



## De consument staat straks in de kou !

---

### Het energie transitie dilemma ?

De officiële politieke klimaat doelen zoals uitgesproken door de regering zijn om in 2030 al voor 45% fossielvrij te zijn in de maatschappij, en in 2050 geheel. De vraag is wat dat betekent voor het energie landschap, voor de overgang op een volledig geëlektrificeerde samenleving? Onderzocht moet worden of dit, wellicht ondersteund door deels een waterstofeconomie, technisch- organisatorisch haalbaar is.

Hierop vooruitlopend worden nu zowel kernenergie als kolencentrales gesloten, terwijl de vraag naar elektriciteit stijgt. De niet onderbouwde hoop is dat zogenoemde “renewables”, zoals zon / wind / biomassa dit gat kunnen opvullen.

Samengevat is de conclusie van de gemaakte analyse dat de overgang naar een 45% fossielvrije maatschappij in 2030, en volledig fossielvrij in 2050 helemaal niet mogelijk is:

- Er is veel te weinig elektriciteit opwek capaciteit;
- Er is veel te weinig transport capaciteit via hoogspanningsleidingen & verdeelstations;
- “de laatste kilometer” is ook een groot probleem, de kabels in de straat zijn veel te dun om alle benodigde elektriciteit tot in de huizen te transporteren.

### Deze analyse wordt als volgt opgebouwd

Het verschil tussen eindgebruikers versus opwekking wordt beschreven, ook wordt een (noodzakelijke) methode vastgelegd om de hoeveelheid energie van fossiele brandstoffen te kunnen vergelijken met die van elektriciteit. Volgende stap is het rendement van energie-omzetting, bijvoorbeeld naar beweging of warmte.

Volgende stappen beschrijven de huidige mix aan elektrische energiebronnen, en anderzijds de huidige energieverbruik mix. Uiteindelijk resulteert dit in het energieverbruik door consumenten, nu en in de toekomst.

### Colofon

Auteur: Wilko Pels

Reviewer: Jaap Horst

Datum: 31-12-2022

---

## Inhoudsopgave

Uitleg over het verschil in eindgebruikers versus opwekking .....	2
De “bundeling van gebruik” van fossiele brandstoffen en elektriciteit.....	2
Energie omzetting en energie besparing .....	2
De huidige elektriciteit opwek mix door centrales, zon, wind etc.....	3
De huidige energie verbruik mix door eindgebruikers .....	4
Energieverbruik door de huidige consument .....	5
Energie verbruik door de consument zit voornamelijk in wonen en in auto rijden: .....	5
Energie verbruik door de toekomstige consument .....	6
Maximum energie verbruik in strenge winters:.....	7

## Uitleg over het verschil tussen eindgebruikers versus opwekking

Omdat elektriciteitscentrales enerzijds energie verbruiken, maar anderzijds ook energie leveren, is het nodig een onderscheid te maken met eindgebruikers. Eindgebruikers leveren energie niet door aan derden, maar maken het op. Uiteindelijk wordt alle energie door eindgebruikers omgezet in bijvoorbeeld warmte, transport of het produceren van goederen. Energiebedrijven zetten energie om in elektriciteit, bijvoorbeeld fossiele brandstoffen maar ook zonne- & wind-energie. Warmte ontstaat hierbij vaak als “afval”, maar wordt soms wel hergebruikt voor bijvoorbeeld industrie of stadsverwarming.

### Een veel gebruikte opdeling van eindgebruikers:

- Consumenten in hun woningen
- Industrie
- Transport – wel onderdeel van klimaat akkoord
  - o Consumenten personenauto's
  - o Wegtransport
  - o Binnenvaart
- Transport – niet onderdeel van klimaat akkoord
  - o Zeevaart
  - o Luchtvaart

## De “bundeling van gebruik” van fossiele brandstoffen en elektriciteit

Het doel van de energie transitie is het laten bestaan van alle noodzakelijke functies, voor consumenten en bedrijven, maar dan zonder CO<sub>2</sub> uitstoot. Veel CO<sub>2</sub> intensieve (fossiele) functies zijn om te zetten in elektrische equivalenten, denk aan de auto of verwarming, die beide kunnen worden veranderd van fossiel naar elektrisch. Dan is het wel belangrijk om te weten hoeveel energie er nodig zal zijn na de omzetting naar elektrisch, en hoe groot het effect is van eventueel mogelijke energie besparende maatregelen.

