

De Energieketen

Deel 2

Erik P.C. ROMBAUT, Master in Biology , Asst. Prof. , LUCA.
Hoger Architectuurinstituut Sint-Lucas (LUCA, school of Arts),
Hoogstraat 51, B-9000 Gent / Paleizenstraat 65-67, B-1030 Brussels.
KaHo Sint-Lieven, Hospitaalstraat 23, B-9100 Sint-Niklaas.
+ 32 (0)3 7707147. erik.rombaut@scarlet.be

Cursus ecologie 1.

2 AR/2IAR en Schakelprogramma's

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 CH₄) geproduceerd.

Het concept werd destijds in België ontwikkeld (DRANCO¹, 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 CO₂-neutraliteit: gebruik lokale biomassa, die niet eetbaar is voor mensen: afvalstromen uit land en tuinbouw en bosbouw.
-

In principe komt er evenveel CO₂ vrij bij het verbranden van biomassa, als er destijds via de fotosynthese werd opgeslagen in de biomassa.



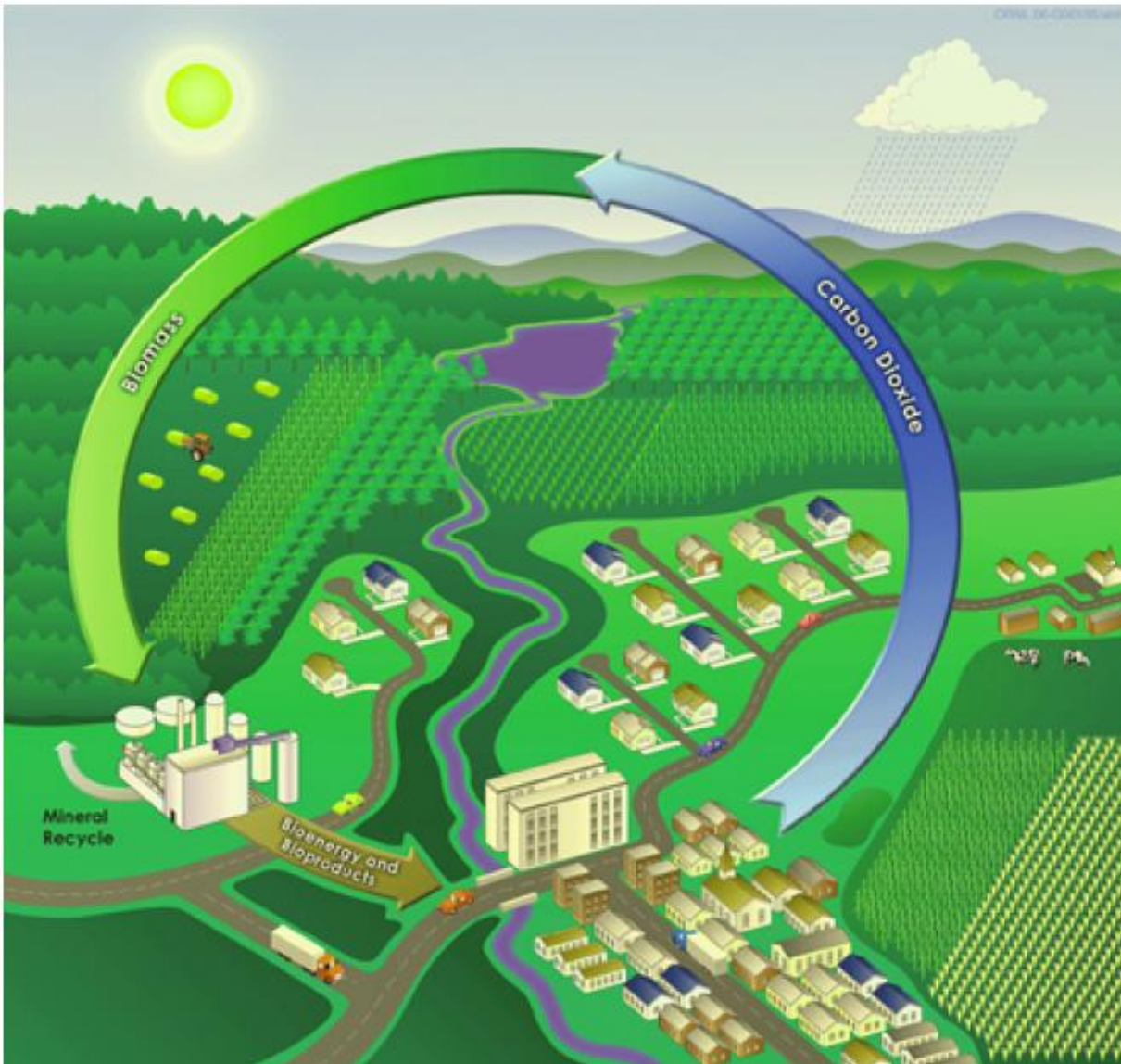
Biomassacentrale Ostritz (D), waarin afval uit de bosbouw wordt gestookt



Fotosynthese reactie

Biofuels: A Solution for Climate Change ?

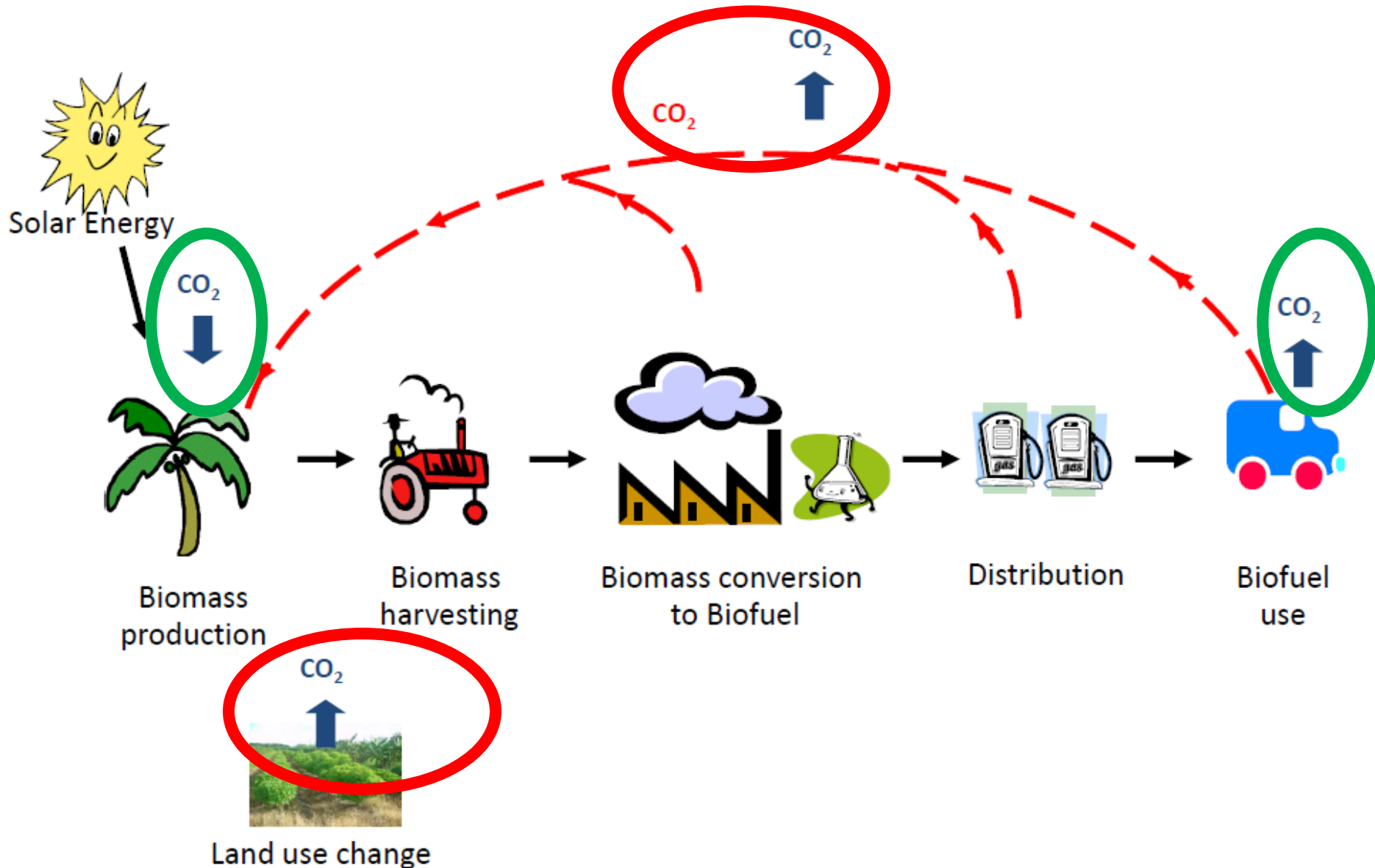
(source:Shabbir H Gheewala, 2013)



The idea was that the CO_2 production during combustion of the biomass is compensated by 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



Herning (DK)



Luxemburg (Lux.)

