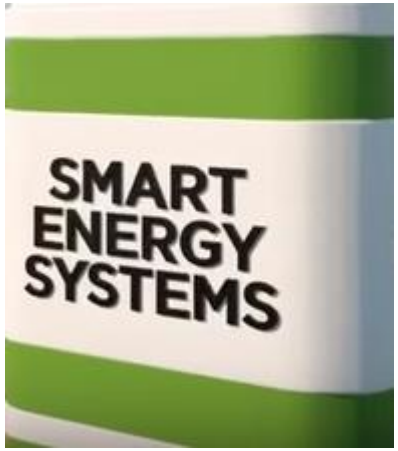


In Denemarken.
Een inleiding[1] tot het Deense energiesysteem

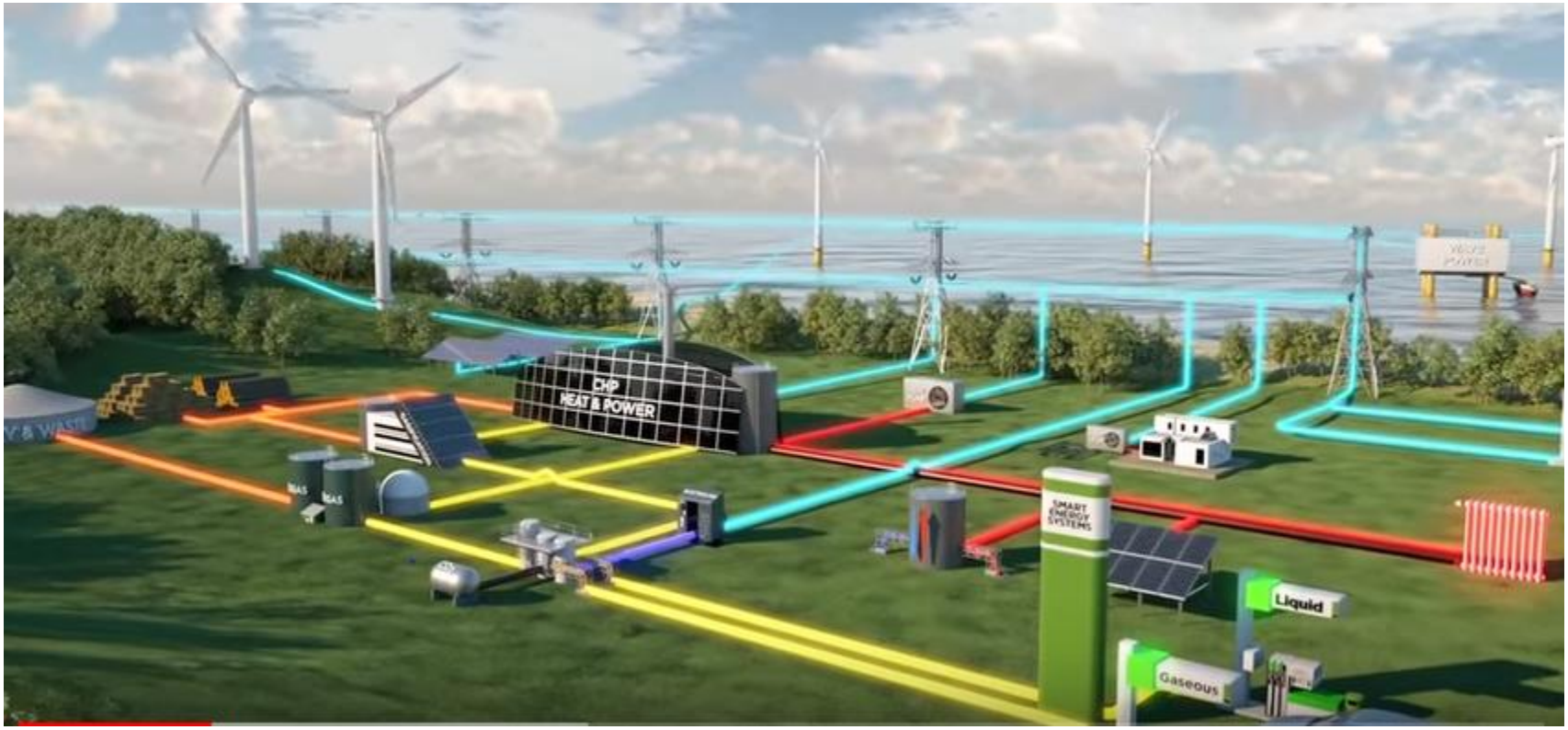
1. grote principes, niet kwantitatief wel kwalitatief

Erik P.C. ROMBAUT, Master in 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

Gent, 30 januari 2018

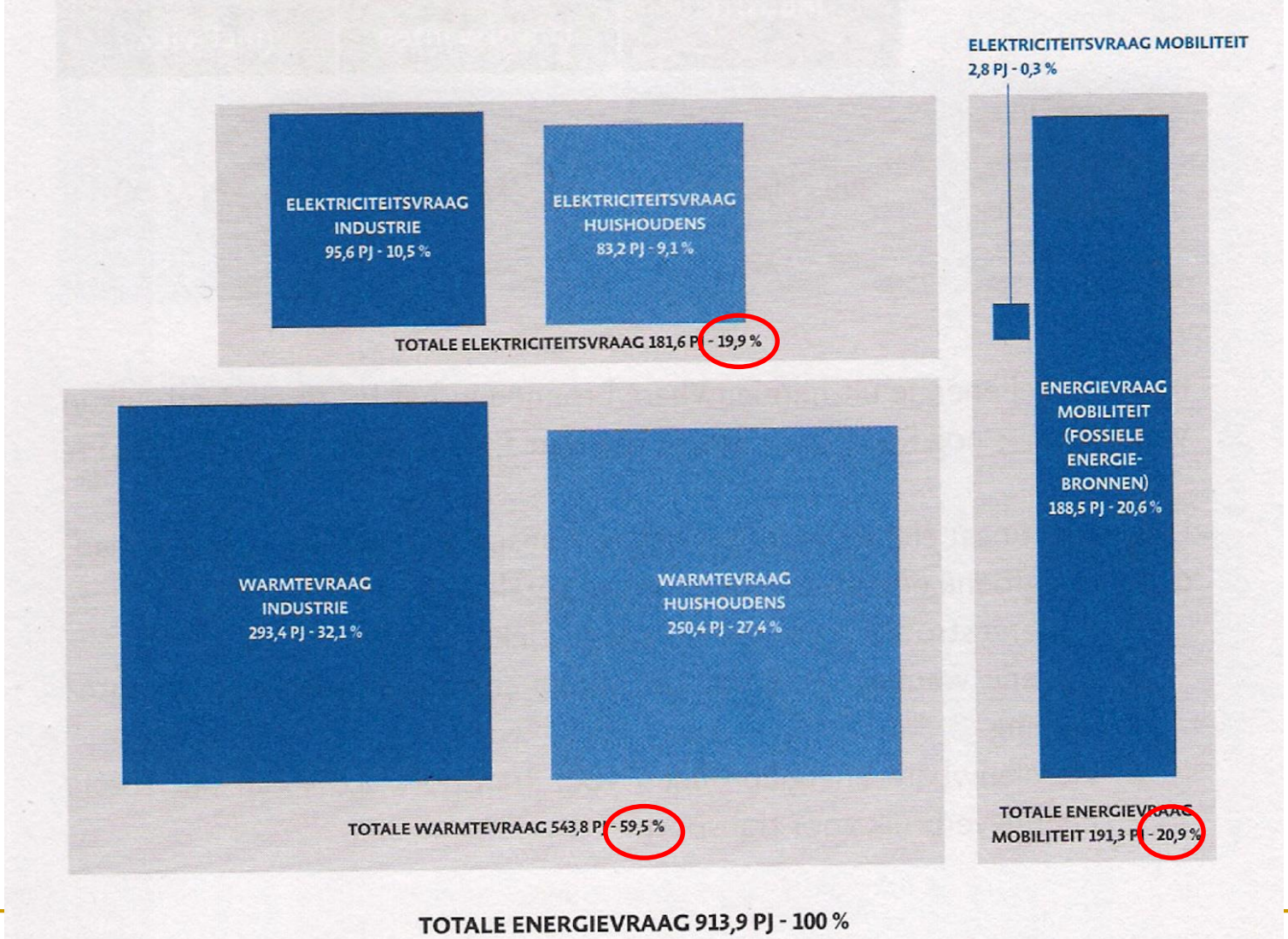
Tenzij anders vermeld
zijn alle foto's van ©
Erik ROMBAUT

Het streefbeeld in Denemarken: 100 % hernieuwbare energie in een goed gebalanceerd elektriciteits- en warmtenetwerk, ook voor transport. Inleidende overzichtsfiguur



bron:
https://www.youtube.com/watch?v=S1P31EC0YsE

Vergelijk vooraf met Energieverbruik in Vlaanderen (Turf,J. 2014)



De warmtevraag (60%) is véél groter dan de elektriciteitsvraag (20%)

Energieverbruik in Vlaanderen (Turf,J. 2014)

	Elektriciteit	Warmte (excl. elek.)	Mobiliteit (excl. elek.)
Aandeel in het totale energetische eindverbruik	181,7 PJ (20%)	550,8 PJ (60%)	181,4 PJ (20%)

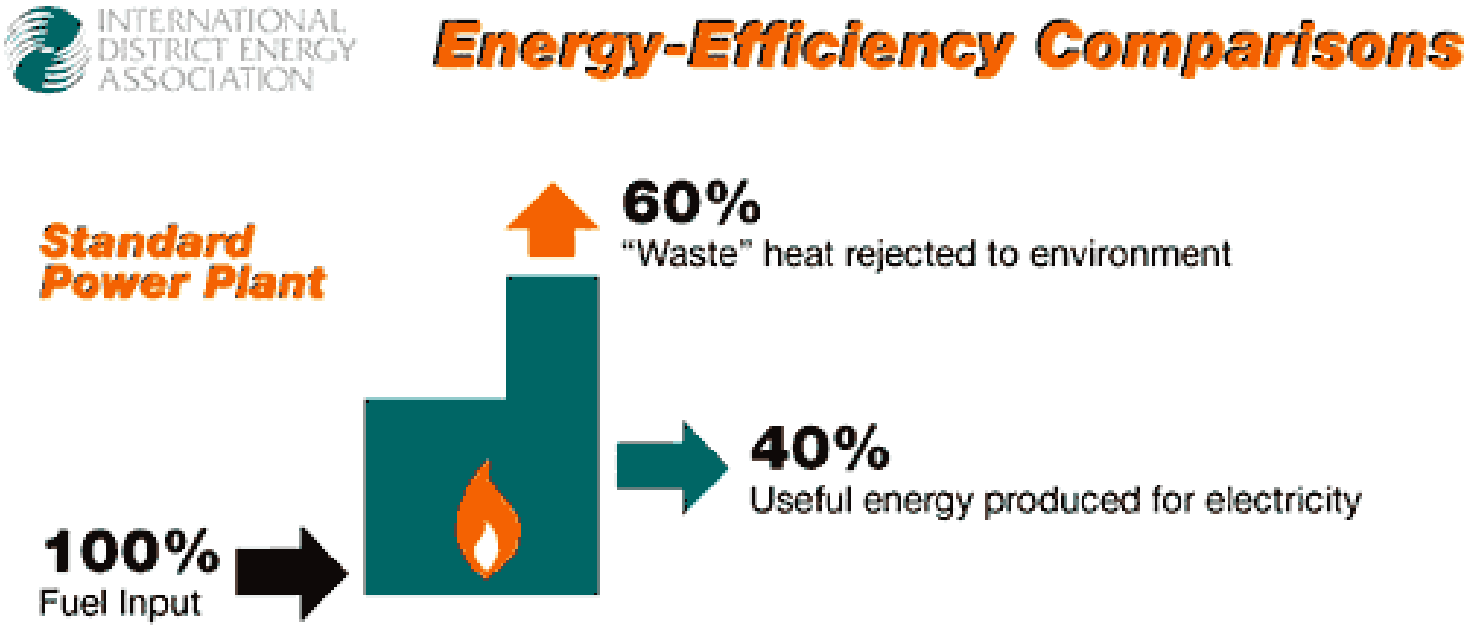
	Residentieel	Industrieel	Mobiliteit
Aandeel in het Vlaamse elektriciteits-verbruik	83,2 PJ (46%)	95,6 PJ (52,5%)	2,8 PJ (1,5%)

Elektriciteitsverbruik in België

- Jaarlijks **elektriciteits**verbruik van België bedroeg 96 TWh in 2007 (Gemix studie, 2009), en is *gedaald* met ca 1 % per jaar tot 86,3 TWh in 2017 (Elia, 2018).
- Warmtevraag is ca. 3 keer groter !
- Elektriciteitsproductie is in principe gemakkelijker te vergroenen, dan warmteproductie. Dus moet de focus dringend ook verlegd worden naar **productie groene warmte**, Denemarken wijst ook hier de weg aan…

https://www.bondbeterleefmilieu.be/elektriciteitsverbruik?utm_source=MailingList&utm_medium=email&utm_campaign=InZicht+180119

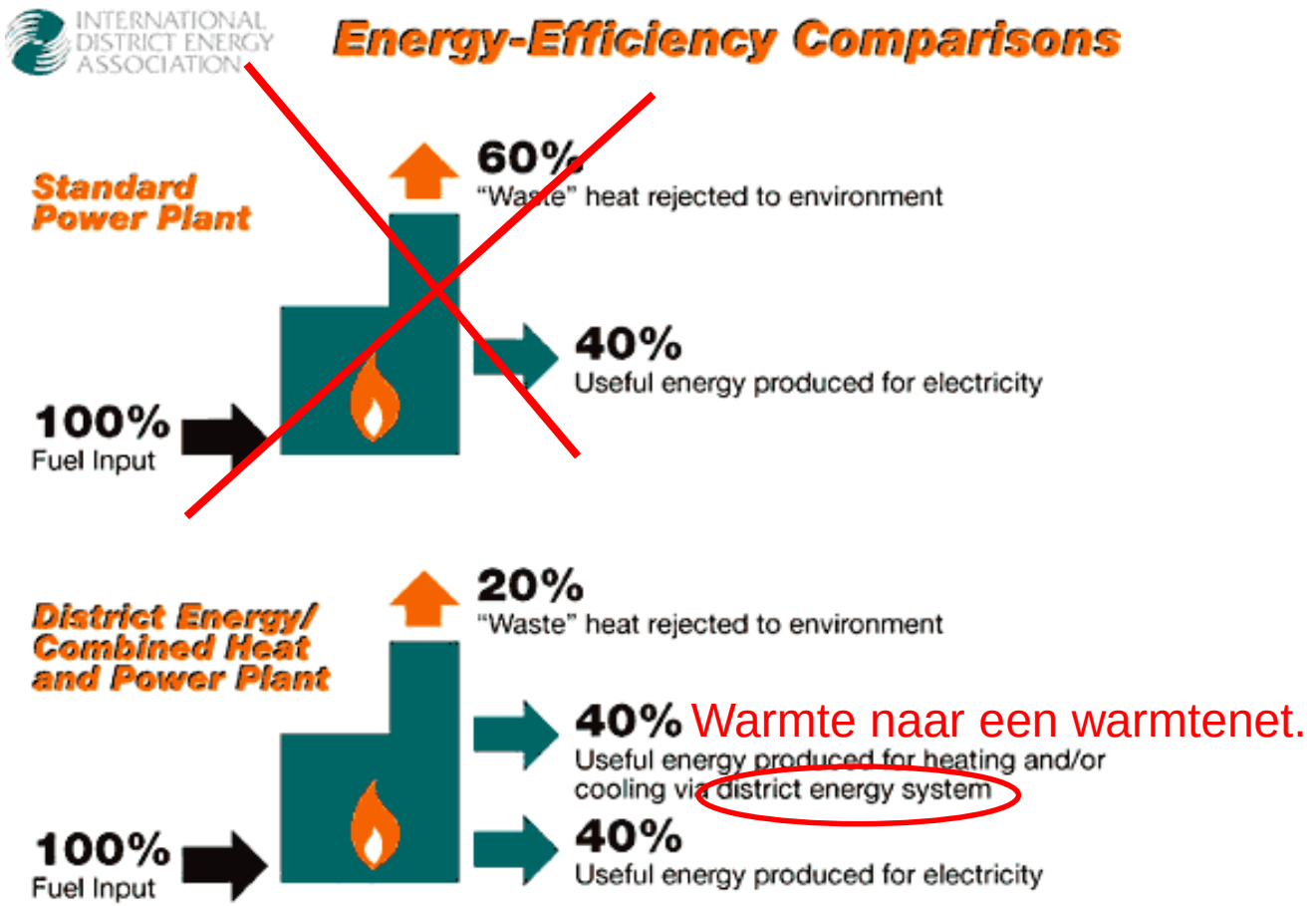
In een standaard elektriciteit centrale gaat meer dan 60 % verloren onder vorm van warmteverliezen, *onafhankelijk* van de gebruikte primaire energiebron (olie, steenkool, uranium, etc…)



http://www.ecy.wa.gov/climatechange/cat_twg_comments0507.htm

Het rendement is slechts maximaal ca. 40 % elektriciteit

Vergelijking standaard elektriciteitscentrale met een WarmteKracht centrale (WKK-centrale) cogeneration of heat and power (CHP)