De “truc” zit hem in het terugrekenen naar de eenheid van energie Joule.

- 1 kWh elektrische energie is 3.600.000 joule ofwel  $3,6 \times 10^6$  (miljoen) joule
- 1 m<sup>3</sup> aardgas heeft een energie van  $35,5 \times 10^6$  joule (bijna 10 kWh).
- 1 m<sup>3</sup> waterstof (82 gram) heeft een energie van  $10,8 \times 10^6$  joule, ofwel 3 kWh.
- 1 liter diesel heeft een energie van  $36 \times 10^6$ , ofwel ook bijna 10 kWh
- 1 liter benzine heeft een energie van  $33 \times 10^6$ , ofwel bijna 9 kWh

Let op dat 1 m<sup>3</sup> aardgas ongeveer evenveel energie inhoudt heeft als 1 liter diesel of 1 liter benzine. Één kilowattuur (kWh) elektrische energie is daar ongeveer 10% van. Deze lagere energie-inhoud van elektriciteit zal vooral van groot belang zijn wanneer we gaan berekenen wat nodig is aan elektriciteit om onze woningen te verwarmen.

## Energie omzetting en energie besparing

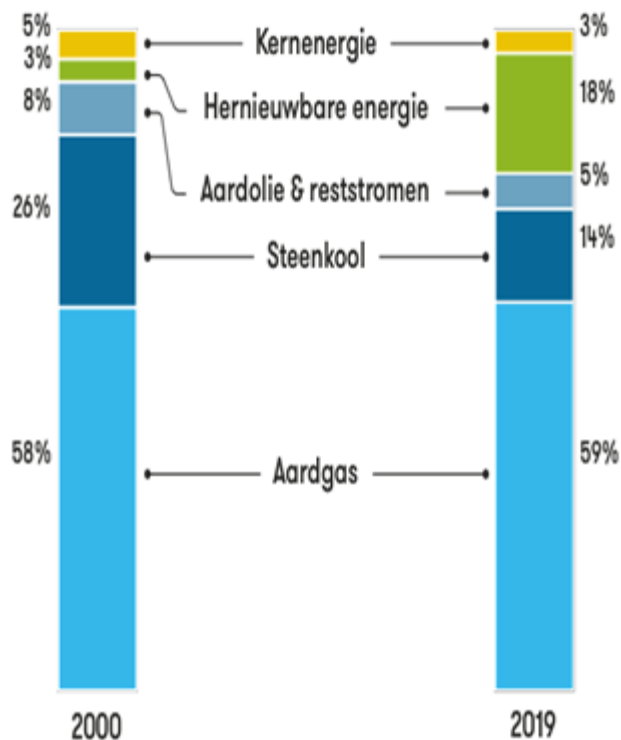
Energie-efficiëntie kun je zien als het percentage van de energie dat nuttig gebruikt wordt. Bij omzetten van energie in warmte is de efficiëntie doorgaans hoog: Bij een HR-gasketel is dat 95% (de overige 5% verdwijnt door de schoorsteen). Bij elektrische verwarmen is dit 100%. Er is dan ook geen schoorsteen aanwezig.

Warmte is warmte, het maakt niet uit voor de gebruiker of dit uit fossiele brandstof ontstaat, of uit elektriciteit. Er is daardoor ook maar één manier om bij verwarmen energie te besparen, en dat is door te zorgen dat warmte niet kan ontsnappen, dus isoleren. Er zijn in Nederland veel mogelijkheden om huizen te isoleren, maar dit is kostbaar en tijdrovend. We kunnen niet zegen: “dat doen we even”, dat wordt een plan voor decennia en gaat vele miljarden kosten. Geld dat de huis-eigenaren of huurders zelf vaak niet hebben. Hoe gaan we die kosten verdelen?

Wanneer energie wordt omgezet naar beweging is de efficiëntie nooit 100%. De efficiëntie is in dat geval sterk afhankelijk van de soort energie die wordt gebruikt; elektrisch of verbrandingsenergie .