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



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



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 m³/uur stortgas opwerken tot ca. 1.000 m³/uur aardgas <http://www.bioenergy.nl>

V.b. anaërobe compostering van GFT te Brecht (B)

- 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 anaërobe 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/vergistingsinstallatie%20GFT+/3493/milieu_veiligheid.aspx?id=73



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



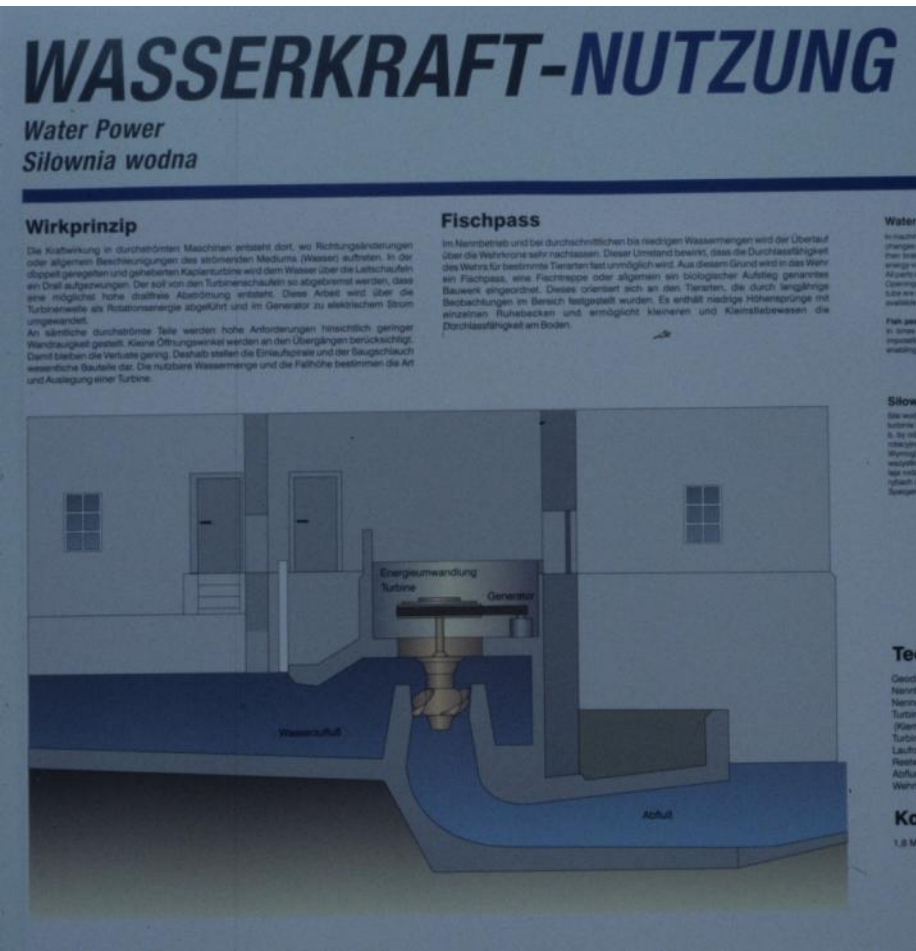
Ook dierlijke mest is een bron voor het maken van biogas. Weliswaar lost dat proces niet het *vermesting* probleem door nitraten en fosfaten op.



Herning (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 verplicht 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 bereidt zich voor op deze verplichtingen door alle barrières op te heffen bij stuwen, sluisen,



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

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

Waterkracht in Vlaanderen

- In Vlaanderen leveren momenteel 15 waterkrachtinstallaties elektriciteit met een totaal vermogen van 955kW, goed voor 0,1 % van de toegekende groenestroomcertificaten.

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

- Het VITO raamt het totale potentieel aan elektriciteitsproductie uit kleine waterkracht in Vlaanderen op 4 MW.

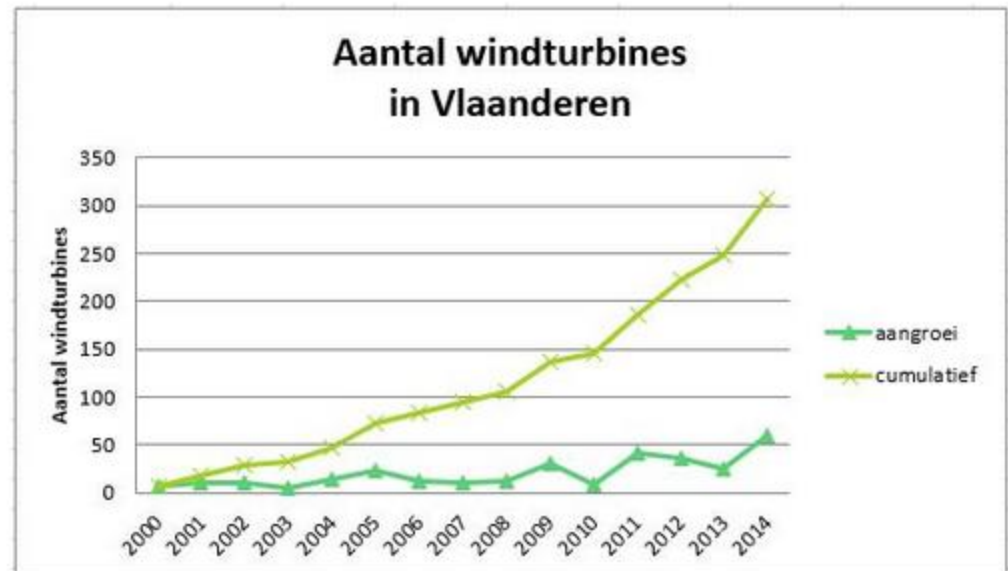
- Het gaat om historische watermolens en nieuwe installaties aan sluizen. De grootste installatie bevindt zich aan de sluis in Wijnegem langs het Albertkanaal, wordt geëxploiteerd door de NV Scheepvaart en heeft een vermogen van 330 kW en een gemiddelde jaaropbrengst van 757.878kWh. Daarna volgen de 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 2014 werden er 59 nieuwe windturbines, samen goed voor 127,1 MW, naast de 248 bestaande windturbines bijgebouwd. Het geïnstalleerd vermogen in Vlaanderen bedraagt nu 603 MW, voldoende om zowat 350.000 gezinnen te voorzien van groene stroom. Daarnaast staat er (in 2012) 576 MW opgesteld in Wallonië en 380 MW in de Noordzee (park Belwind).
- Ter vergelijking: de vier kernreactoren in Doel zijn goed voor respectievelijk I: 433MW, II: 433MW (I en II zouden gaan sluiten wegens te oud), III: 1.006MW (werd stil gelegd wegens 'scheuren' ; IV:1.039 MW ('sabotage centrale').
- De VWEA wijst erop dat **Vlaanderen** nog altijd ver beneden de Vlaamse doelstellingen blijft, maar acht tegen 2020 een opgesteld vermogen van 1.500 MW haalbaar.