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

Casus Denemarken

- Een vergunning voor elektriciteitsproductie wordt slechts toegekend, in de mate dat warmteverliezen worden gerecupereerd.
- Belgische situaties met koeltorens, zoals deze in Doel en Tihange worden dan ook niet toegelaten (ook al omdat opwekken van nucleaire stroom er bij wet verboden is)
- Een relatief gemakkelijke manier om warmteverliezen te beperken is de warmte gebruiken voor voeding van een lokaal warmtenetwerk.
- Deense gemeenten hebben een hele grote autonomie wat hun energiebeleid betreft, uiteraard binnen de krijtlijnen van de nationale wetgeving

Koeltorens Doel

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 zeer klein deel van de geïmporteerde stroom soms nucleair uit D en S.), http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/denmark.aspx

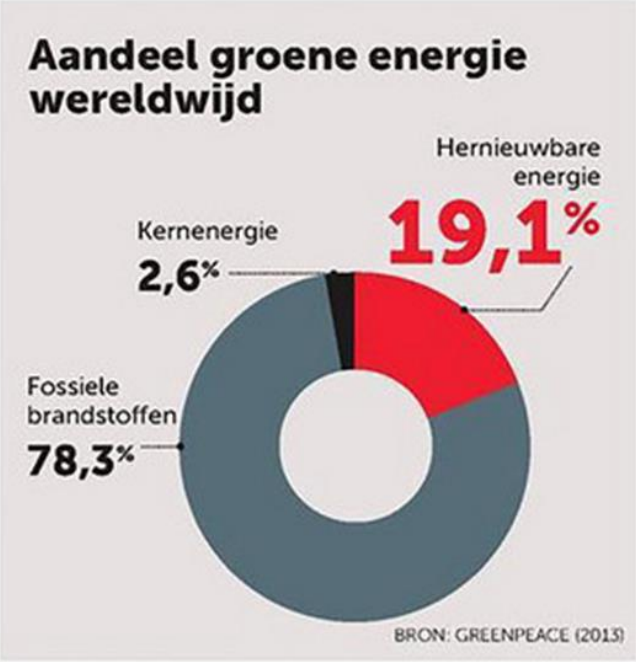
TVINDKRAFT

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

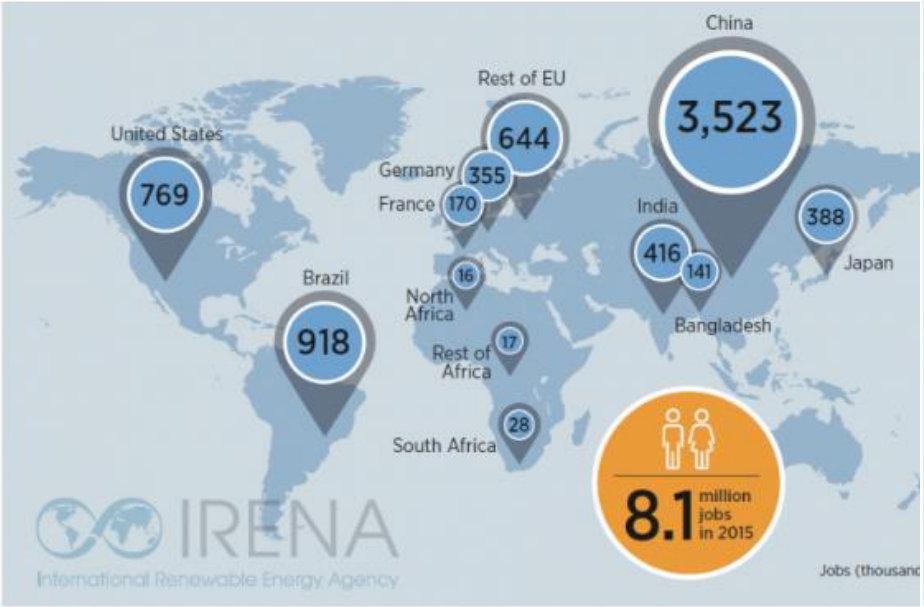
Een voorbeeld: Schotse windmolenparken produceren teveel stroom

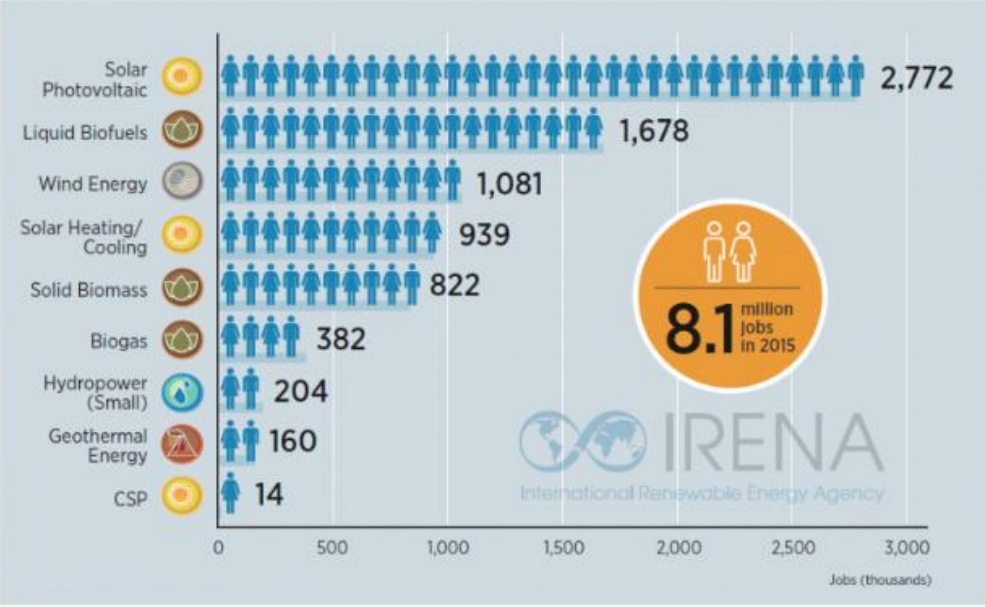
- 05 Mei 2011 - Uit onderzoek van de Renewable Energy Foundation blijkt dat in april 2011 het bedrag van £ 300.000 is betaald om zes Schotse windturbineparken tijdelijk stil te leggen. De windparken produceerden meer stroom dan het net kon verwerken. Het windmolenpark Whitelee, nabij Eaglesham, dat met zijn 140 turbines 180.000 gezinnen van stroom kan voorzien, was er één van.

(bron: http://www.argusactueel.be/beeld-van-de-week/schotse-windmolenparken-produceren-teveel-stroom)



Groei jobs in hernieuwbare energie is nu sneller dan in niet-hernieuwbare fossiele/kern energie (2015)





wereldwijd is er ook een sterk groeiende vraag naar duurzame energie wat dus ook de werkgelegenheid in deze sector ten goede komt. Volgens de International Renewable Energy Agency groeide het aantal banen in Amerika in deze sector 12 keer sneller dan dat er toename was in andere banen. Daarnaast liet de International Renewable Energy Agency weten dat er wereldwijd ongeveer 8,1 miljoen mensen in de schone energie werken en in 2014 waren er dit er nog 7,7 miljoen.

http://beursig.com/2016/05/25/investeren-en-beleggen-in-duurzame-energie/
https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-05-25/clean-energy-jobs-surpass-oil-drilling-for-first-time-in-u-s

Het Deense energiemodel.

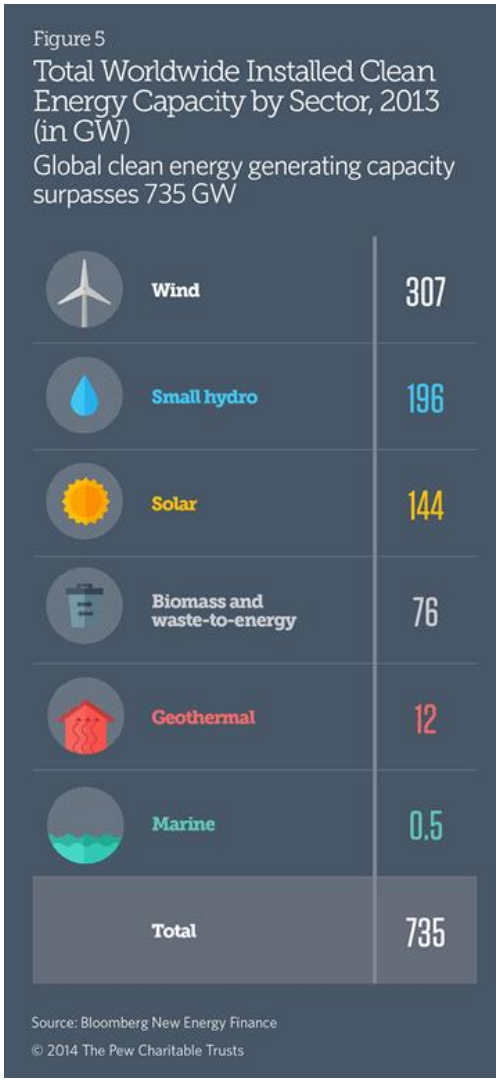
https://www.youtube.com/watch?v=S1P31EC0YsE

Een MIX van:

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

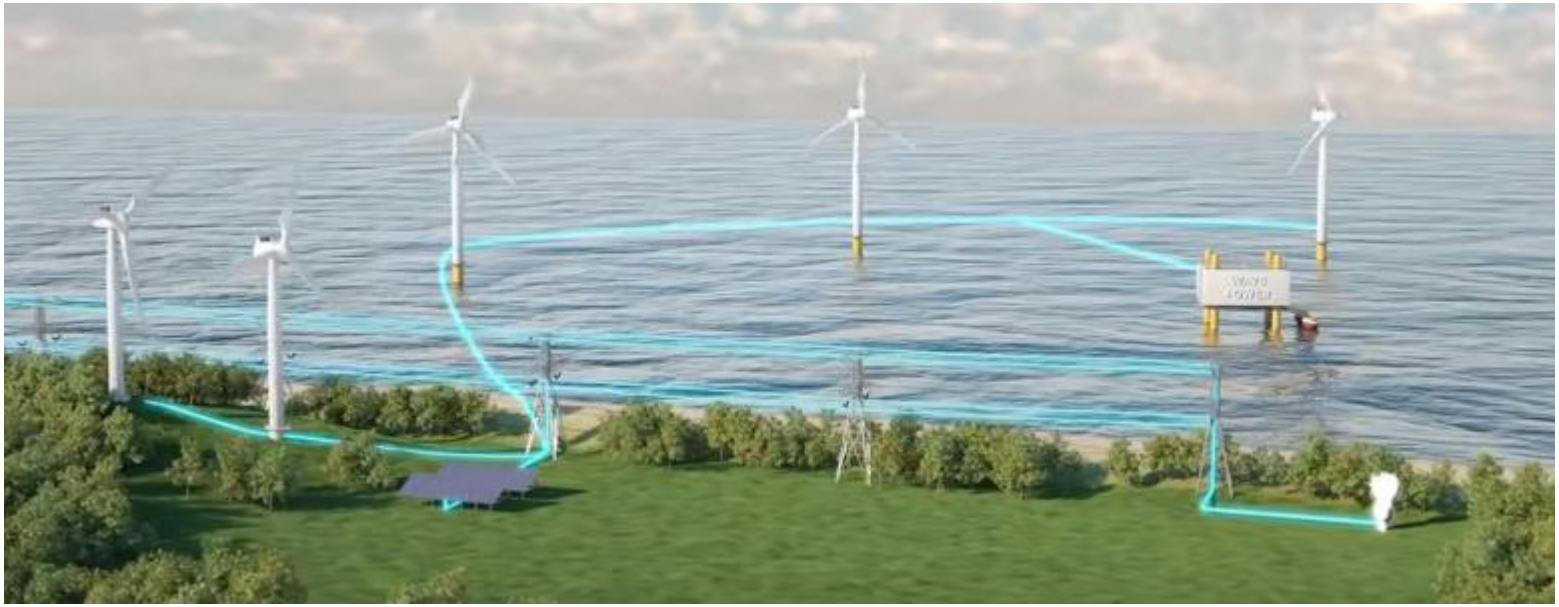
Tijdelijk ondersteund met flexibele (aardgas)centrales en aangevuld met o.a. Power to gas, thermal gassification, brandstofcellen, warmtepompen…)

(Deense kleinschalige waterkracht en getijden/golfslag energie stellen weinig voor)

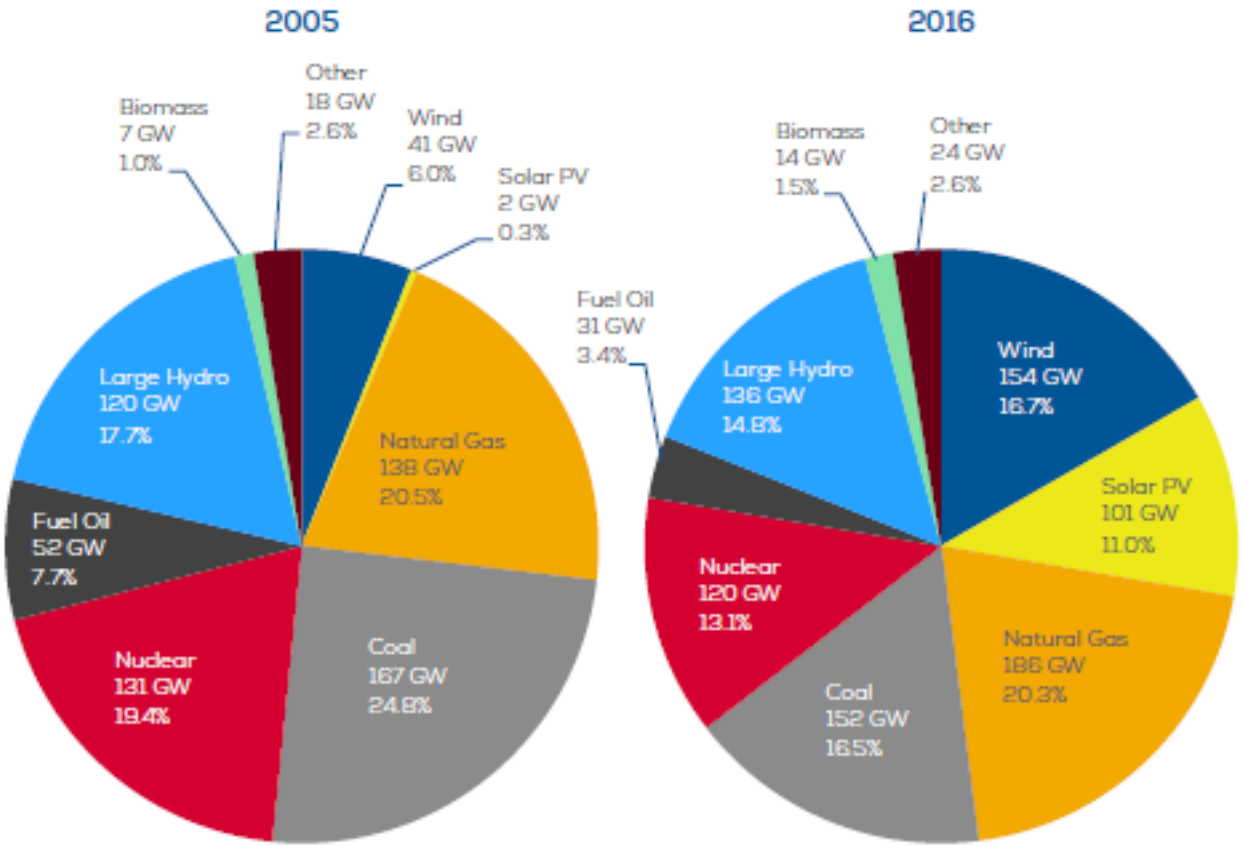


http://reneweconomy.com.au/households-invest-billions-in-solar-as-utilities-stall-on-big-projects-45611/

Windenergie in Denemarken



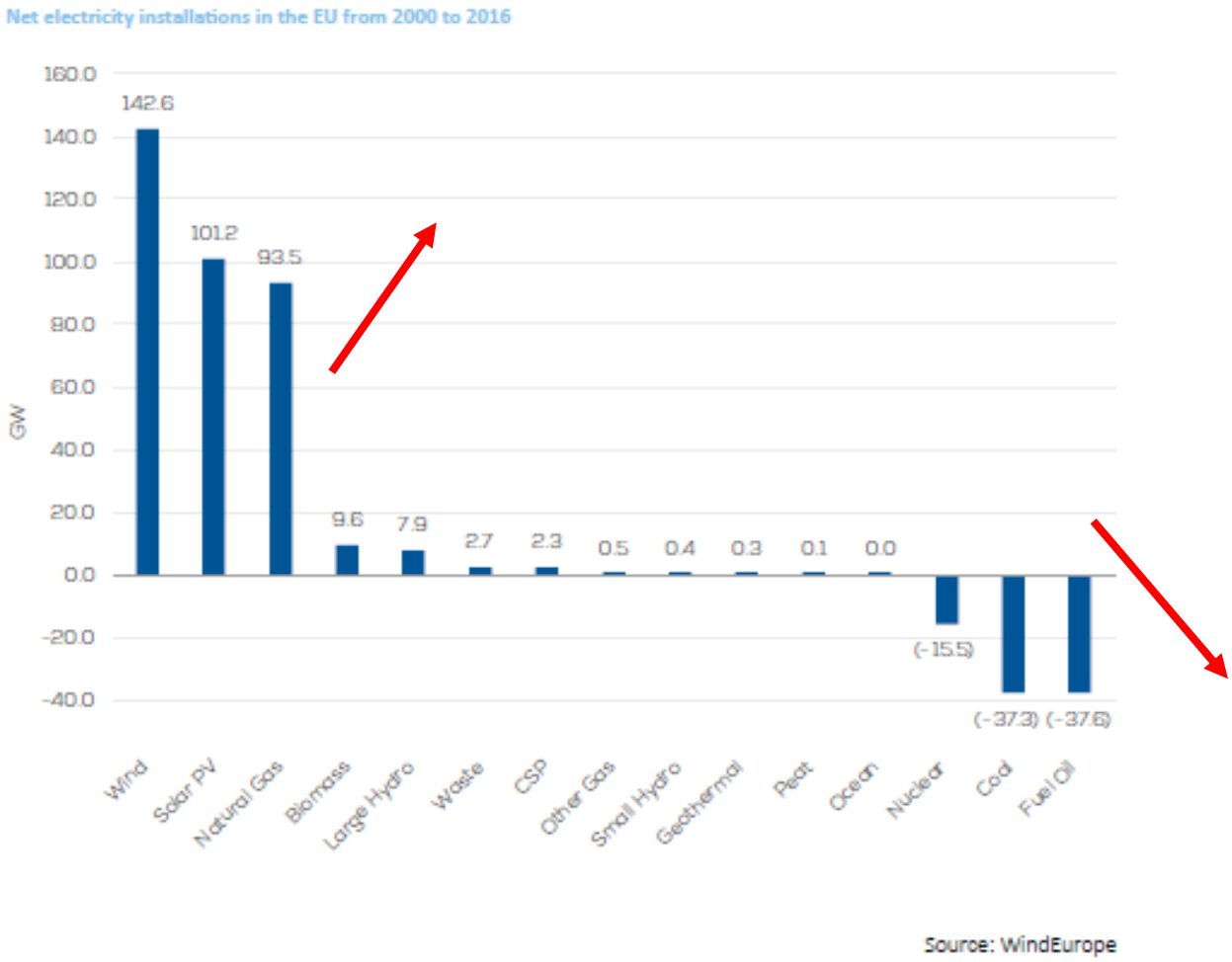
Vergelijking Energiemix in de EU 2005-2016



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.