- Een elektromotor heeft een hoge efficiëntie, meer dan 90% van de elektrische energie wordt omgezet in nuttige beweging. Een elektrische auto haalt meer dan 80% efficiëntie, inclusief verliezen als gevolg van het opladen en ontladen van de accu.
- Een fossiele elektriciteitscentrale heeft een efficiëntie van circa 55%, de overige 45% komt vrij als warmte, en kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld stadsverwarming.
- Een personenauto op benzine of diesel heeft een relatief lage efficiëntie van 15- 20%.
- De combinatie van elektriciteitscentrale op fossiele energie en elektrische auto komt op circa 45%, dus beter dan een gewone auto. Wel wordt bij productie van de elektrische auto meer energie verbruikt dan bij productie van een auto op benzine of diesel. Dat verschil is in bovenstaand getal nog niet verwerkt.

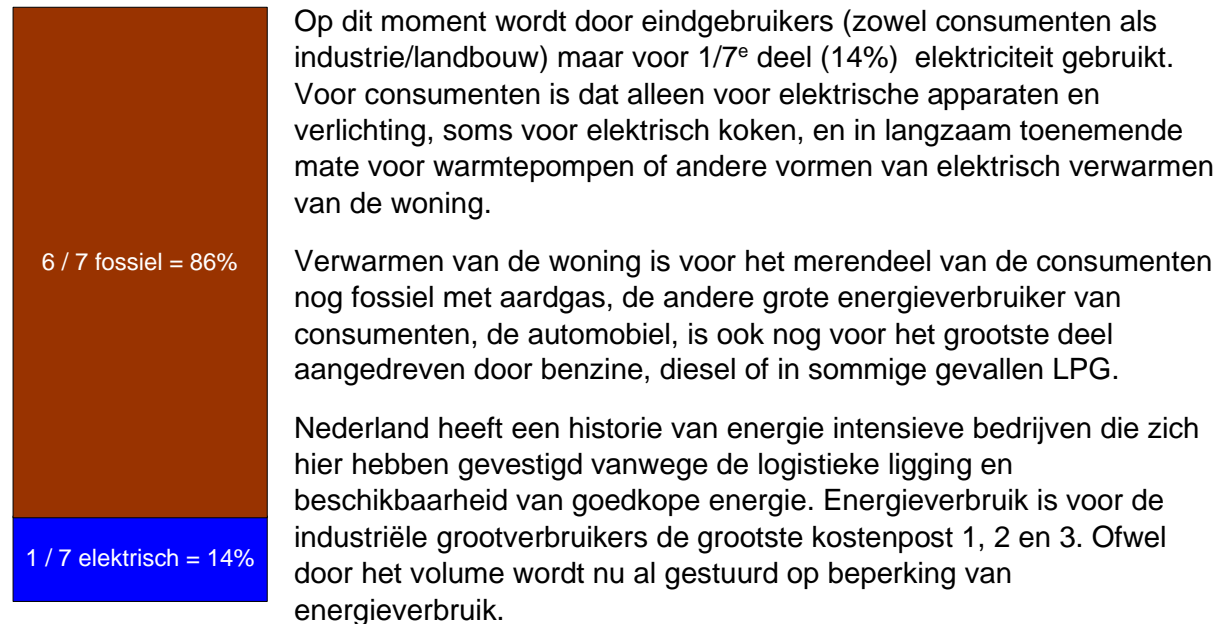
### De huidige elektriciteit opwek mix door centrales, zon, wind etc.



De oorsprong van de elektrische energie (nucleair, hernieuwbaar en fossiel), links in 2000, rechts in 2019.

In dit plaatje uit een CBS rapport uit 2020 blijkt dat 18 % van de verbruikte elektriciteit is geleverd door “hernieuwbare energie”, zon, wind etc. Dit lijkt veel, maar het is slechts 3% van het totale energieverbruik !