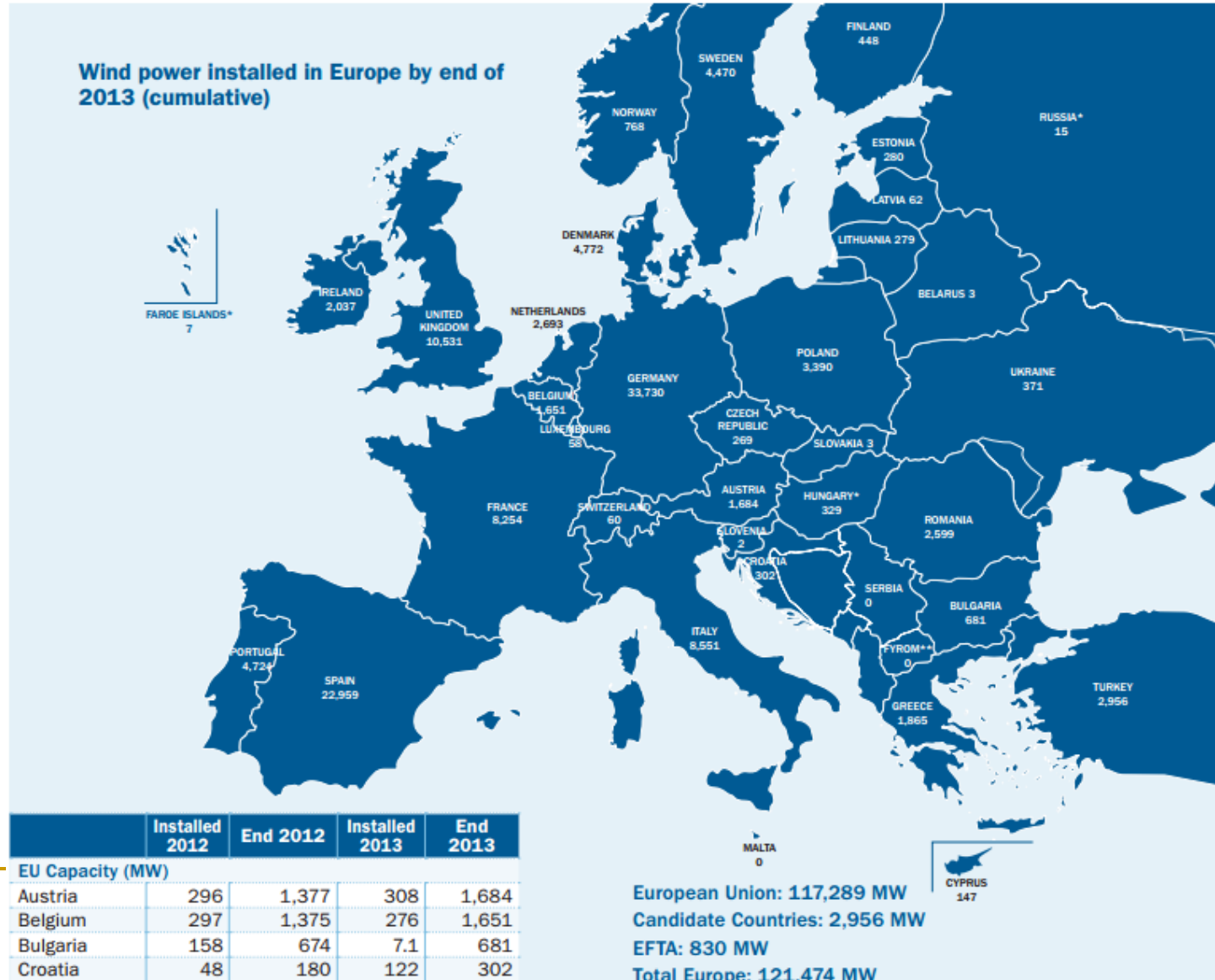
Cijfers voor

Vlaanderen, www.ode.be

Locatie van de turbines:

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

In Europa zijn
 Duitsland,
 Spanje en
 Denemarken de
 leiders in
 windenergie
 (www.ewea.org).



Vergelijking Energiemix in de EU 2000-2012

FIGURE 2.3 EU POWER MIX 2000

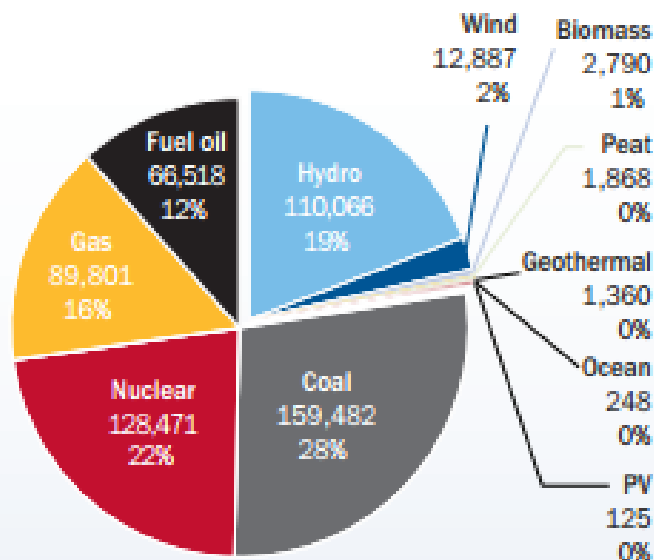
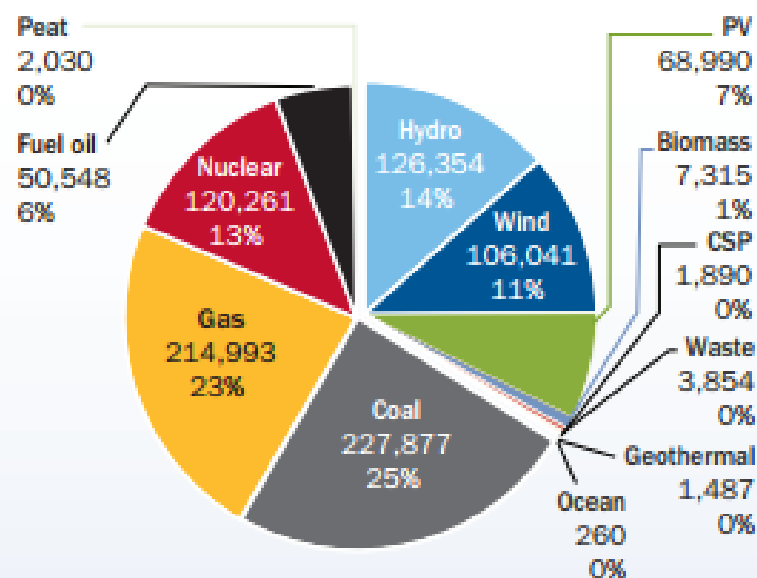


FIGURE 2.4 EU POWER MIX 2012



Total installed power capacity

Wind power's share of total installed power capacity has increased five-fold since 2000; from 2.2% in 2000 to 11.4% in 2012. Over the same period, renewable

capacity increased by 51% from 22.5% of total power capacity in 2000 to 33.9% in 2012.

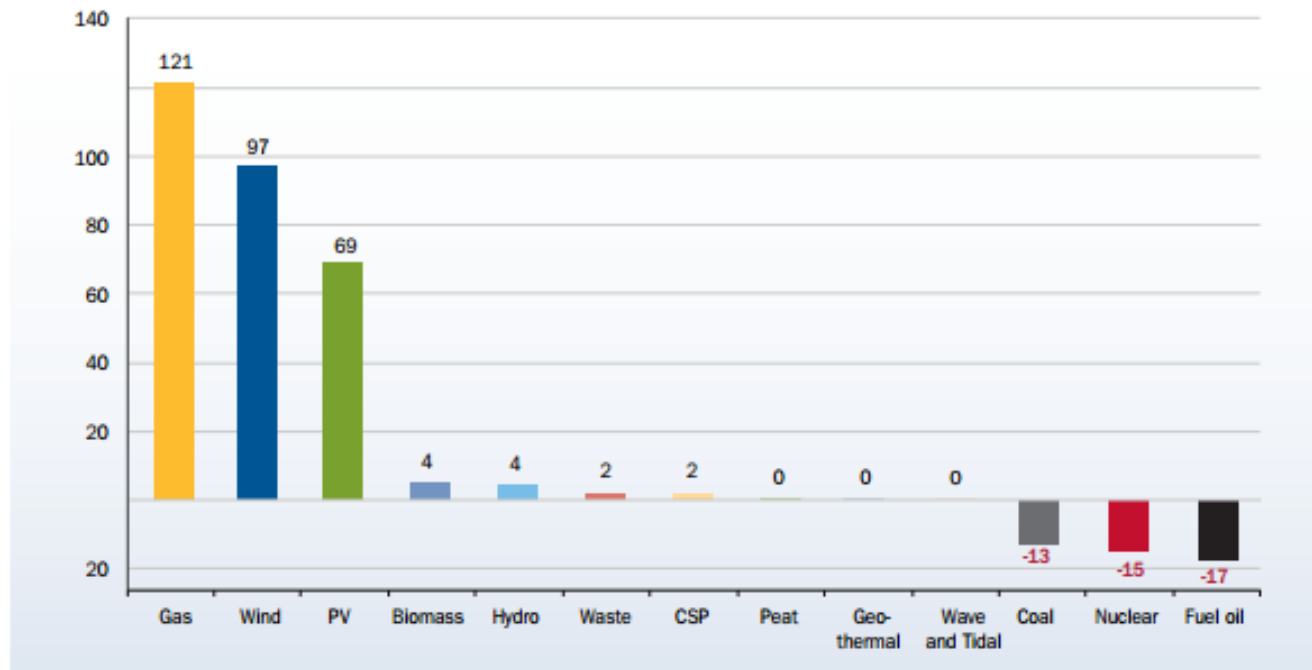
Veranderingen in primaire energiedrager voor elektriciteitsproductie in de EU tussen 2000 en 2012.

