

1 Energieverbruik

Het energieverbruik groeit wereldwijd sterk: De laatste 45 jaar verdrievoudigde dit totale verbruik ruim. Landen als China, India en Brazilië gaven in die periode een nog veel sterkere stijging te zien. Alleen in 2009 daalde het totale verbruik licht als gevolg van de economische crisis die in veel landen optrad. De algemene verwachting is dat het totale wereldenergieverbruik de komende decennia nog zal toenemen, evenals de emissie van CO₂. Wat er daarna gebeurt is erg afhankelijk van het energiebeleid op korte en langere termijn.

Iets wat ook speelt is de voorzieningszekerheid voor energie: Energiebronnen zijn de inzet geworden van een internationaal politiek spel, wat leidt tot toenemende spanningen en onzekerheden.

In paragraaf 1.1 komen o.a. milieueffecten van het energieverbruik aan bod en in paragraaf 1.2 de ontwikkeling van de energievraag op landelijk en wereld niveau. In paragraaf 1.3 wordt het energieverbruik van huishoudens in ons land verder uitgediept.

1.1 Maatschappelijke aspecten energieverbruik

De economieën van de geïndustrialiseerde landen zijn vrijwel volledig afhankelijk van betaalbare en direct beschikbare energie. Die energie is op dit moment vooral afkomstig uit de fossiele brandstoffen zoals olie, aardgas en kolen. Het gebruik van deze fossiele brandstoffen heeft ingrijpende consequenties. Niet alleen stijgt de milieudruk (paragraaf 1.1.2), ook is door politieke verhoudingen de levering van voldoende energie niet zeker (paragraaf 1.1.1).

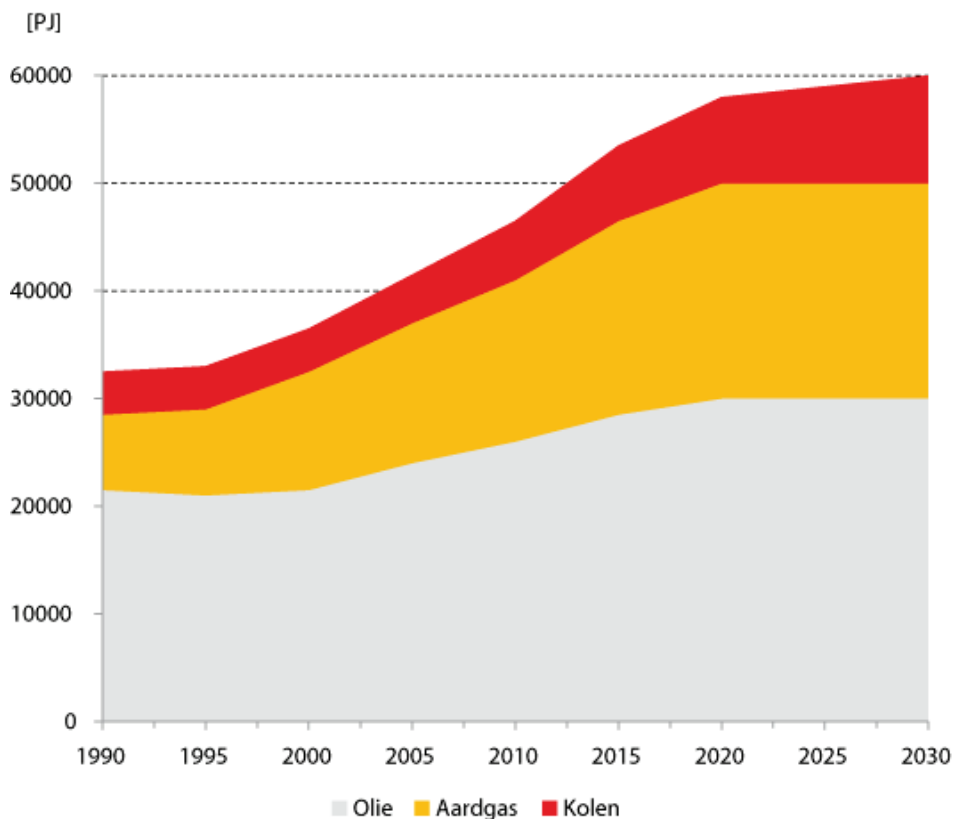
1.1.1 Voorzieningszekerheid

'Voorzieningszekerheid' houdt in de mate van zekerheid die er is over de beschikbaarheid van voldoende energiebronnen nu en in de toekomst. Daarvoor wordt o.a. gekeken naar de mondiale energievoorraden in relatie tot het verbruik en naar de geografische spreiding van de energiebronnen.

Op wereldschaal is op kortere termijn niet zozeer schaarste aan energie een probleem maar de verkrijgbaarheid van die energie. Daarbij komt dat zeker tot 2030 fossiele energie in ruim 80% van de mondiale energievraag zal voorzien. De olie- en gasbronnen bevinden zich nogal eens in gebieden waarvan de politieke en/of economische stabiliteit te wensen overlaat.

Voor de Europese Unie (EU) ziet deze voorzieningszekerheid er niet rooskleurig uit: De EU beschikt zelf over beperkte olie- en gasvoorraden en is op dit moment al voor 50% afhankelijk van OPEC-landen en Rusland (bron: Eurostat juli 2018). Deze afhankelijkheid zal vermoedelijk nog aanzienlijk stijgen ondanks het EU besluit (juni 2018) dat in 2030 ruim 30% van het energieverbruik duurzaam moet zijn.

Het gebruik van fossiele brandstof zal tot 2030 zeker nog toenemen. Afhankelijk van de realisatie van energiebesparende maatregelen en inzet van duurzame energie zal dit gebruik mogelijk gaan afvlakken en uiteindelijk afnemen.



Afb. 1.1 Afhankelijkheid van import energiebronnen voor het 'Baseline'-scenario voor de EU; (Bron: Europese Commissie, Commission staff working document EU energy policy data, SEC(2007) 12)

1.1.2 Milieudruk en energieverbruik

Het huidige gebruik van fossiele energie en kernenergie heeft ingrijpende milieu-consequenties: De aantasting en vervuiling van landschappen spelen vooral lokaal. De emissie van broeikasgassen en de dreigende schaarste aan energiebronnen hebben wereldwijd gevolgen.

Aantasting en vervuiling

De winning en het transport van fossiele brandstoffen veroorzaken diverse vormen van aantasting en verontreiniging. Zo veroorzaakt de winning van aardgas bodemdaling in het noorden van ons land en treden bij het transport van olie per schip of pijpleiding soms ernstige verontreinigingen op. Bij de productie van elektriciteit komt veel warm koelwater vrij en bij kernenergie speelt o.a. de problematiek van het radioactieve afval. Bij de verbranding van kolen, olie en aardgas komen stikstofoxyde (NO_x) en kooldioxide (CO_2) vrij. Bij kolen en olie komen bovendien ook zwaveldioxide (SO_2) en koolwaterstoffen vrij. NO_x en SO_2 dragen bij aan de verzuring van het milieu en CO_2 draagt sterk bij aan het broeikaseffect (bron: www.clo.nl).

