

Rekenen met Energie

**020
02025
2025**

We gaan wel rekenen maar toch is het vooral een **taal** workshop.....

Over begrippen en eenheden – (bijna) alles in kWh

Analyse van ons gebruik

Voortgang van de transitie

Korte blik vooruit

In 45 minuten...

Frans Debets

Het begrip **Energie**

Energie kunnen we niet maken, produceren of vernietigen....
Energie wordt in de natuur, of met onze technieken, **omgezet** (energie conversie)

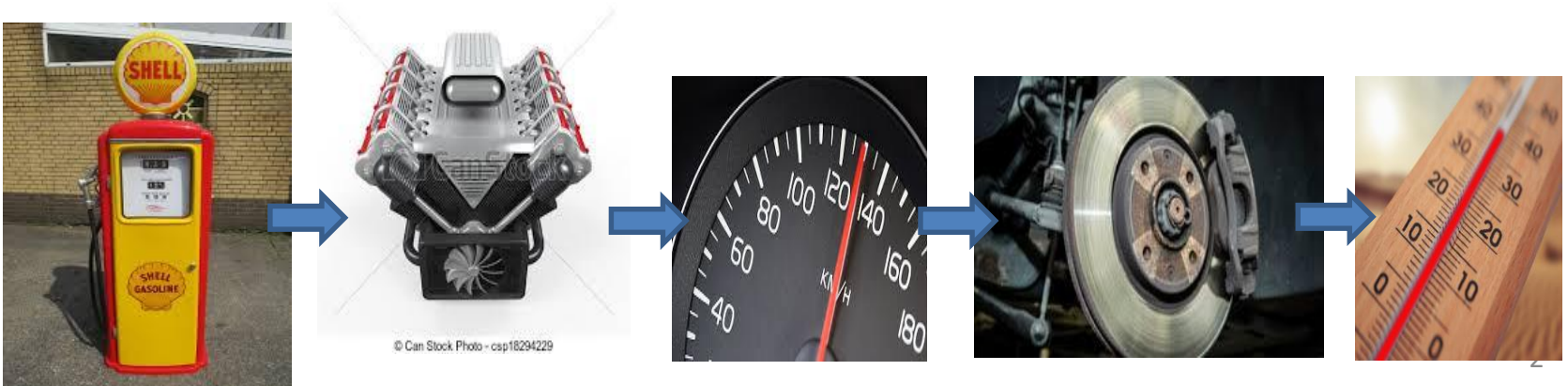
Voorbeelden van **omzettingen**:

Een windmolen zet de energie van bewegende lucht om naar elektrische energie.

Een lamp zet elektrische energie om naar warmte en licht.

Een plant zet energie uit licht om en maakt er chemische energie van.

Energie uit ons voedsel zetten wij om naar arbeid en warmte.

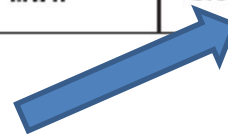


Energie: één begrip, veel eenheden....

Voedsel: kcal en kJ
 Warmte: GJ
 Stroom: kWh
 Airco: BTu
 Landen: TOE
 Wind- zonneparken: huishoudens



multiply by:	GJ	Toe	MBtu	MWh
GJ	1	0.024	0.948	0.278
Toe	41.868	1	39.683	11.630
MBtu	1.055	0.025	1	0.293
MWh	3.600	0.086	3.412	1



Het begrip **Vermogen**, de standaard eenheid is **Watt**.

1 kW = 1,361 pk

Het vermogen om energie om te zetten

Vermogen * tijd = Energie

Watt * uur = **Watt uur (Wh)**

Energie = Vermogen * Tijd

Vermogen = Energie/tijd

Watt = Wattuur/ uur

Vermogen is de hoeveelheid energie per tijdseenheid

Voorvoegsels voor grote waarden

SI voorvoegsel	SI verkort voorvoegsel	Waarde	Hoofdtelwoord	Machten van 10
kilo	k	1.000	duizend	10^3
mega	M	1.000.000	miljoen	10^6
giga	G	1.000.000.000	miljard	10^9
tera	T	1.000.000.000.000	biljoen	10^{12}
peta	P	1.000.000.000.000.000	biljard	10^{15}
exa	E	1.000.000.000.000.000.000	triljoen	10^{18}
zetta	Z	1.000.000.000.000.000.000.000	triljard	10^{21}

Hoeveel energie gebruikt een huishouden?