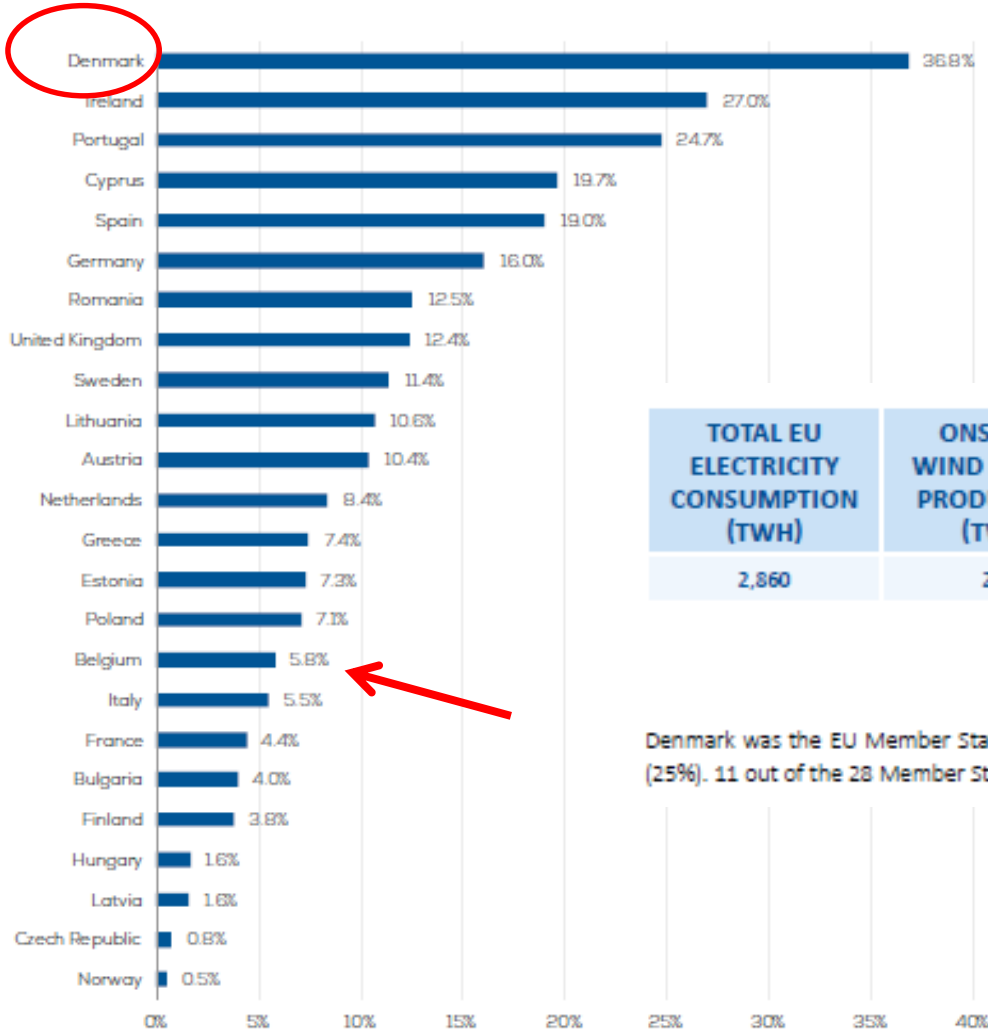
https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2016.pdf

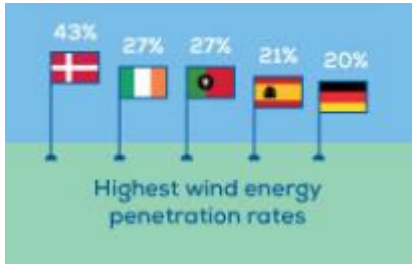
Veranderingen in primaire energiedrager voor elektriciteitsproductie in de EU tussen 2000 en 2016.



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

Penetratie-percentage windaandeel (2016) in nationale elektriciteitsverbruik. Gemiddeld voor EU-28 : 10,4 %.





Eerste helft 2017 Dk,Irl,Pt,Sp,D

TOTAL EU ELECTRICITY CONSUMPTION (TWH)	ONSHORE WIND ENERGY PRODUCTION (TWH)	OFFSHORE WIND ENERGY PRODUCTION (TWH)	WIND ENERGY PRODUCTION (TWH)	SHARE OF EU CONSUMPTION MET BY WIND ENERGY
2,860	259	37	296	10.4%

Source: WindEurope

Denmark was the EU Member State with the highest penetration rate (37%), followed by Ireland (27%) and Portugal (25%). 11 out of the 28 Member States had a wind penetration rate of more than 10%.

https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2016.pdf

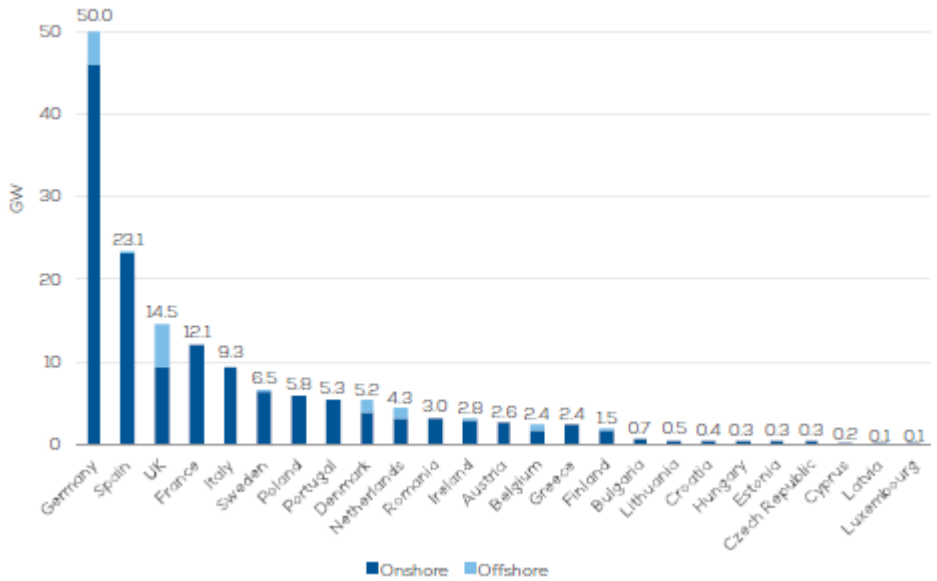
Het opgesteld Europees vermogen aan windenergie is 153,7 gigawatt (einde 2016), 160 GW (01/07/2017)

153.7 GW
OF WIND POWER ARE NOW INSTALLED IN THE EU

153.7 GW are now installed in the European Union with growth of 8% in 2016. Germany remains the EU Member State with the largest installed capacity, followed by Spain, the UK, France and Italy. Four other EU countries (Sweden, Denmark, Poland and Portugal) have more than 5 GW installed. Seven additional EU countries have over 1 GW of installed capacity: Austria, Belgium, Finland, Greece, Ireland, the Netherlands and Romania.

Germany (50 GW) and Spain (23.1 GW) have the largest cumulative installed wind energy capacity in Europe. Together they represent 48% of total EU capacity. The UK, France and Italy follow with 14.5 GW (9.5% of total EU capacity), 12.1 GW (7.8%) and 9.3 GW (6.0%) respectively.

FIGURE 13
Cumulative installations onshore and offshore in the EU. Total 153.7 GW



Zondag 28 januari 2018:

28 January 2018

How much wind was in Europe's electricity on this day?

22.3% of European electricity demand was met by wind energy

COUNTRIES WITH THE HIGHEST SHARES OF WIND IN THEIR ELECTRICITY DEMAND

Wind power share and generation in each country's demand

1. Denmark: 94% = 81 GWh
2. Ireland: 68% = 66 GWh
3. Germany: 67% = 841 GWh
4. Portugal: 59% = 78 GWh
5. Lithuania: 30% = 10 GWh
6. United Kingdom: 29% = 226 GWh
7. Netherlands: 28% = 78 GWh
8. Spain: 27% = 176 GWh
9. Poland: 26% = 109 GWh
10. Sweden: 18% = 76 GWh

Maandag 29 januari 2018:

29 January 2018

How much wind was in Europe's electricity on this day?

18.3% of European electricity demand was met by wind energy

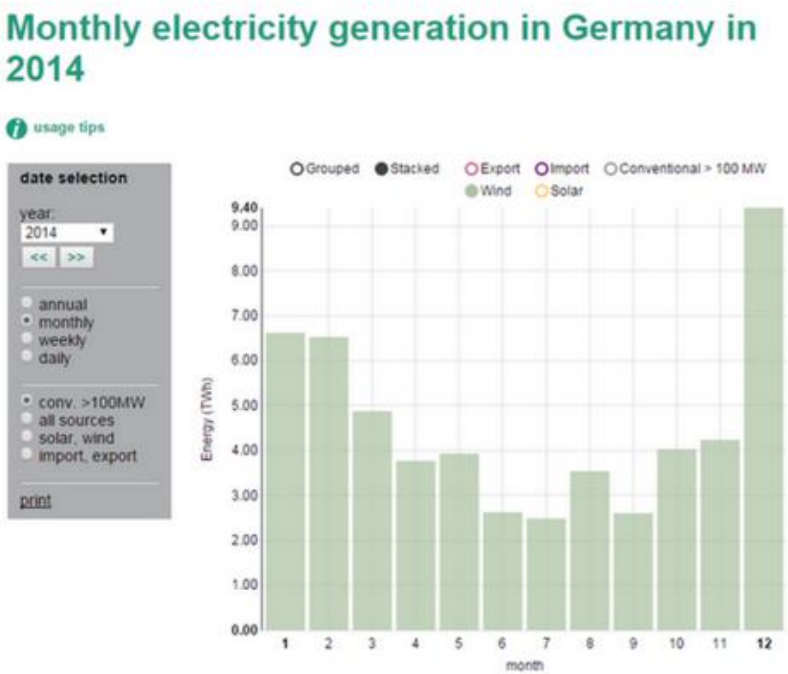
COUNTRIES WITH THE HIGHEST SHARES OF WIND IN THEIR ELECTRICITY DEMAND

Wind power share and generation in each country's demand

1. Denmark: 91% = 91 GWh
2. Germany: 57% = 900 GWh
3. Portugal: 41% = 62 GWh
4. Ireland: 30% = 33 GWh
5. Netherlands: 23% = 79 GWh
6. Poland: 22% = 112 GWh
7. Lithuania: 22% = 8 GWh
8. United Kingdom: 21% = 187 GWh
9. Romania: 13% = 24 GWh
10. Austria: 12% = 25 GWh

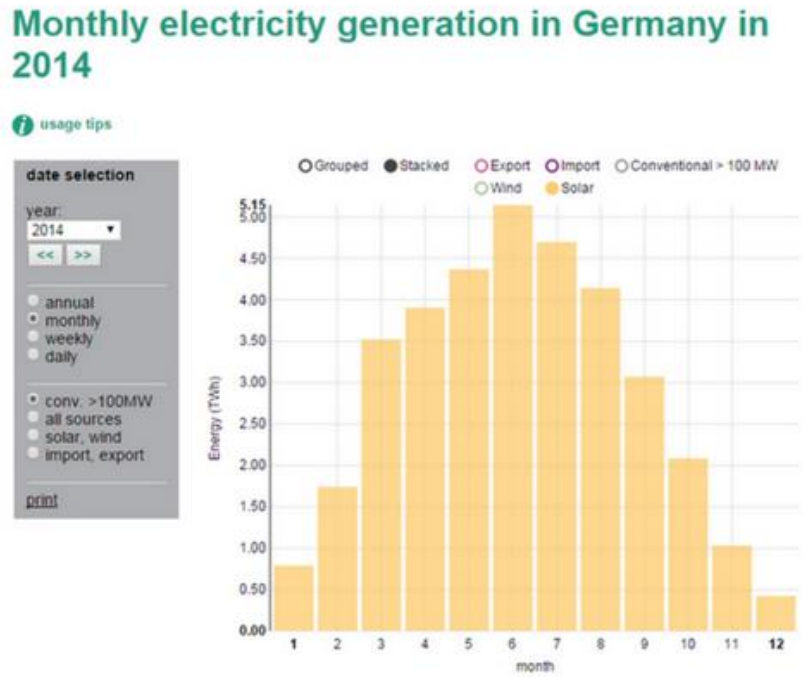
Wind- en zonne-energie zijn complementair (Duitsland, 2014)
Ontwikkel ze dus samen en parallel.

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



Wind

wind



Zon

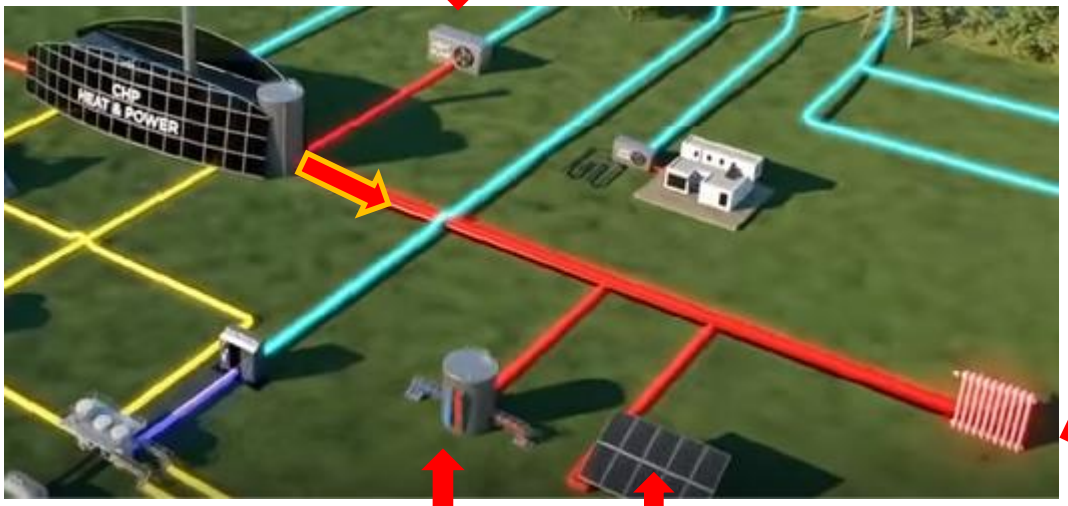
zon

http://www.zeronaut.be/blog/2015/8/29/duitse-wind-en-zonne-energie-in-perfecte-balans

Warmtenetten in Denemarken

warmtepomp

WKK centrale



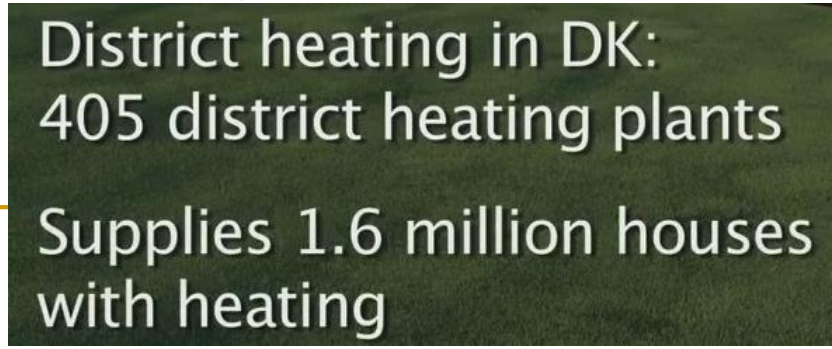
warmtenet

geothermie

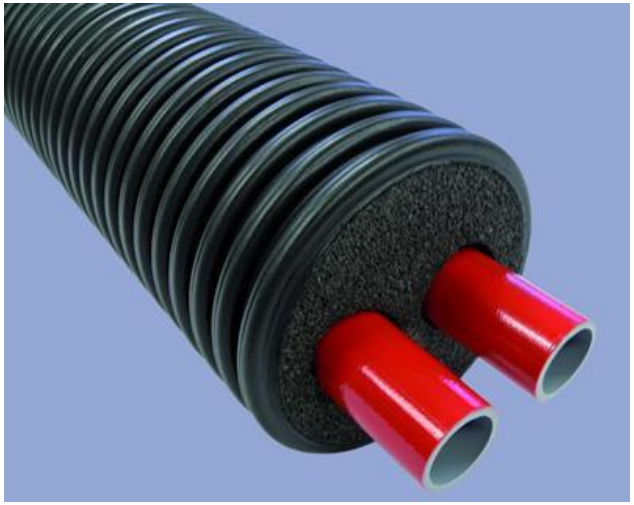
Zonnewarmte collectoren

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 bijprodukt 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



Een stadswarmtenet (District heating) is goed te combineren met Warmte-Kracht Centrales.

