

# De Energieketen

## Deel 2

Erik P.C. ROMBAUT, MSc Biology, Asst. Prof. Em.,  
KULeuven faculteit Architectuur (Campus Sint-Lucas),  
Hoogstraat 51, B-9000 Gent / Paleizenstraat 65-67, B-1030 Brussels.  
Odisee TechnologieCampus Gent, Gbrs. de Smetstraat 1, B-9000 Gent.  
+ 32 (0)3 7707147. [erik.rombaut@scarlet.be](mailto:erik.rombaut@scarlet.be)

**ecopolis**



**Gent. 15 okt. 2019**

**Postgraduaat mens- en milieuvriendelijk  
bouwen en wonen.**

---

## TOEKOMST : decentraal maar met duurzame bronnen

Een MIX van

- ❑ **Zon,**
- ❑ **Biomassa en Biogas uit biomassa,**
- ❑ **Kleinschalige Waterkracht,**
- ❑ **Wind,**
- ❑ **Warmte-Kracht-Koppeling (WKK).**

Tijdelijk ondersteund met flexibele (aardgas)centrales

---

---

## 2. (lokale) Biomassa en Biogas uit (lokale)biomassa.

- **Principe:** via het *anaëroob* composteren van GFT-afval wordt door *Bacteria* methaangas (= biogas, aardgas of CH<sub>4</sub>) geproduceerd.

Het concept werd destijds in België ontwikkeld (DRANCO<sup>1</sup>, UGent) maar vooral in het buitenland ingezet.

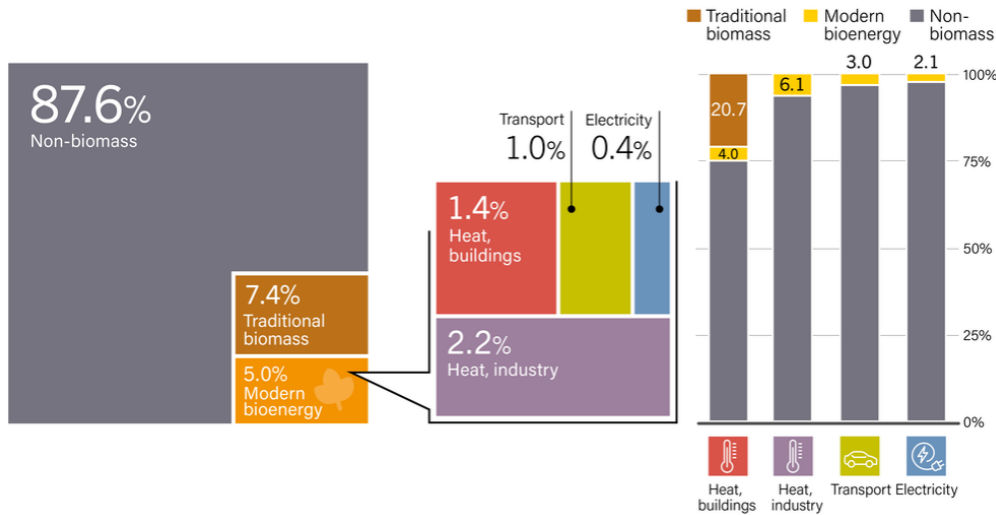
Biomassa wordt ook (steeds meer) direct verbrand in biomassa-centrales voor elektriciteitsproductie. In bijvoorbeeld Denemarken kan dat alleen maar als de vrijgekomen (afval)warmte nuttig wordt ingezet (bijvoorbeeld in stedelijke warmtenetten, zie verder)

### (1) **DR**oge **AN**aërobe **CO**mpostering, DRANCO

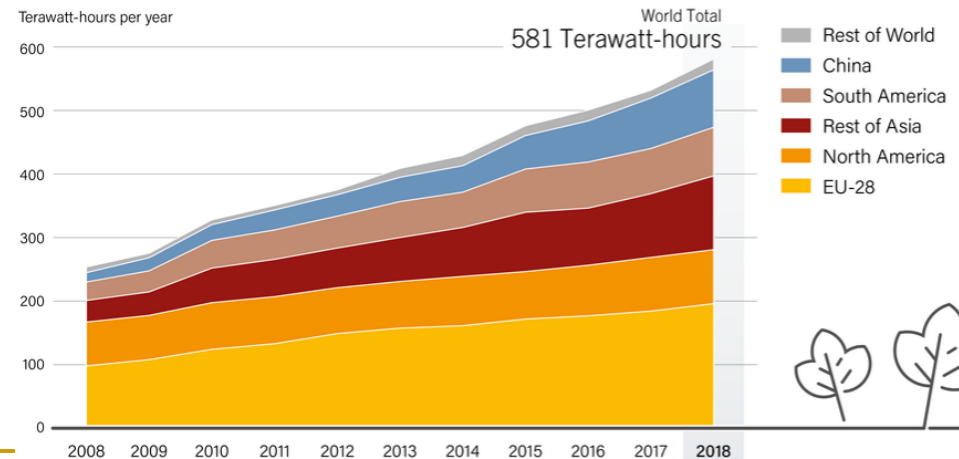
- Discussie over *CO<sub>2</sub>-neutraliteit*: gebruik lokale biomassa, die niet eetbaar is voor mensen: afvalstromen uit land en tuinbouw en bosbouw.
  - Meer aandacht is ook nodig voor de *fijnstof-problematiek* bij de verbranding van biomassa.
-

# Met 12,4 % levert biomassa een belangrijke bijdrage, wereldwijd

Estimated Shares of Bioenergy in Total Final Energy Consumption, Overall and by End-Use Sector, 2017



Global Bioelectricity Generation, by Region, 2008-2018



In principe komt er evenveel CO<sub>2</sub> vrij bij het verbranden van biomassa, als er destijds via de *fotosynthese* werd opgeslagen in de biomassa.



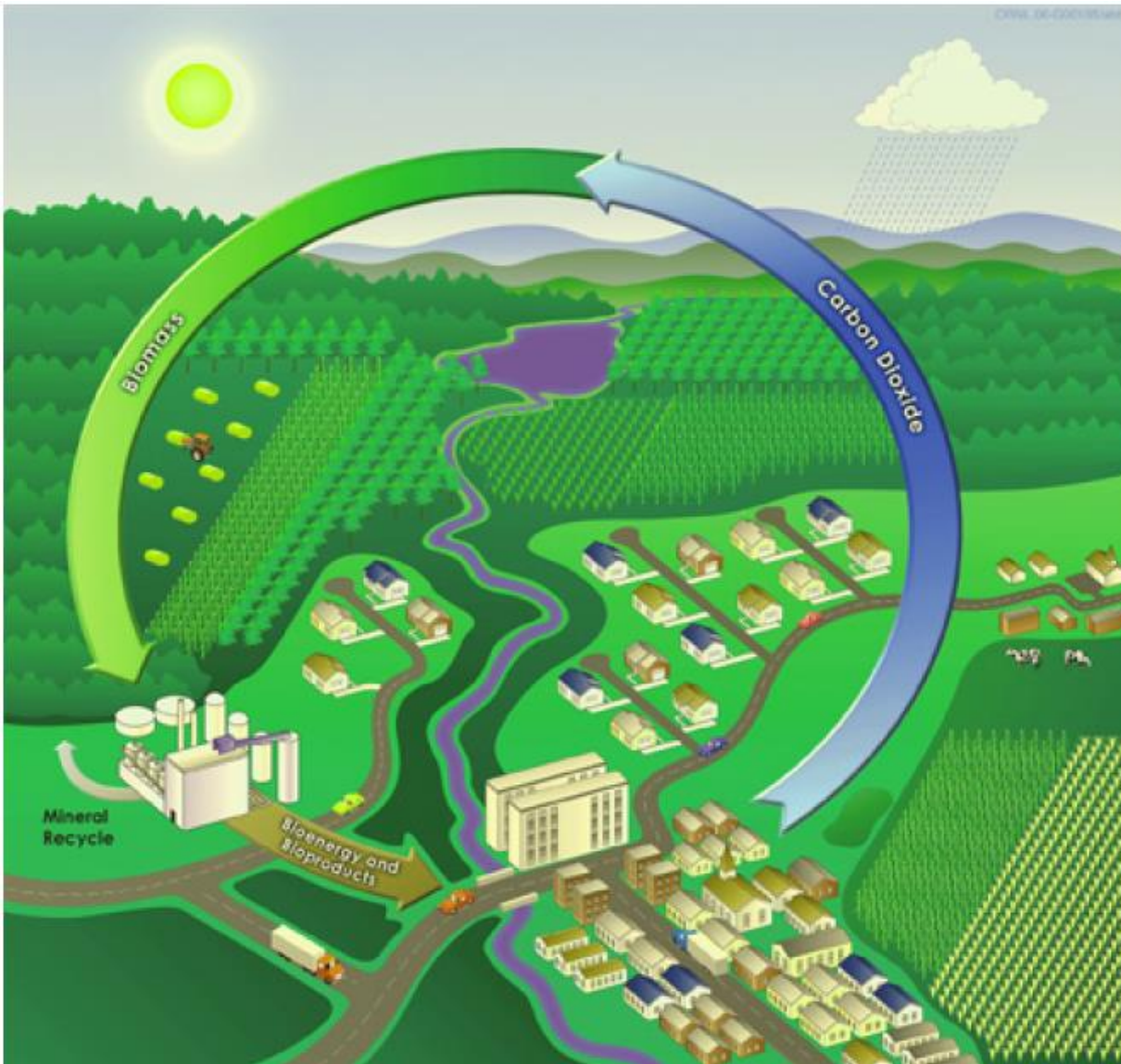
Biomassa-warmtecentrale Ostritz (D),  
waarin afval uit de bosbouw wordt gestookt



Fotosynthese reactie

# Biofuels: A Solution for Climate Change ?

(source:Shabbir H Gheewala, 2013)

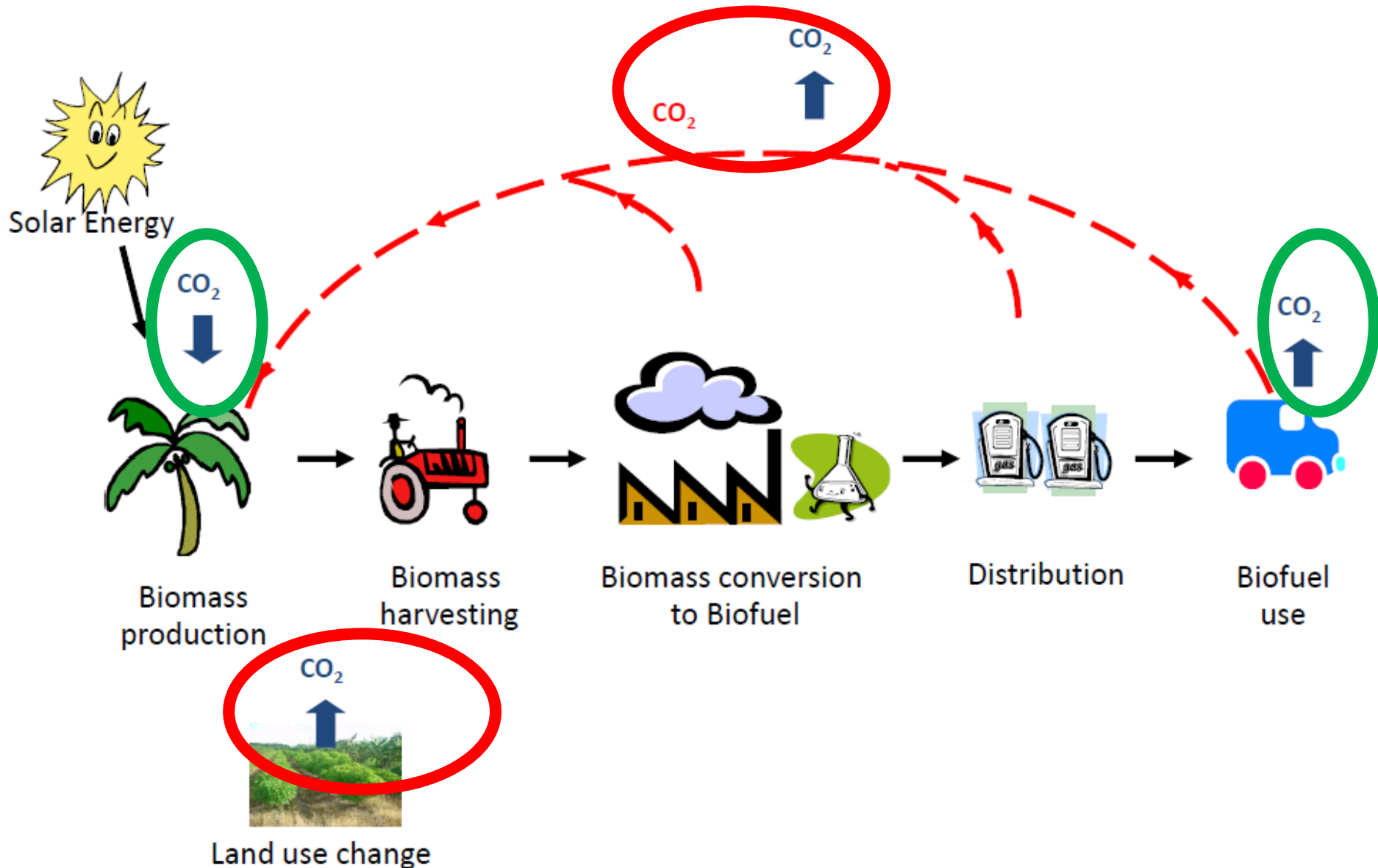


The idea was that the  $\text{CO}_2$  production during combustion of the biomass is compensated by  $\text{CO}_2$  consumption during growth of the plants (photosynthesis), BUT .....



# .... Why are biofuels considered (NOT) to be green?

(source: Shabbir H Gheewala, 2013)



# Biomassa energie centrales, houtafval uit lokale bosbouw



Herning (DK)



Luxemburg (Lux.)

Deense wetgeving verplicht de exploitanten van elektriciteitscentrales om de restwarmte te gebruiken.

Warmtenetten zijn de makkelijkste manier om die valorisatie voor elkaar te krijgen.

Geen warmte-recuperatie = geen vergunning.



# Thisted (DK). Warmteproductie met stro voor lokaal warmtenet (district heating).



Deense fijnstof wetgeving verbiedt verbranden landbouwafvalstromen in open lucht

# Biomassa: Houtpellets



<http://www.pellet-kachels.be>

Pellets kunnen verantwoord zijn in de mate dat ze gemaakt zijn van houtafval, lokaal geproduceerd en verantwoord verpakt (of in bulk geleverd).