Stel.... 1500 m ³ gas, dat is 1500 * 8,61 kWh =	12.915 kWh	80%
Stroomverbruik ca.	3.300 kWh	20%
Totaal	16.215 kWh	

naar kJ: vermenigvuldigen met 3600 = 16.215 kWh * 3600 = 58.374.000 kJ
Van kJ naar MJ: delen door 1000 = 58.374 MJ
Van MJ naar GJ : delen door 1000 = 58 GJ

Dit huishouden verbruikt dus ongeveer 9 kWh per dag (3300 kWh/ 365 dagen) aan stroom en 4 m³ gas per dag (= ca. 35 kWh).

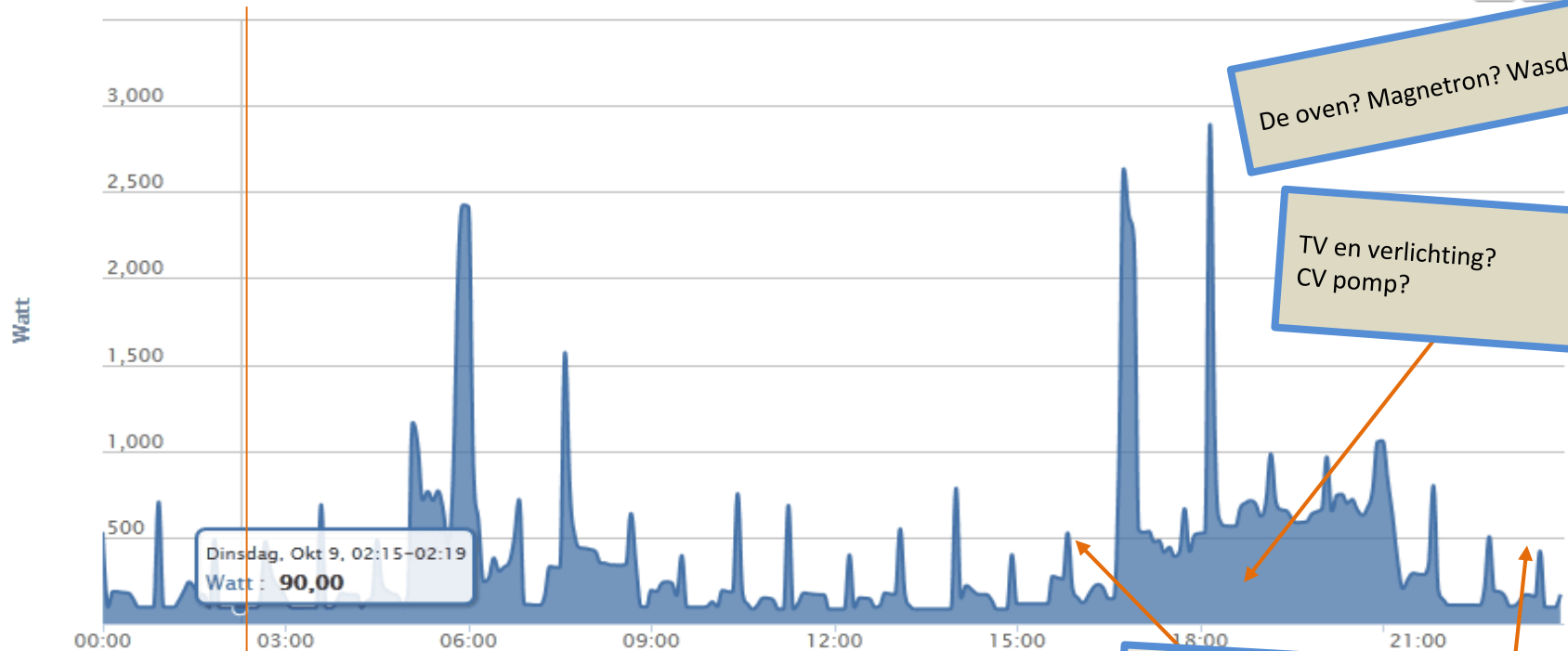
Het stroomgebruik is min of meer gelijk, elke dag. Het gemiddelde elektrisch vermogen is: 9000 Wh/24 = 375 Watt.