Klimaatverandering

De toegenomen uitstoot van 'broeikasgassen' levert, zo is nu wel erkend, ernstige problemen op ten aanzien van het klimaat op wereldschaal. De problemen worden nog vergroot door de voortgaande grootschalige ontbossing. Sinds 1990 is de mondiale uitstoot van CO_2 door gebruik van fossiele brandstoffen en cementproductie met circa 60% toegenomen [6]. In het Klimaatakkoord van Parijs (december 2015) is afgesproken er alles aan te doen om de temperatuur met ruim minder dan 2°C te laten stijgen ten opzichte van het niveau van voor de industriële revolutie. Gestreefd wordt naar niet meer dan $1,5^\circ\text{C}$. Om deze temperatuurdoelstelling te halen moeten de wereldwijde emissies van broeikasgassen sterk afnemen, nog sterker dan tot voor kort gedacht [2].

In de laatste 100 jaar was er een temperatuurstijging van gemiddeld 1°C wereldwijd (KNMI, nieuwsbericht 19-1-2017) en van $1,7^\circ\text{C}$ in Nederland [16]. Een stijging van de gemiddelde temperatuur van 1 à 2°C kan voor ons land al grote gevolgen hebben, zoals een grotere kans op overstromingen in de kustgebieden, hoge rivierafvoeren en hete droge zomers [16]. Zelfs bij een sterke vermindering van de

emissies van broeikasgassen gaan klimaatveranderingen nog heel lang door vanwege de vertraagde reactie van het klimaatsysteem.

Zie ook '[Klimaatverandering](#)' [5], '[dossier klimaatverandering](#)' [17] en www.klimaatsscenarios.nl.

Uitputting

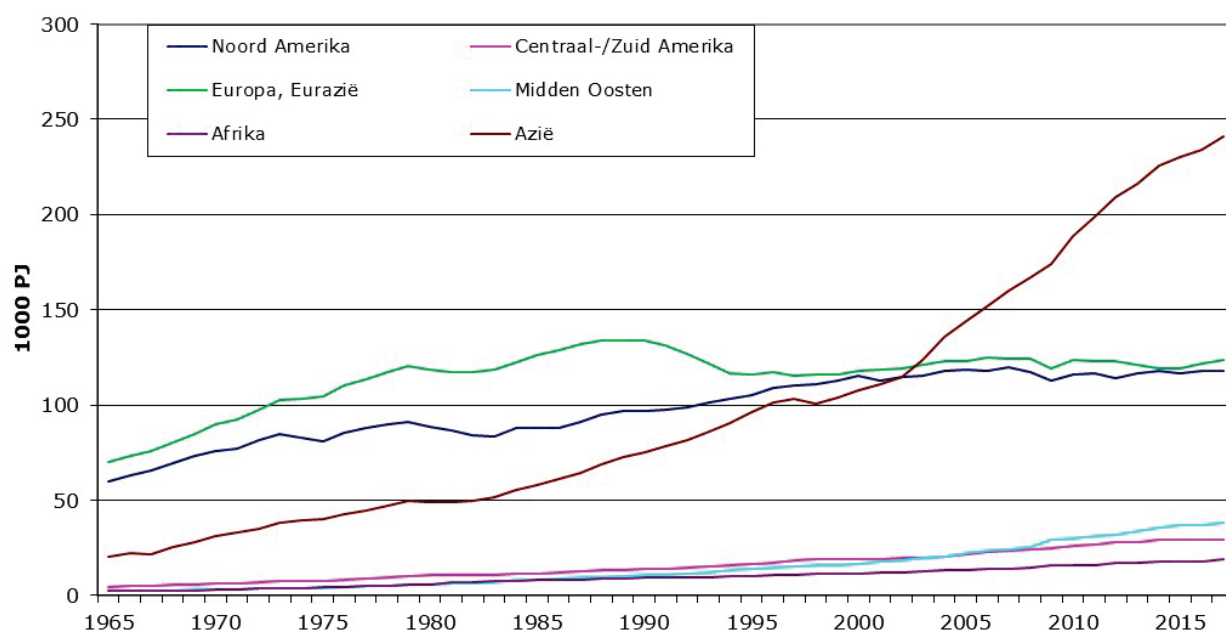
Met name de olie- en gasvoorraden zijn beperkt. De thans bewezen mondiale reserves van aardolie en aardgas zijn genoeg voor ruim 50 jaar [3]. Bij steenkool ligt dat nog rond de 135 jaar. Hierbij wordt uitgegaan van het verbruik in 2017. Het is wel aannemelijk dat er nog meer winbare voorraden zijn [2]. De reserves zullen door nieuwe vondsten en verbeterde winningstechnieken toenemen. Het verbruik zal echter de komende decennia blijven stijgen (zie paragraaf 1.1). Genoemde periodes moeten dus met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd.

Datzelfde geldt ook voor uranium, de brandstof voor kerncentrales. Uitgaande van het wereldverbruik anno 2011 is er volgens [18] nog een voorraad voor meer dan 100 jaar. Als het gebruik van kernenergie wereldwijd echter sterk zou toenemen, is de voorraad slechts voldoende voor globaal 20 jaar uitgaande van de situatie in 2007 [7].