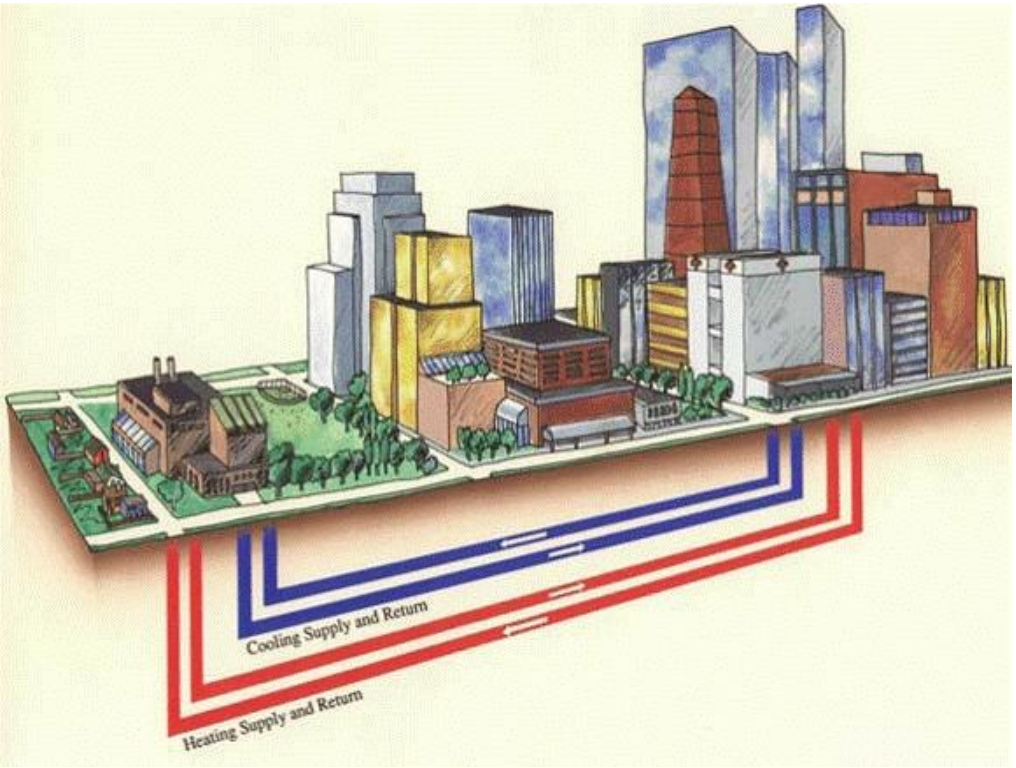


Een ondergronds goed geïsoleerd leiding netwerk zorgt voor het transport van het warme water naar de wijk en van het afgekoelde water opnieuw naar de WKK centrale.

https://en.wikipedia.org/wiki/District_heating

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2005-08-30-district-heating-pipeline.jpg

…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, wellnes, zwembad, ….)
- **Dus échte stedelijkheid is noodzakelijk: densiteit, nabijheid, mengen van functies én sociale diversiteit.**

http://www.gaiaenergies.com/District%20Energy%20Systems.html

Een voorbeeld: WKK centrale (Klitmøller, DK)

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

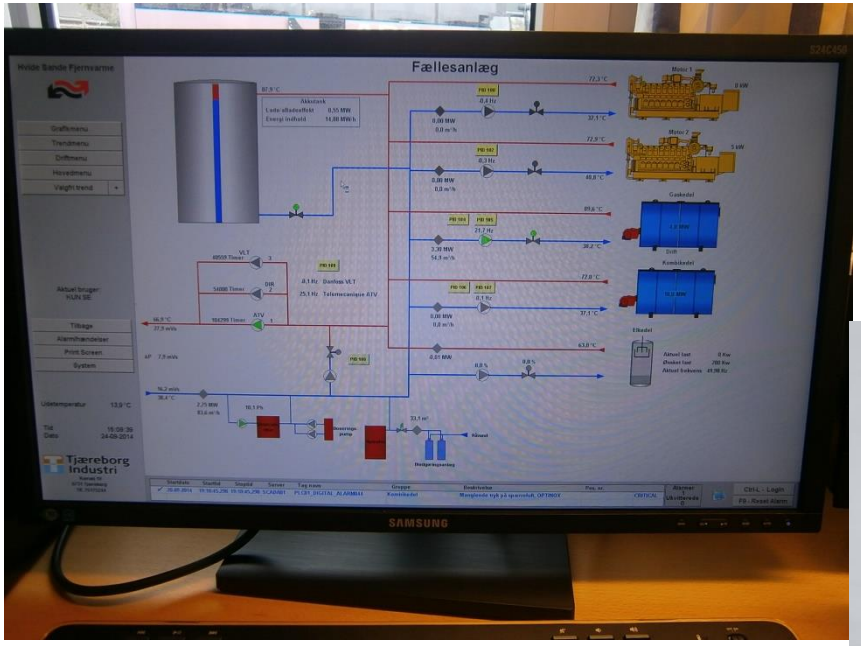
WKK centrale (Klitmøller, DK)

Deense warmtenetten zijn meestal in eigendom van een (gemeentelijke) coöperatieve organisatie, de winsten blijven dus lokaal en worden ingezet om lokale ‘commons’ te financieren.

Deze kleine en lokale WKK-centrale gebruikt Deens aardgas als primaire brandstof en draait enkele uren per dag, op de piekmomenten. ***Black-outs*** zijn daardoor onmogelijk.

De vrijkomende restwarmte voedt een **lokaal warmtenet** (fjernvarme)

Een voorbeeld: Hvide Sande (DK): lokale energieproductie levert lokale winsten



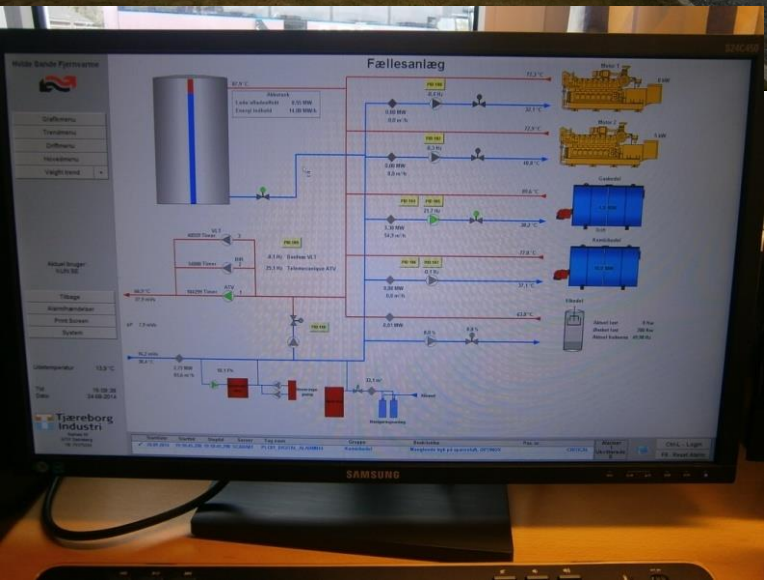
De lokale coöperatie is eigenaar van de windturbines én van het lokale warmtenet, de opbrengsten worden gebruikt voor de renovatie van de vissershaven.

De Hvide Sande turbines financieren modernisering en uitbreiding van de lokale (vissers)haven

- At Hvide Sande harbour was in December 2011, set up and started 3 x 3 MW Vestas V -112 wind turbines. Holmsland Tourism Association founded a foundation which owns 80 % of the turbines. The remaining 20 % is owned by local people over 18 who live within a radius of 4.5 km from the nearest turbine, as the Danish Renewable Energy Act prescribes. The wind turbine guild has nearly 400 local stakeholders.
- The return from Hvide Sande 3 wind turbines is expected now to be between 9 and 11 % per year. The turbines are paid back at somewhere between 7 and 10 years. Each turbine has a total cost 30.3 million DKK. Expected production is 15,000,000 KWh/year /turbine.
- It is intended to use the wind turbines to finance Hvide Sande harbour expansion and navigation conditions.

http://www.folkecenter.net/gb/Archive_Worldwide_6#28
http://www.folkecenter.net/mediafiles/folkecenter/pdf/Wind-Energy-as-a-Lever-for-Local-Development-in-Peripheral-Regions.pdf

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)).

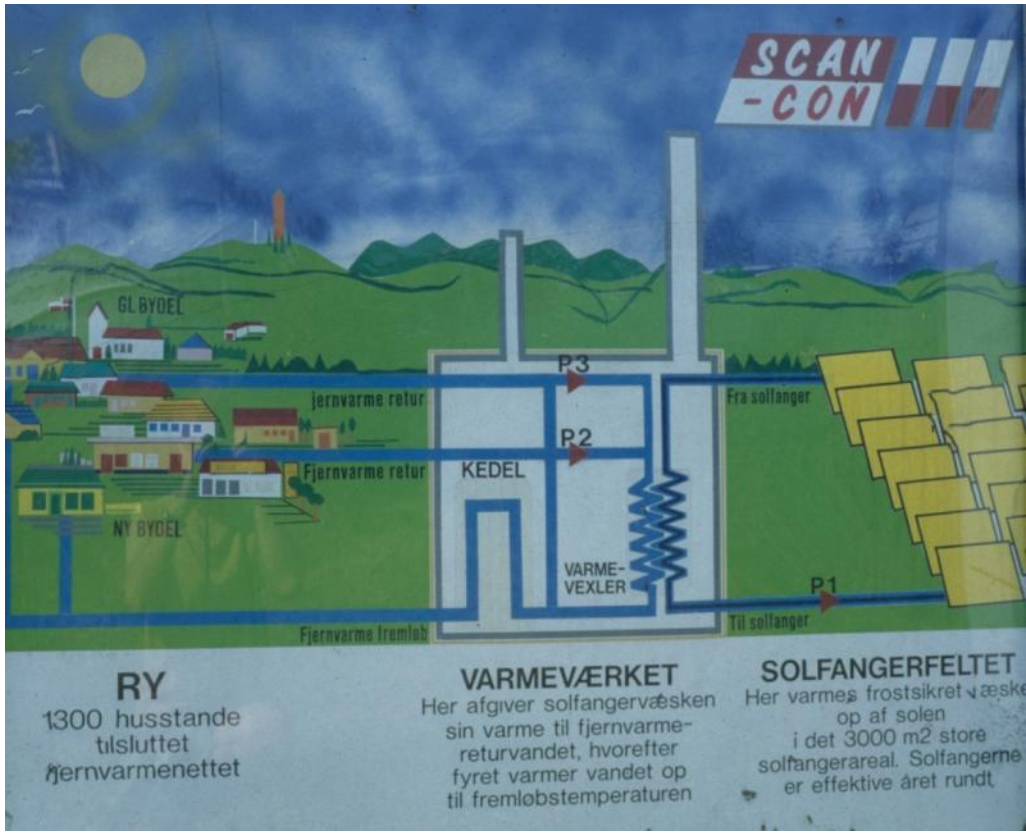
Brandstoffen in Deense WKK centrales zijn steeds vaker groen. Biomassa energie centrales: **houtafval** uit lokale bosbouw.

Deense wetgeving verplicht de exploitanten van elektriciteitscentrales om de restwarmte te gebruiken.
Warmtenetten zijn een interessante manier om die valorisatie voor elkaar te krijgen.

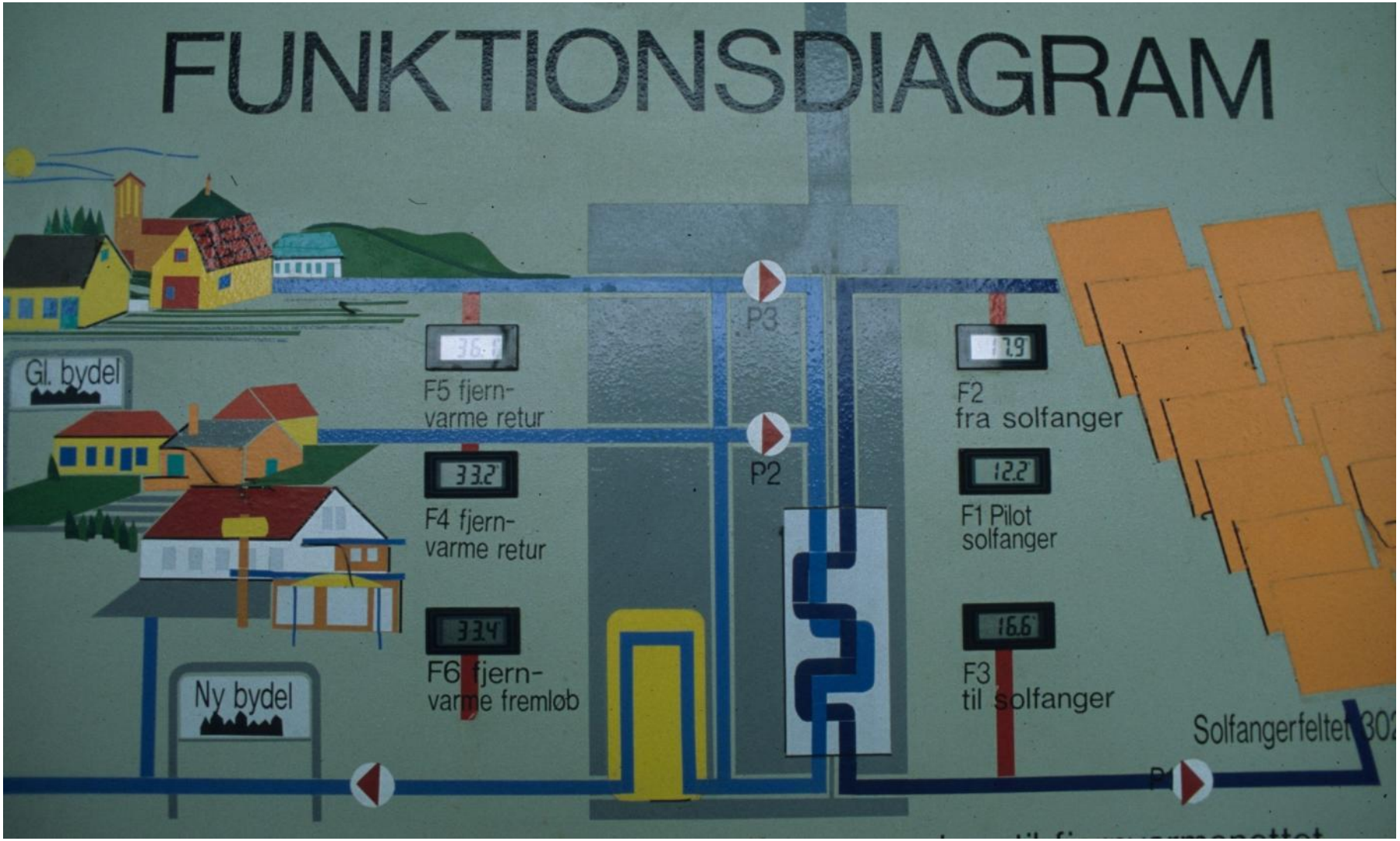
Geen warmte-recuperatie = geen vergunning.