Het gasgebruik is vooral in de winter, op een koude dag kan er wel 10 m³ gas gebruikt worden, 86 kWh (dat is een vermogen van 3583 Watt = 3,58 kW).

3,58 kW? Waarom is de standaard combiketel dan 24 kW?

2012-10-09

Dagverbruik

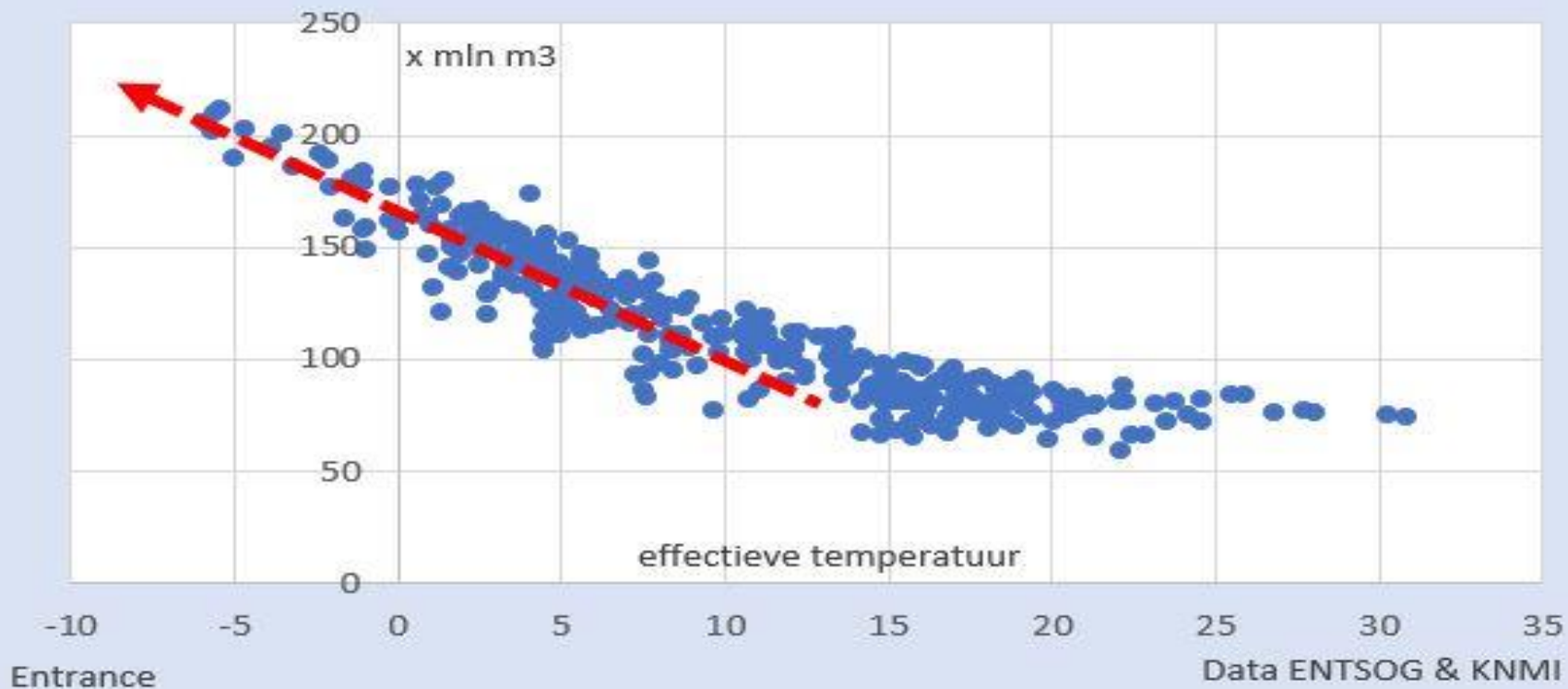


Ook bij het laagste punt, om 02.15 dinsdagnacht wordt 90 Watt afgenomen...
Per jaar is dat: $8760 \text{ uur} * 90 \text{ Watt} / 1000 = 788 \text{ kWh}$. (ongeveer 150 Euro...)
Wat kan dat zijn?