1.2 Ontwikkeling energieverbruik

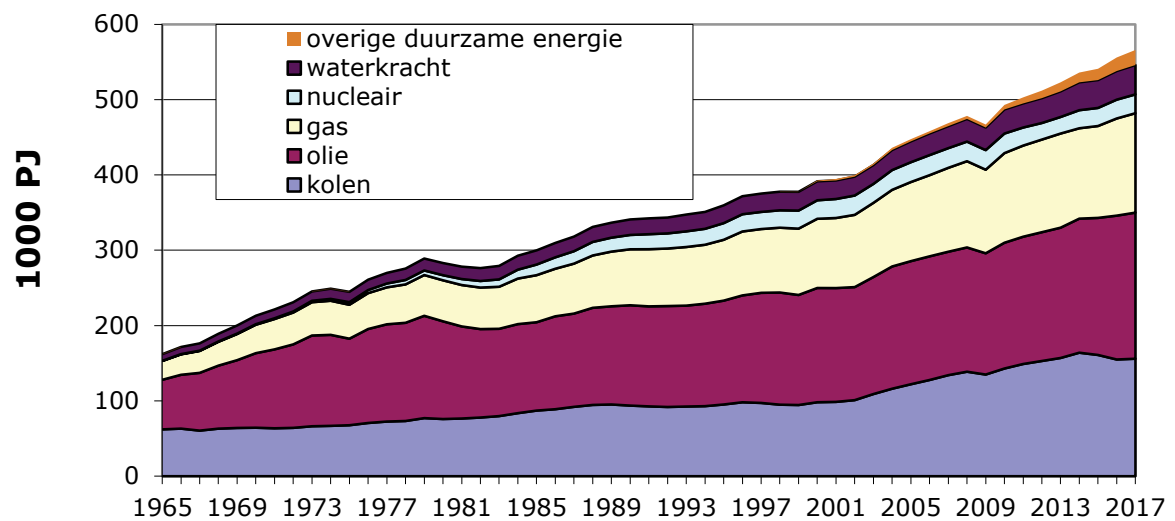
1.2.1 Wereldenergieverbruik

Het wereldenergieverbruik is in de afgelopen 50 jaar ruim verdrievoudigd. Hiervoor zijn vooral Noord Amerika, Europa en Azië verantwoordelijk (afbeeldingen 1.2 en 1.3). Het energieverbruik van Azië valt hierin op door de extreme stijging vanaf het jaar 2000 [3]. In Europa en Noord-Amerika blijft de laatste jaren de vraag naar energie vrij stabiel.



Afb. 1.2 Het wereldenergieverbruik (primaire energie) per werelddeel [3]

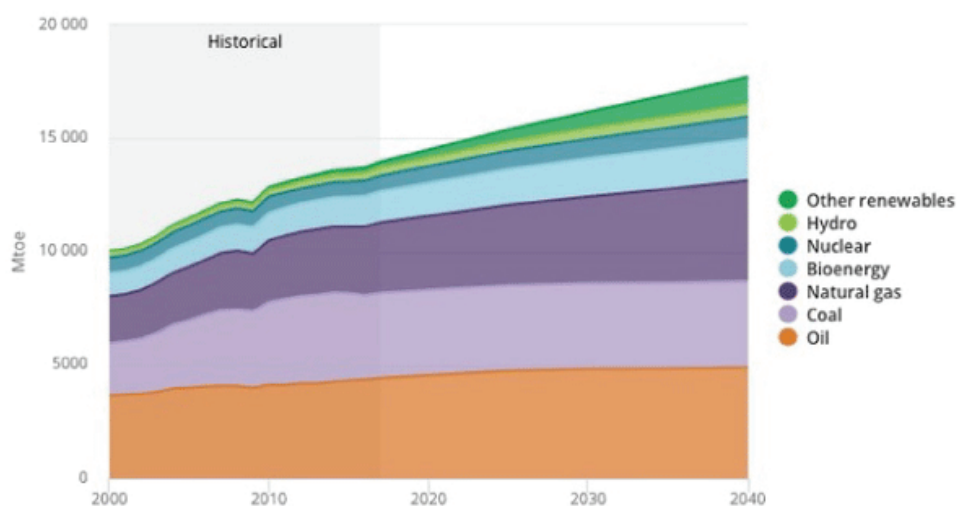
Olie, gas en kolen zijn de belangrijkste energiedragers in de wereld (afbeelding 1.3). Het aandeel duurzame energie is nog zeer beperkt, maar neemt snel toe.

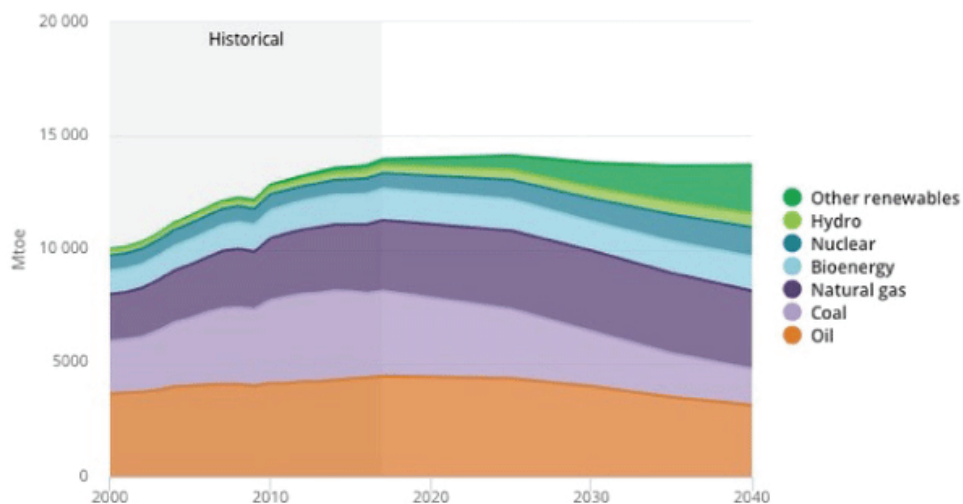


Afb. 1.3 Het primaire wereldenergieverbruik per energiedrager [3]

Toekomstig verbruik: scenario's

Met behulp van scenario's is inzicht te krijgen in mogelijke ontwikkelingen in het energieverbruik voor de komende decennia. Er zijn diverse scenario's in omloop die bijvoorbeeld contrasteren in de mate van internationale verwevenheid (globalisering versus regionalisering), in de keuze tussen efficiëntie en solidariteit of in de inzet van de verschillende energiebronnen. Al die scenario's hebben gemeen dat fossiele brandstoffen nog jarenlang een belangrijk aandeel zullen hebben. Zie afbeelding 1.4 voor 2 voorbeelden van scenario's. Afhankelijk van de realisatie van energiebesparende maatregelen en inzet van duurzame energie kan dit verbruik van fossiele brandstof gaan afvlakken en uiteindelijk afnemen. Het Klimaatakkoord van Parijs (2015) vraagt echter om een drastische reductie van het gebruik van fossiele energie, tot dichtbij nul in 2050!