Herning (DK)

Biomassacentrale ondersteund door **zonenergie** centrale (warmtecollectoren), die het stads warmtenet ondersteunt (gemeente Ry, DK)



Warmtenet gemeente Ry (DK)



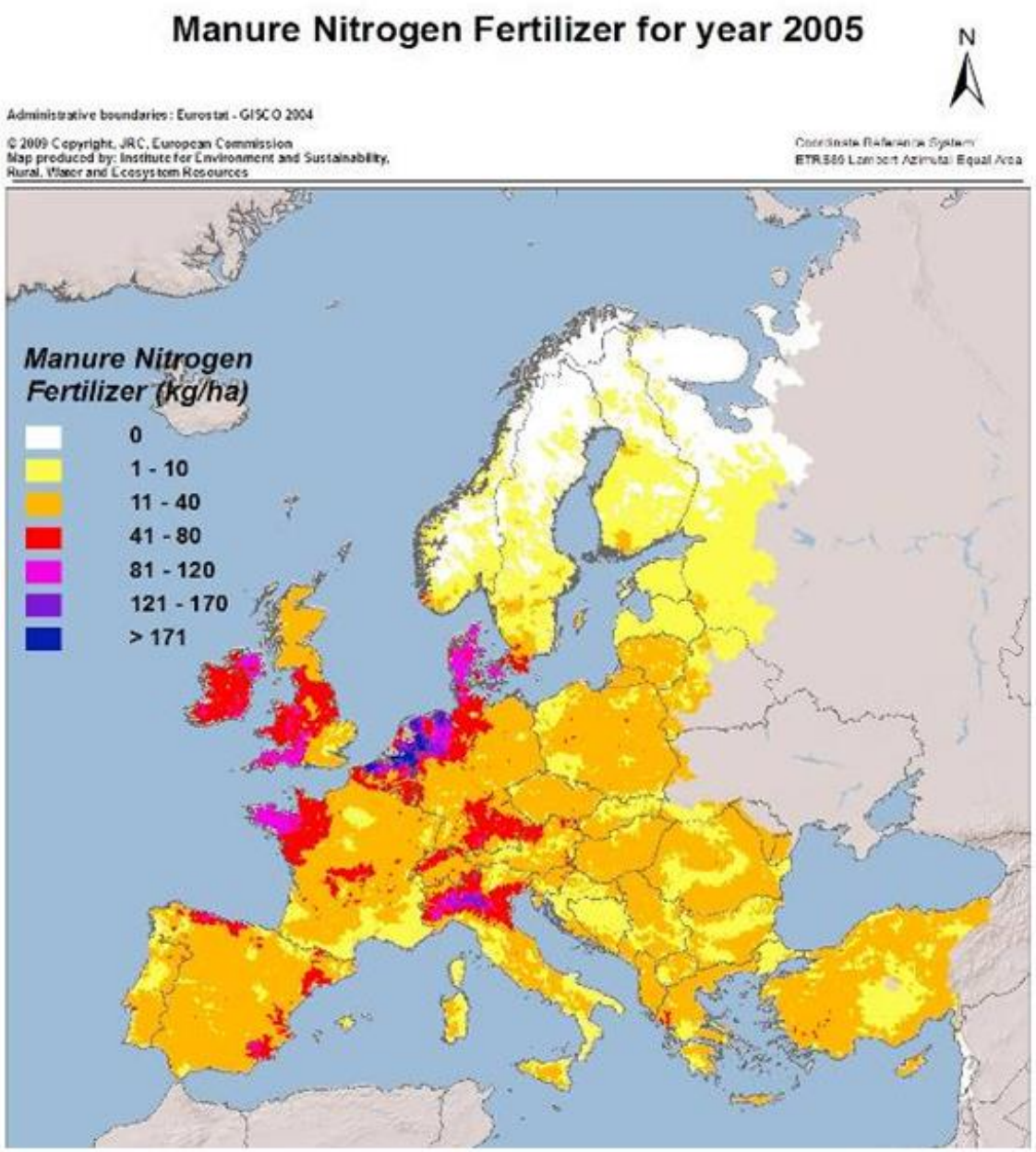
Thisted (DK). Warmteproductie met **stro** voor lokaal warmtenet (district heating).

Deense **fijnstof wetgeving** verbiedt verbranden landbouwafvalstromen in open lucht

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

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

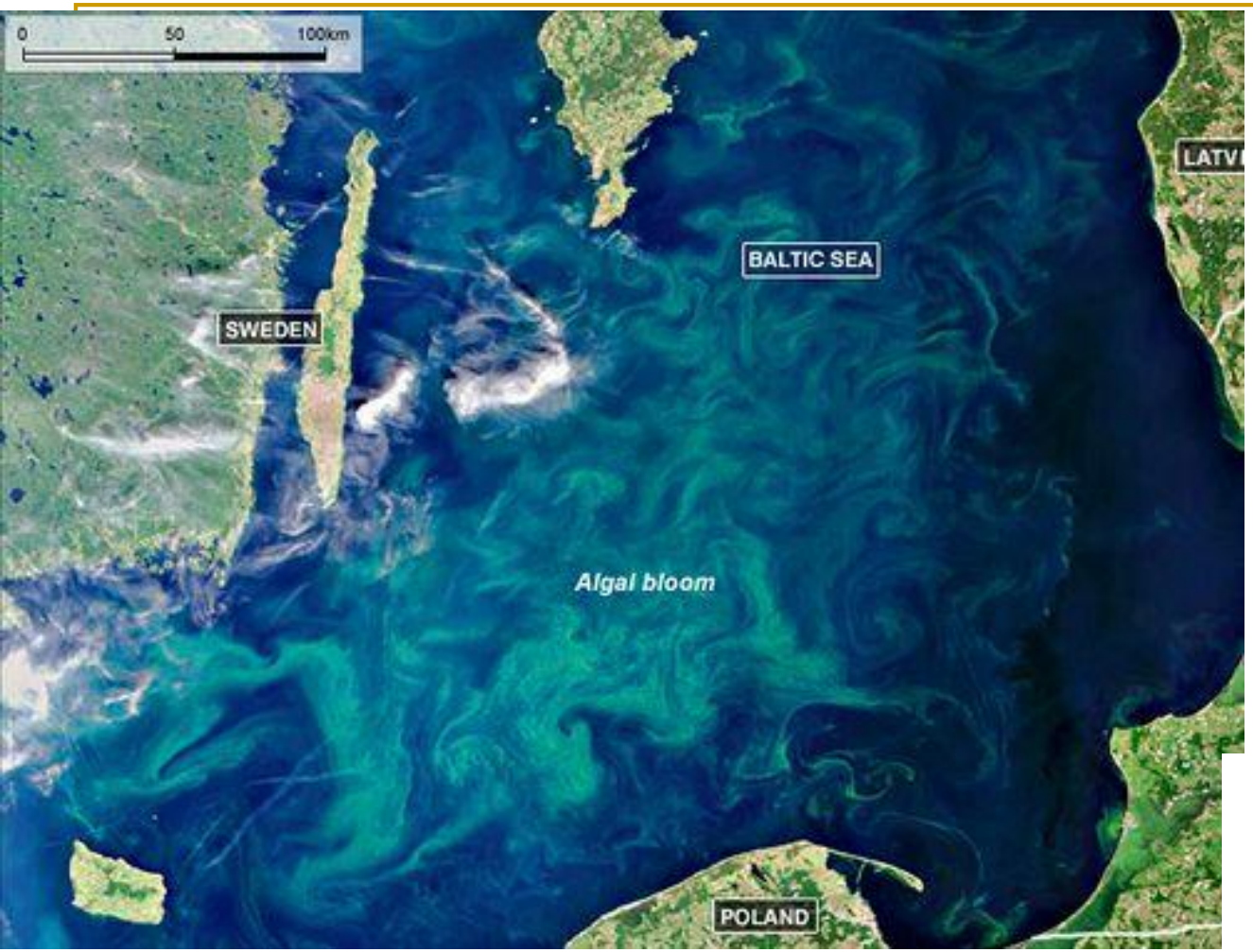
Het is de zeer intensieve industriële varkenshouderij die de **ecologische voetafdruk** van Denemarken toch zéér hoog houdt, niettegenstaande het groene energieverhaal



De Noordzee verwerkt de grootste hoeveelheden vermestende vervuiling, maar dankzij de forse getijdenwerking wordt veel water regelmatig vervangen van uit de oceaan.

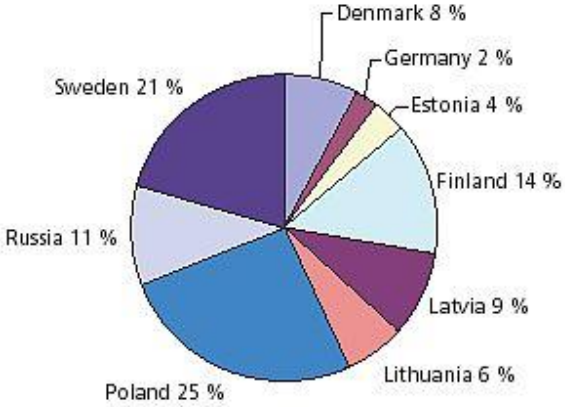
De Middellandse Zee en de Baltische Zee zijn meest kwetsbaar voor vermesting, door het gebrek aan getijden (Gibraltar, Kattegat-Skaggerrak). De Middellandse zee is bovendien warm, wat met name voor de Adriatische zee grote problemen veroorzaakt (De Po !)

http://epp.eurostat.ec.europa.eu



This Envisat image captures blue-green algae blooms filling the Baltic Sea, which is roughly 1600 km long, 190 km wide and has a surface area of about 377 000 sq km. 11 July 2010

Proportion of waterborne inputs of nitrogen into the Baltic Sea by HELCOM countries in 2000. These inputs include inputs from natural background sources as well as anthropogenic sources



http://www.dailygalaxy.com ; http://onorbit.com/node/2368

http://www.helcom.fi/environment2/eutrophication

Denemarken: depositie van atmosferisch ammonium-stikstof (L) en totaal atmosferisch stikstof (R)

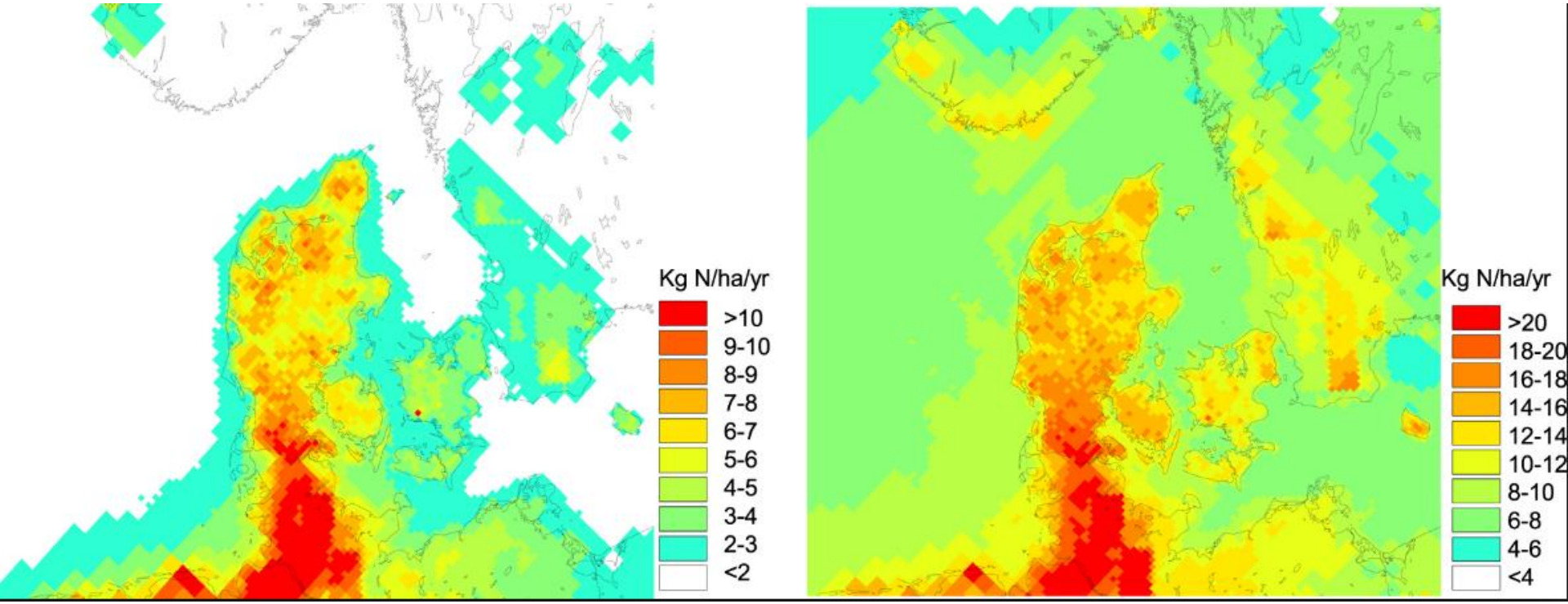
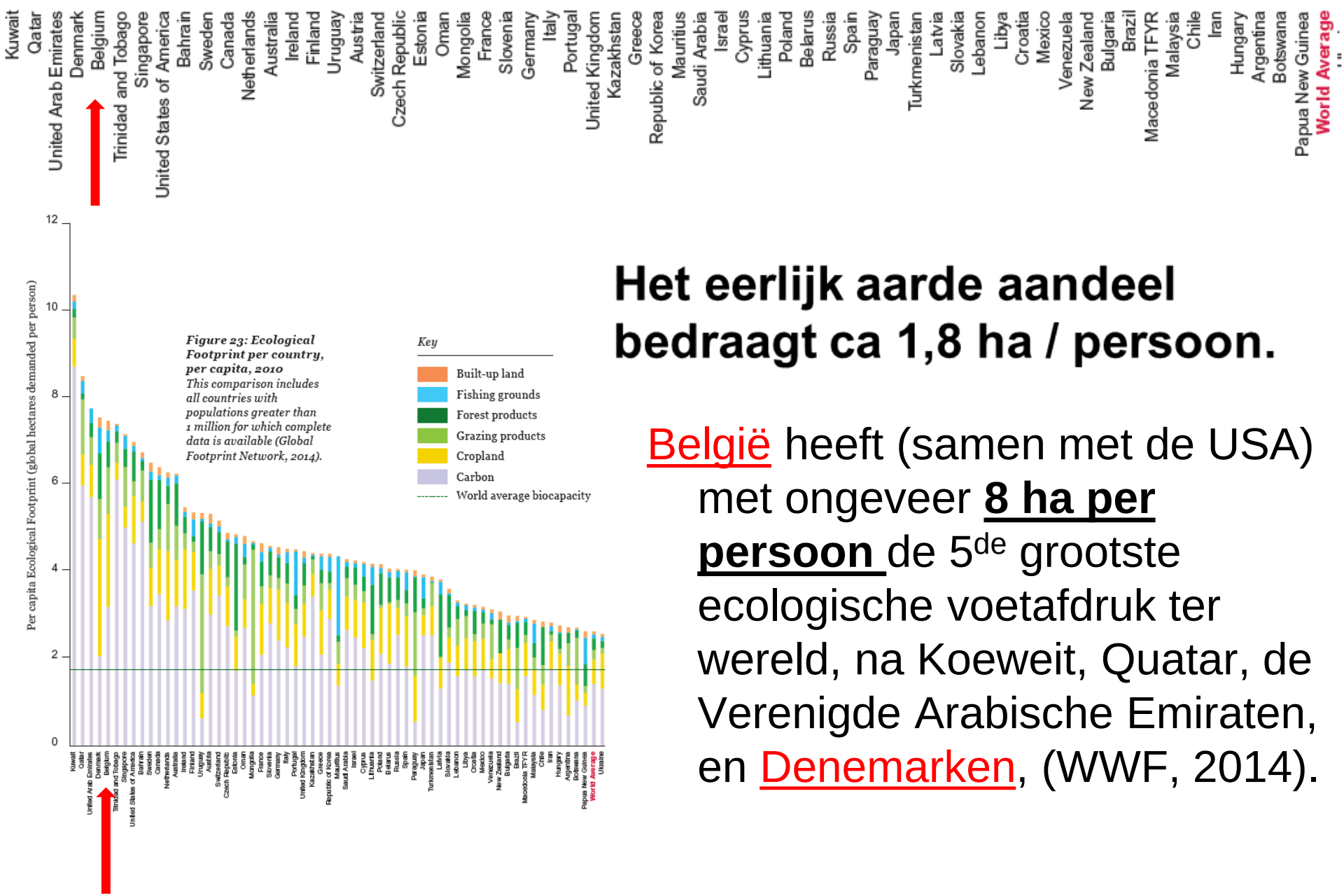


Figure 5 from Policies for agricultural nitrogen management—trends, challenges and prospects for improved efficiency in Denmark
Tommy Dalgaard et al 2014 Environ. Res. Lett. 9 115002 doi:10.1088/1748-9326/9/11/115002
The deposition of atmospheric ammonia (left) and total atmospheric nitrogen (right) computed for 2012 in kg N ha^{-1} yr^{-1}.

http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/11/115002

Algae bloom in Qingdao (China), the city which will host the sailing part of the Beijing 2008 Olympics. Chinese authorities and common people, trying to solve the problem

http://seawayblog.blogspot.com/2008/07/qingdao-and-algae-bloom.html



Het eerlijk aarde aandeel bedraagt ca 1,8 ha / persoon.

<u>België</u> heeft (samen met de USA) met ongeveer **<u>8 ha per persoon</u>** de 5de grootste ecologische voetafdruk ter wereld, na Koeweit, Quatar, de Verenigde Arabische Emiraten, en <u>Denemarken</u>, (WWF, 2014).