## Stortgas ontstaat door spontane vergisting van organisch afval



Verzamelen van het stortgas (Pellenberg, B)



- Stortgas bestaat voor meer dan de helft uit methaan. Een stortplaats is als een groot anaëroob reactorvat, waarin zich vergisting afspeelt. Sommige stortplaatsen zijn voorzien van gasonttrekkingssystemen. Ze bestaan uit buizen of gangen waarin het vrijkomende gas wordt opvangen.
- Dit gas kan als brandstof voor de productie van stroom en warmte worden gebruikt. Een belangrijk deel kan ook gezuiverd tot een gas van aardgaskwaliteit dat vervolgens in het landelijke aardgasnet gepompt kan worden (<http://www.attero.nl>).
- De opwerking van stortgas vindt plaats met een zogenaamde Pressure Swing Absorber (PSA). De installatie kan ca. 1.500 m<sup>3</sup>/uur stortgas opwerken tot ca. 1.000 m<sup>3</sup>/uur aardgas <http://www.bioenergy.nl>



## V.b. anaëroobe compostering van GFT te Brecht (B)

- Bekijk zeker [https://www.youtube.com/watch?v=GA\\_f7LVHYcl&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=GA_f7LVHYcl&feature=youtu.be)
- Het is natuurlijk efficiënter om het organisch afval (GFT) apart te collecteren, dat is **groenten-, fruit- en tuinafval**.
- Einde van de jaren 1990 exploiteert IGEAN milieu & veiligheid op de site Brecht twee anaëroobe vergistinginstallaties (DRANCO) . Ze verwerken het GFT van het hele arrondissement Antwerpen en hebben een gezamenlijke verwerkingscapaciteit van circa **65.000 ton GFT per jaar**. Ze produceren voldoende elektriciteit om 3.200 gezinnen van groene stroom te voorzien.

[http://milieuveiligheid.igean.be/vergistinginstallatie%20GFT+/3493/milieu\\_veiligheid.aspx?id=73](http://milieuveiligheid.igean.be/vergistinginstallatie%20GFT+/3493/milieu_veiligheid.aspx?id=73)



Ook zuiveringslib uit de waterzuivering kan ingezet worden om biogas te onttrekken voor energie.  
(Luxemburg stad)





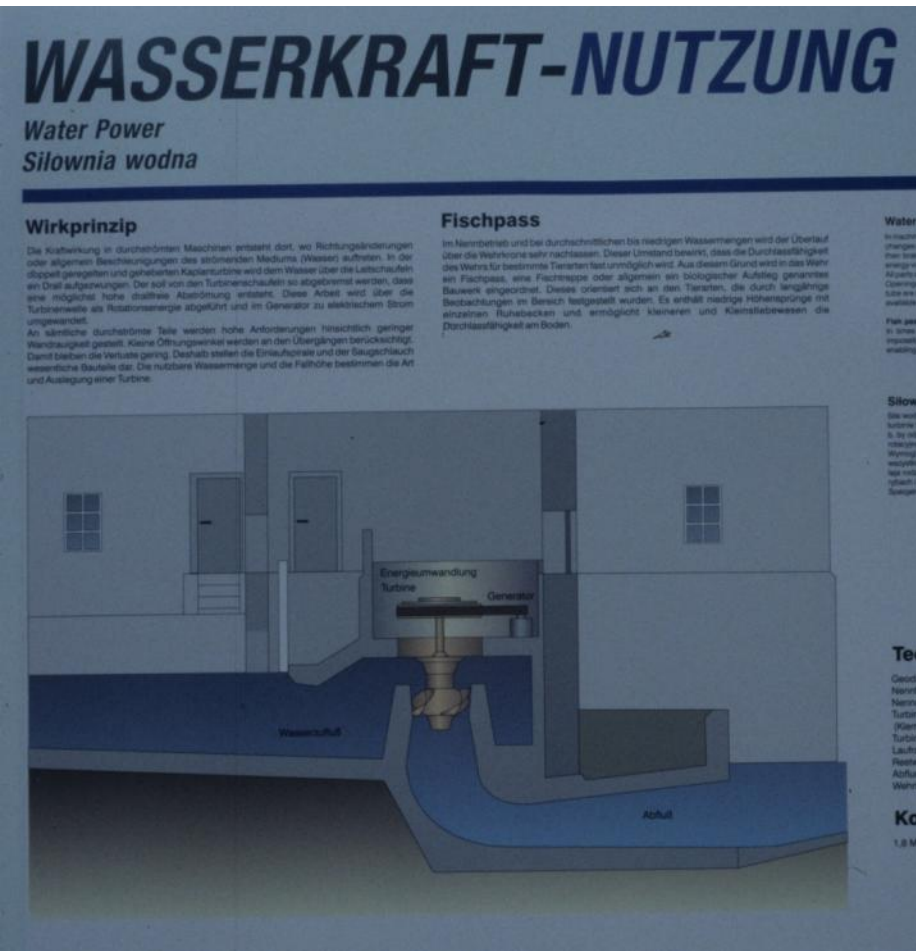
Ook dierlijke mest is een bron voor het maken van biogas. Weliswaar lost dat proces niet het *vermesting* probleem door nitraten en fosfaten op.



Herring (DK). WKK -centrale op biogas uit mest.



### 3. Kleinschalige waterkracht.

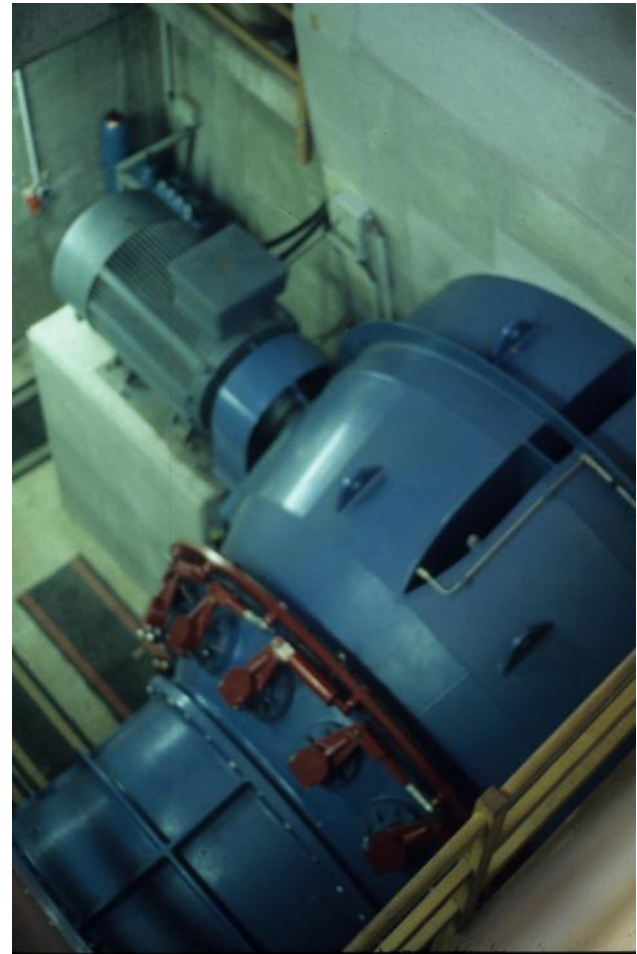


- 20 % van de Europese elektriciteit (2003): Noorwegen 100 % , belangrijk in AT, F, SP, IT, S, CH, ...)
- Ca 1 MW opgesteld in Vlaanderen met een opbrengst van tussen 2000 en 3000 MWh, ca 100 MW in Wallonië .
- NL: ca.38 MW met opbrengst van 100.000 MWh
- Grootschalige projecten zoals de Chinese Drieklovendam op de Yangtse zijn uit ecologisch oogpunt onverantwoord. <http://www.energieportal.nl>

Een **hoogteverschil** is nodig voor het omzetten van de potentiële energie in water tot kinetische energie die dan de elektriciteit kan opwekken.



De waterkracht centrale van Zschopau (D)





## Vistrappen zijn verplicht.



De Europese kaderrichtlijn water verplichtte alle EU lidstaten om tegen 2015 al het oppervlaktewater in een goede ecologische toestand te brengen. Eén van de criteria is de leefbaarheid voor kenmerkende **migreerende** dier soorten.



Ook België schikt zich naar deze verplichtingen door alle barrières op te heffen bij stuwen, sluizen, ....



In lage landen is het potentieel voor waterkracht zeer beperkt. Ecopower cvba werkt aan een aantal Belgische projecten. ([www.ecopower.be](http://www.ecopower.be)) .

(Stand-by houden van Europese TV-toestellen vraagt 7 miljoen MWh per jaar !!)



# Waterkracht in Vlaanderen

<http://www.argusactueel.be/binnenlands-nieuws/waterkracht-in-vlaanderen>

- In Vlaanderen leveren momenteel 15 waterkrachtinstallaties elektriciteit met een totaal vermogen van 955kW, goed voor 0,1 % van de toegekende groenestroomcertificaten.
- Het VITO raamt het totale potentieel aan elektriciteitsproductie uit kleine waterkracht in Vlaanderen op 4 MW.
- Het gaat om historische watermolens en nieuwe installaties aan sluisen. De grootste installatie bevindt zich aan de sluis in Wijnegem langs het Albertkanaal, wordt geëxploiteerd door de NV Scheepvaart en heeft een vermogen van 330 kW en een gemiddelde jaaropbrengst van 757.878kWh. Daarna volgen de installatie van Enbo (EcoWatt) aan de Zennegat-sluis in Mechelen (120 kW en 231.107 kWh opbrengst), van Aspiravi aan een sluis op de Zuid-Willemsvaart in Bocholt (100 kW en 771.617 kWh) en de molen van Ecopower in Rotselaar (88 kW en 484.609 kWh). Enbo heeft in Vlaanderen 5 installaties, Ecopower 3 en Aspiravi 2 (op 12 maart 2012)

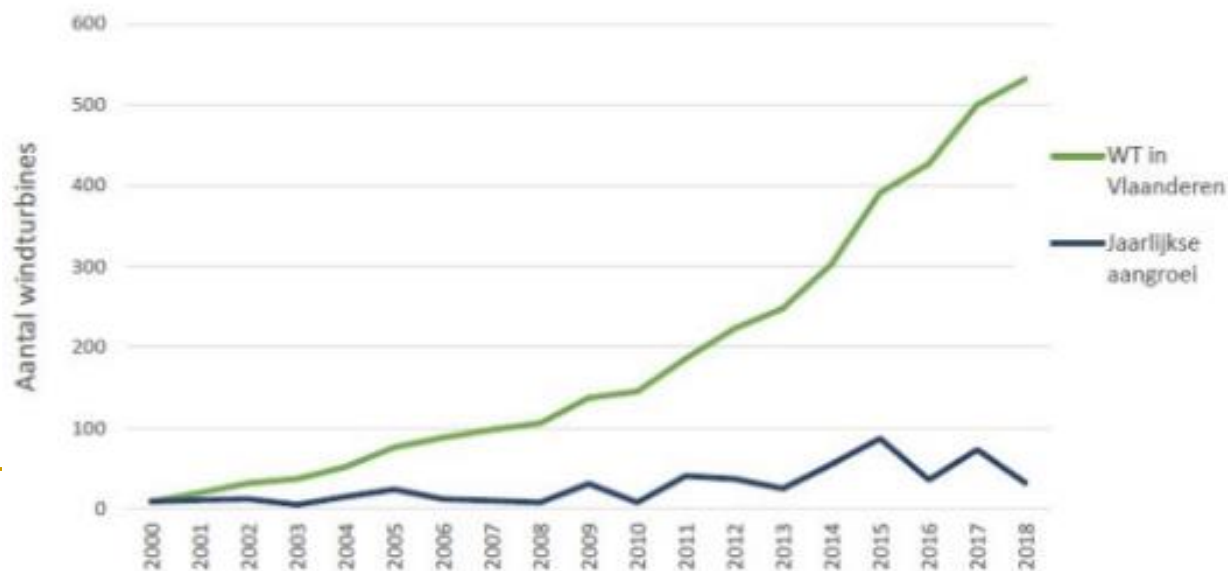


De watermolen van Ecopower in Rotselaar (Foto: Ecopower)

## 4. Windenergie.

- In 2018 leveren 35 nieuwe windturbines groene stroom aan het net in Vlaanderen, samen goed voor een geïnstalleerd vermogen van 100 MW. Het totaal geïnstalleerd vermogen aan windenergie bedraagt nu 1233 MW, t.o.v. 1135.9 MW eind 2017, geleverd door 538 windturbines. Daarnaast staan er (in 2018) 383 turbines opgesteld in Wallonië en 274 turbines offshore in de Noordzee, het totale Belgische opgesteld vermogen bedraagt 3190 MW
- Ter vergelijking: de vier kernreactoren in Doel zijn goed voor respectievelijk I: 433MW, II: 433MW (I en II zouden gaan sluiten wegens te oud maar werden hervergund), III: 1.006MW ('scheuren' centrale); IV: 1.039 MW ('sabotage centrale').

Aantal windturbines in Vlaanderen



Cijfers voor

Vlaanderen, [www.ode.be](http://www.ode.be)

Locatie van de turbines:

<http://www.ode.be/windenergie/de-cijfers/installaties>

# Opgesteld wind-vermogen in België (2018): 3190 MW

En 2018, il a atteint près de 3 200 MW : il se compose de 888 éoliennes terrestres et de 274 éoliennes en mer (offshore).