Zou dit de koelkast zijn,
ventilatie, router?

Gasverbruik wordt vooral door de buitentemperatuur bepaald.

Gasvraag versus de temperatuur in 2019 hoeveelheid in NL geleverd gas per dag



Het juli-augustus verbruik is alleen koken en warm water (o.a. douchen)

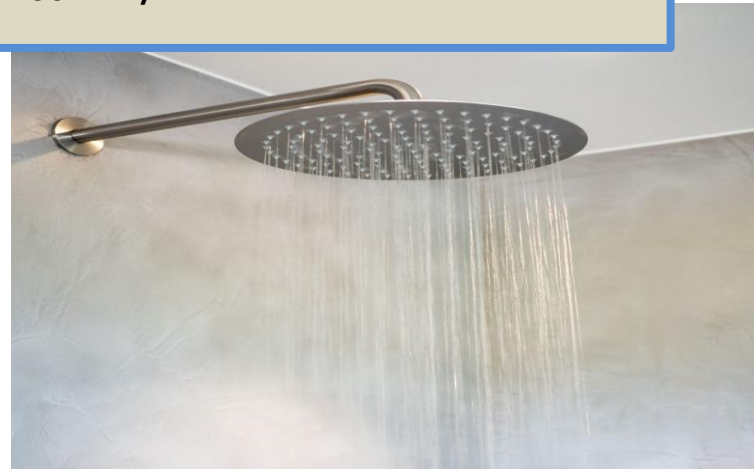
Ca. 25 m³ per maand, 300 m³ per jaar, dat is 20% van het totaal

Gasgebruik:

80% is verwarming; 15% warm kraanwater, 5% koken

Bij 1200 m³ - 1500 m³ wordt 80% gebruikt voor verwarming, $\frac{3}{4}$ daarvan wordt in de 5-6 koude maanden verbruikt, met pieken op de echt koude dagen.

Stel de woning is 120 m², dan is het gasgebruik voor verwarming:
 $(1200 \text{ m}^3 * 9 \text{ kWh}) / 120 = \mathbf{90 \text{ kWh/m}^2}$



Warm kraanwater en koken vraagt 20% (300 m³)

Warm kraanwater is ca. 225 – 250 m³ per jaar, de douche (en of het bad) zijn daarin de belangrijkste.

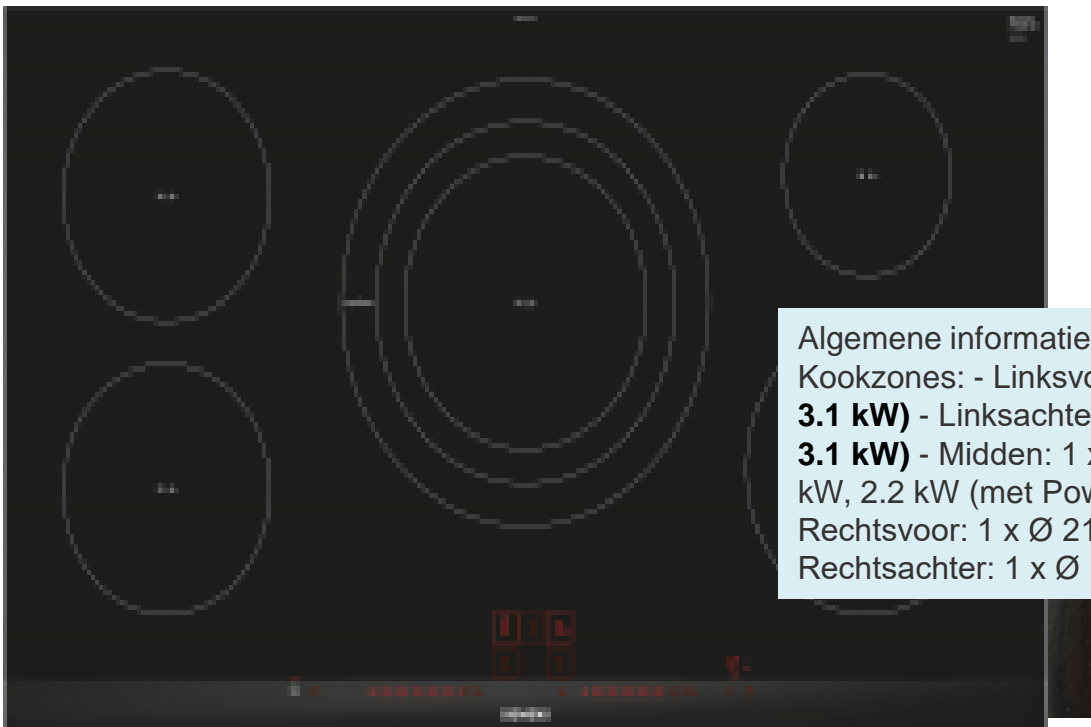
Koken vraagt slechts 5% , ca. 50 – 75 m³ per jaar. Dat is 450 – 675 kWh, energetisch dus best veel....