Net changes in EU installed power capacity 2000-2012

The net growth since 2000 of gas power (121 GW), wind (96.7 GW) and solar PV (69 GW) was at the expense of fuel oil (down 17.4 GW), nuclear (down 14.7 GW) and coal (down 12.7 GW). The other renewable technologies (hydro, biomass, waste, CSP, geothermal and ocean energies) have also been increasing their installed capacity over the past decade, albeit more slowly than wind and solar PV.

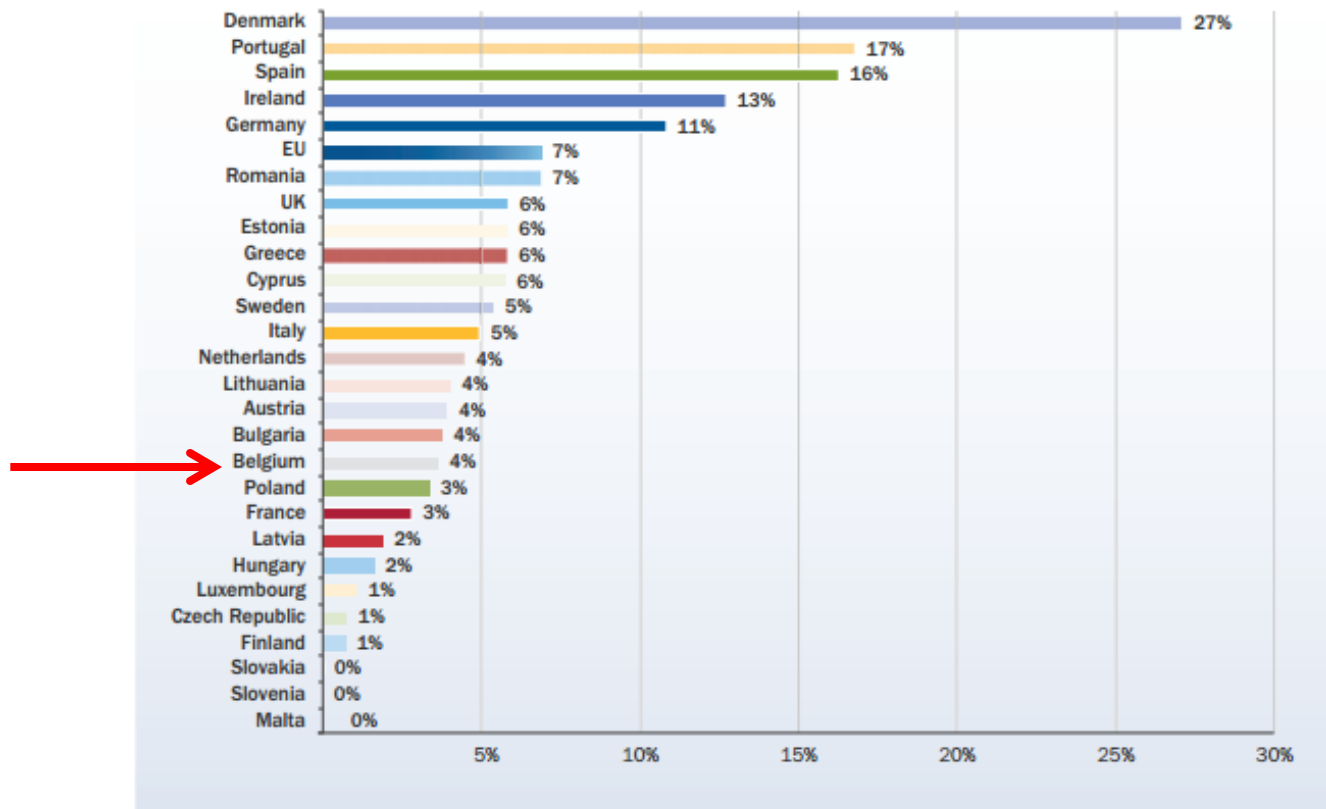
The EU's power sector continues to move away from fuel oil, coal and nuclear while increasing its total installed generating capacity with gas, wind, solar PV and other renewables.

FIGURE 2.2 NET ELECTRICITY GENERATING INSTALLATIONS IN THE EU 2000-2012 (GW)



Penetratie-percentagewindaandeel in nationale elektriciteitsverbruik. Gemiddeld voor EU-27 is dat 7 %.

FIGURE 3.6 WIND POWER SHARE OF TOTAL ELECTRICITY CONSUMPTION IN EU (7%) AND IN MEMBER STATES



⁽³⁾ According to the latest figures from Eurostat, gross electricity consumption in the EU was 3,349 TWh in 2010.

Het opgesteld Europees vermogen aan windenergie is 106 gigawatt (einde 2012)

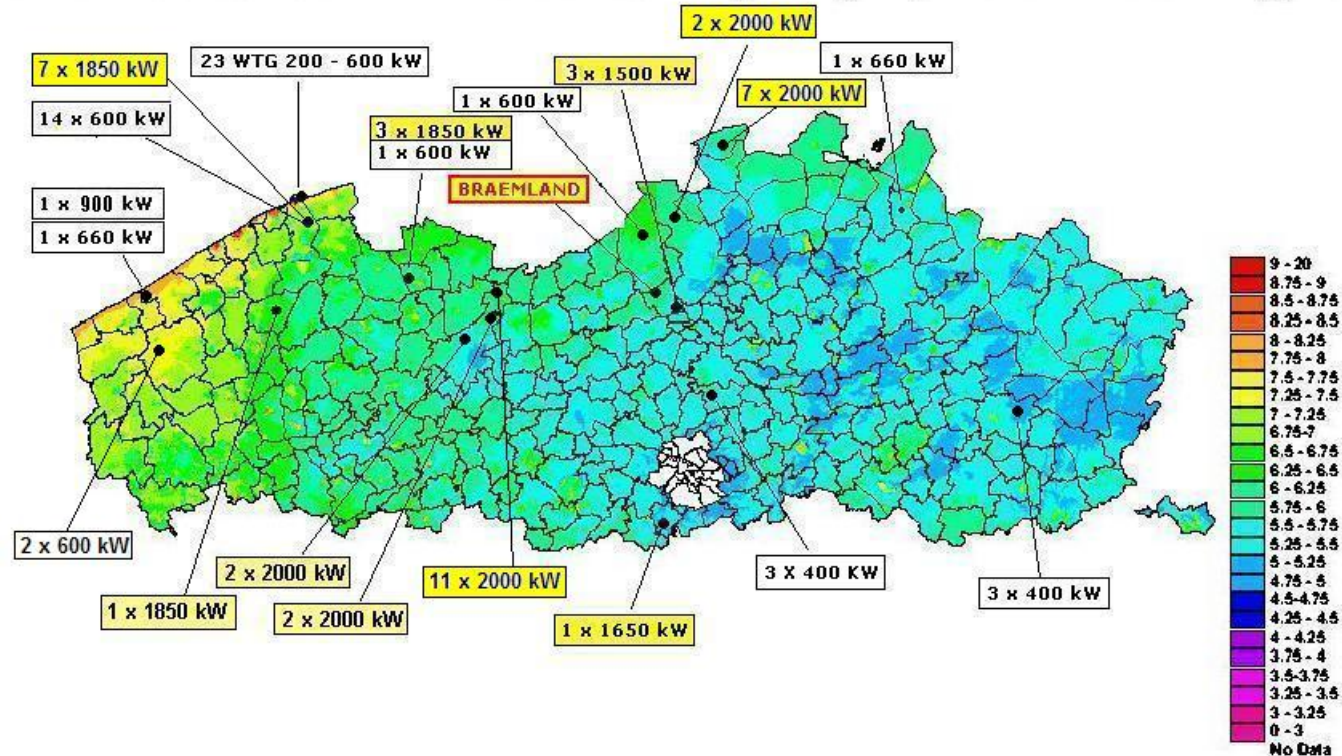
- Met 106 gigawatt, of 106.000 megawatt, of 106 miljoen kilowatt, kun je een heel jaar meer dan 57 miljoen gezinnen van stroom voorzien, volgens de EWEA. De Europese Vereniging voor Windenergie (EWEA) berekende dat de Europese windenergiesector ongeveer twintig jaar tijd nodig had om de grens van 10 gigawatt te bereiken. Maar nadien deed de sector er in nauwelijks dertien jaar nog eens 90 gigawatt bij
- "Om Europa's jaarlijkse windenergieproductie te evenaren zou je jaarlijks 72 miljoen ton steenkool moeten verbranden in steenkoolcentrales", zegt Christian Kjaer, ceo van EWEA. "Om die hoeveelheid steenkool op treinen te laden zou je 750.000 wagons nodig hebben, die samen 11.500 kilometer lang zijn – de afstand van Brussel naar Buenos Aires in Argentinië." Die 72 miljoen ton steenkool ontginnen, vervoeren en verbranden zou 219,5 ton CO₂ in de lucht brengen.
- Volgens de EWEA is de Europese windenergie-industrie in 2010 tweemaal zo snel gegroeid als de Europese economie als geheel. In dat jaar droeg de windenergiesector 32 miljard euro bij aan de Europese economie. Daarmee groeide het aandeel van de sector in het bruto binnenlands product van de Europese Unie met een derde in nauwelijks drie jaar tijd.
- EWEA maakt zich sterk dat de financiële crisis nauwelijks vat heeft op windenergie. De organisatie voorspelt dat er tegen 2020 meer dan een half miljoen mensen tewerkgesteld zullen zijn in de sector, en tegen 2030 zelfs bijna 800.000.