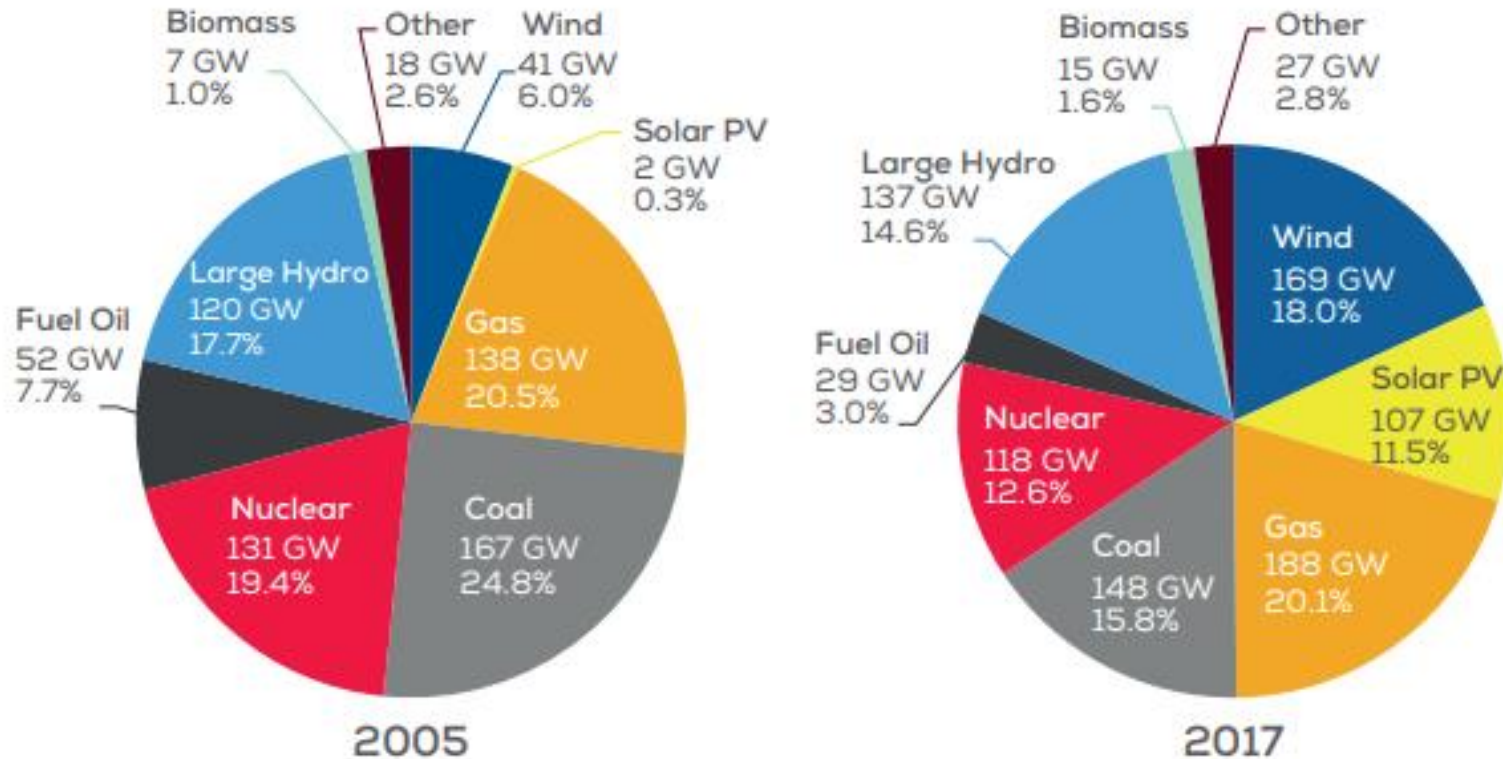


# Belgische wind energie productie (2018)

Près de 6,5 TWh en 2018



# Vergelijking Energiemix in de EU 2005-2017

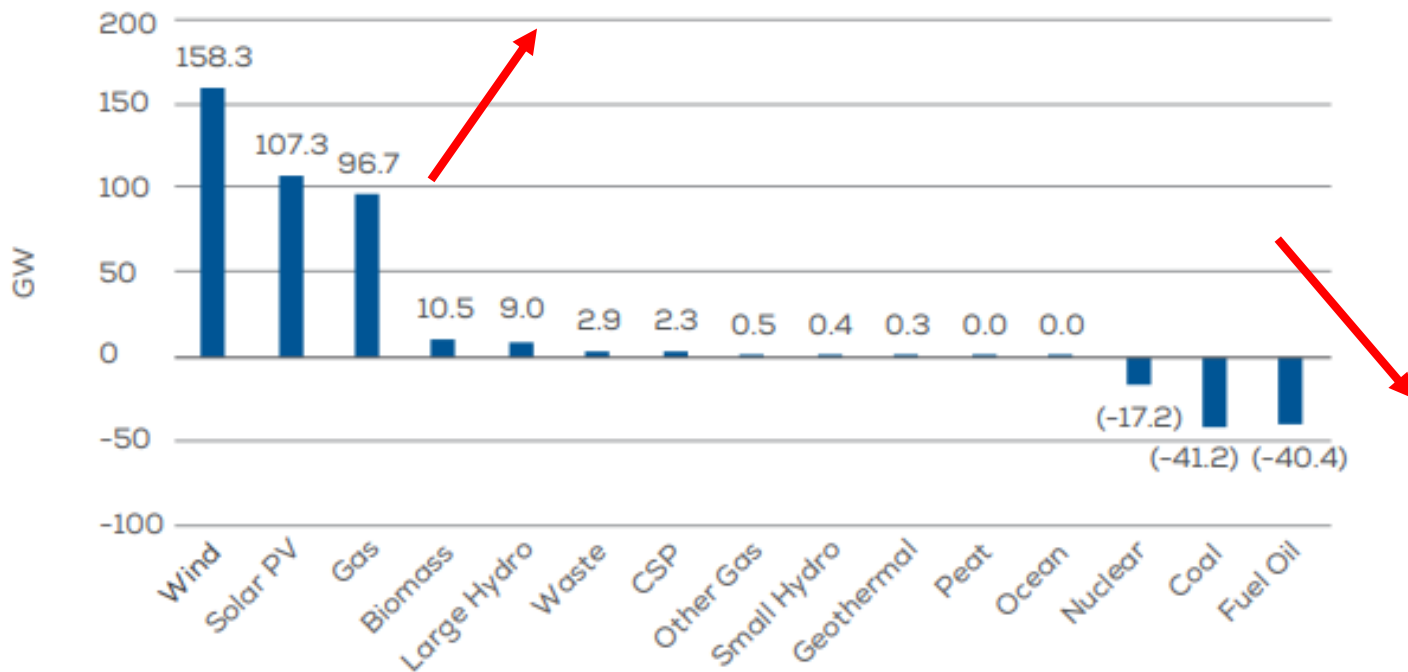


The share of wind power in total installed power capacity has increased from 6% in 2005 to 16.7% in 2016, overtaking coal as the second largest form of power generation capacity in the EU and remaining the first among renewables. Over the same period renewables increased their share from 24% of total power capacity in 2005 to 46% in 2016.



# Veranderingen in primaire energiedrager voor elektriciteitsproductie in de EU tussen 2000 en 2017.

Net electricity installations in the EU from 2000 to 2017

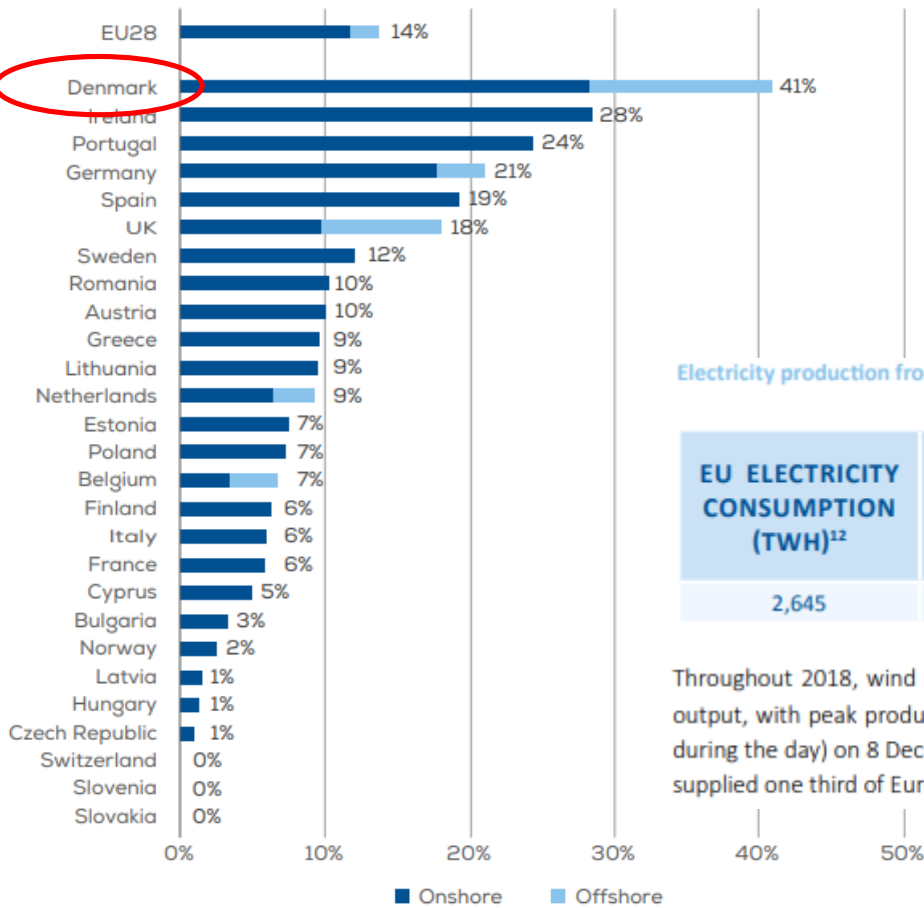


Source: WindEurope

De verliezers zijn nucleair, steenkol en aardolie,  
de winnaars vooral wind, solarPV en aardgas

# Penetratie-percentage windaandeel (2018) in nationale elektriciteitsverbruik. Gemiddeld voor EU-28 : 14 %.

Percentage of the average annual electricity demand covered by wind<sup>11</sup>



Electricity production from wind power (TWh)

EU ELECTRICITY CONSUMPTION (TWH) <sup>12</sup>	ONSHORE WIND ENERGY PRODUCTION (TWH)	OFFSHORE WIND ENERGY PRODUCTION (TWH)	TOTAL WIND ENERGY PRODUCTION (TWH)	SHARE OF EU CONSUMPTION MET BY WIND ENERGY
2,645	309	53	362	14%

Throughout 2018, wind power plants produced a stable output, with peak production (98 GW of average output during the day) on 8 December. On that day, wind energy supplied one third of Europe's electricity needs.

2018 was a less windy year than 2017. This is reflected in a decrease of the capacity factors both for onshore (22%) and offshore (36%).

# Het opgesteld Europees vermogen aan windenergie is 189 gigawatt (einde 2018)

## 1.3 CUMULATIVE WIND POWER INSTALLATIONS

189 GW of wind power capacity are now installed in Europe. 10% of these are offshore. Cumulative capacity grew 6% compared to 2017. Germany remains the country with the largest installed capacity in Europe, followed

by Spain, the UK, France and Italy. Five other countries (Sweden, Poland, Portugal and Denmark) have more than 5 GW installed. Five additional countries have over 3 GW of installed capacity: the Netherlands, Ireland, Belgium, Austria and Romania.

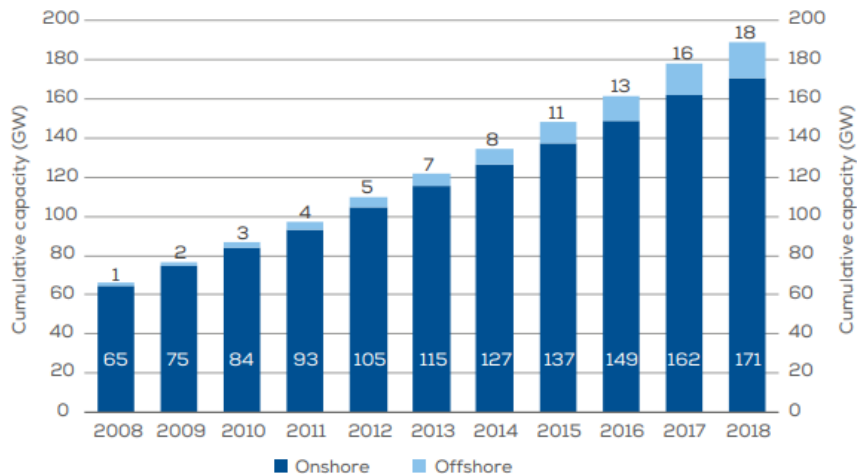
In the EU-28, cumulative capacity reached 178.8 GW. The EU-28 provides almost all of the installed offshore wind capacity in Europe.

68% of all wind power installations in Europe is in 5 countries: Germany (59.3 GW), Spain (23.5 GW), the UK (21 GW), France (15.3 GW) and Italy (10 GW). Sweden, Turkey and Poland follow with 7.4 GW, 7.4 GW and 5.9 GW respectively.

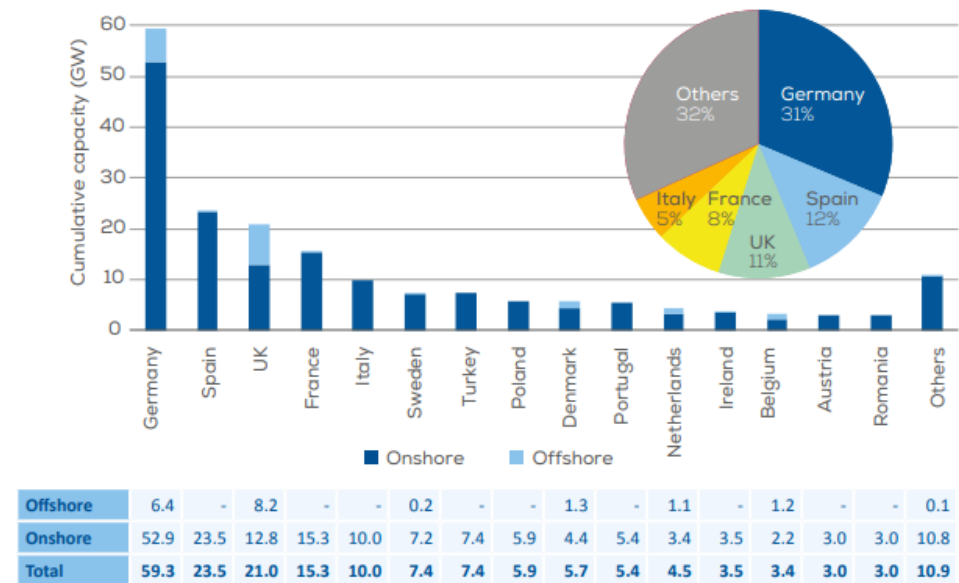
# 189 GW

OF WIND POWER ARE NOW INSTALLED IN EUROPE

**FIGURE 5**  
Cumulative onshore and offshore installations in Europe

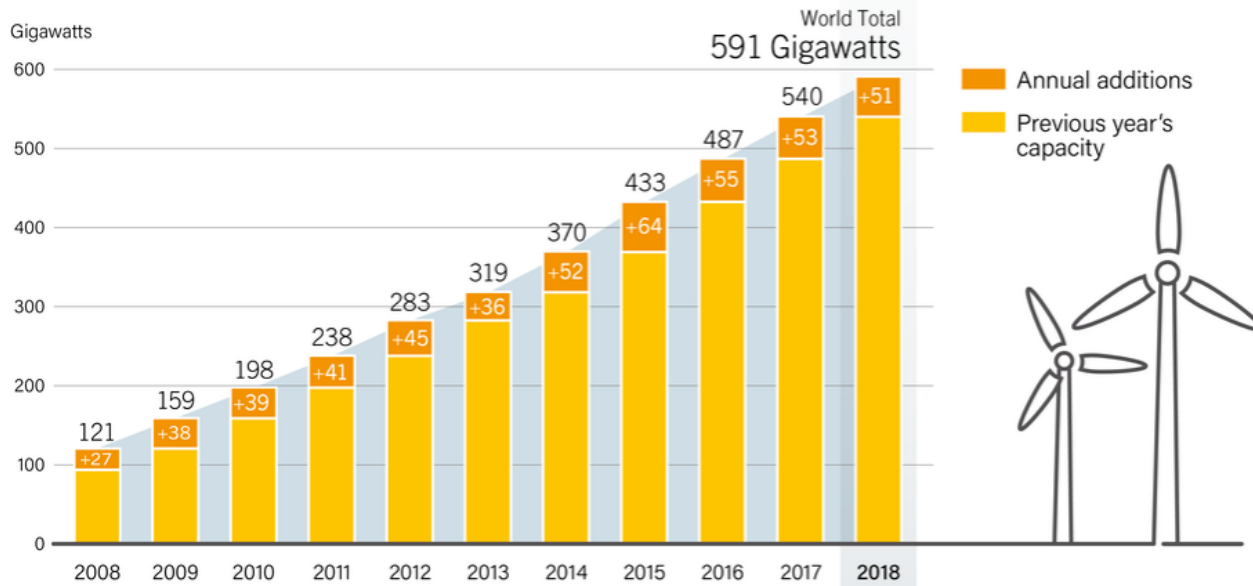


**FIGURE 6**  
Cumulative onshore and offshore installations by country



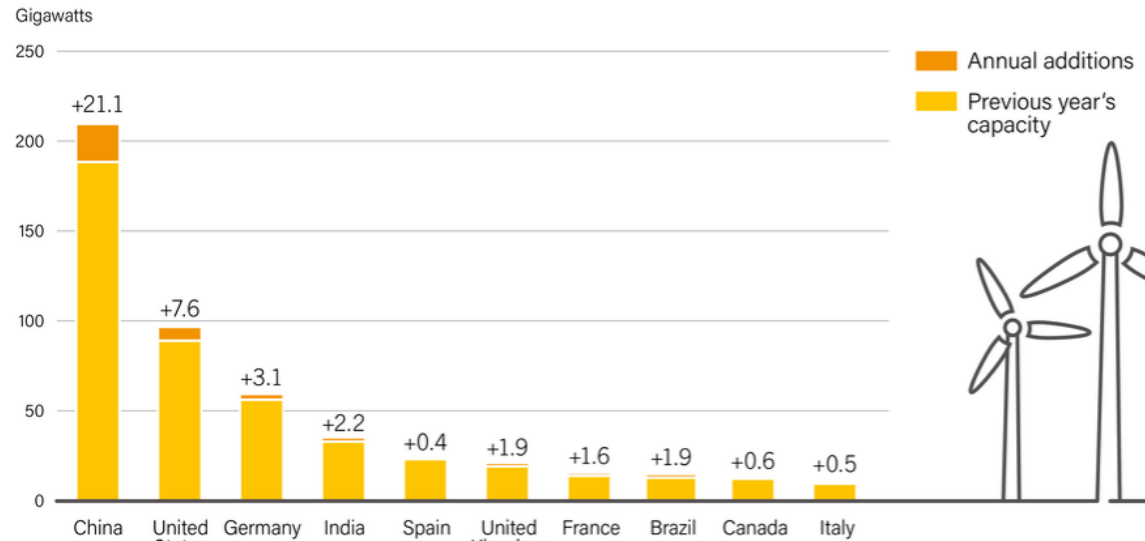
**68%** OF WIND POWER  
IN EUROPE IS INSTALLED IN 5 COUNTRIES