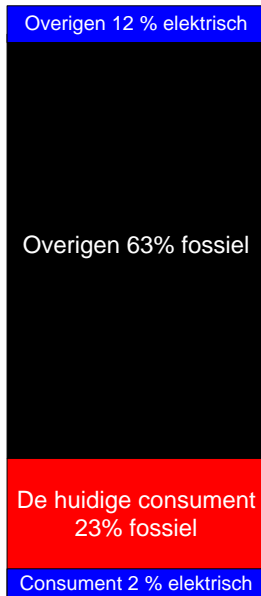
## De huidige energie verbruik mix door eindgebruikers



Binnen de industrie kost koelen veel extra energie. Daarom is het het beste om restwarmte zoveel mogelijk te hergebruiken in een ander proces. In de procesindustrie in bijvoorbeeld de Botlek (raffinaderijen en chemische industrie) bestaan daarom nu al leidingen waarmee restwarmte van het ene proces wordt getransporteerd naar een ander proces, waar deze warmte kan worden gebruikt. Dit niet alleen binnen één bedrijf, maar ook van één bedrijf naar een ander.

Overgaan op elektriciteit en/of waterstof zal vooral veel extra kosten met zich meebrengen. Door de grote benodigde hoeveelheid energie, is dit via elektrische energie vaak niet oplosbaar. De weg via waterstof klinkt als een goed alternatief, maar vaak kost dit juist meer energie, probleem hierbij is de lage efficiëntie van toepassing van waterstof, zowel in aanmaak, transport als opslag.

## Energieverbruik door de huidige consument

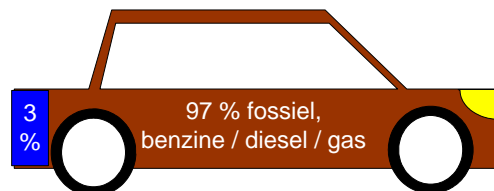
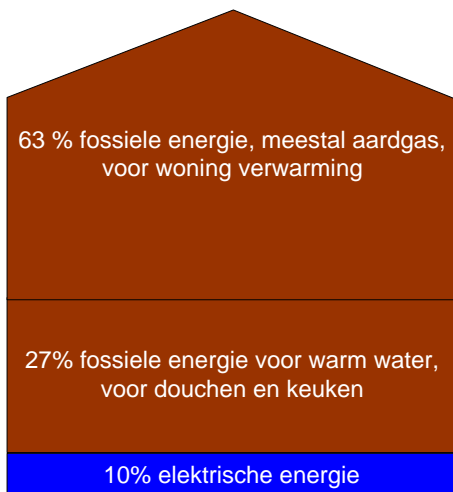


In het plaatje hiernaast is weergegeven hoe de consument in het totale energie verbruik moet worden geplaatst. Daarvoor is de verdeling van 6/7 fossiel en 1/7 elektrisch nader ingedeeld naar consument en overig.

De consument gebruikt voor wonen en vervoer maar ongeveer een kwart van het totale energieverbruik. Van deze 25 procent is nu 1,5% elektrisch, de rest is fossiel, vooral aardgas, benzine en diesel, maar ook een beetje stookolie en LPG.

Voor de industrie, transport en landbouw blijft 75% over. Daarvan is 1/6 elektrisch, de rest fossiel.

## Energie verbruik door de consument zit voornamelijk in wonen en in auto rijden:



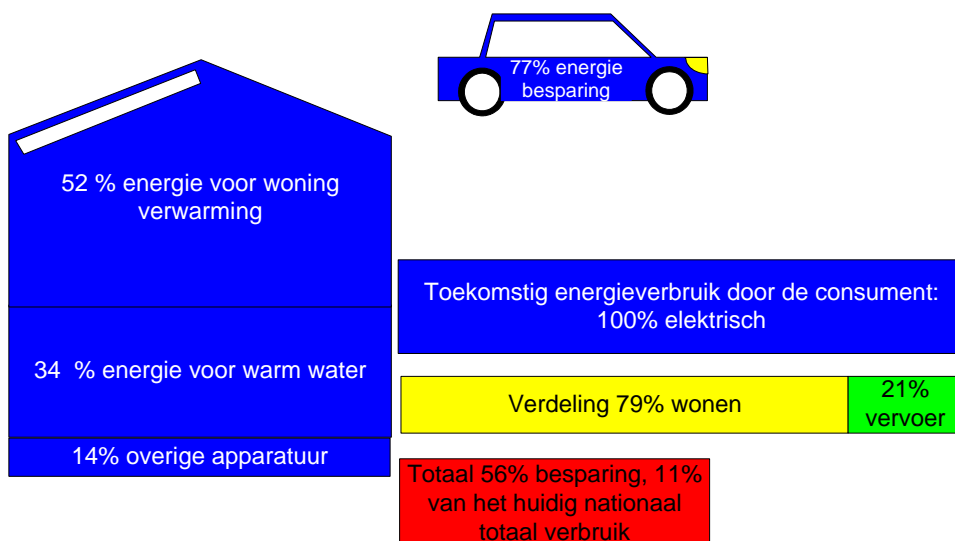
**De consument verbruikt dus maar 1,5% van de in totaal 14 % opgewekte elektrische energie. Dit is slechts 10% van het totaal !**