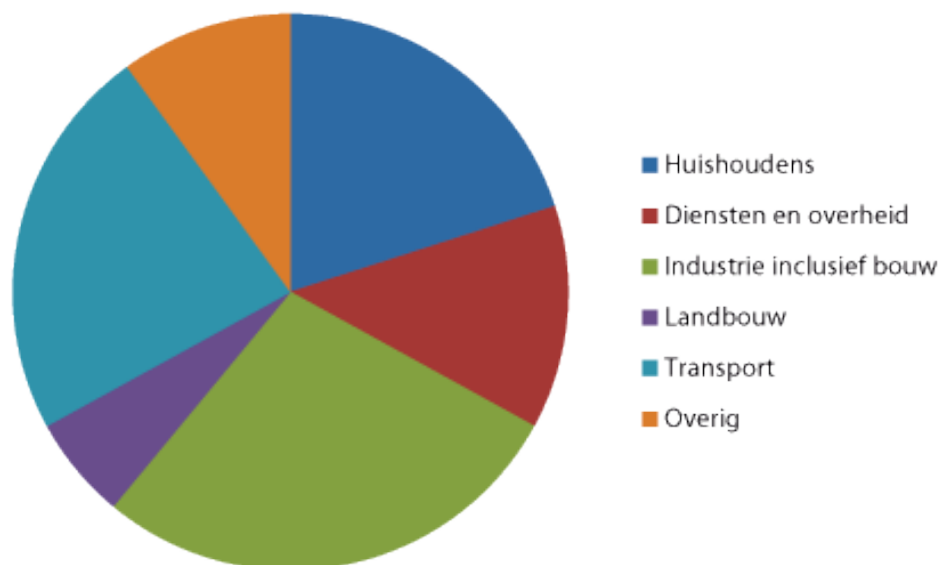




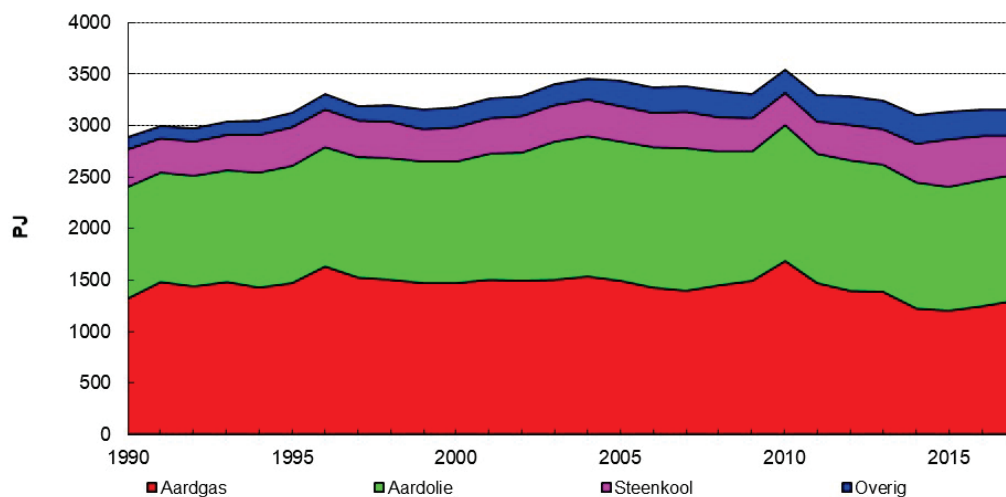
Afb. 1.4 De (mogelijke) ontwikkeling van het wereldenergieverbruik tot 2040 volgens 2 scenario's: de bovenste (NPS) geeft het verbruik weer volgens het huidige beleid, de onderste (SDS) het verbruik volgens een integrale duurzame aanpak (Bron: IEA [8])

1.2.2 Energieverbruik Nederland

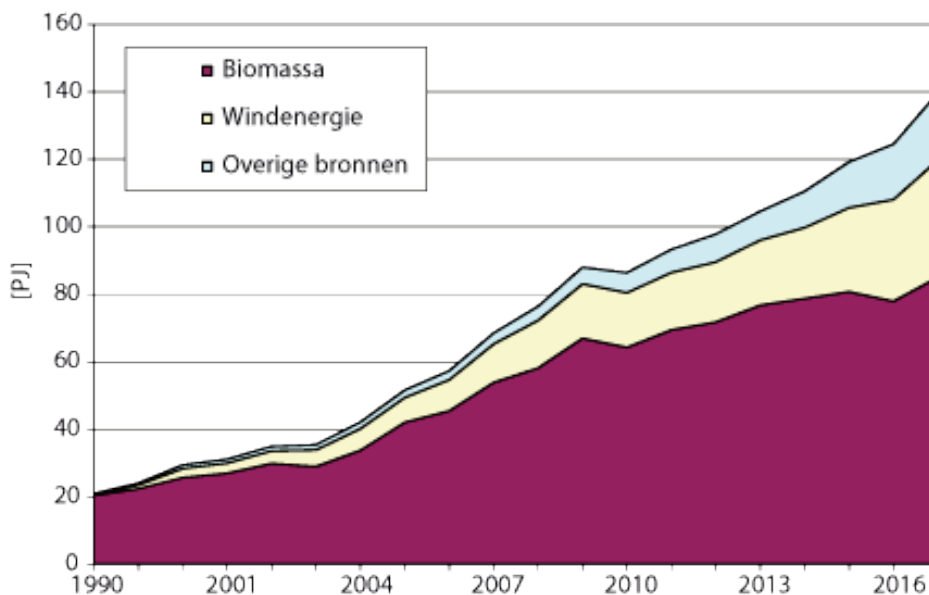
Het totale energieverbruik bedroeg in 2017 in Nederland 3150 PJ, in 2014 bijna 3100 PJ (bron: CBS). Hiervan verbruikten de huishoudens ruim 20% (afbeelding 1.5). Het totale verbruik steeg in de periode 1990-2017 met bijna 10% (afbeelding 1.6). Het totale verbruik door huishoudens bleef in die periode echter min of meer gelijk (afbeelding 1.8), uitgezonderd enkele pieken in tussenliggende jaren. Aardgas en aardolie zijn de belangrijkste energiedragers in Nederland (afbeelding 1.6). Duurzame energie draagt steeds meer bij aan de Nederlandse energievoorziening. Daarbij zijn biomassa en wind verreweg het belangrijkste (afbeelding 1.7a en b). In 'Hernieuwbare energie in Nederland 2017' [10] is veel informatie hierover te vinden. In 2019 is 8,6% duurzaam in ons land opgewekt (bron: Netbeheer Nederland).



Afb. 1.5 Verdeling van het totale Nederlandse primaire energieverbruik naar sector in 2014; het gaat alleen om verbruik voor energetische toepassingen, dus niet bijvoorbeeld om olie voor plastics. Onder 'overig' valt o.a. het energieverbruik voor internationaal vliegverkeer, voor eigen gebruik van elektriciteitsproductiebedrijven en netverliezen. Bron: Nationale Energieverkenning 2016 [261].