## Wind Power Global Capacity and Annual Additions, 2008-2018



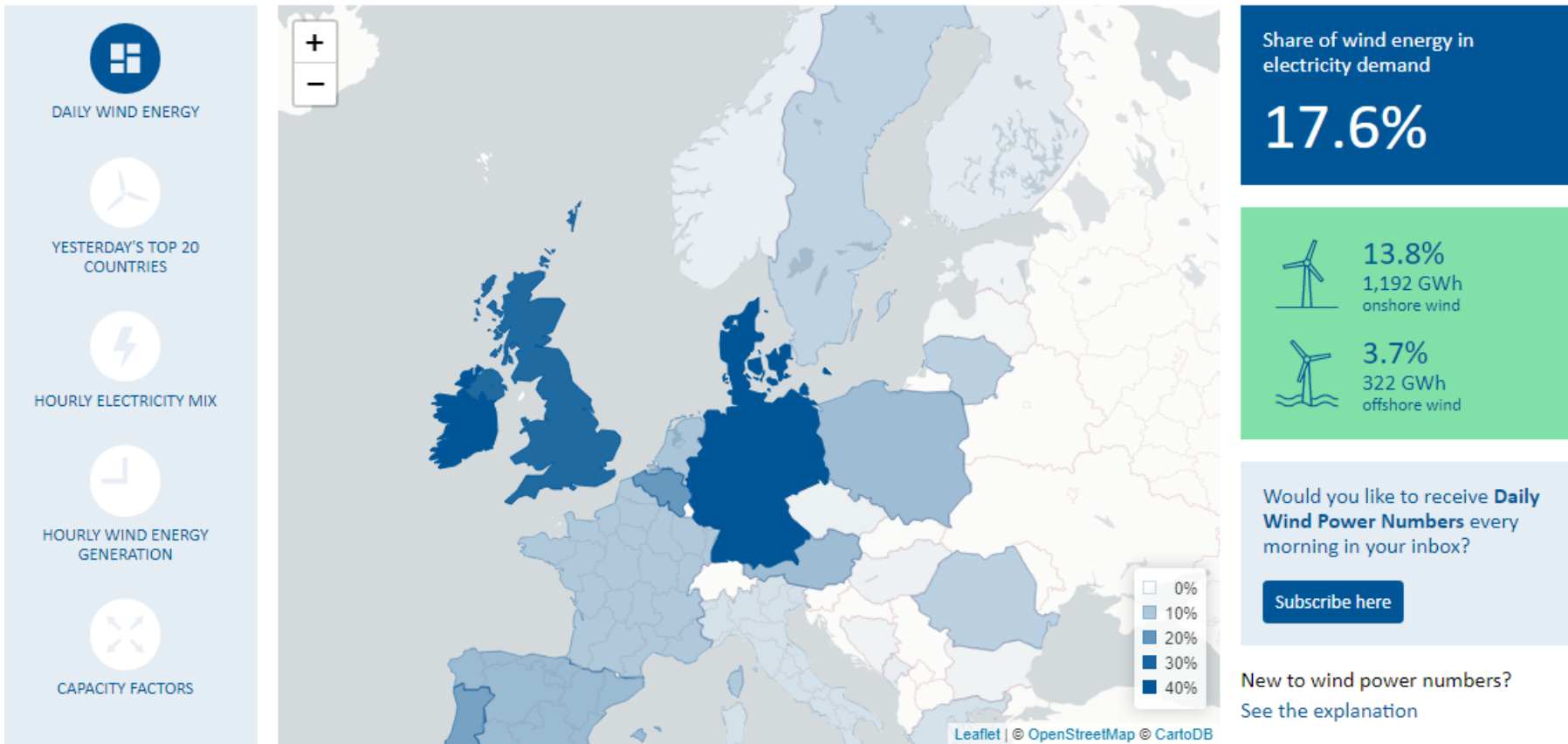
# Windenergie, wereldwijd

## Wind Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2018



# Donderdag 10 oktober 2019:

## How much wind was in Europe's electricity yesterday?

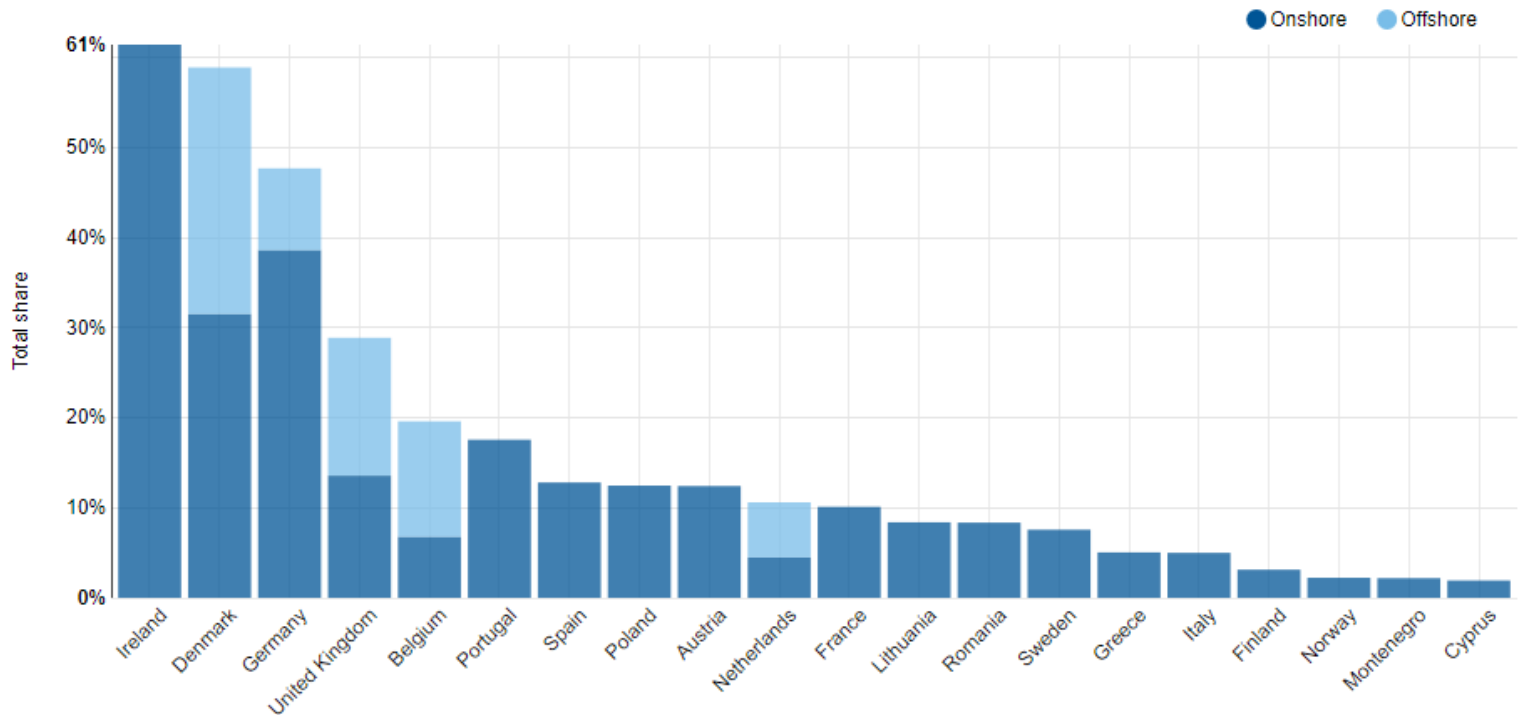


# Donderdag 10 oktober 2019

## Yesterday's top 20 countries



### Wind power share in the country's electricity mix










# Donderdag 10 oktober 2019, Denemarken

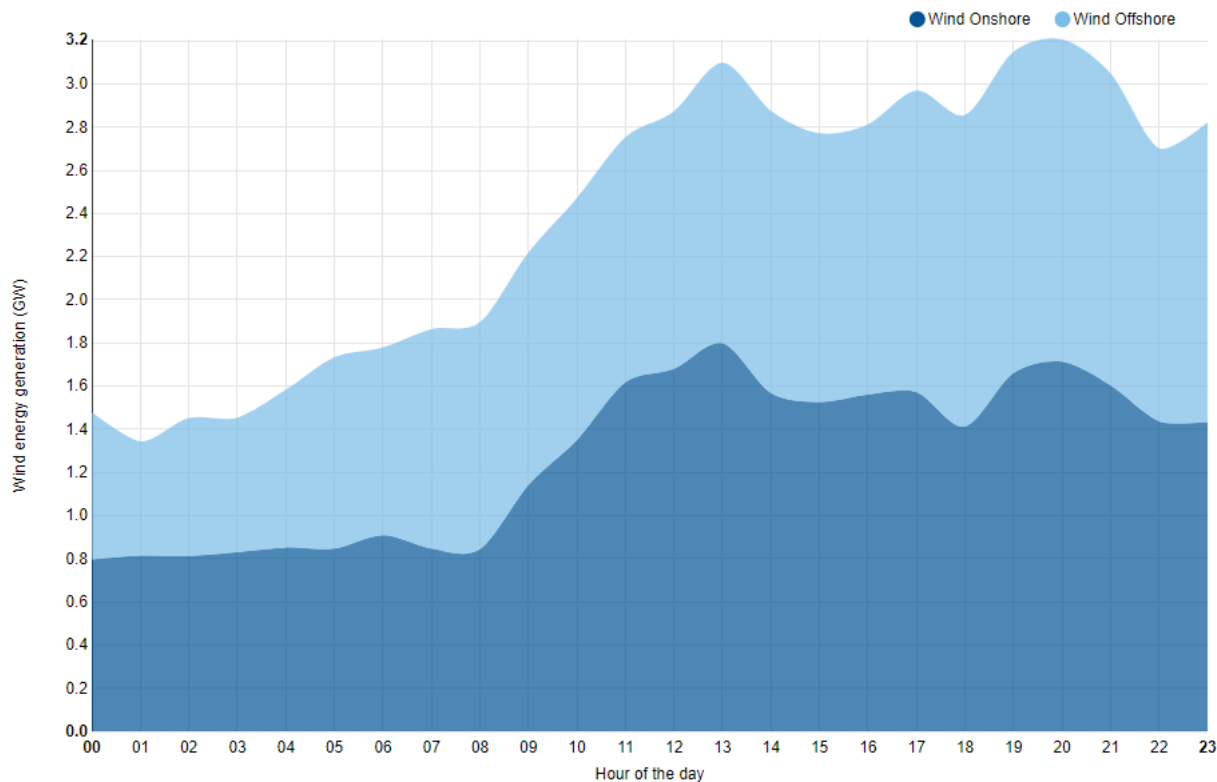
## Hourly wind energy generation



Select your country

-  DAILY WIND ENERGY
-  YESTERDAY'S TOP 20 COUNTRIES
-  HOURLY ELECTRICITY MIX
-  HOURLY WIND ENERGY GENERATION
-  CAPACITY FACTORS

### Denmark



# Donderdag 10 oktober 2019, België

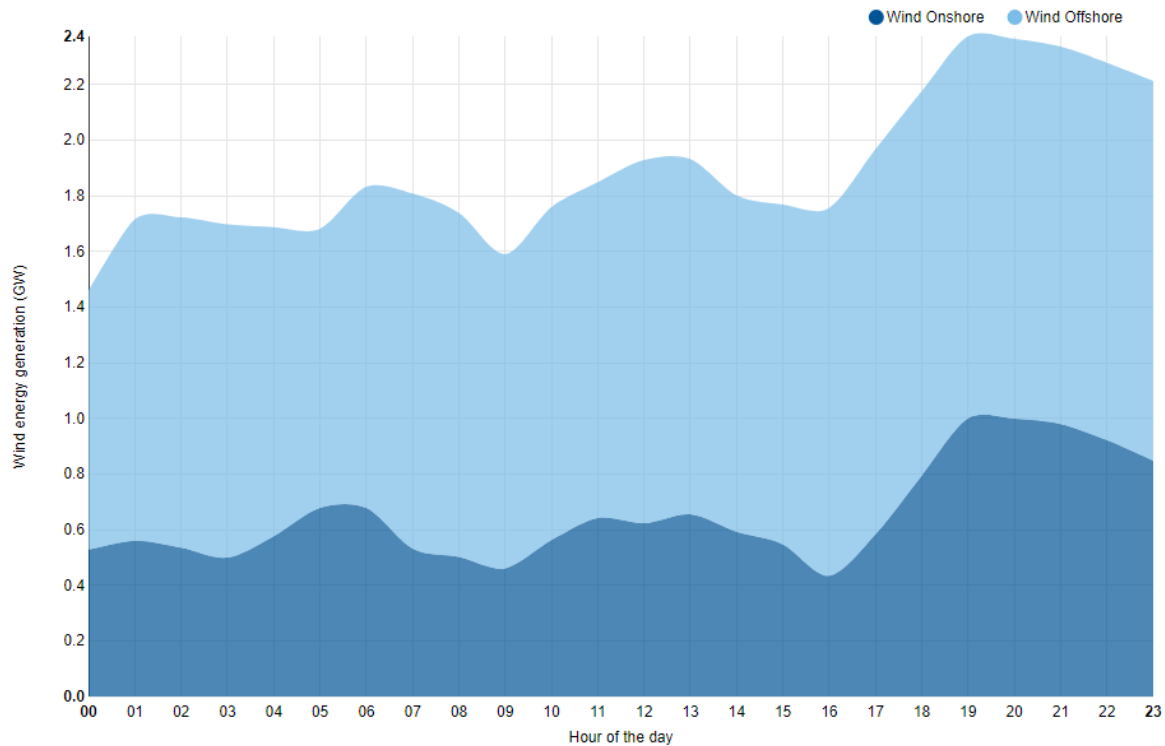
## Hourly wind energy generation



Select your country

- DAILY WIND ENERGY
- YESTERDAY'S TOP 20 COUNTRIES
- HOURLY ELECTRICITY MIX
- HOURLY WIND ENERGY GENERATION
- CAPACITY FACTORS