Koken vraagt slechts 5% , ca. 50 – 75 m³ per jaar. Dat is 450 – 675 kWh, energetisch dus best veel...

Bedenk dat een gasvlammetje ongeveer 100 Watt is.

Een gasfornuis heeft meestal twee medium branders van 1,5-2 kW. (15-20 vlammetjes); één kleine brander van 1 kW en één grote van 3 kW.

Een extra wokbrander is 3,5 kW (of meer).



Algemene informatie: 5 Elektronisch geregelde inductiekookzones
Kookzones: - Linksvoor: 1 x Ø 180 mm / **1.8 kW** (met PowerBoost **3.1 kW**) - Linksachter: 1 x Ø 180 mm / 1.8 kW (met PowerBoost **3.1 kW**) - Midden: 1 x Ø 210 mm, 260 mm, 320 mm / 3.3 kW, 2.6 kW, 2.2 kW (met PowerBoost **3.7 kW, 4.4 kW, 5.5 kW**) - Rechtsvoor: 1 x Ø 210 mm / 2.2 kW (met PowerBoost 3.7 kW) - Rechtsachter: 1 x Ø 145 mm / **1.4 kW** (met PowerBoost 2.2 kW)

Functie	Watergebruik per persoon per dag
Douche	44,2
Toilet	32,7
Wasmachine	12,9
Wastafel	4,9
Afwassen met de hand	3,0
Afwasmachine	2,0
In bad gaan	1,6
Kleding wassen (hand)	1,0
Drinken	0,8
Eten koken	0,8
Overig (keuken)	3,0
Totaal	107 liter per dag

Als je douche 10 liter per minuut levert en je doucht 4-5 minuten, dan gebruik je 40-50 liter.

1 liter water 30 graden opwarmen (naar 38 graden) kost:
 $30 * 4,18 \text{ kJ} = 125 \text{ kJ}$. 50 liter dus 6250 kJ of 0,2 m³ gas. (1 m³ gas bevat 31.000 kJ)

Per jaar dus: $365 * 0,2 = 73 \text{ m}^3$ gas per persoon.
 Bij 3 personen, ca. 220 m³

Over het vermogen:

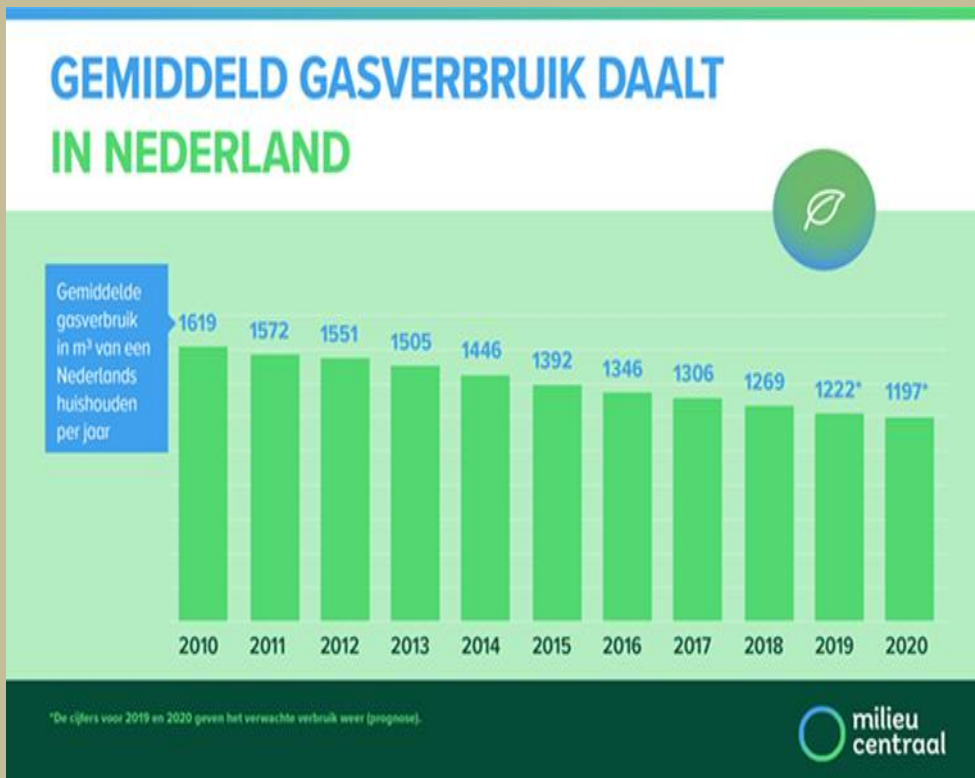
10 liter per minuut = 1250 kJ.
 $1250 \text{ kWs} / 60 \text{ sec} = 20,8 \text{ kW}$

Dit is het vermogen van het systeem om per minuut 10 liter water op temperatuur te krijgen.

...waarom is het gassysteem dan meestal 24 kW?? Dat is vanwege de douche.

De energietransitie gaat over energie, maar vergeet het vermogen niet....

We besparen, met (beperkt) succes op energie. Maar onze vermogensvraag (veel energie in korte tijd) neemt toe.



De regendouche met 17 liter per minuut.

De espressomachine van 1,8 kW.

Wokpit van 5,5 kW

Stoomstrijkijzer van 2700 Watt.

Snelladers van 350 kW

In de transitie is dat een groot (technisch) probleem, vermogensbewustzijn of beloning van vermogensbegrenzing zijn er nauwelijks....

Energiegebruik van Nederland

bruto energetisch eindgebruik

In 2019 gebruikte Nederland **2094 PJ** (gas, benzine, diesel, elektriciteit...)

Dat is in kWh?

2094 PJ (10^{15} J) = 2.094.000 TJ

delen door 3600 wordt 581 TWh. (10^{12} Wh).

Dat is 581 miljard kWh (miljard is 10^9 en kilo is 10^3).

20% daarvan is **stroom** (ca. 115 miljard kWh, daarvan is 23 miljard kWh voor huishoudens).

Ca. 20% is transport brandstoffen, de rest is gas. (ca. 22% voor de huishoudens).

Eindgebruik van energie	in 1990	in 2000	in 2014	in 2015	2019
In: kWh	500 mrd	600 mrd	550 mrd	570 mrd	581 mrd
In: PetaJoule	1.800	2.100	2.000	2.050	2094

De 7,2 miljoen huishoudens gebruiken ieder ca. 15.000 kWh, samen dus:

7,2 miljoen * 15.000 kWh = 108 miljard kWh.

Dat is 19% van het totaal.

Daarvan is 80% gas en 20% stroom (= 3,8% van het totaal)

De ontwikkeling van hernieuwbare energie in NL

cf CBS

	hernieuwbare energie in PJ					2019	% van totaal H.E. 2019
	1990	2000	2010	2015	2019		
zon PV	0	0	0,2	4	18,6	10,3	
wind land	0,2	2,7	13,5	21,2	26,7	14,7	
wind zee	0	0	2,8	3,7	12	6,6	
bio energie	21,2	31	71,6	78,8	106,3	58,5	
buitenlucht en.	0	0	0,5	2	6,1	3,4	
alles samen	21,8	34,7	92,4	117,3	181,5	100	
gebruik	1819	2140	2359	2070	2094		
% H.E. van totaal	1,2	1,62	3,92	5,67	8,67		
electr	2,9	10,3	42,2	47,4	78,7	43,4	
warmte	18,9	24,4	40,6	57,5	76,1	41,9	
vervoer	0	0	9,6	12,4	26,7	14,7	