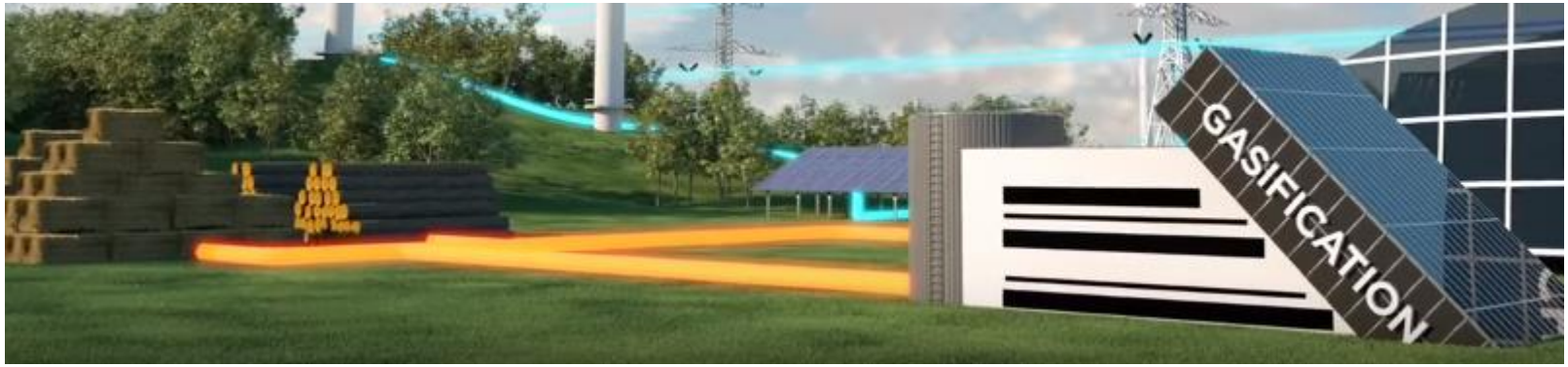
http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/

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

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

Het is de zeer intensieve industriële varkenshouderij die de **ecologische voetafdruk** van Denemarken toch zéér hoog houdt, niettegenstaande het groene energieverhaal

Green gas through thermal gassification



Organisch materiaal wordt verhit, diverse gassoorten ontstaan door thermolyse. De productie benut de nevenstromen van de landbouw, de oneetbare delen plant- en houtachtige plantendelen = ligno-cellulose, waarbij de omzetting via :

• Thermochemische weg : druk en temperatuur – Gassificatie, pyrolyse, fisher tropsch, ….

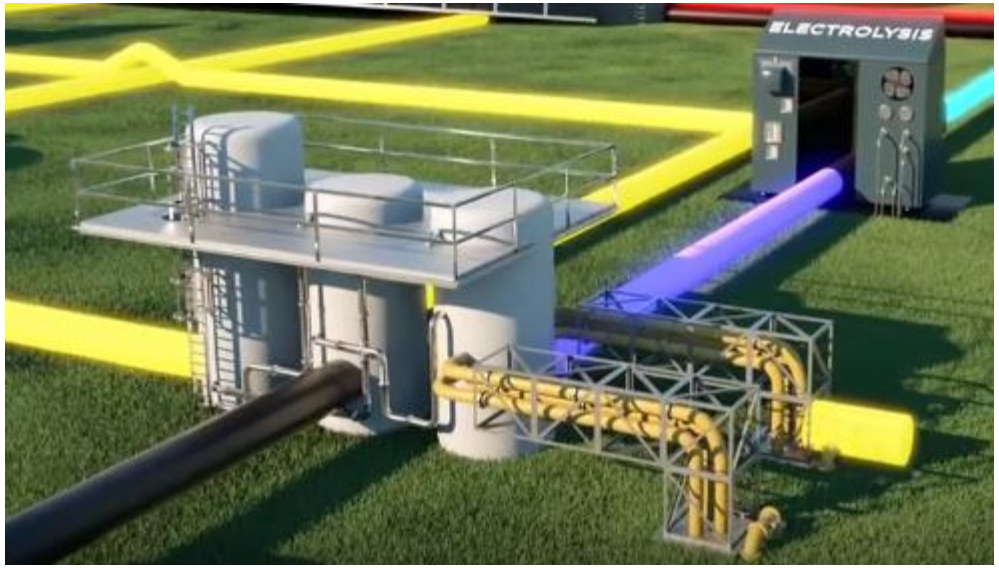
Het gaat hier dus ook om een vorm van groen gas, kan net als biogas (uit anaerobe vergisting van organisch materiaal, de biochemische weg) als primaire brandstof dienen voor een WKK centrale.

http://www.vvsg.be/Omgeving/Afval/Afval_inzamelen/Documents/CDdms35029_Bio-%20olie.pdf

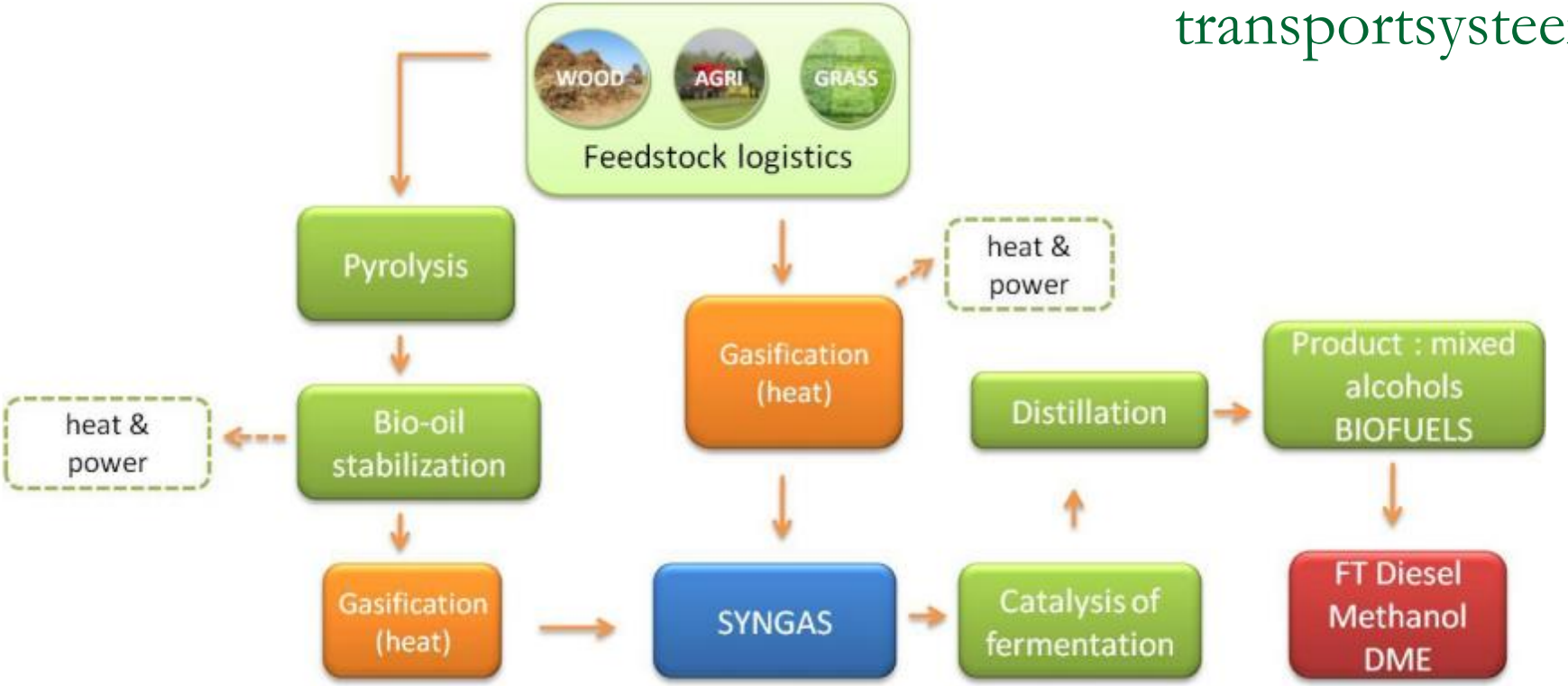
Thermochemische gassificatie

– Thermochemische conversie gebruikt warmte, druk en chemische behandeling om biomassa om te zetten tot een vloeistof, (bio-oil) of gasvorm, het synthese gas (= syngas) bestaande uit relatief eenvoudige gekende molecules, waterstof, koolstofmonoxide, koolstofdioxide, water, methaan....

– Deze kunnen worden behandeld (hydrogenatie installatie) om te gebruiken als bio-energie, (BtL-)biobrandstof (biomass into liquid) ter vervanging van benzine, diesel, kerosine of als bouwsteen voor diverse chemicaliën.



Koppeling biomassa met warmtenetwerk en/of transportsysteem

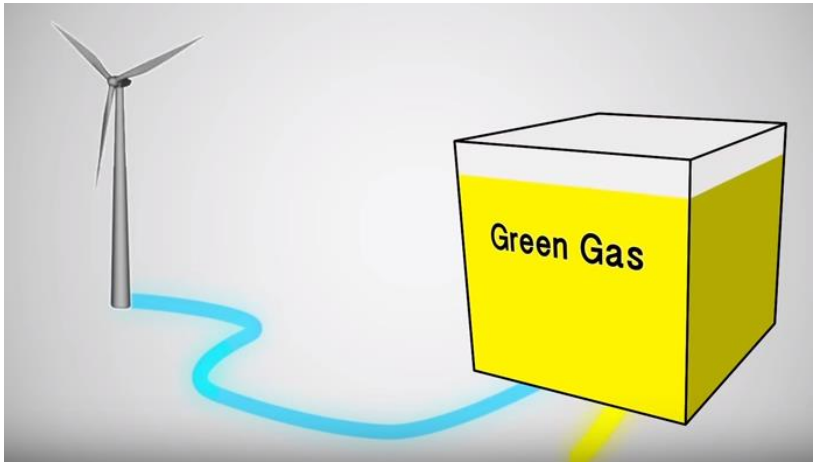


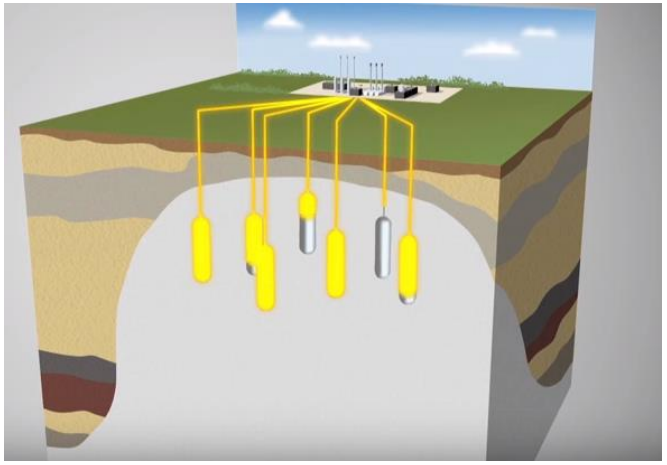
Koppeling groene elektriciteits-overschotten aan productie (en opslag) van **groen gas** wordt een belangrijk Deens spoor bij het **balanceren** van de elektriciteits-netwerk

- Power-to-gas kan op verschillende manieren:

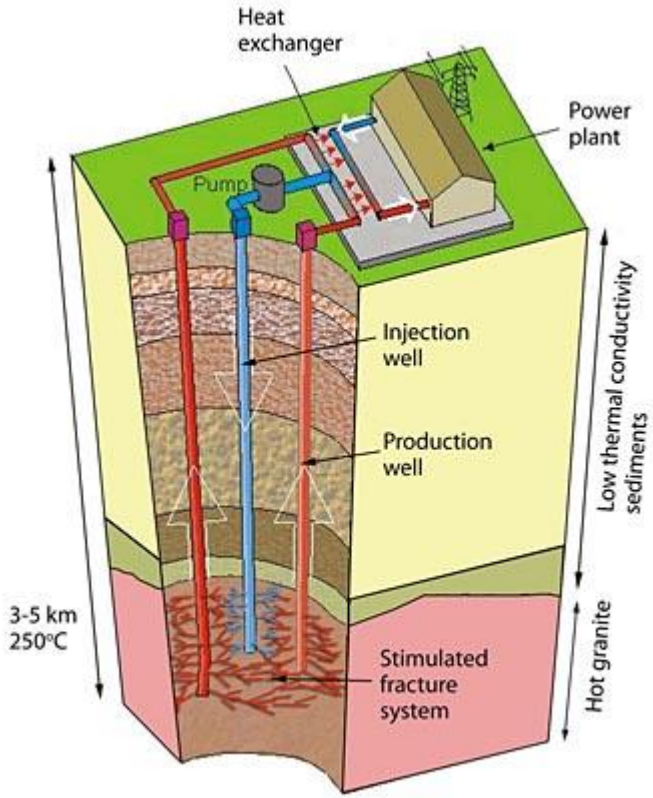
Een mogelijkheid is H_2 productie door electrolyse van water, of thermische gassificatie, anaërobe vergisting (dranco-techniek), …

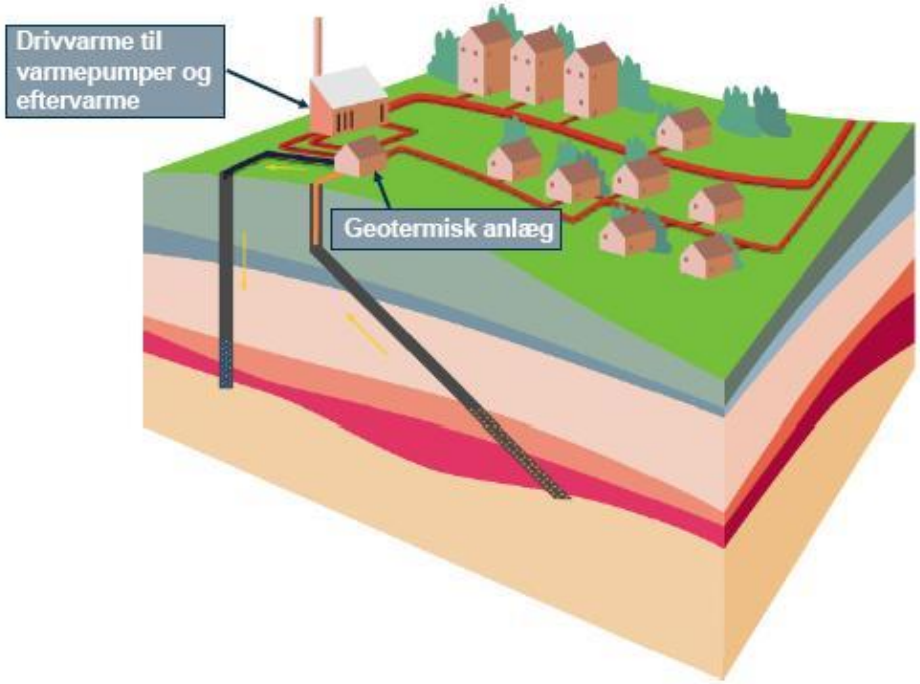
- Tijdelijk overtollig groen gas kan ondergronds worden gestockeerd,





Onder meer de Deense gemeenten Sønderborg (DK) en Thisted (DK) gebruiken **geothermie** als warmtebron voor het lokale warmtenet.





http://groenseizoen.tumblr.com/

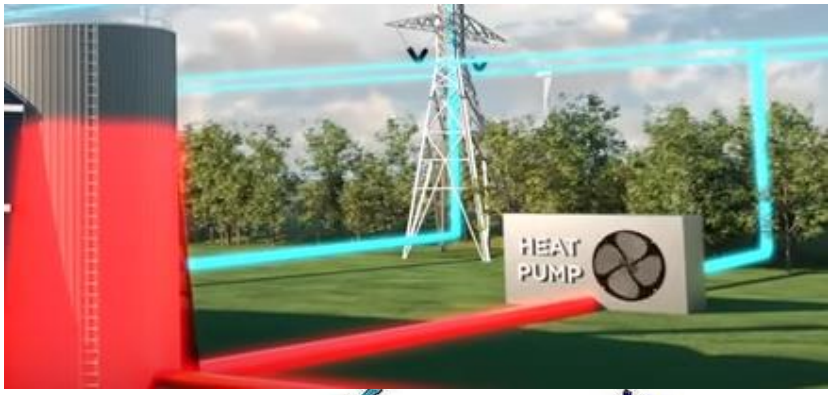
http://ing.dk/artikel/5000-huse-i-sonderborg-far-varme-fra-jordens-indre-99785

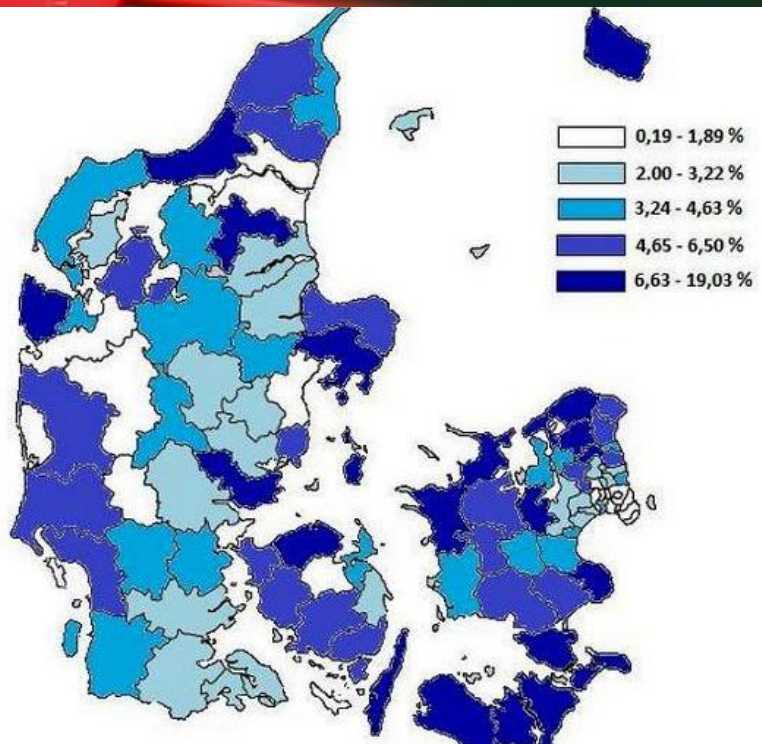
Rol van de **warmtepompen** in het Deense energiesysteem

- Warmtepompen spelen een groeiende rol bij balanceren (power-to-heat) van vraag en aanbod.