### Belgium



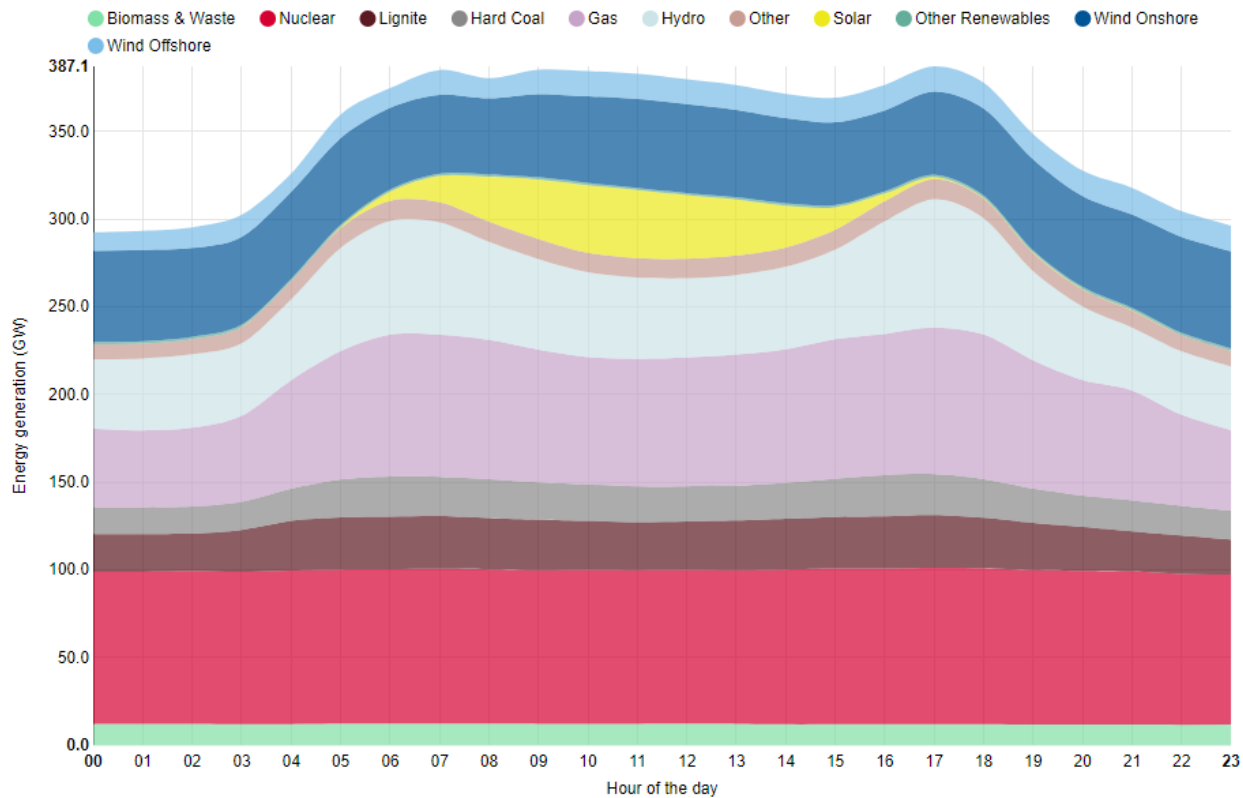
# Donderdag 10 oktober 2019.

## Hourly electricity mix



Select your country

- DAILY WIND ENERGY
- YESTERDAY'S TOP 20 COUNTRIES
- HOURLY ELECTRICITY MIX
- HOURLY WIND ENERGY GENERATION
- CAPACITY FACTORS



# Donderdag 10 oktober 2019:

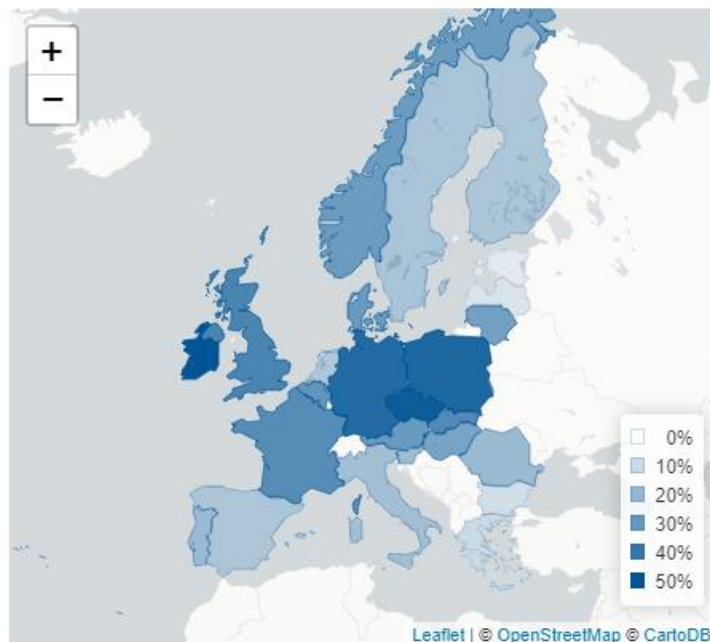
## Capacity factors



-  DAILY WIND ENERGY
-  YESTERDAY'S TOP 20 COUNTRIES
-  HOURLY ELECTRICITY MIX
-  HOURLY WIND ENERGY GENERATION
-  CAPACITY FACTORS

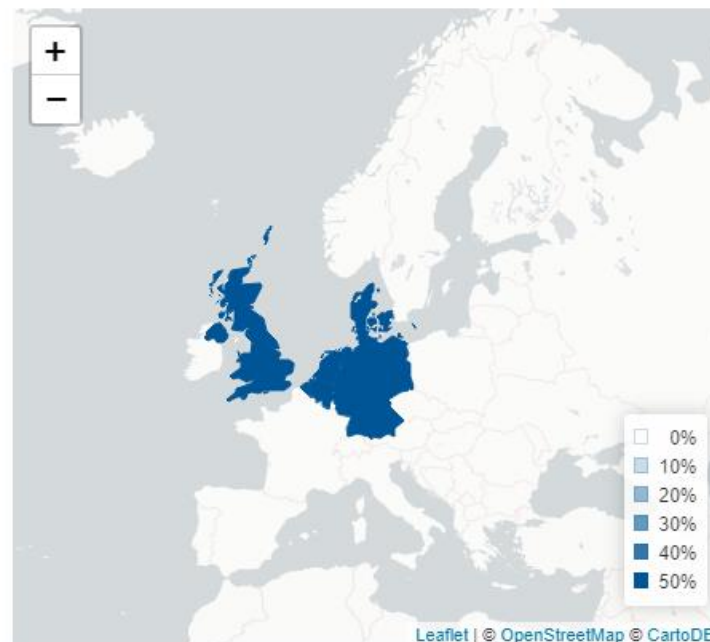
### Onshore wind

30.9%



### Offshore wind

73.8%



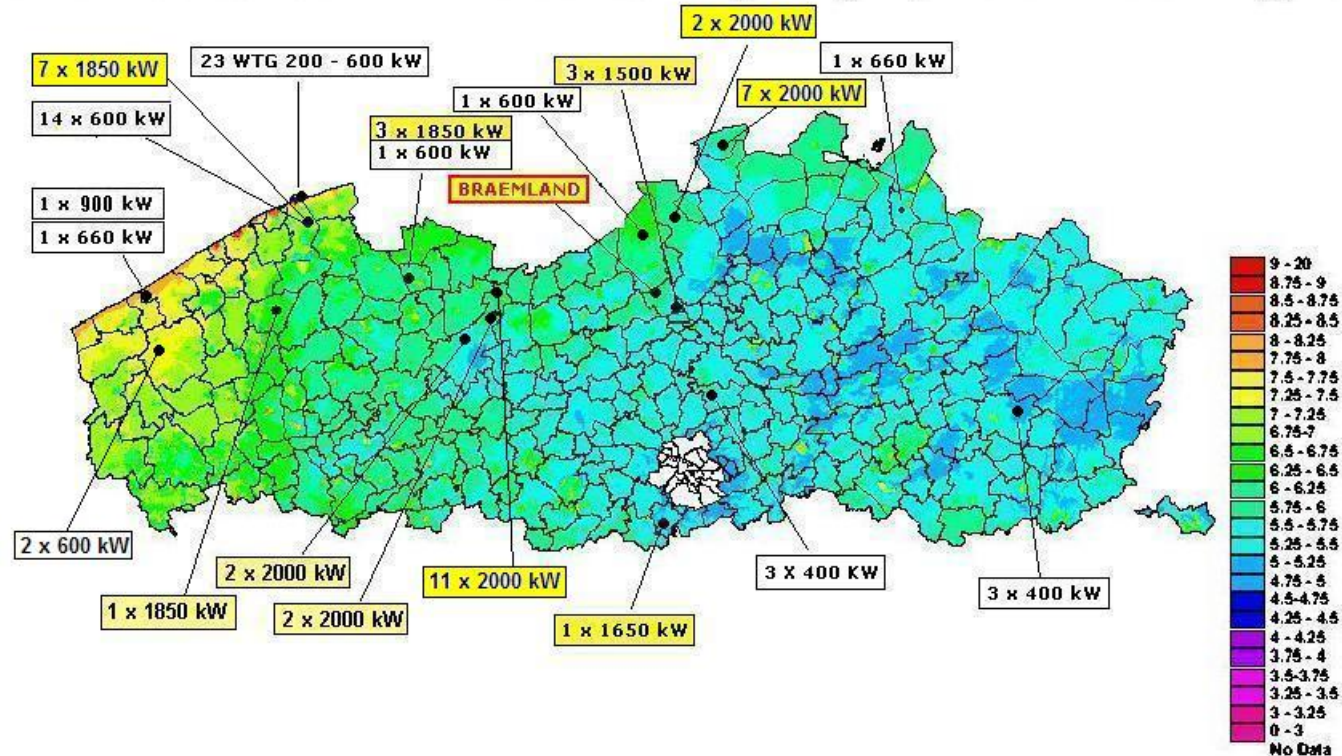
The capacity factor is the average power generated by wind divided by its peak capacity.



Toplocaties bevinden zich natuurlijk dicht bij de kust of op zee.

## Windplan Vlaanderen

### Gemiddelde windsnelheid [m/s] op 75 m ashoogte



Hvide Sande en Hanstholm (DK)

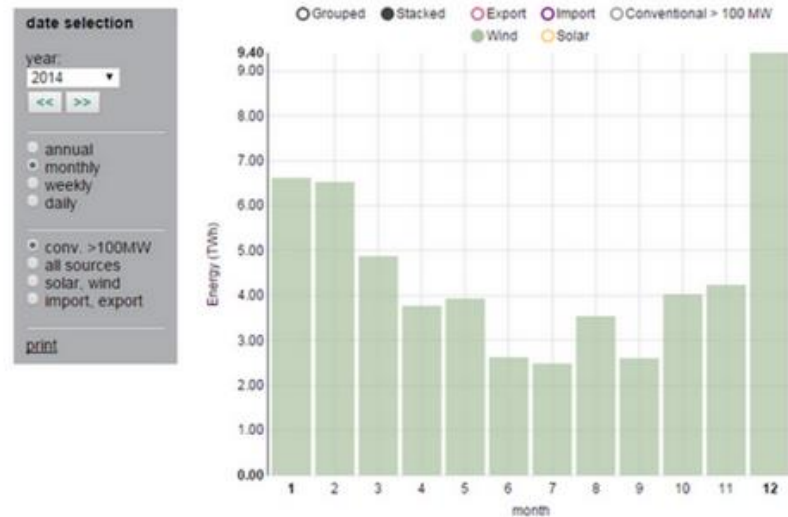


# Wind- en zonne-energie zijn complementair (Duitsland, 2014)

Meer windproductie in de herfst- en wintermaanden, meer zonnestroom tijdens lente en zomer.

## Monthly electricity generation in Germany in 2014

usage tips

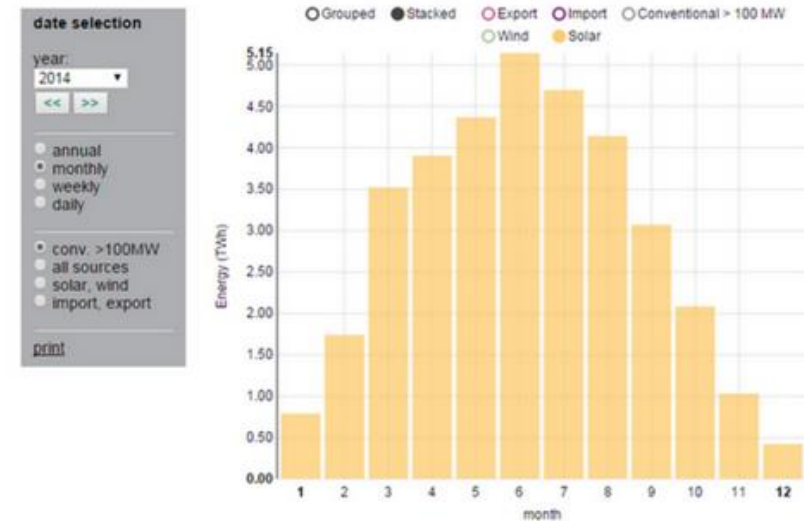


Wind

wind

## Monthly electricity generation in Germany in 2014

usage tips



Zon

zon



Wind en zonne-energie zijn complementair, wat tot creatieve ideeën aanleiding geeft: oplaadpunt voor elektrische voertuigen

Picturesque installation in Västra Hamnen – the award-winning sustainable district of Malmö, Sweden.