(Bron: de wereld morgen, 28 sep. 2012)

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

Windplan Vlaanderen

Gemiddelde windsnelheid [m/s] op 75 m ashoogte



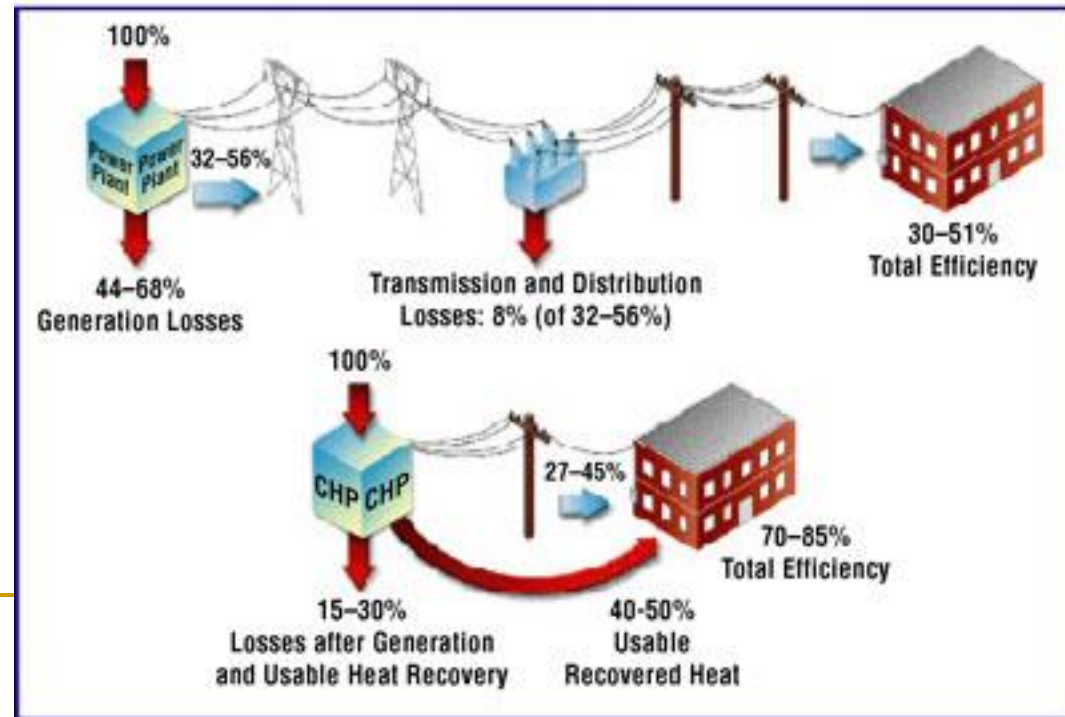
Hvide Sande en Hanstholm (DK)



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

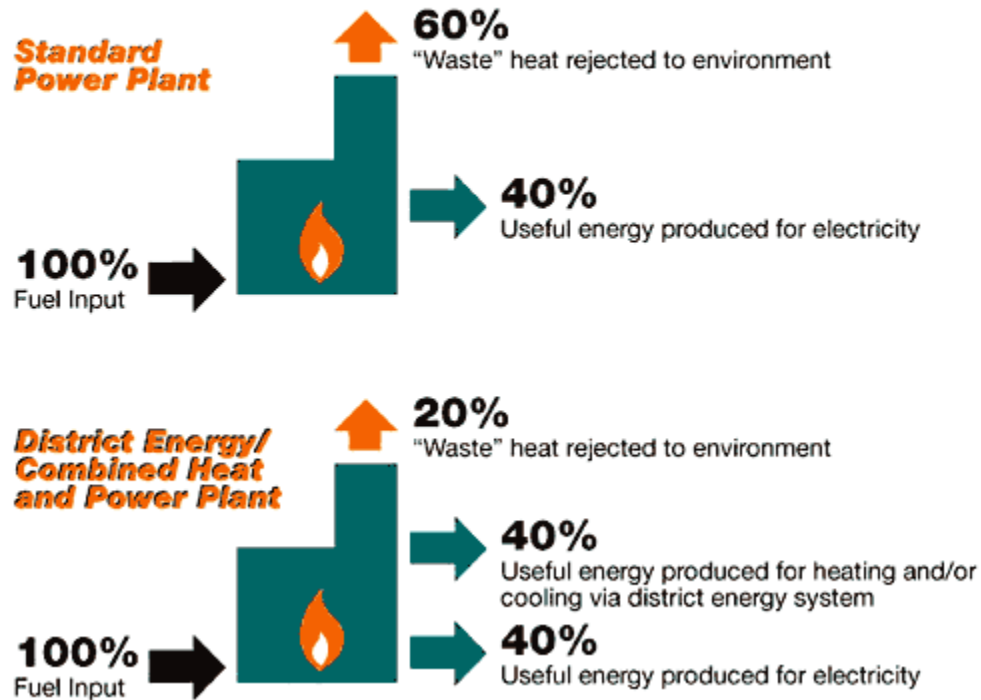
Is er een vraag naar én elektriciteit (=kracht) én naar (proces)warmte: elektriciteit decentraal produceren (bv. op het bedrijfsterrein zelf) en de 'afvalwarmte' van dat proces ter plaatse gebruiken. De installatie wordt berekend op basis van de warmtevraag, elektriciteit wordt als 'afvalproduct' beschouwd. Het rendement neemt dan toe van ca 35 % tot ca 85 %



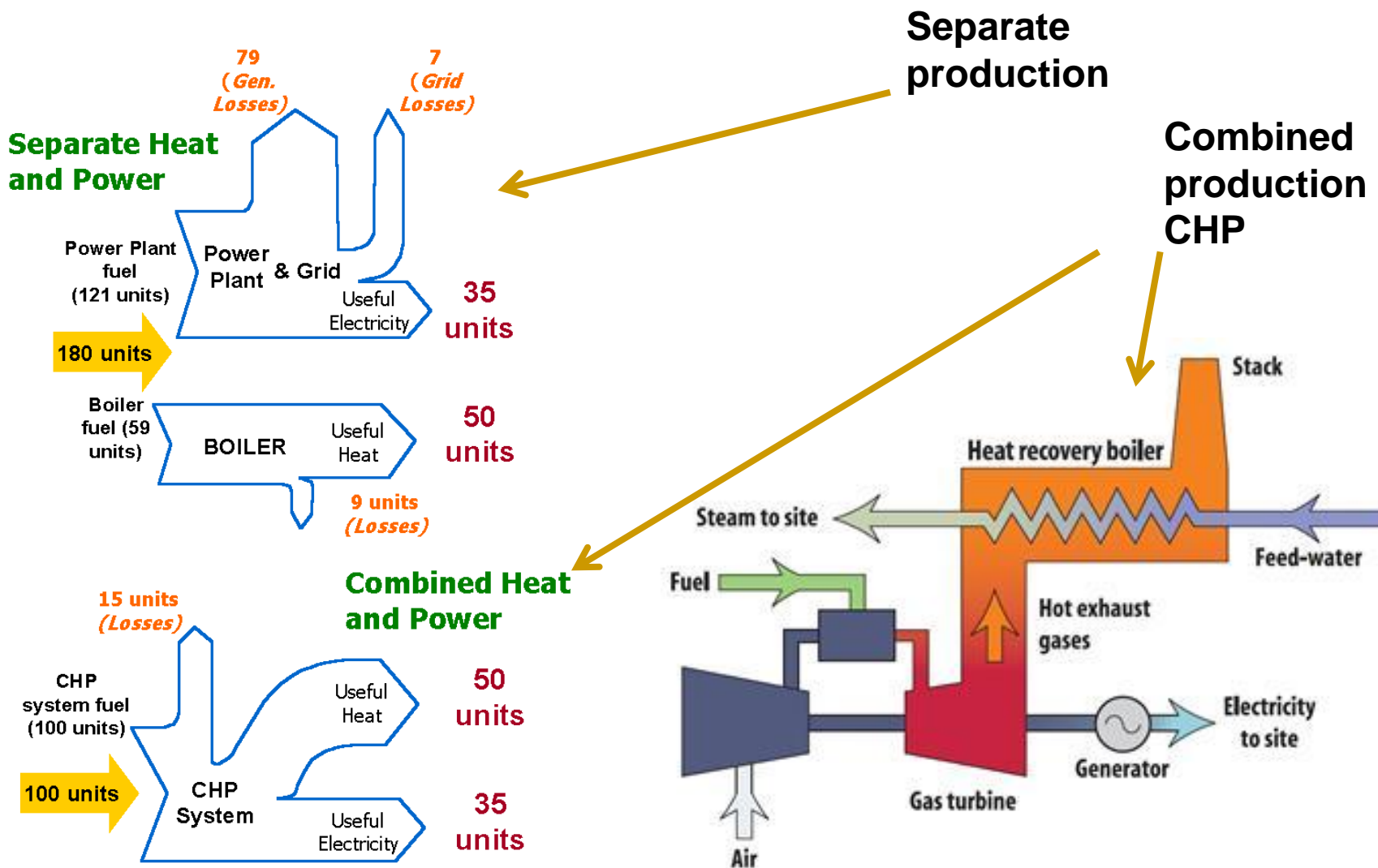
Vergelijking standaard elektriciteitscentrale met een WKK (=CHP)centrale