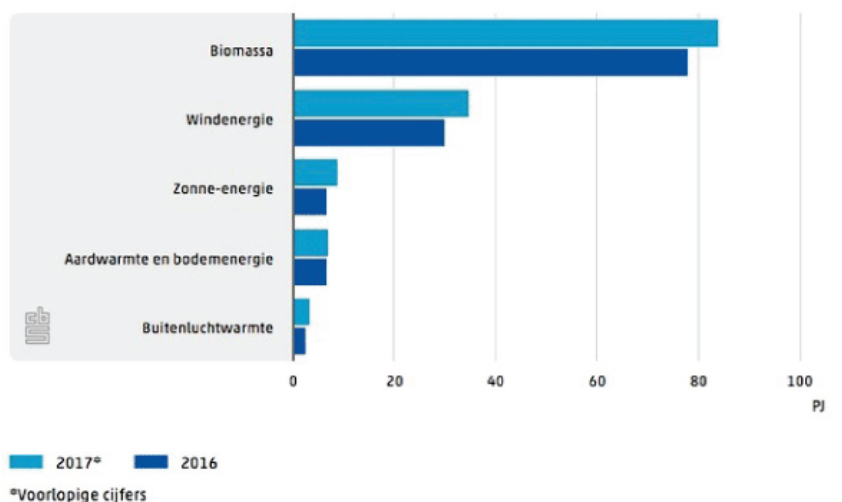


Afb. 1.6 Nederlands energieverbruik per energiedrager in de periode 1990-2017 (bron: CBS, 2017 betreft voorlopige cijfers) [9]. Onder 'overig' valt o.a. duurzame energie, kernenergie, invoersaldo elektriciteit en afval



Afb. 1.7a Verdeling van de diverse duurzame ('hernieuwbare') bronnen in ons land in PJ [10]; Onder 'overige bronnen' vallen waterkracht, zonne-energie, bodemenergie en buitenluchtwarmte.

Verbruik van hernieuwbare energie naar energiebron (PetaJoule)



Afb. 1.7b Opbrengst van de diverse duurzame bronnen in PJ in Nederland voor 2016 en 2017* (*voorlopige cijfers). Bron: CBS.

Toekomstig verbruik

In 'Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving' [11] zijn voor Nederland twee referentiescenario's beschreven met onder andere aandacht voor klimaat en energie. Ondanks de aanname van een aanzienlijke groei van het aandeel hernieuwbare energie in 2030 en 2050, daalt het gebruik van fossiele energie maar langzaam. De uitstoot van CO₂ daalt in 2050 met 45% of 65%, afhankelijk van het scenario. Beide scenario's voldoen daarom niet aan het overheidsbeleid (anno 2017) dat gericht is op een CO₂-daling van 80 tot 95% in 2050 ten opzichte van 1990 [12]. Waarschijnlijk wordt dit beleid nog verder aangescherpt volgens het voorstel voor de Klimaatwet, in december 2018 door de Tweede Kamer aangenomen. Hierin is vastgelegd hoe het Nederlandse beleid invulling geeft aan het Klimaatakkoord van Parijs. In het wetsontwerp staat dat de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met minimaal 55% en in 2050 met minimaal 95% moet zijn afgenomen ten opzichte van 1990. De elektriciteitsproductie moet 100% CO₂-neutraal zijn.

Uitgaande van een CO₂-reductie van 80% en een bepaald toekomstbeeld voor Nederland, is een andere serie scenario's gemaakt [14]. In deze scenario's wordt gevarieerd met de bijdrage van diverse hernieuwbare energiebronnen en fossiele bronnen met afvang en opslag van CO₂ (carbon capture and storage - afgekort CCS) en zonder. Conclusie uit [14]: 'Op basis van de huidige beschikbare kennis is de inzet van vrijwel alle nu bekende CO₂-arme energiebronnen en technologieën vereist voor het bereiken van de gewenste CO₂-reductie. Energiebesparing, biomassa, schone elektriciteitsproductie, en afvang en opvang van CO₂ zullen richting 2050 waarschijnlijk robuuste elementen in de energiemix zijn. De mate waarin is afhankelijk van zowel de vraag naar energie als het aanbod van diverse (deels nog te ontwikkelen) energieopties en de betaalbaarheid daarvan.'

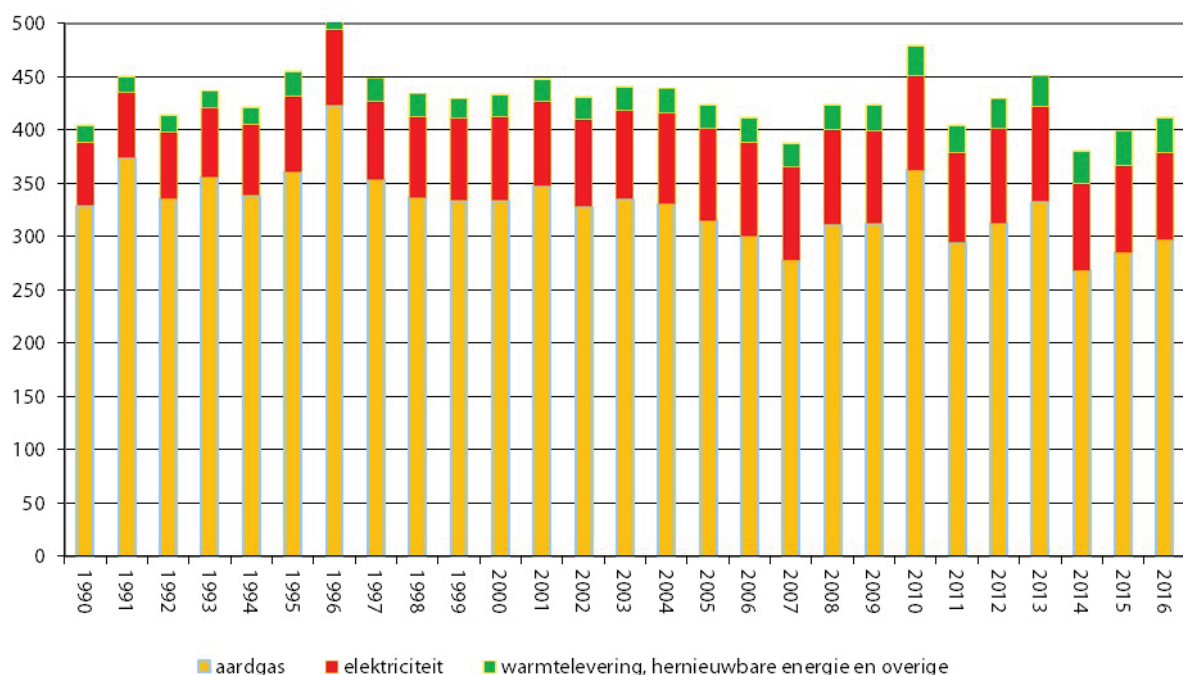
Een geheel ander beeld schept het scenario van Urgenda [18]. Hierin wordt geschetst hoe ons land in 2030 geheel kan zijn overgestapt op duurzame energie en dus dan al CO₂-vrij is. Belangrijk uitgangspunt hierbij is dat dan de energiebehoefte met 50% is afgenomen ten opzichte van het huidige energieverbruik, dit door een groot aantal maatregelen. Zo moeten dan ook bijna alle bestaande woningen en overige gebouwen energieneutraal zijn. Wind en zon zijn de belangrijkste energiebronnen, aangevuld met biomassa.