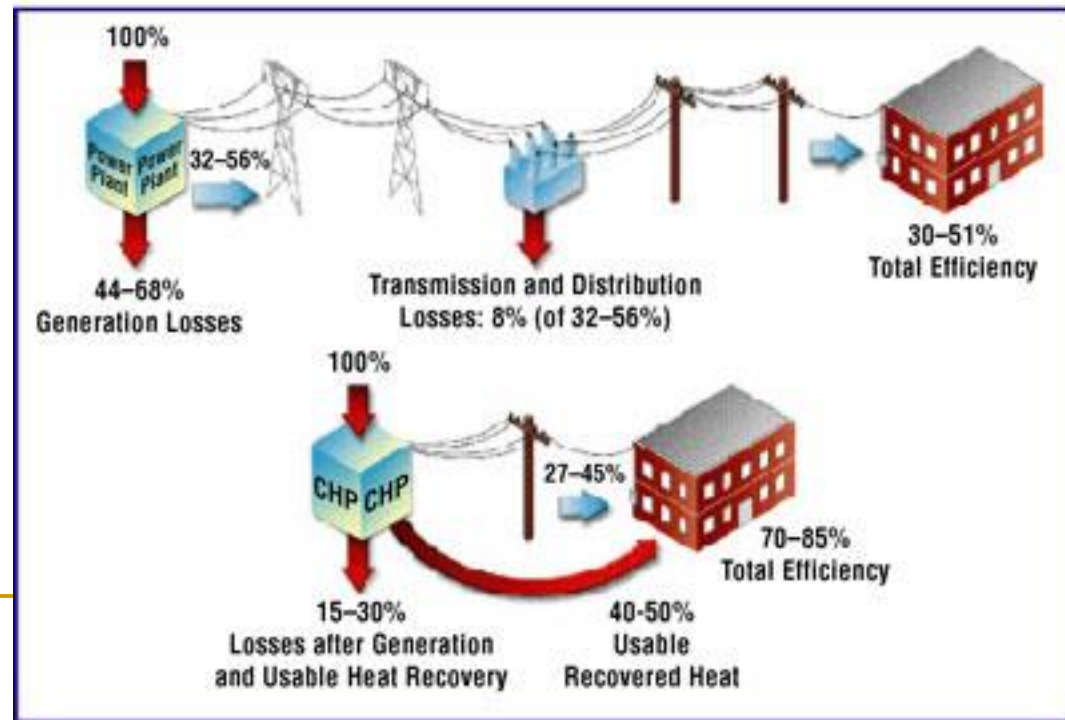
<https://www.innoventum.se/giraffe-2-0/>



# 5. Warmte-Kracht-Koppeling (WKK) Cogeneration of heat and power (CHP)

**Principe: recuperatie van afvalwarmte (65%) van elektriciteitsproductie, zodat er tegelijk warmte en elektriciteit (=kracht, 35 %) kan geleverd worden aan afnemers**

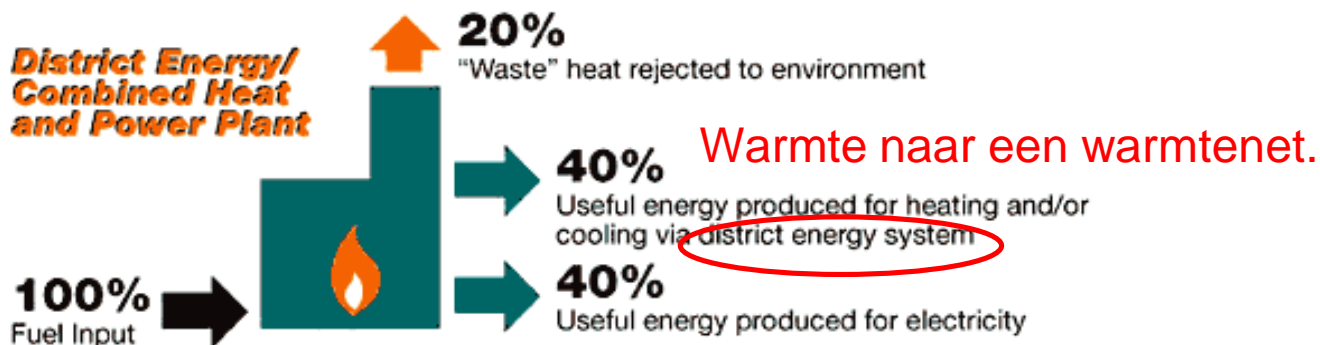
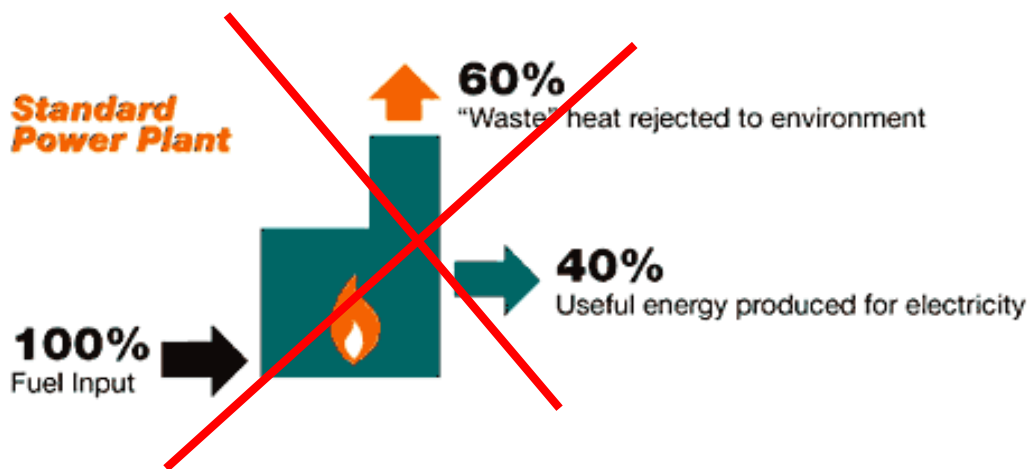
Is er een vraag naar én elektriciteit (=kracht) én naar (proces)warmte: elektriciteit decentraal produceren (bv. op het bedrijfsterrein zelf) en de 'afvalwarmte' van dat proces ter plaatse gebruiken. De installatie wordt berekend op basis van de warmtevraag, elektriciteit wordt als 'afvalproduct' beschouwd. Het rendement neemt dan toe van ca. 40 % tot ca 80 %



# Vergelijking standaard elektriciteitscentrale met een WKK (=CHP)centrale

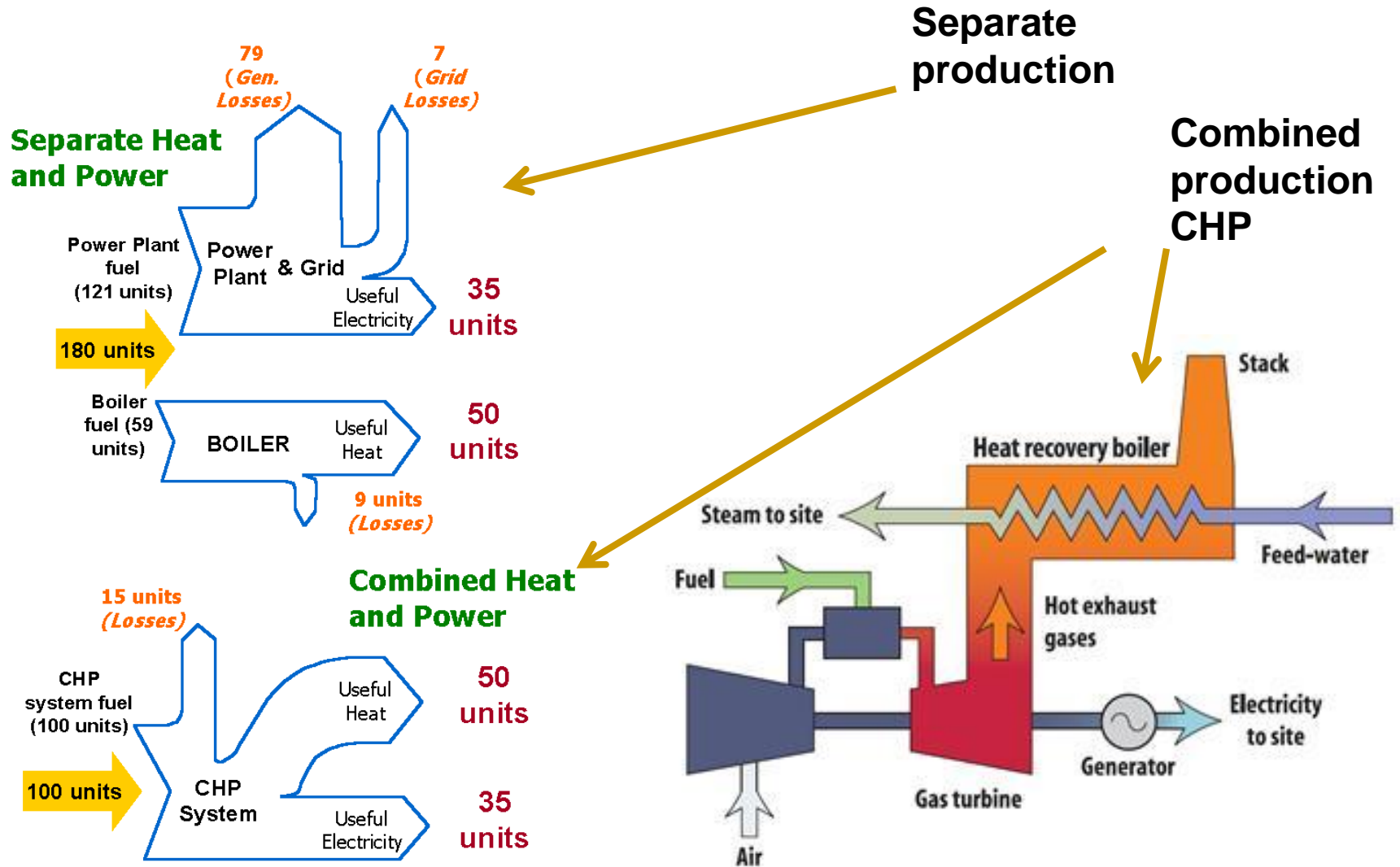


## Energy-Efficiency Comparisons



Het rendement van een WKK centrale ligt rond 80 %:  
40 % warmte en 40 % elektriciteit.

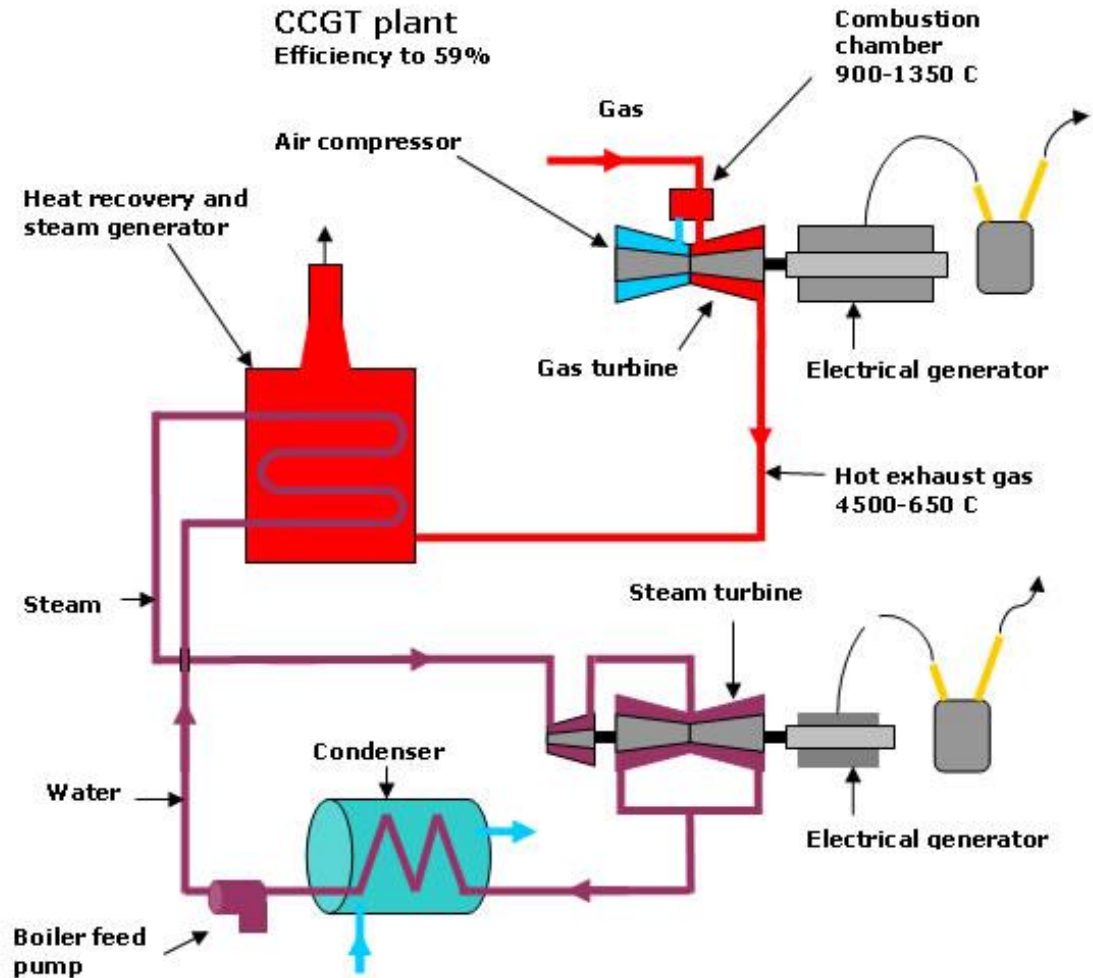
# CHP (WKK) principe.



# Vergelijk een WKK centrale met een STEG centrale.

Een WKK centrale gaat dus nog een stuk verder dan elektriciteit produceren met de afvalwarmte -zoals in STEG-centrales- waardoor het STEG-rendement toeneemt van ca 40 % tot ca 55 %.

STEG centrale = **ST**oom  
En **G**as centrale





## WKK centrale (Klitmøller, DK)



De gemeenteraad besliste een eigen WKK centrale te bouwen ten behoeve van het lokale warmtenet.

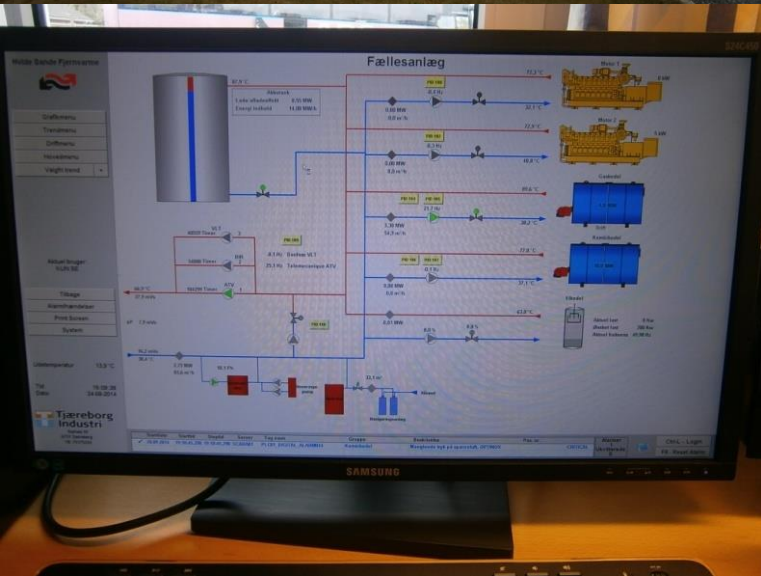


# WKK centrale (Klitmøller, DK)



Deze kleine en lokale WKK-centrale gebruikt Deens aardgas als primaire brandstof en draait enkele uren per dag, op de piek momenten. De vrijkomende warmte voedt een lokaal warmtenet (fjernvarme)

# Honderden lokale warmtenetten aangesloten op lokale WKK centrales vormen de kern van het Deense energiesysteem.



Warmwater opslagtanks



Warmtenetten van Vorupør, Hvide Sande en Thisted (DK). Meer dan 70 % Deense woningen zijn aangesloten aan een warmtenet (district-heating (EN) - 'fjernvarme' (DK)).