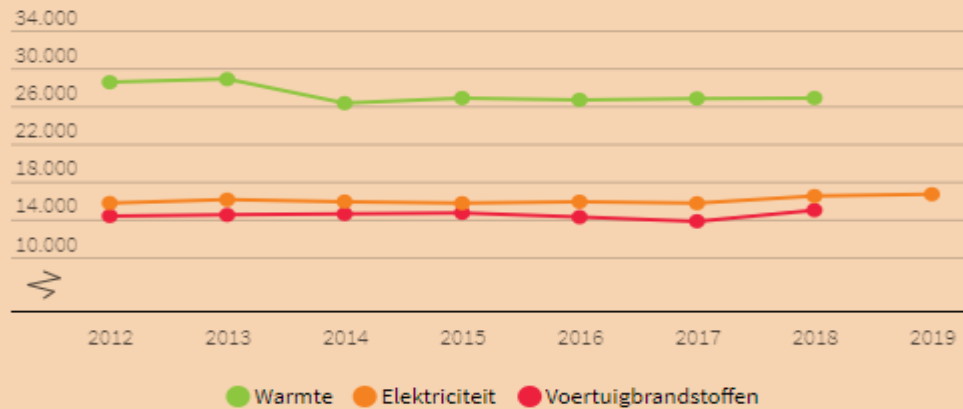
Vanaf 2015 ongeveer 0,75% per jaar erbij.

In dit tempo zijn we in 120 jaar op 100%

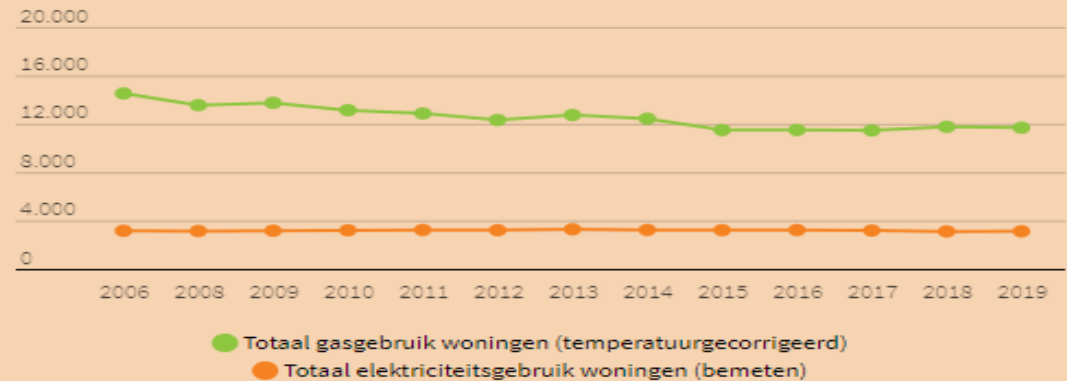
Energiegebruik in Amsterdam .

Ca. 54.000 TJ = 15 TWh = 15 miljard kWh (excl. toegerekend snelweggebruik)

Energiegebruik Energiedragers Amsterdam, TJ



Energiegebruik Woningen Amsterdam, TJ



Woningen:

12.000 TJ gas is 3,3 miljard kWh

4.000- TJ elektra is 1,1 miljard kWh

Samen 4,4 miljard kWh, 30% van het totaal.

Bron: Berekening o.b.v. gemiddelde alle woningen en aantal woningen | 2006 - 2019

Hernieuwbaar in Amsterdam. Elektriciteit, zon en wind groeien..

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Afvalverbrandingsinstallatie hern. elektriciteit	1.688	1.972	1.963	1.946	1.737	
Biogas covergisting hern. elektriciteit	0	0	0	0	0	0
Biogas RWZI hern. elektriciteit (bruto, tier 3)						
Decentrale verbranding biomassa WKK hern. elektriciteit	0	0	0	0	0	8
Meestook elektr. centrales hern. elektriciteit	0					
Stortgas hernieuwbare elektriciteit	0	0	0	0	0	
Waterkracht hern. elektriciteit genormaliseerd						
Wind op land hern. elektriciteit genormaliseerd	502	504	425	437	415	430
Zonnestroom	32	46	66	93	156	235

Eenheid: TJ

Totaal hernieuwbaar Amsterdam: 4400 TJ
Dat is 1,2 miljard kWh, ca. 8% van de 15 TWh .