1.3 Energieverbruik Nederlandse huishoudens

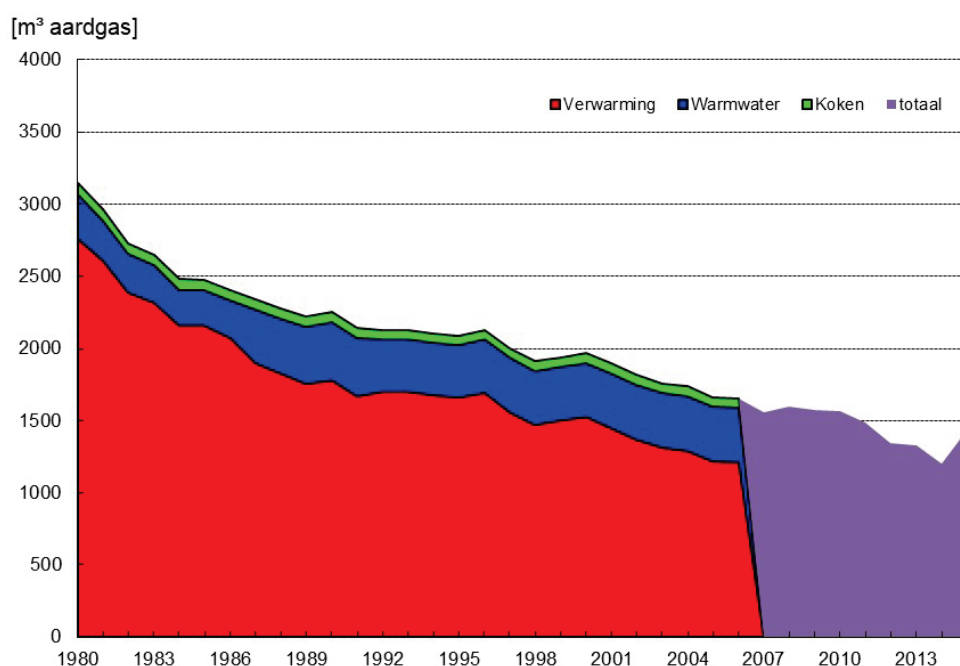
Het jaarlijkse totale energieverbruik van alle huishoudens schommelt al jaren (1990 - 2016) rond 430 PJ (afbeelding 1.8). Dit ondanks de toename in die periode van het aantal huishoudens van 6 naar ruim 7,5 miljoen. Pieken en dalen in het verbruik zijn grotendeels te verklaren door koude en zachte stookseizoenen. Het min of meer constante totale energieverbruik is te verklaren door de sterke daling van het gemiddelde jaarlijkse energieverbruik voor ruimteverwarming per huishouden (afbeelding 1.9). Het gemiddelde energieverbruik voor warmtapwater per huishouden is in die periode echter meer dan verdubbeld.

In afbeelding 1.10 is het gasverbruik voor alleen ruimteverwarming voor een gemiddelde nieuwbouwwijzigingswoning naar bouwjaar aangegeven. Vooral door de toename van warmte-isolatie en kierdichting vanaf 1973, het jaar van de eerste 'energicrisis', daalt het energieverbruik sterk. Het gemiddelde elektriciteitsverbruik per huishouden daalde vanaf 1980 eerst nog en begon vanaf 1989 te stijgen tot 2008 waarna het verbruik weer ging dalen. Dit komt waarschijnlijk door o.a. zuiniger huishoudelijke apparaten, zuiniger verlichting [20] en door zelf opgewekte zonnestroom (afbeelding 1.11).

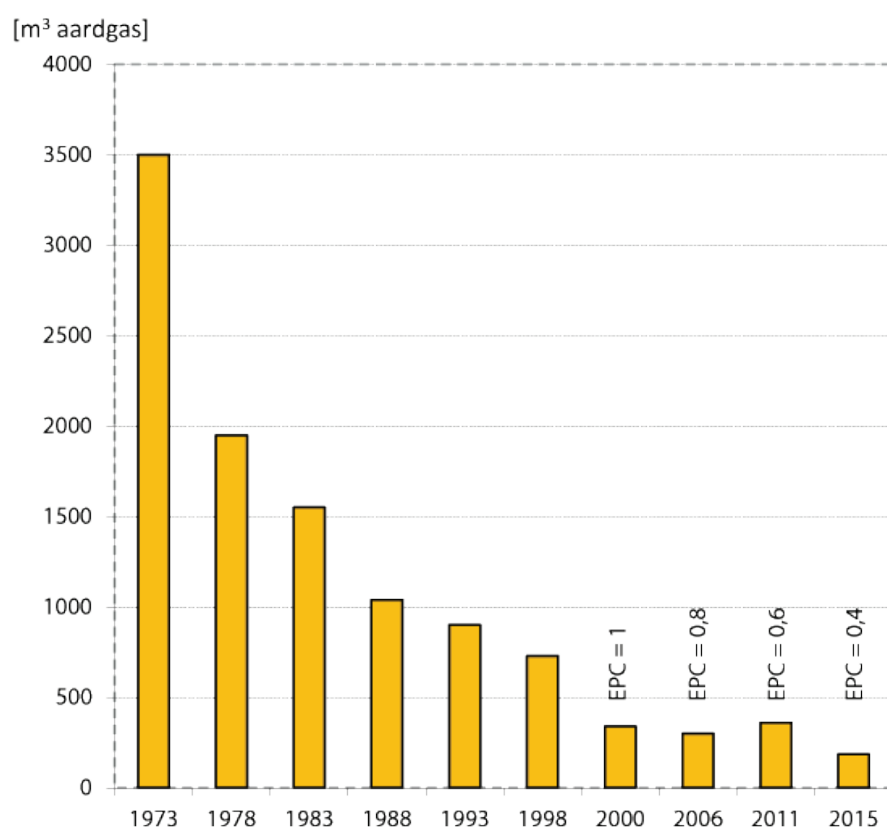
Gaan we terug tot 1950, dan is te zien dat het gemiddelde totale energieverbruik toen aanzienlijk lager lag (afbeelding 1.12). Rond 1965 begon de opmars van de centrale verwarming en de overschakeling van steenkool en olie naar aardgas.