## Denemarken beschikt over meer dan 400 lokale warmtenetten (2014)

- Dimensionering van de WKK-centrale wordt gebaseerd op de warmtevraag, de elektriciteit wordt beschouwd als het bijproduct van warmteproductie en op het net geplaatst als groene stroom.
- Om teveel warmteproductie te voorkomen (want verboden) worden veel van deze lokale WKK installaties enkel in de piekuren opgestart (ca.16-20uur), de warmte wordt opgeslagen in warmwatertanks die het lokale warmtenet dan minstens 24 tot 48 uur kunnen voeden
- Back-up wordt vaak geregeld door onderling warmtenetten te koppelen voor noodsituaties

District heating in DK:  
405 district heating plants

Supplies 1.6 million houses  
with heating



# Randvoorwaarden

Deens parlement stemde een **verbod op Kernenergie** in 1985, onder druk van de publieke opinie.

Belangrijkste probleem is de incompatibiliteit van kernenergie (inertie is groot) met onvoorspelbare groene stroomproductie.

(toch is een variabel maar klein deel van de geïmporteerde stroom nucleair uit D en S.)

<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/denmark.aspx>



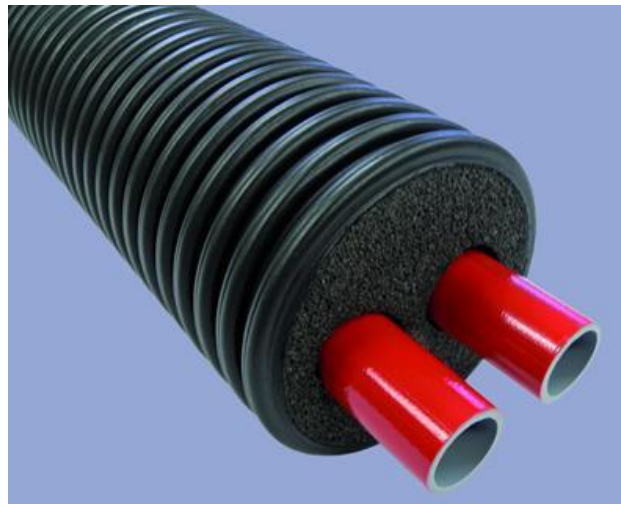
**TVIND KRAFT**

In 1975 begonnen vrijwilligers met de bouw van de eerste windturbine in DK



# Stadswarmtenetten (District heating) zijn goed te combineren met Warmte Kracht Koppeling.

Riga, Letland

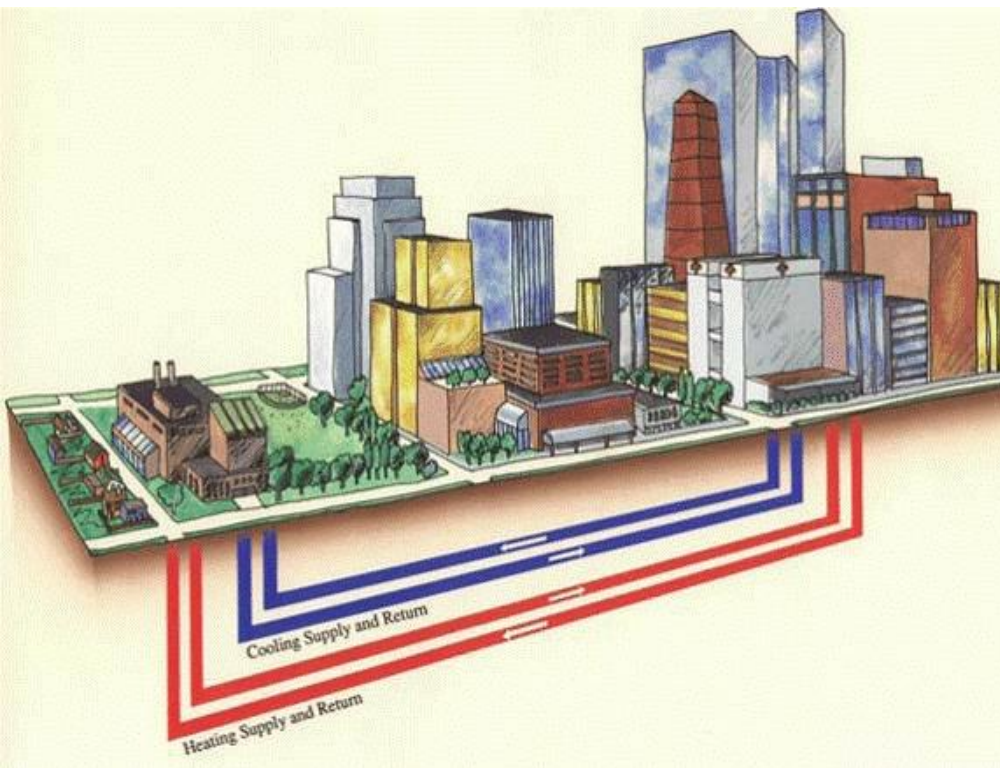


Een ondergronds goed geïsoleerd leiding netwerk zorgt voor het transport van het warme water naar de stad en van het afgekoelde water opnieuw naar de WKK centrale.





...maar ...



Principe van een stadswarmtenet,  
gekoppeld aan een WKK centrale

- dan moet de WKK centrale niet te ver van de afnemers worden gebouwd, bij voorkeur midden in de wijken.
- moet er een voldoende **densiteit en compactheid** zijn van woningen in de wijk.
- En er moet ook een voldoende warmtevraag zijn in de zomer, wat pleit voor het **mengen** van woonfuncties met andere functies (horeca, kleinschalige bedrijvigheid, sauna, wellness, zwembad, ....)
- **Dus échte stedelijkheid is noodzakelijk: densiteit, nabijheid, mengen van functies én sociale diversiteit.**

# Een Vlaams voorbeeld: warmtenet stad Roeselare (B), met afvalwarmte uit de lokale verbrandingsoven.



HET NIEUWSBLAD WOENSDAG 28 JANUARI 2015

NIEUWS 15

## De grootste centrale verwarming van het land

Terwijl wij thuis met een boiler zo'n tien radiatoren verwarmen, komt er in Roeselare een warmtenet van 44 kilometer. Daarmee zullen liefst 1.250 woningen, ziekenhuizen, scholen en openbare gebouwen verwarmd worden.

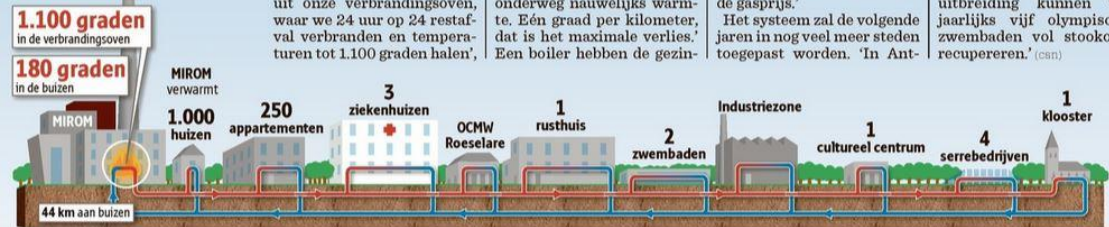
Het systeem draait er eigenlijk al 30 jaar, maar is nu nog maar een 15 kilometer lang. Binnenkort komt er zo'n 29 kilometer aan extra buizen bij, waarmee ze ruimschoots de gelijkaardige netwerken in Gent en Brugge overstijgen. 'Alles vertrekt uit onze verbrandingsoven, waar we 24 uur op 24 restafval verbranden en temperaturen tot 1.100 graden halen',

zegt Koen Van Overberghe van Milieuzorg Roeselare en Menen (Mirom). 'Via een ondergrondse netwerk - dat zo'n 80 centimeter diep ligt - pompen we water van 180 graden naar onze klanten. Door de goed geïsoleerde buizen verliest het water onderweg nauwelijks warmte. Eén graad per kilometer, dat is het maximale verlies.' Een boiler hebben de gezin-

nen, scholen of andere instanties niet nodig. 'Alleen een klein bakje dat de warmte afneemt van ons systeem en zo hun centrale verwarming bevoorraadt. Het is tegelijk ook een teller, zodat we nadien kunnen factureren.' De kostprijs? 'Die volgt de gasprijs.'

Het systeem zal de volgende jaren in nog veel meer steden toegepast worden. 'In Ant-

werpen zijn ze ook bezig met een groot project. Daar willen ze met de warmte van de havenbedrijven de volledige stad verwarmen. Verloren warmte wordt zo brandstof.' En dat zorgt voor een gigantische besparing. 'Alleen al met onze uitbreiding kunnen we jaarlijks vijf olympische zwembaden vol stookolie recupereren.' (GBN)



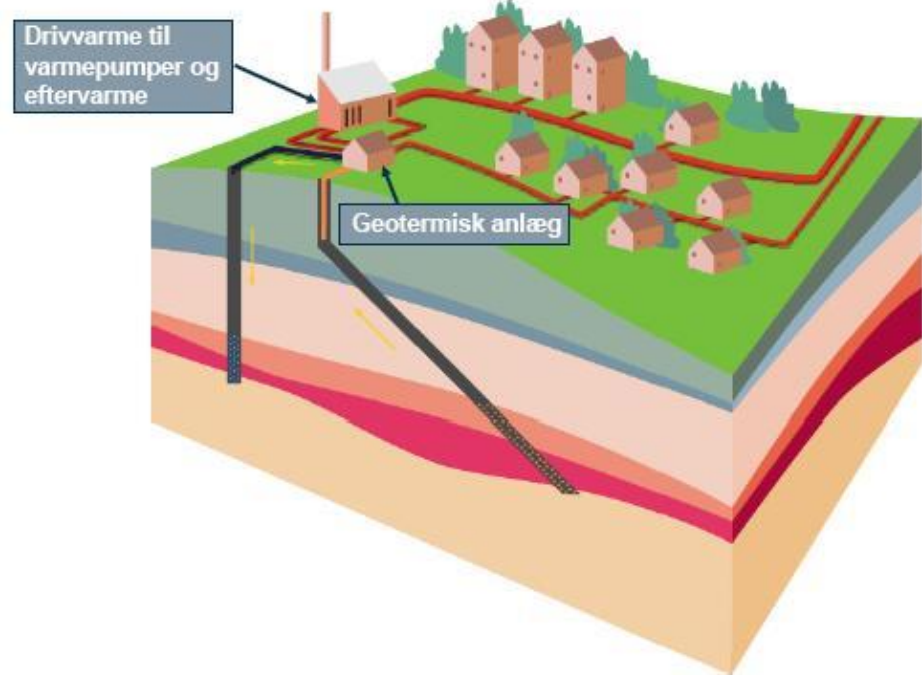
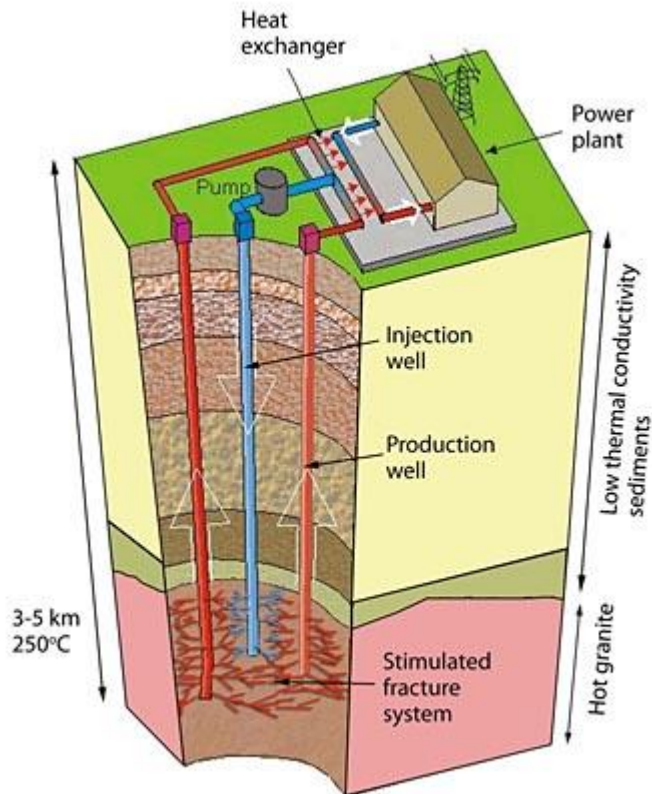


# Warmtenet Oostende (B) wordt gerealiseerd door cvba Beauvent, aangesloten op de lokale verbrandingsoven (start 2017)



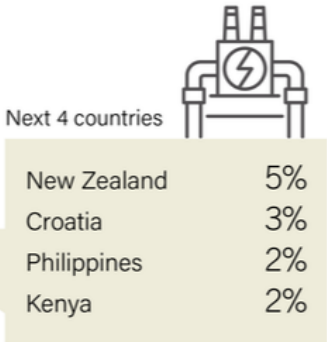
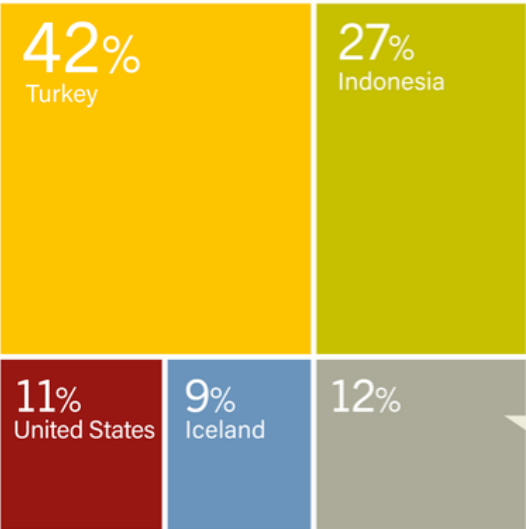
<https://www.beauvent.be/projecten/warmtenet-oostende>  
<https://www.warmtenetoostende.be/>

Turnhout (B) overweegt om restwarmte uit de toekomstige *geothermische centrale* te gebruiken voor een stedelijk warmtenet, Onder meer de Deense gemeenten Sønderborg (DK) en Thisted (DK) deden dat al veel eerder.



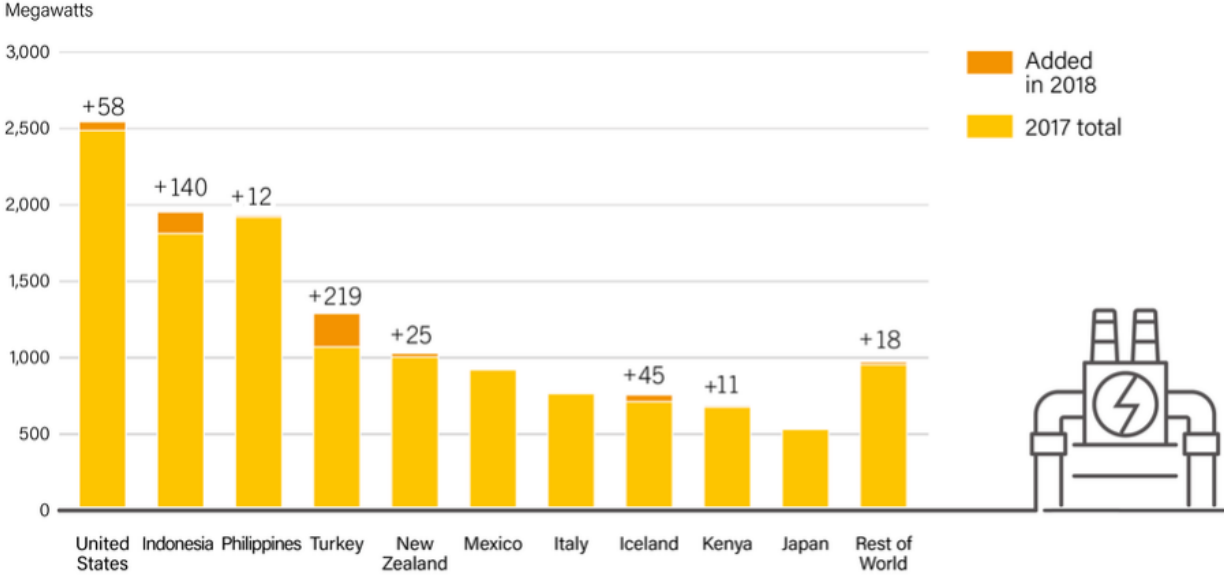
# Geothermie, wereldwijd.