- Warmtepompen kunnen woningen (onbereikbaar voor een warmtenet) afkoppelen van fossiel gas of stookolie en lokaal decentraal verwarmen (b.v. voor lage temperatuurverwarming via vloeren of muren).

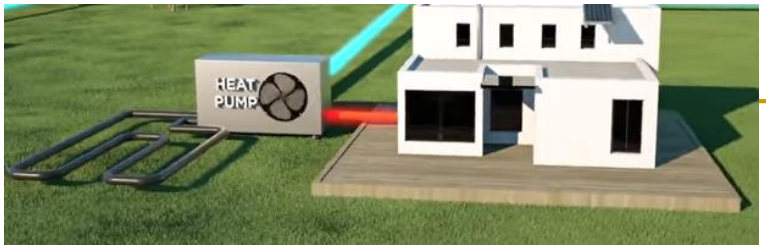
Stookolie wordt nog maar weinig als energiebron gebruikt voor woningen in Denemarken (<5%). Warmtepompen zijn een alternatief, maar uiteraard ook microWKK.





http://www.folkecenter.net/gb/Archive_Worldwide_7#9

Energy and oil forums inventory of oil-fired boilers, which took delivery of oil in 2014. The bluer, the more oil burners in the municipality.



District heating and cooling. Case study Denmark.

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

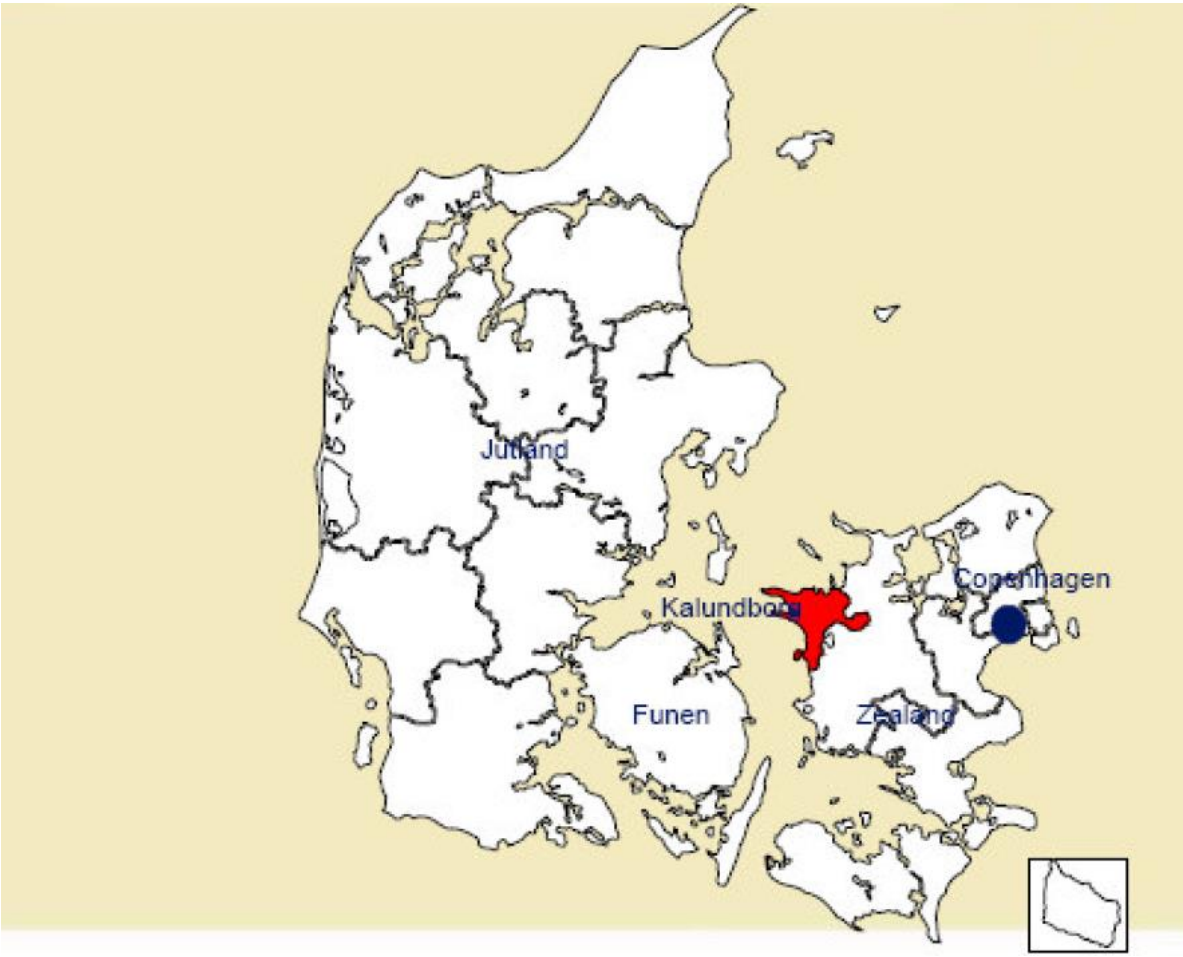
https://www.youtube.com/watch?v=eiBiB4DaYOM (long version 17')

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

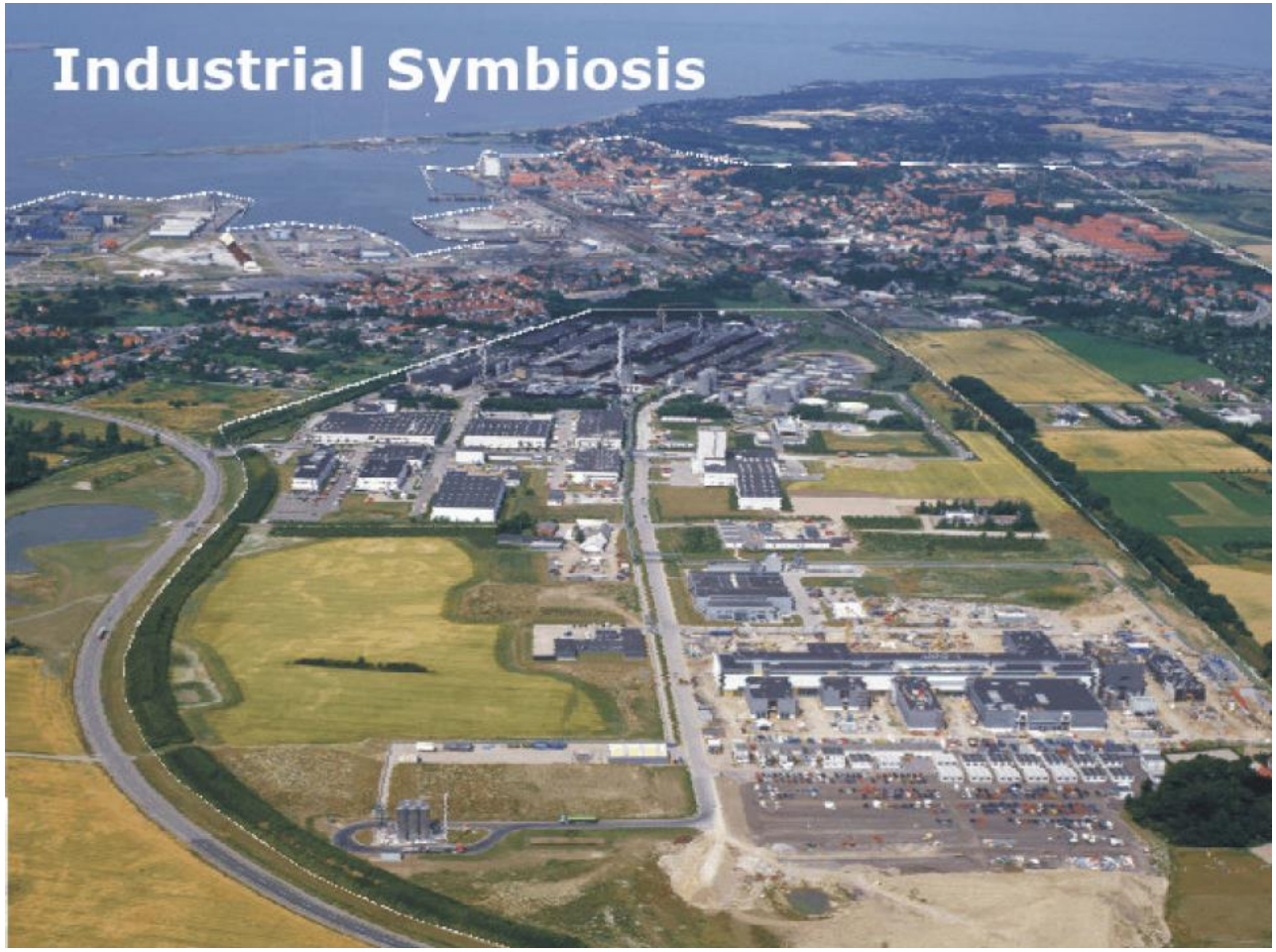
Bestudeer deze Deense video reportages grondig. Synthese inhoud:

- 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_2 emissions per m^2, the share of fossil fuel consumption per m^2, and the total energy consumption per m^2 for space and water heating. In terms of combating climate change and reducing CO_2 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.
- More information: https://stateofgreen.com/en/tours#/3__17__
- https://www.youtube.com/watch?v=FmJxUsXWajo (koolstofneutraal eiland : Samsø)

Casestudy : industriële symbiose in Kalundborg (DK)

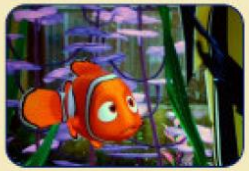


Casestudy : industriële symbiose in Kalundborg (DK)



Industrial Symbiosis

Symbiosis is collaboration between different organisms for mutual benefit.



The clown fish and sea anemones

Industrial Symbiosis

Enkele van de betrokken partners

Gyproc

Production of plaster boards.

165 employees.

Statoil Refinery

Production of gasoline and other oil-based products.

330 employees.

Denmark's largest oil refinery.

Municipality of Kalundborg

Distribution of water and energy.

Population: 20,000.

Asnæs Power Station

Production of electricity and heat.

250 employees.

Denmark's largest power station.

Novozymes

Production of industrial enzymes

Alltogether 3000 employees

Novo Nordisk

Production of insulin etc.

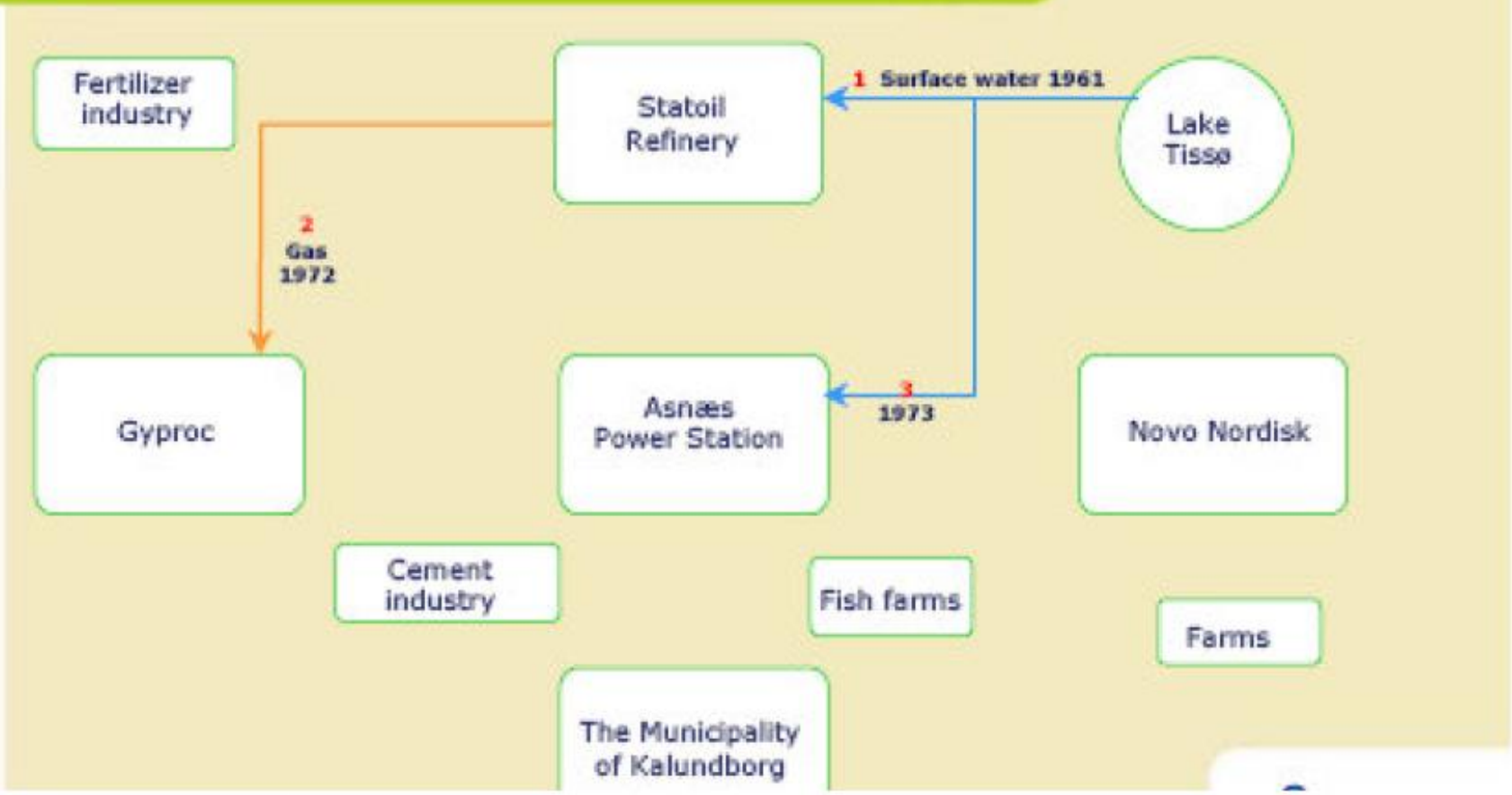
Slide No. 22 • • May, 25 2005

Soilrem A/S

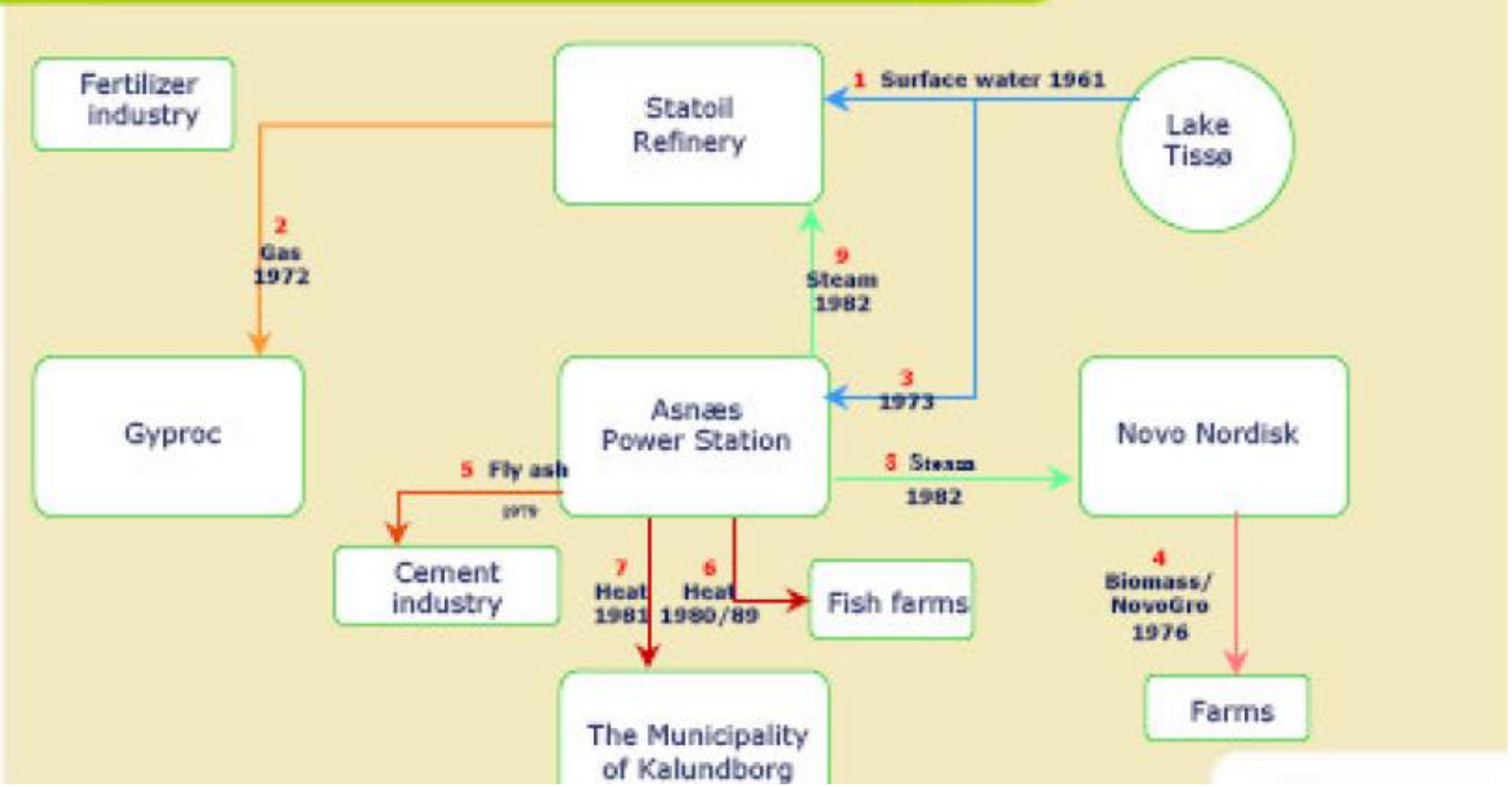
Remediation of oil and metal polluted soil.