Energy-Efficiency Comparisons



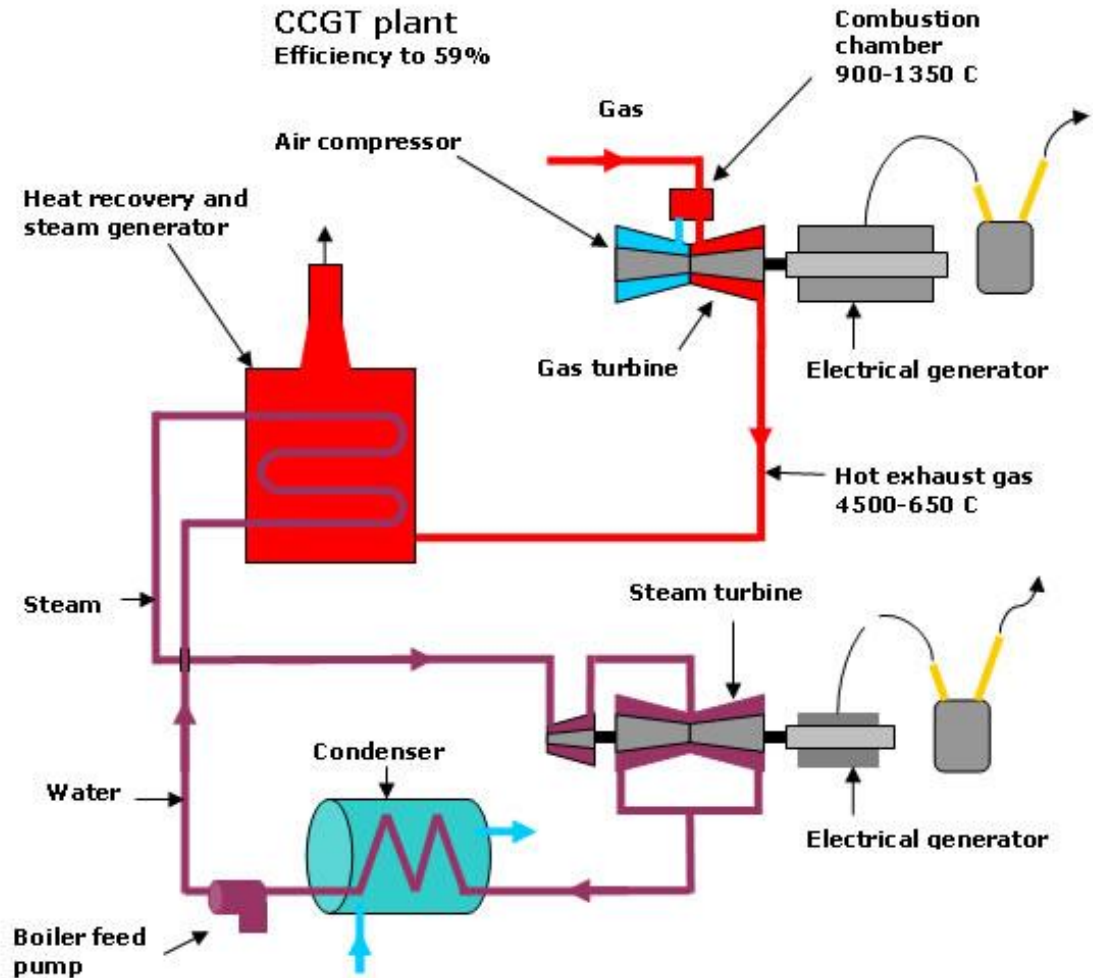
CHP (WKK) principe.



Vergelijk een WKK centrale met een STEG centrale.

Een WKK centrale heeft dus een nog veel hoger rendement (ca 85 %) dan een STEG centrale. Een STEG centrale produceert met de afvalwarmte nog een tweede keer elektriciteit, waardoor het rendement slechts toeneemt van ca 35 % tot ca 55 %.

STEG centrale = **S**toom
En **G**as centrale



Schema STEG centrale (= CCGT plant)

WKK centrale (Klitmøller, DK)



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



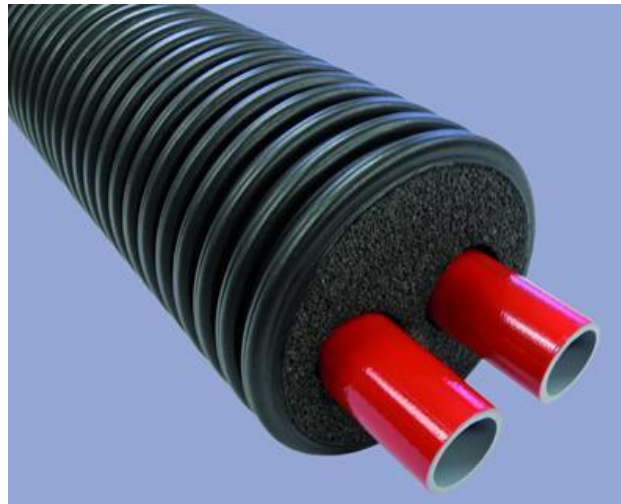
WKK centrale (Klitmøller, DK)



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)

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

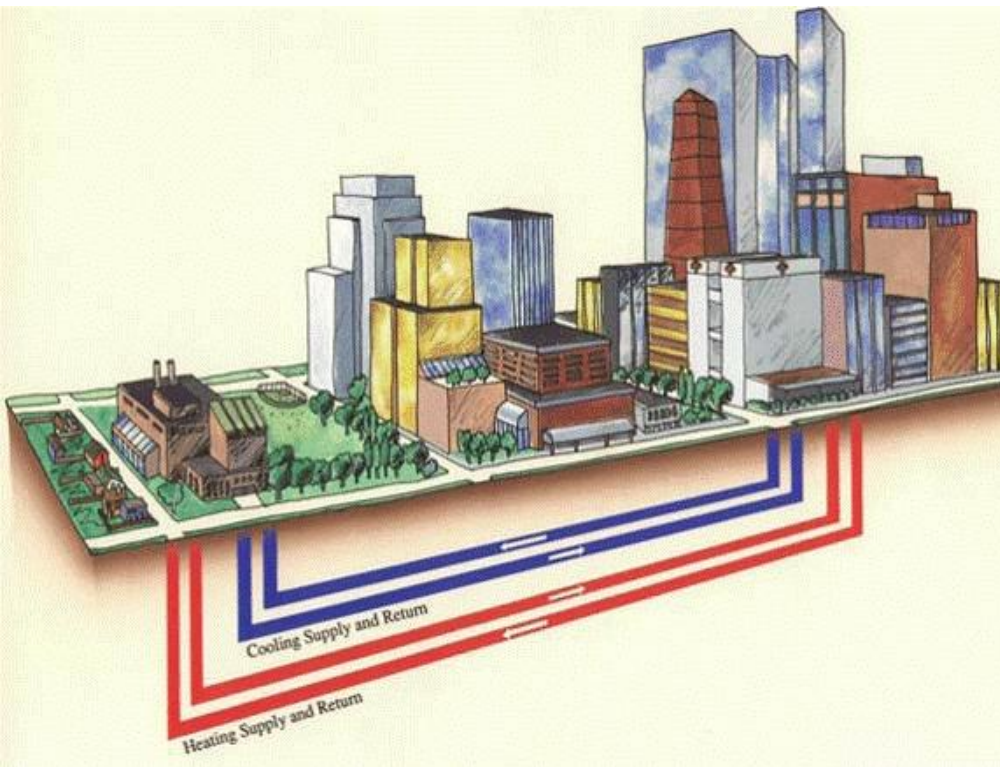
Riga, Letland



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 dichtheid 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, zwembad,)