Geothermal Power Capacity Global Additions, Share by Country, 2018



[https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter\\_03/chapter\\_03/](https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_03/chapter_03/)

Geothermal Power Capacity and Additions, Top 10 Countries and Rest of World, 2018





# Kortrijk (B) realiseerde een warmtenet voor 'De Venning', een sociale woonwijk.

## Warmtenet en biomassa-stookplaats Venning

<b>Bouwheer:</b>	Goedkope woning
<b>Ontwerper / Architect:</b>	Buro Il & Archi +I
<b>Locatie:</b>	Kortrijk
<b>Budget technieken:</b>	700.000 EUR
<b>Oppervlakte:</b>	



Project Venning omvat de herinrichting van de Kortrijkse wijk tot een CO2-neutrale woonwijk van ca. 200 woon-entiteiten. Ingenium staat in voor de opmaak van het (voor)ontwerp, bestek en werfopvolging van het warmtenet en de centrale stookplaats op biomassa in wijk Venning in Kortrijk.

De warmteproductie omvat een combinatie van houtchipsketel en bio-olie WKK, aangevuld met een back-up installatie op aardgas. Het warmtenet voedt zowel de woonwijk, met 114 individuele woningen, als vier appartementsblokken.

De opdracht kadert binnen het Concerto ECO-Life project, waarbij CO2-neutrale en duurzame wijken worden ontworpen en gebouwd.



Dicht bewoonde stadslobben kunnen worden verwarmd met afvalwarmte van elektriciteitsproductie in decentrale kleinere Warmte Kracht centrales (WKK) aangesloten op een stadsverwarmingnet. Daardoor neemt het rendement van de centrales aanzienlijk toe en daalt de CO<sub>2</sub> uitstoot.



In Tübingen (D) wordt de stadslob verwarmd met afvalwarmte uit de lokale WKK-centrale.

In Freiburg (D., 220.000 inw.) wordt de ecowijk 'Quartier Vauban' verwarmd, via een stadswarmtenet met een WKK installatie op biomassa (hout).

**Holz-BHKW Vauban**  
Die neue Qualität im Energiehaushalt

**regiostrom produzieren**  
Bisher wurden  
**7 1080 MWh**  
Megawattstunden Regiostrom aus Biomasse erzeugt

**wärme liefern**  
Die Haushalte im Vauban wurden mit  
**440262 MWh**  
Megawattstunden Wärme aus Holz versorgt.

**klima schützen**  
Der Umwelt bleiben  
**132 10 t**  
Tonnen des Treibhausgases Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) erspart

**ressourcen schonen**  
Jährlich werden  
**26000 m<sup>3</sup>**  
Kubikmeter Holzwerkstoff aus heimischer Produktion verarbeitet.

badenova  
Holzwerkstoff



**Holz-BHKW Vauban**  
Die neue Qualität im Energiehaushalt

**regiostrom produzieren**  
Bisher wurden  
**7 1080 MWh**  
Megawattstunden Regiostrom aus Biomasse erzeugt

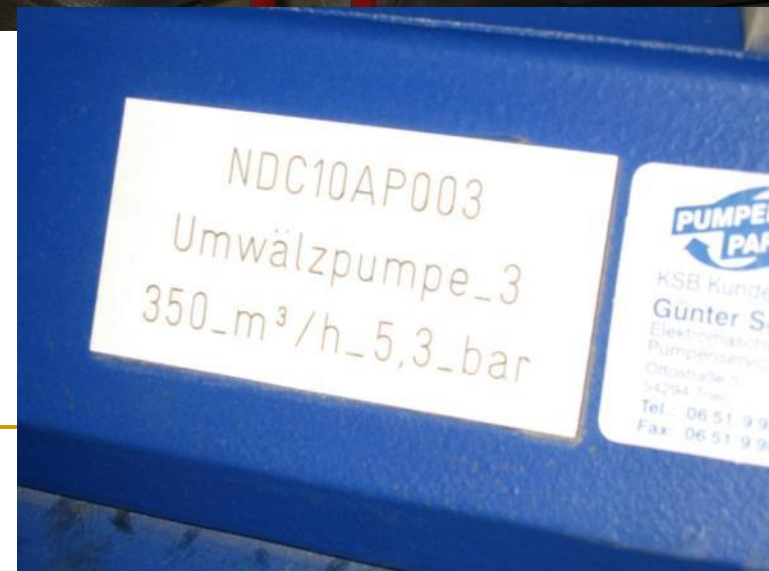
**wärme liefern**  
Die Haushalte im Vauban wurden mit



Deze WKK centrale levert warmte aan het antroposofisch centrum van Scandinavië (ziekenhuis, scholen, cultuurcentrum,... Järna (S)).



# Stadswarmtenet van de Europese wijk *Kirchberg* in Luxemburg.





# District heating and cooling. Case study Denmark.

<http://www.youtube.com/watch?v=-0V5OMS4kzw&feature=endscreen&NR=1>

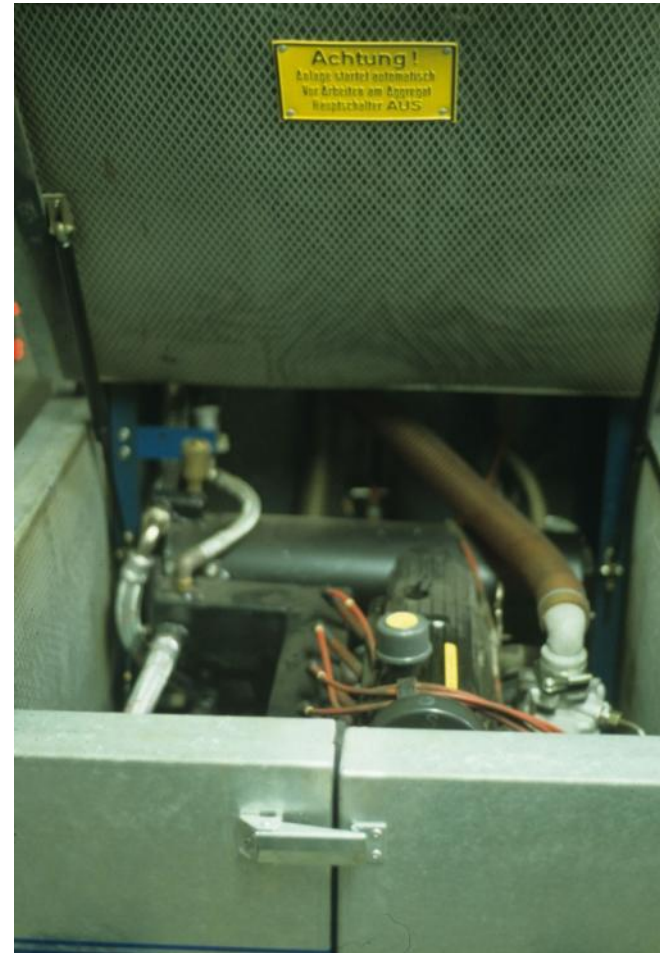
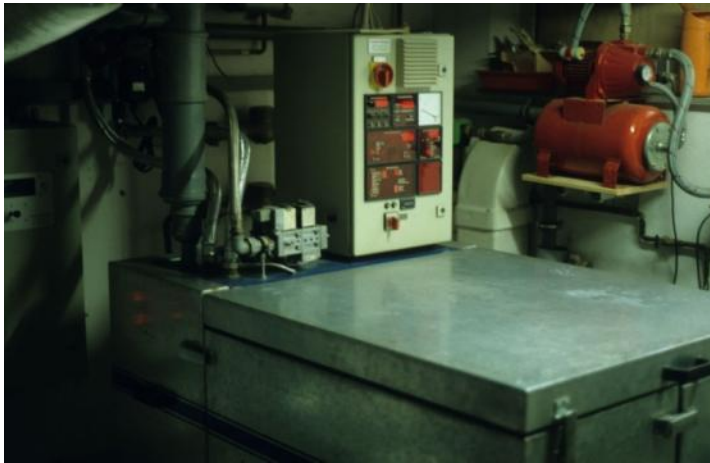
<https://www.youtube.com/watch?v=eiBiB4DaYOM> (long version 17')

<https://www.youtube.com/watch?v=S1P31EC0YsE> (short version 9')

Bestudeer deze Deense video reportages grondig. Synthese inhoud:

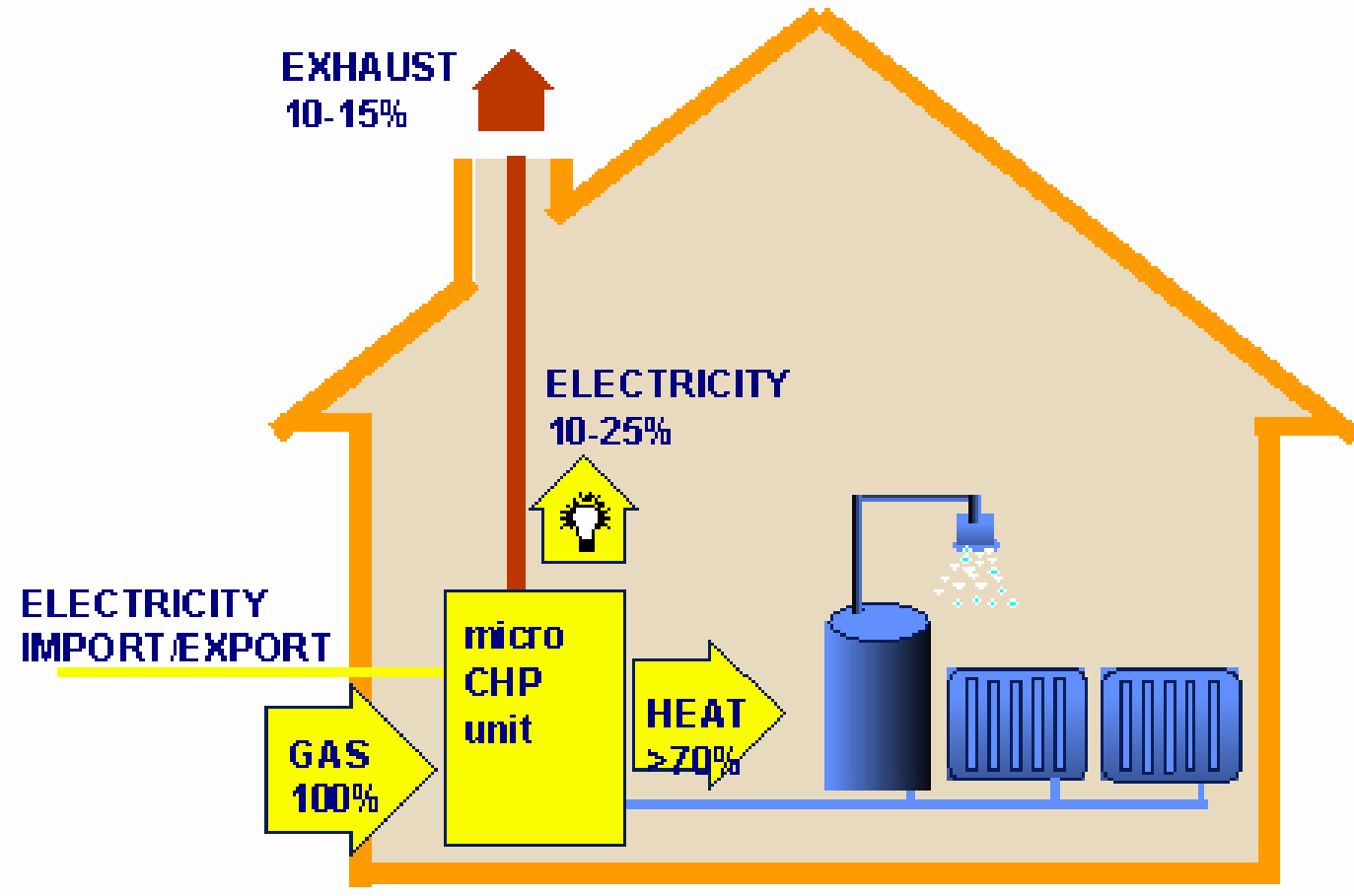
- With over 60% of Danish buildings receiving heating and hot water via District Heating (80% of which comes from surplus energy sources) Denmark is the world leader in District Heating and Cooling Technology. District Heating has played a vital role in reducing Danish energy consumption, to the extent that Denmark has been self-sufficient energy-wise since 1997.
- With District heating and cooling technology Denmark has reduced CO<sub>2</sub> emissions per m<sup>2</sup>, the share of fossil fuel consumption per m<sup>2</sup>, and the total energy consumption per m<sup>2</sup> for space and water heating. In terms of combating climate change and reducing CO<sub>2</sub> emissions, no other technology offers industrial nations the potential of meeting the requirements of energy saving and emissions reduction, without affecting the standard of living and productivity of the nation.
- This information films illustrate how Danish technology and expertise may play a vital role in helping other nations achieve better energy efficiency and reduced emissions.

# Micro-WKK



Steeds meer wordt WKK ook ingezet op het niveau van een gebouw, de zogenaamde micro-WKK of ook wel mini-WKK genoemd..

# Principle of a micro CHP



# HOE AANZETTEN TOT PARTICIPATIE AAN EEN DUURZAME ENERGIEKETEN ?

- *Eerlijke prijszetting* van de fossiele brandstoffen en kernenergie (internaliseren van de externe milieukosten). B.v. via een CO<sub>2</sub>-heffing.  
*Vergroenen van de fiscaliteit*: gelijktijdige vermindering belastingen op arbeid.
- Flankerende wetgeving:  
Bv.: belastingvoordelen voor risico-investeringen in Groene Energie (NL,DK) of voor wonen IN de stad.  
Bv.: Loskoppelen van elektriciteits *productie van distributie*. Iedere woning, bedrijf, ... is potentieel een energie-producent ! Is door EU regels verplicht,  
Bv.: Verplichte afname van decentraal opgewekte groene stroom aan redelijke prijzen (NL) door de distributiebedrijven,  
Bv.: Tijdelijke introductie Groene Stroomcertificaten en WKK certificaten (B)
- Afschaffen vaste kosten: variabiliseren. (vergelijk energie, water, benzine, kabel TV, ... zie les)