Totaal hernieuwbaar Amsterdam elektriciteit in TJ:
nu vooral wind (430 TJ) en zon (235 TJ).
235 TJ zon = 65.277 MWh = 0,065 miljard kWh (0,4% van 15)
Vermogen zon PV is ca 72 MW.

Wat zijn de plannen? Uit de RES...

Zonne-energie: 400 megawatt

- Het aantal zonnepanelen in Amsterdam neemt de laatste jaren exponentieel toe. Van 2012 tot halverwege 2019 is het aantal zonnepanelen in Amsterdam jaarlijks met circa 50% gegroeid. Amsterdam streeft ernaar om uiteindelijk geen dak onbenut te laten. Voor in 2030 is de ambitie om al 50% van het geschikte dakoppervlak in te zetten voor de opwek van duurzame energie en om in totaal **400 MW** zonne-energie te realiseren. Dit zou een groei zijn van circa **350 MW**. 400 MW staat gelijk aan het **elektriciteitsverbruik** van 200.000 huishoudens. Voor het opwekken van zonne-energie wordt er in de stad in eerste plaats gekeken naar grote daken en het plaatsen van zonnepanelen op bijvoorbeeld P&R-locaties en langs bestaande infrastructuur (denk aan taluds, geluidsschermen en metro stations).
- Als er nog meer ruimte nodig is om in 2030 **400 MW** aan zonne-energie op te wekken, gaan we ook in groengebieden en wateroppervlaktes op zoek naar mogelijkheden voor het plaatsen voor zonne-energie.

De zon groei is dus van 72 MW naar 400 MW...

$400. \text{ MW} * 900 \text{ uur} = 360.000 \text{ MWh} = 0,36 \text{ miljard kWh (2\% van 15)}$

Wat we nu geleerd hebben.....

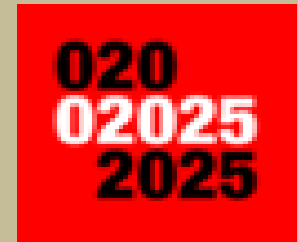
- Een eenvoudige cijfermatige benadering helpt om de aard en omvang van de energie situatie te doorgronden.
- In huishoudens is gas voor verwarming de grootste energiebron, maar de douche vraagt het grootste vermogen.
- Het kunnen voorzien in de vermogen behoefte is een technisch vraagstuk, dat vaak wordt onderschat.
- We zijn druk met de transitie, maar de vooruitgang is traag.
- Besparing (minder energie gebruiken) is nog niet erg succesvol.
- Huishoudens zijn maar een klein deel van het energiegebruik.
- Amsterdam is op weg. Maar de weg is nog lang...

Als je dit interessant vindt....

Doe dan mee met de serie van 8 workshops vanaf januari....

Graag tot dan.

Bedankt!



8 verdiepende workshops online in 2021...

- | | |
|---|--|
| 1. Begrippen en Eenheden | kWh, Joule, cal, Watt |
| 2. Het energiegebruik thuis | hoe is dit samengesteld, wat zijn de grote gebruikers |
| 3. Hoe zit de rekening in elkaar? | Wat zijn de posten, wat scheelt meer of minder verbruik? |
| 4. Hoe gedraagt warmte zich in huis? | Over stroming, straling, geleiding en hoe je dit kunt verminderen. |
| 5. Wat is een goede besparingsstrategie? | Waar begin je, wat zijn de opties, ook over de warmtepomp. |
| 6. CO ₂ en het klimaat, hoe zit dat? | Hoe loopt de koolstofcyclus, hoe werkt de opwarming, hoeveel tijd hebben we nog? |
| 7. Ons energie en klimaatbeleid | Over het Klimaatakkoord, de RES, de planning en verwachting |
| 8. Reacties na 7 workshops | |