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 tje 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 Antwerpen 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)

1.100 graden
In de verbrandingsoven

180 graden
In de buizen

MIROM verwarmt

1.000 huizen

250 appartementen

3 ziekenhuizen

1 OCMW Roeselare

1 rusthuis

2 zwembaden

1 Industriezone

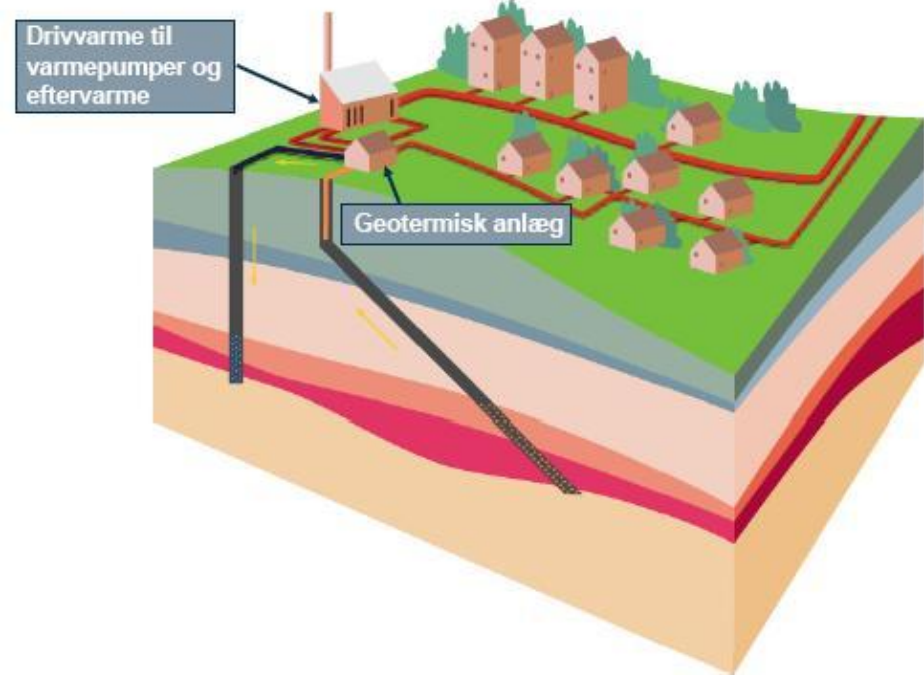
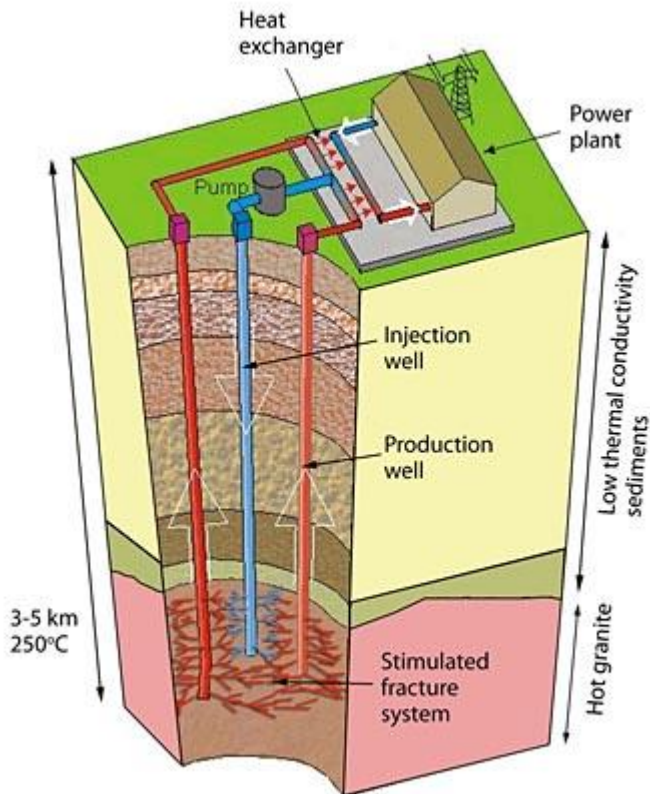
1 cultureel centrum

4 serrebedrijven

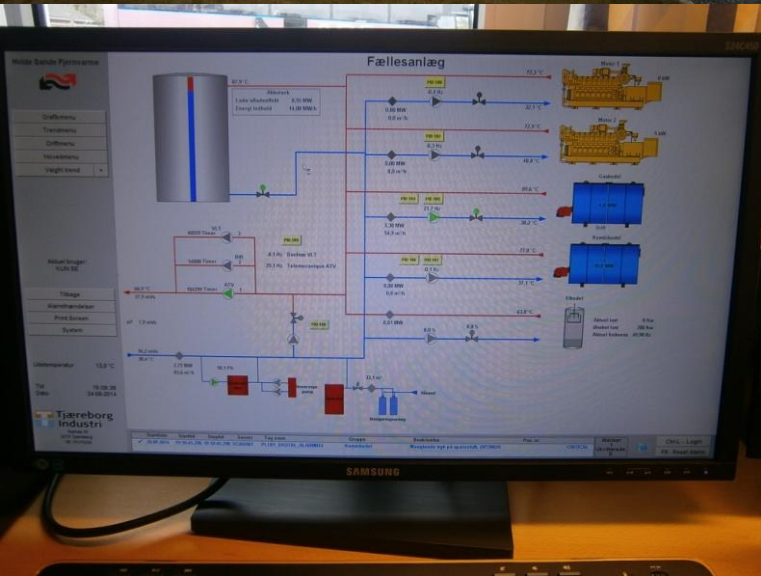
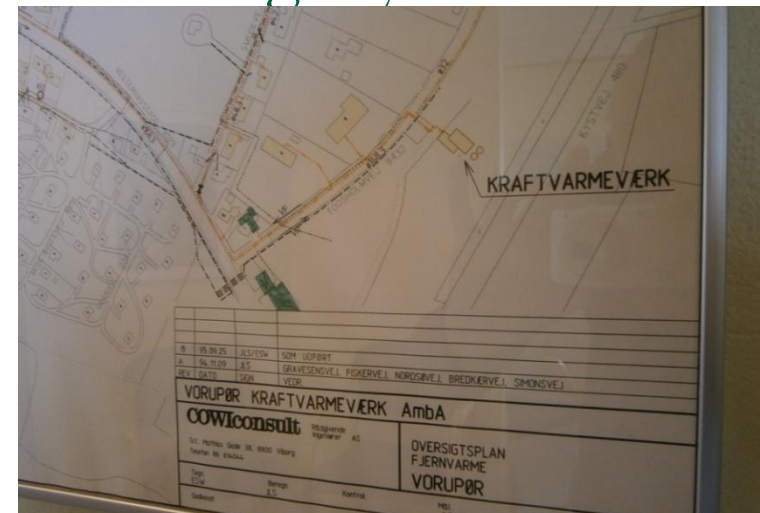
1 klooster

44 km aan buizen

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.



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)).

