie.

Het ligt voor hand om duurzame nuttige koude te combineren met duurzame nuttige warmte. De vraag is echter of en hoe dit optelbaar te maken is. De meest voor de hand liggende methode is om terug te grijpen op de primaire energie die nodig is om aan koelverbruik te voldoen. Daarmee kan het totale vermeden verbruik van fossiele primaire energie

uit warmte/koudeopslag uit de duurzame energiestatistiek als uitgangspunt genomen worden. Voor de berekening van de nuttige warmte wordt dan volgens het Protocol Monitoring Duurzame Energie vermenigvuldigd met een standaard referentie ketelrendement van 90%. Deze 90% kan dan ook worden toegepast voor de koude.

5.2.4 Warmteproductie uit vaste en vloeibare biomassa.

Via diverse technieken wordt er warmte geproduceerd uit vaste en vloeibare biomassa. Het kan gaan om verkochte warmte voor stadsverwarming of industrieel verbruik en ook om zelfgeproduceerde warmte uit houtkachels of warmte/krachtinstallaties. Voor al deze vormen van nuttige warmte is expliciete informatie aanwezig op StatLine.

Enige complicatie voor het gebruik in de duurzame warmte berekeningen is dat er in de duurzame energiestatistiek geen rekening wordt gehouden met transportverliezen van warmte. Het meestoken van biomassa gebeurt in een sector waar vooral warmte op een laag temperatuurniveau wordt geproduceerd. Het transportverlies in deze sector is geschat op 15%. Dit komt overeen met het transportverlies van warmte van de distributiebedrijven (finaal verbruik) uit de CBS-Energiebalans. Deze 15 procent is niet een heel hard getal. Het is gebaseerd op een inventarisatie van een jaar of tien geleden en is sindsdien constant gehouden. Overigens is deze 15 procent wel ongeveer gelijk aan het gewogen gemiddelde van de expertschattingen die ECN hanteert bij modelberekeningen voor het transportverlies bij warmteleveringen (35 procent voor huishoudens en 10 procent voor leveringen aan overige sectoren). De Rekenkamer komt voor 6 stadsverwarmingprojecten uit op een verliespercentage van 19 tot 37 procent (Rekenkamer, 2005).

Bij afvalverbrandingsinstallaties gaat het voor het grootste deel om stoom dat over korte afstanden wordt getransporteerd. Voor de geproduceerde warmte in deze sector is aangenomen dat de het transportverlies gelijk is aan 10% van de geproduceerde warmte, overeenkomstig de expert-schatting die ECN hanteert voor alle warmte geleverd aan sectoren anders dan huishoudens.

Bij overige biomassaverbranding gaat het voor het grootste deel om zelf gebruikte warmte. Hier kunnen de transportverliezen dus verwaarloosd worden.

5.2.5 Warmteproductie uit biogas

Bij de warmteproductie uit biogas zijn twee componenten relevant. Ten eerste de warmteproductie uit de warmte/krachtinstallaties op biogas en ten tweede het finaal verbruik van biogas.

De nuttige warmteproductie uit de biogas-wkk-installaties is expliciet opgenomen in de duurzame energiestatistiek. Deze warmte wordt in de regel zelf gebruikt en er zijn dus weinig transportverliezen. Kanttekening bij deze warmte is wel dat een gedeelte wordt gebruikt voor het op temperatuur houden van de vergister. Het CBS streeft ernaar om deze warmte in de toekomst expliciet zichtbaar te maken. Vooralsnog wordt al deze warmte als nuttige warmte geteld.

Bij het finaal verbruik van biogas gaat om enerzijds het verbranden van biogas voor de warmte, vaak in de industrie. Anderzijds gaat het ook om biogas dat is opgewerkt tot aardgas en ingevoerd is op het aardgasnet. Dit opwerken tot aardgas gebeurt bij een aantal stortplaatsen en een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

In principe kan het tot aardgas opgewerkte biogas worden omgezet in elektriciteit, warmte, transportbrandstoffen of grondstoffen. In de statistiek wordt dit momenteel echter niet gevolgd. Daarom is er vooralsnog voor gekozen om alle tot aardgas opgewerkte biogas te tellen als warmte.

5.2.6 Totale nuttige warmteproductie

De totale (duurzaam en niet duurzaam) nuttige warmteproductie in 2006 was 1 093 PJ (ECN, 2008). ECN heeft dit berekend uit de Energiebalans van het CBS en expertschatting van de omzettingsefficiënties bij eindgebruikers.

5.3 Resultaten duurzame nuttige warmte

In tabel 4 staat een overzicht van de duurzame nuttige warmte. De belangrijkste bron zijn nog steeds de houtkachels bij huishoudens. Het gebruik van energie uit de omgeving door warmtepompen en warmte/koudeopslag groeit echter sterk. Ook via afvalverbrandingsinstallaties en overige biomassaverbranding wordt meer duurzame warmte gemaakt dan 10 jaar geleden.

Vergeleken met 1995 is de duurzame warmteproductie met een kleine factor twee gestegen in 2006. Dit lijkt aardig wat, maar is weinig ten opzichte van de groei in de productie van duurzame elektriciteit. Dit groeide van 1,4 naar 6,6 procent van het totale elektriciteitsverbruik.

Het percentage duurzame warmte in 2006 was 1,8 procent. Dat is minder dan bij de elektriciteit, maar meer dan bij de transportbrandstoffen en de grondstoffen. Bij deze laatste toepassing is het percentage per definitie 0.

Tabel 4
Duurzame nuttige warmteproductie (TJ)

	1995	2006
	<i>TJ</i>	
Zonnewarmte	137	599
Warmtepompen	182	2 240
Warmte/koudeopslag	28	547
Afvalverbrandingsinstallaties	1 227	3 537
Meestoken biomassa	1	469
Houtkachels huishoudens	5 068	5 191
Houtkachels bij bedrijven	1 472	1 930
Overige biomassaverbranding	337	3 078
Biogas	2 825	2 370
Totaal	11 277	19 961
Totale nuttige warmteproductie (ECN)	.	1 093 000
	%	
Percentage duurzame nuttige warmte	.	1,8

Bron: CBS/ECN.

Dankwoord

Ik dank David Verhoog en Nico van der Velden van het LEI voor constructief commentaar op een eerdere versie van dit document. Het commentaar was aanleiding voor een belangrijke verbetering van de berekeningsmethode. Ook Marijke Menkveld van ECN leverde een bijdrage, vooral in de discussie over de transportverliezen bij leveringen van warmte. Tot slot hebben diverse collega's van het CBS een waardevolle bijdrage geleverd via discussies en commentaar op concepten.

6. Referenties

CBS (2008) StatLine, november 2008.

ECN (2008) Nuttig verbruik 2006, Excel spreadsheet voor Expertisecentrum Warmte.

Landbouweconomisch Instituut (2007) Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2000–2006.

Rekenkamer (2005) Stadsverwarming. Tweede Kamer, vergaderjaar 2004–2005, 30 150, nrs. 1–2

SenterNovem (2006) Protocol Monitoring Duurzame Energie.