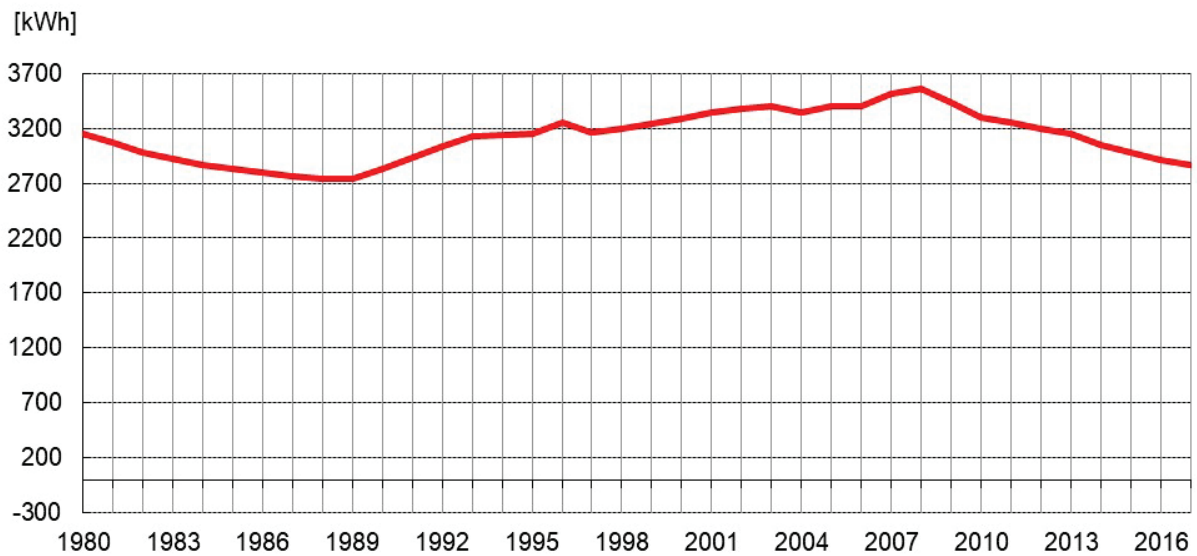
Afb. 1.8 Het totale energieverbruik van huishoudens in de periode 1990-2016 in PJ exclusief vervoer (bron: [9] en vanaf 2012 CBS [262]). Van het elektriciteitsverbruik geleverd via het net is afgetrokken teruglevering van 'eigen opwek' en is bijgeteld gebruik 'eigen opwek'.



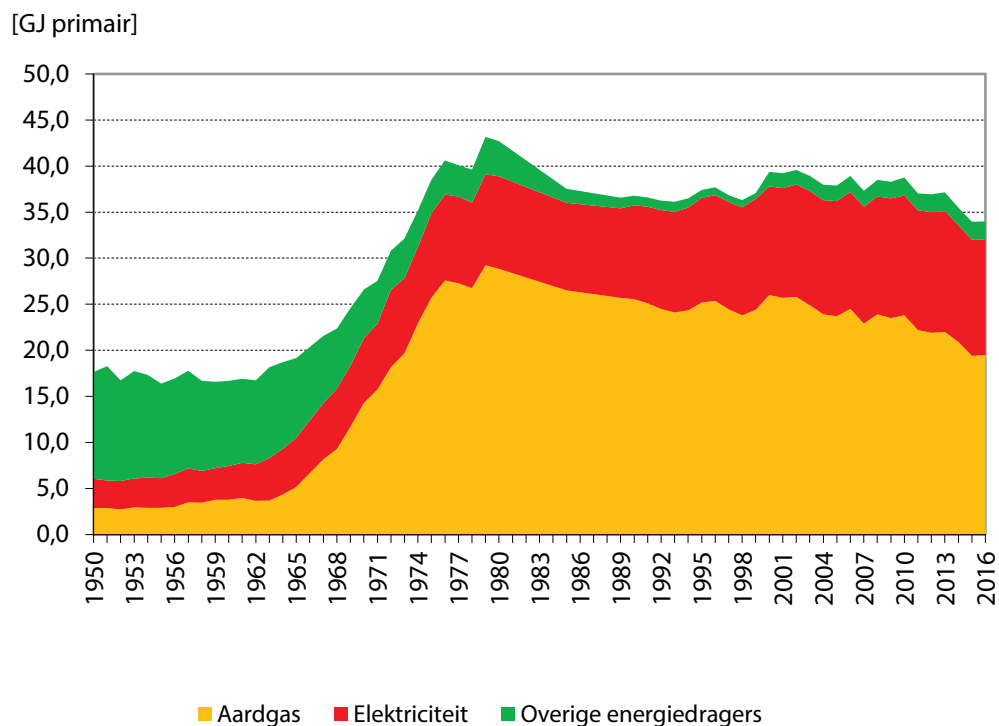
Afb. 1.9 Het gemiddelde aardgasverbruik voor verwarming, warmtapwater en koken per huishouden in de periode 1980-2015; (Bron: CBS met bewerking ECN, [19] en [20], 2013 en 2014 zijn geschat. Vanaf 2007 is alleen het totale verbruik bekend)



Afb. 1.10 Jaarlijks energieverbruik in m³ aardgas voor ruimteverwarming (excl. elektriciteit voor cv-pomp) van een gemiddelde nieuwbouwwijzigingswoning gespecificeerd naar bouwjaar. Het gaat hierbij om berekende waarden. De waarden voor 2011 en 2015 zijn berekend met NEN 7120 (EPG). Het gasverbruik (alleen voor ruimteverwarming!) in 2011 is hoger dan dat in 2006 ondanks een min of meer vergelijkbaar pakket aan maatregelen. Dit hogere verbruik is waarschijnlijk een gevolg van verschillen in rekenmethodiek tussen de EPN en de EPG. Bron: [13] en referentiewoningen van RVO vanaf 1993.



Afb. 1.11 Het gemiddelde elektriciteitsverbruik per huishouden in de periode 1980-2017; 2017 is voorlopig; (bron: [19], [20], [22] en vanaf 2010 CBS)