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 CO₂ 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
13210 t
Tonnen des freigesetzten Kohlendioxid (CO₂) erspart

ressourcen schonen
Jährlich werden
26000 m³
Kubikmeter Holzwerkstoff aus heimischer Produktion verarbeitet.

badenova
Energy by the way



Holz-BHKW Vauban
Die neue Qualität im Energiehaushalt

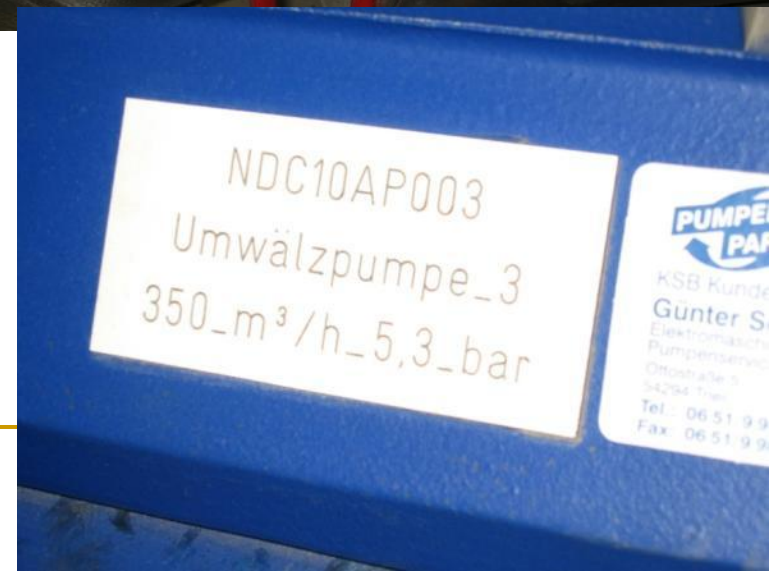
regiostrom produzieren
Bisher wurden
7 1080 MWh
Megawattstunden Regiostrom aus Biomasse erzeugt

wärme liefern
Die Haushalte im Vauban wurden mit

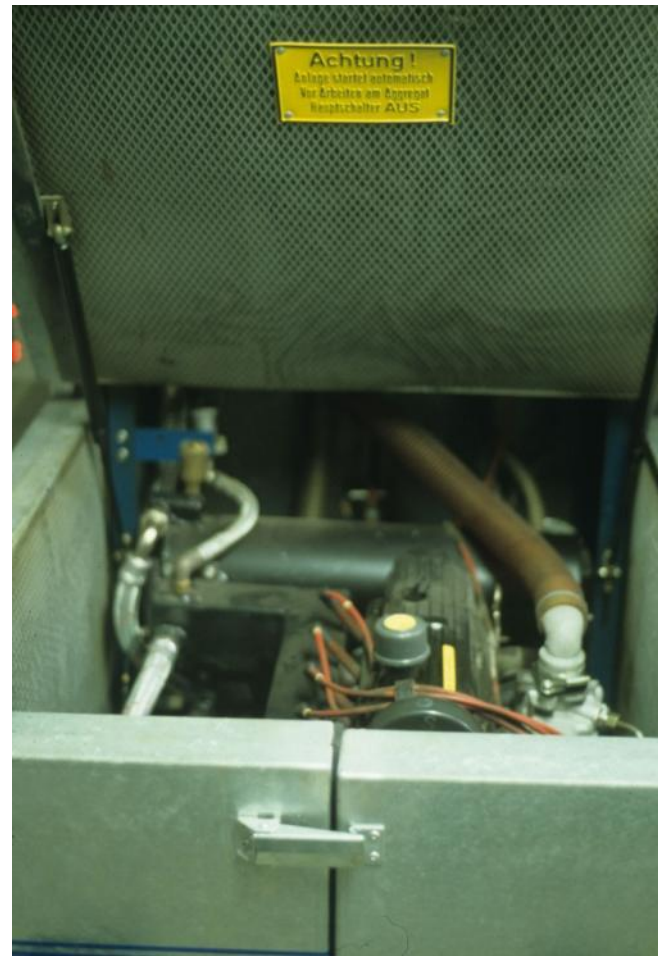
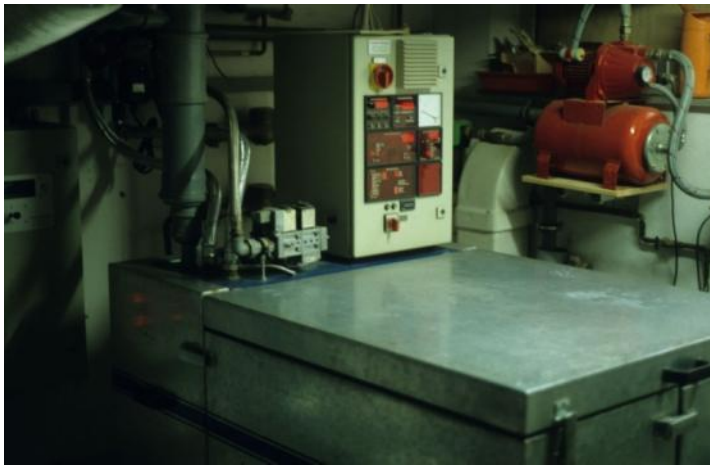
Deze WKK centrale levert warmte aan het antroposofisch centrum van Scandinavië (ziekenhuis, scholen, cultuurcentrum,... Järna (S)).



Stadsverwarming van de Europese wijk *Kirchberg* in Luxemburg.

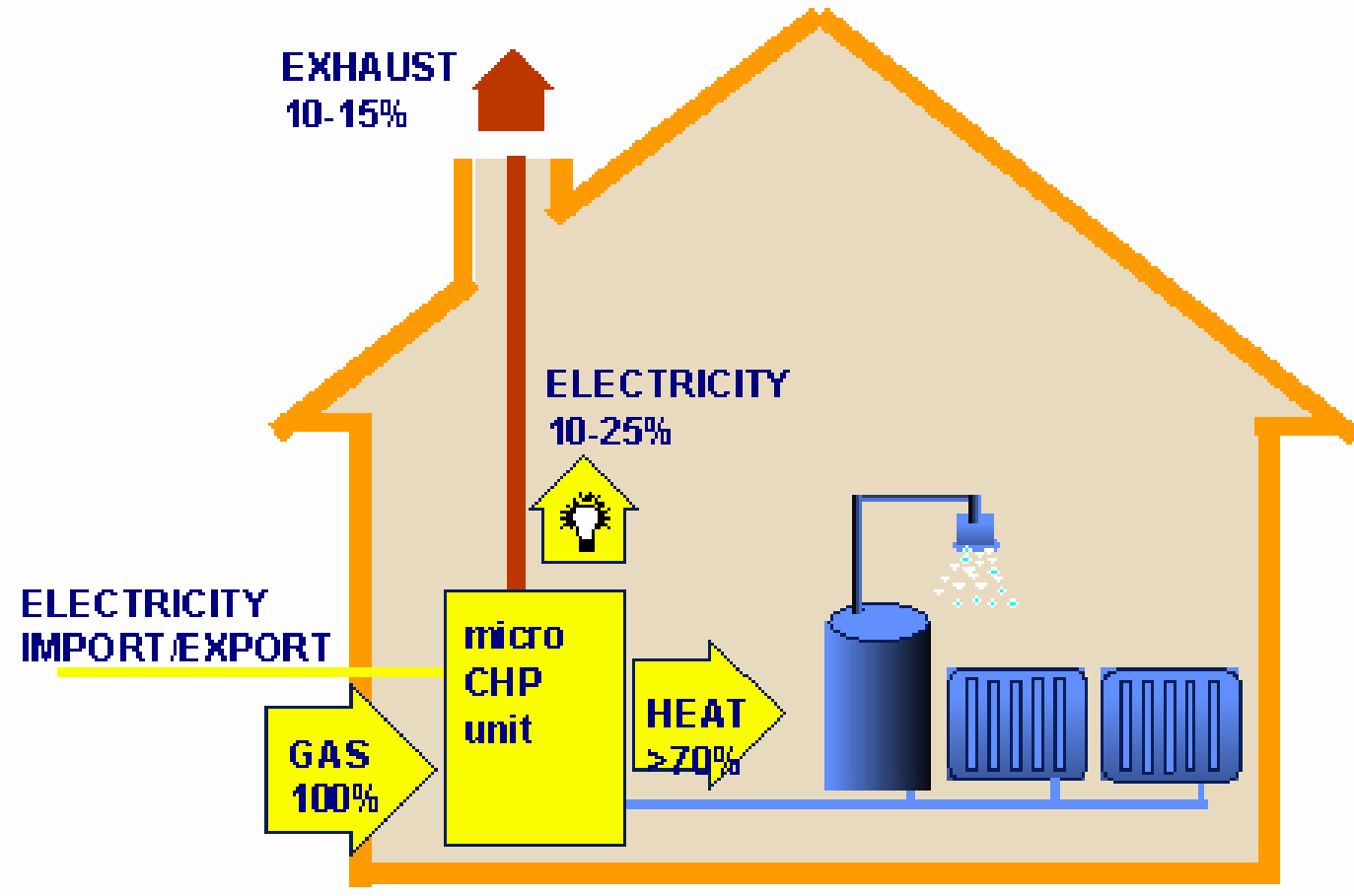


Micro-WKK



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 CO₂-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 !
Bv.: verplichte afname van decentraal opgewekte groene stroom aan redelijke prijzen (NL).
Bv. introductie Groene Stroomcertificaten en WKK certificaten (B)
- Afschaffen vaste kosten: variabiliseren. (vergelijk energie, water, benzine, kabel TV, ... zie les)