## Energie verbruik door de toekomstige consument

### Aannames voor de toekomst:

1. Forse energie besparing op verwarming door sterkt verbeterde isolatie, 40%
2. Warmwater door inductie koken bespaart circa 20% t.o.v. gebruik van gas. Deze besparing geldt niet voor douche & keukenwater. Voor beiden wordt ongeveer evenveel gebruikt, totaal wordt dus circa 10% energie bespaard.
3. Het energie verbruik van andere elektrische apparaten blijft ongeveer gelijk.
4. Zonnepanelen bij elk huis gaan voorzien in 10% van de totale energiebehoefte
5. Totaal hierdoor dus 65% totale besparing op de woonfuncties
6. Elektrische auto's hebben circa 80% elektrisch rendement in plaat van brandstof auto's 20%. Daarmee ontstaat circa 75% energie besparing op de vervoersfunctie

Met deze aannames ontstaat het volgende resultaat:



Het totale energieverbruik door de consument wordt dan 56% minder dan het huidige verbruik, maar wel volledig elektrisch. Het totaal verbruik aan elektrische energie door consumenten neemt dan bijna met een factor 10 toe, van 1,5 % tot circa 11% van het huidige energie verbruik.

Dit is echt dramatisch veel, stel dat alleen de consument naar volledig elektrisch gaat, dan nog ontstaat er een groot tekort aan elektrische energie, zelfs als de elektriciteitsopwekking voor 1/3 extra met renewables wordt gerealiseerd.

**Dan is er beschikbaar 5% extra renewables energie + 1,5 % wat er al was = totaal 6,5%**

**Noodzakelijk is echter 11%, ofwel bijna het dubbele van wat er nu beschikbaar is, er ontstaat dus een groot tekort !**

## Maximum energie verbruik in strenge winters:

Omdat elektrische energie niet goed laat opslaan in grote hoeveelheden, veel moeilijker dan fossiele energie, moeten we de worst-case scenario beschouwen. Wanneer consumenten “van het gas af zijn”, dus alleen nog elektriciteit kunnen gebruiken, moet dit ook kunnen als hete energieverbruik maximaal is. Dat zal zijn tijdens een strenge winter. Alle woningen in een wijk zullen dan tegelijkertijd maximaal energie verbruiken:

- De huidige elektriciteit aanvoer capaciteit voor een woning is ongeveer 3 kW
- De hr-ketel zit al op 15-25 kW, het gasfornuis is gemiddeld ook 10-15kW. Samen 10 tot 15 keer zoveel als de elektriciteitsaansluiting van een woning!
- **Conclusies :**
  - **De transport capaciteit van elektriciteit is veel te laag om voldoende energie naar woningen te brengen voor elektrische verwarming;**
  - **De elektriciteit opwekking capaciteit is veel te laag voor de consument, zelfs met de hierboven gemaakte impliciete aanname dat alleen de consument vergroent;**
  - **Deze aanname is verkeerd, de industrie etc gaan wel vergroenen, en dus meer elektriciteit gebruiken;**
  - **Groene energie (wind en zon) hebben een grillig karakter; er zullen 's winters tijden zijn dat de zon niet schijnt en het windstil is. Als op die momenten het 15 graden onder nul is, zal het energieverbruik maximaal zijn.**
  - **Traditionele centrales zullen daarom noodzakelijk blijven, zonder kernenergie zal de grootschalige elektrische energie productie, met geen of weinig CO<sub>2</sub> uitstoot, nooit lukken**