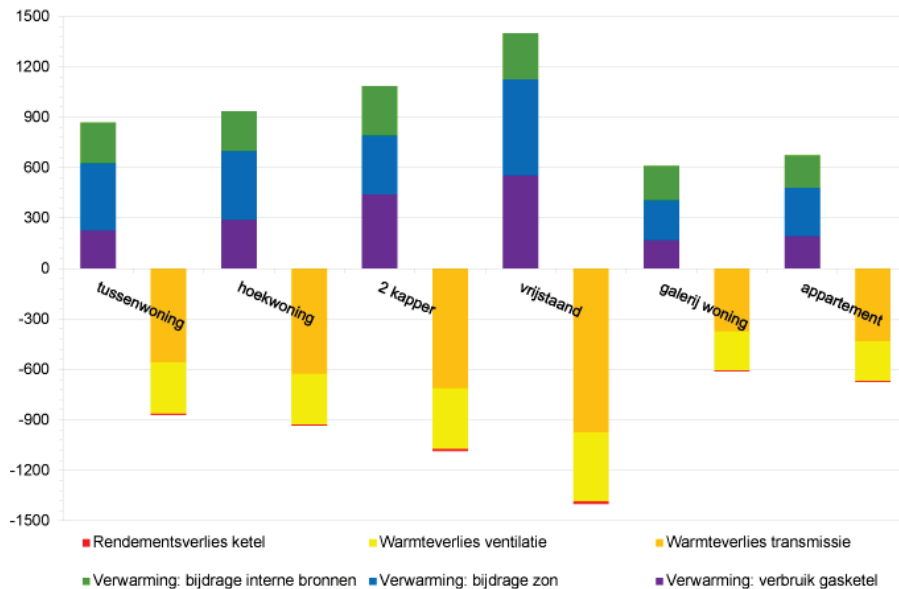


Afb. 1.12 Het gemiddelde energieverbruik per inwoner (exclusief het energieverbruik voor vervoer) in primaire energie voor de periode 1950-2016; bij elektriciteit is dus rekening gehouden met de energieverliezen voor productie en transport.

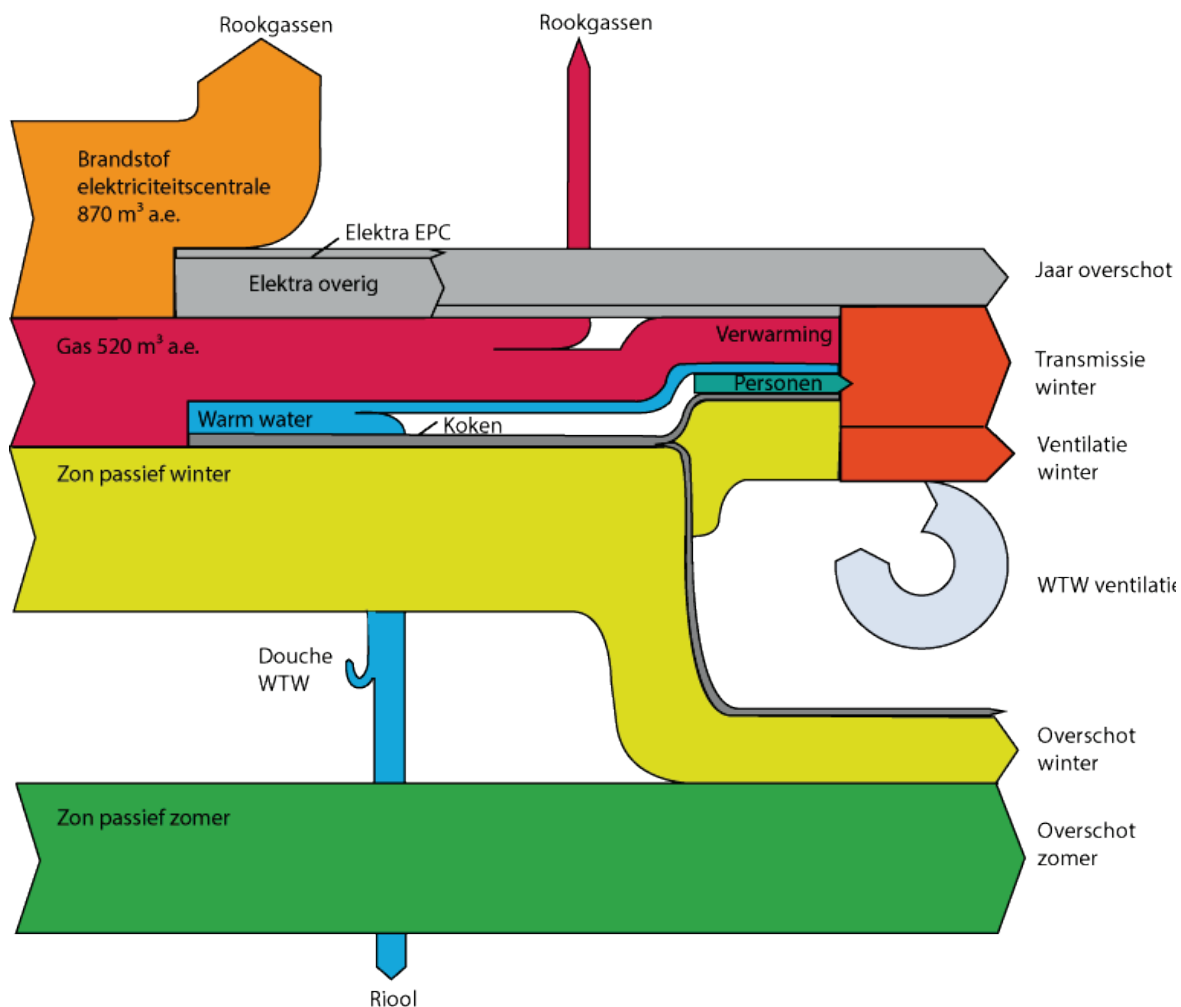
Het gaat om het totale energieverbruik voor ruimteverwarming, tapwater, ventilatie en elektriciteit voor verlichting en (huishoudelijke) apparatuur. Het aardgasverbruik is gecorrigeerd voor de gemiddelde jaartemperatuur. Onder 'overige energiedragers' vallen steenkool, stoom, warmte en kernenergie en vanaf 2000 ook hernieuwbare energie (Bron: CBS)

Warmte- en energiestromen

In afbeelding 1.13 zijn de berekende warmtestromen van de zes referentiewoningen (zie bijlage 4) in een grafiek weergegeven. Duidelijk te zien is dat de transmissieverliezen door gevels, dak en begane grondvloer nog steeds, ondanks de goede isolatie, duidelijk van invloed zijn op het energieverbruik. In afbeelding 1.14 zijn voor de tussenwoning niet alleen de warmtestromen aangegeven, maar alle energiestromen. Het gaat om een indicatie van de diverse stromen voor een gemiddeld huishouden in zo'n woning. Duidelijk te zien is dat verwarming en ventilatie (incl. elektriciteit voor pompen en ventilatoren) slechts een beperkt aandeel hebben in het totaal: globaal een kwart.



Afb. 1.13 De grafiek illustreert voor de zes RVO referentiewoningen met EPC van circa 0,4 de relevante warmtestromen voor ruimteverwarming (in m³ aardgasequivalent)



Afb. 1.14 Een indicatie van de energiestromen in de referentie tussenwoning voor een gemiddeld huishouden op basis van EPC-berekening en statistische gegevens (met name voor elektriciteitsverbruik voor huishoudelijke apparaten) in m³ aardgasequivalent per jaar. Een dergelijk stromendiagram wordt wel een Sankey-diagram genoemd