65 employees.

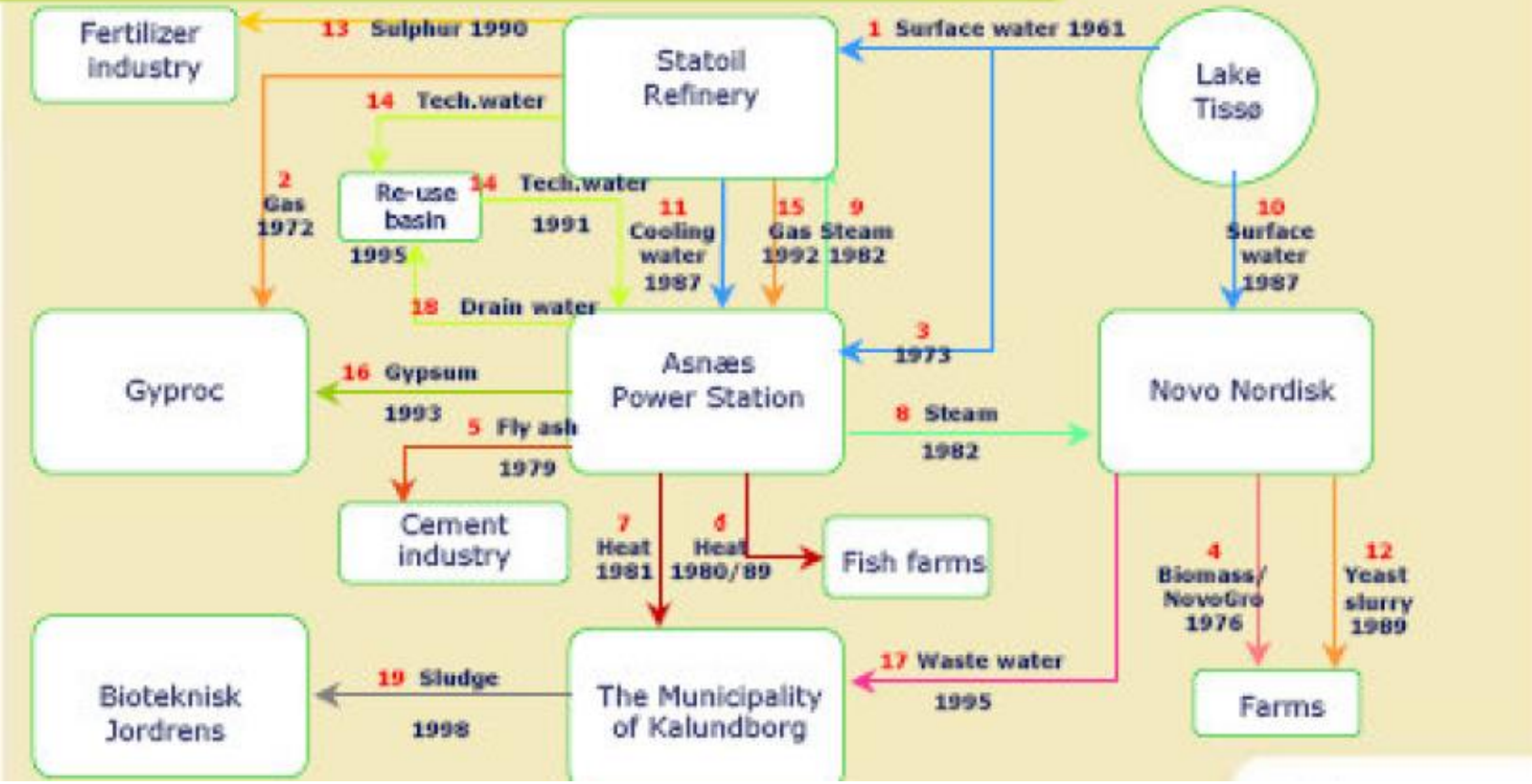
Industrial Symbiosis 1975



Industrial Symbiosis 1985



Industrial Symbiosis 2000



Industrial Symbiosis

Annual savings

- Economy: Approx.15 mio US$
- Ground water: 1,9 mill. m3/year
- Surface water: 1,0 mill. m3/year
- Oil: 20,000 ton/year
- Gypsum: 200,000 ton/year

Henrik Ehlers Wulff (2005)

Table 1: Environmental Aspects of the Symbiosis [Erkman, 1998].

Reduction in consumption of resources	
oil	45,000 tons/year
coal	15,000 tons/year
water	600,000 m^3/year
Reduction in waste emissions	
carbon dioxide	175,000 tons/year
sulfur dioxide	10,200 tons/year
Valorisation of "wastes"	
sulfur	4,500 tons/year
calcium sulfate (gypsum)	90,000 tons/year
fly ash (for cement etc)	130,000 tons/year

JOURNAL OF
INDUSTRIAL ECOLOGY

Journal of Industrial Ecology

© Yale University

Edited By: Reid Lifset

Impact Factor: 4.123

ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2016: 8/31 (Green & Sustainable Science & Technology); 10/49 (Engineering Environmental); 34/229 (Environmental Sciences)

Online ISSN: 1530-9290

Overview

The *Journal of Industrial Ecology* addresses a series of related topics:

- material and energy flows studies ('industrial metabolism')
- technological change
- dematerialization and decarbonization
- life cycle planning, design and assessment
- design for the environment
- extended producer responsibility ('product stewardship')
- eco-industrial parks ('industrial symbiosis')
- product-oriented environmental policy
- eco-efficiency

Onze steden klimaatneutraal maken (Gent, Leuven, …) vraagt véél meer dan een burgemeestersconvenant… Zonder **warmtenetten** en **industriële symbiose** zal het niet gaan.

- Het is eenvoudigweg onmogelijk om steden klimaatneutraal te krijgen, zonder massaal in te zetten op **warmtenetten** (of aardgasnetten maar dan gecombineerd met microWKK per gebouw).
- Op heel wat plaatsen zijn er heel erg grote warmteoverschotten: restwarmte *Antwerpse* petrochemiehaven alleen al zo'n 1000 MW! (VITO, 2012).
- In Denemarken is meer dan 70 % (!) van alle gebouwen aangesloten op een warmtenet. (http://www.youtube.com/watch?v=-0V5OMS4kzw&feature=endscreen&NR=1)
- In Rotterdam wil het warmtebedrijf tegen 2030 de helft van alle gebouwen aan het warmtenet koppelen, gevoed met restwarmte uit havengebied (Indaver Info, nov. 2013).
- In havengebieden en industriezones is het inzetten op **industriële symbiose** projecten zeer dringend noodzakelijk. Daarbij maken bedrijven gebruik van elkaars grondstofstromen, afvalstromen, warmteoverschotten e.d.m.

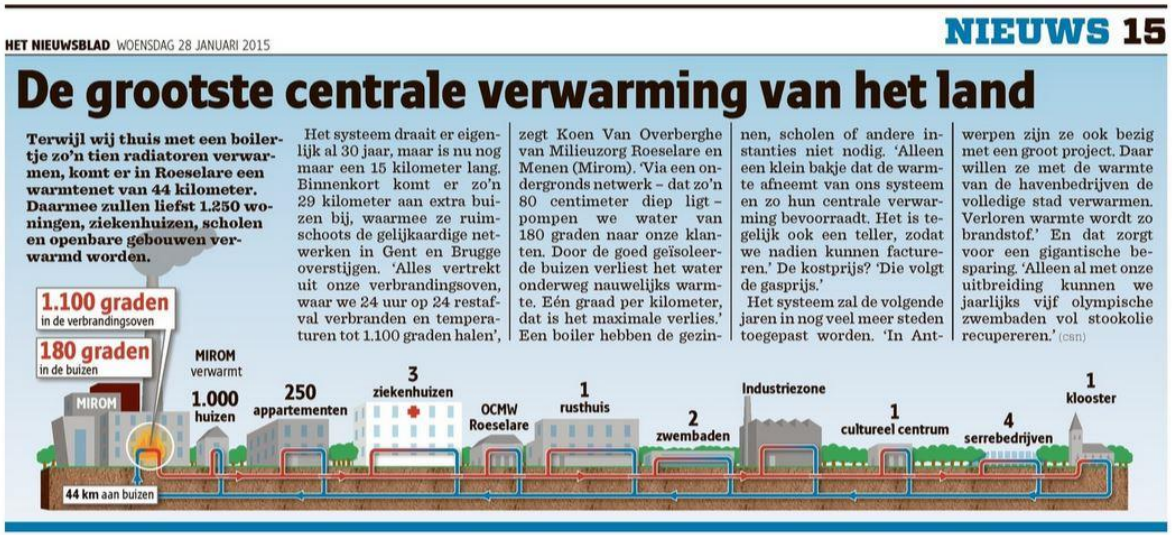
Plannen voor een **stoom**netwerk van verbrandingsoven Indaver (Doel).

ECLUSE
een sluis voor groene energie

- De afnemers van groene warmte in de Waaslandhaven zullen ADPO, Ashland, Monument Chemical, Ineos en Lanxess zijn. De condensaatleiding zal op zijn terugweg ook nog de gebouwen van DP World verwarmen.
- Volgens studies van VITO kan groene warmte tegen 2020 een derde tot de helft van de Belgische doelstelling van 13% voor hernieuwbare energie invullen. Vooral met grote industriële toepassingen zijn er nog heel wat mogelijkheden.

http://www.ecluse.be/nl/groene-warmte-in-vlaanderen/

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 boilertje 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 ondergronds netwerk – dat 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', 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 gezinnen, 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.' (csn)

http://http://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20150126_01494664

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

Warmtenet en biomassa-stookplaats Venning

Bouwheer:	Goedkope woning
Ontwerper / Architect:	Buro II & Archi +I
Locatie:	Kortrijk
Budget technieken:	700.000 EUR
Oppervlakte:	

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.

Interessante intenties: ideeën voor een warmtenet in toekomstig project Nieuw-Zuid (Antwerpen)

http://www.crepainbinst.be/portfolio/nieuw-zuid-2-antwerp/

http://www.antwerpen.be/eCache/ABE/23/625.html

De Vlaamse verkaveling: huisje, tuintje, autootje …

Gebaseerd op **lage fossiele brandstofprijzen**, de **woonbonus** en **salariswagens**.

Lage densiteiten: Onbetaalbare openbare nutsvoorzieningen

Zelfs een *plusenergiewijk* is mogelijk, als *alle* maatregelen op *alle* niveaus (gebouw/wijk/stad) worden ingezet

De zonnewijk *'Am Schlierberg'* in Freiburg (D.) is een **plusenergiewijk** die méér energie produceert dan ze zelf nodig heeft.

Met de opbrengst worden de 'commons' gefinancierd.

Plusenergiewijk *Am Schlierberg* (Freiburg, D.)

De huizen in de wijk Am Schlierberg in Freiburg produceren 36 kWh/m².jaar sinds 2005. (bron www.AKBW.de)

Plusenergiewijk
Am Schlierberg (Freiburg, D.) www.rolfdisch.de

Het vingerplan van Kopenhagen (DK)

Finger Plan (Local Plan Office for Greater Copenhagen, 1947)
http://www.pashmina-project.eu/doc/PASHMINA_D2.3.pdf

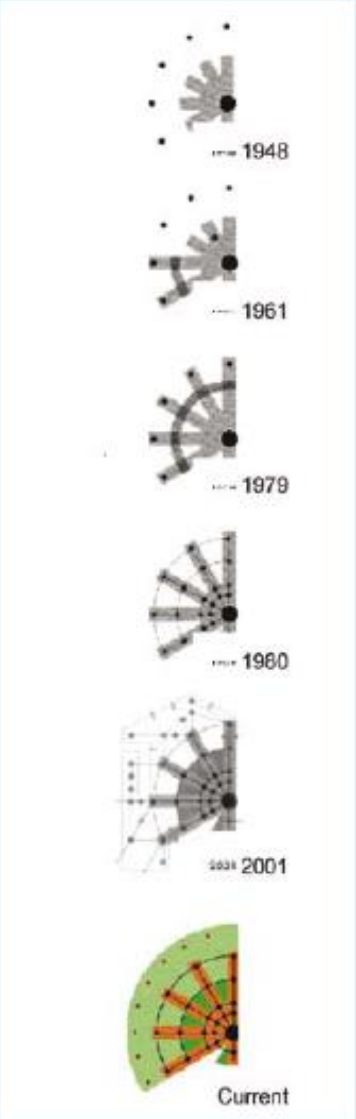


Figure 2. Schematic diagram of the radial development of Greater Copenhagen from 1948 to 2001.

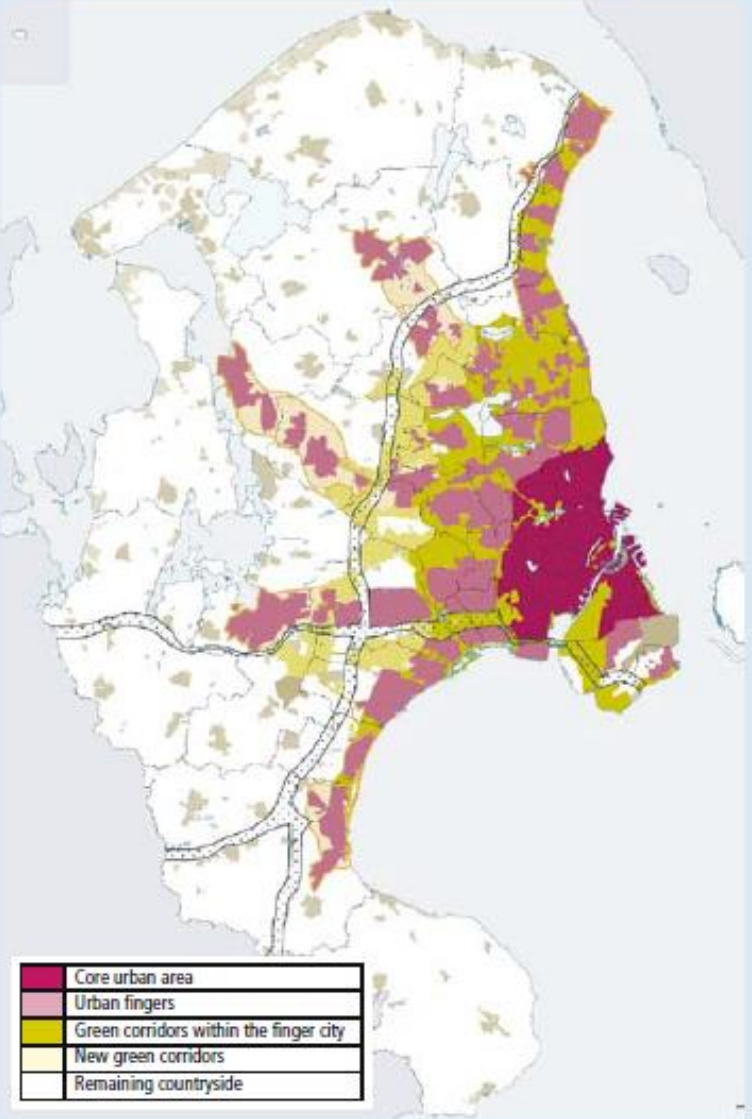


Figure 3.Greater Copenhagen showing the finger-like urban extensions and network of planned green space.

The Finger Plan includes not only the relatively small Municipality of Copenhagen covering the centre part of the city with app. 0.5 mill citizens but in addition take in the Greater Copenhagen Area, and thus also covers 34 adjacent municipalities.

bron: UCD, 2008.

Kopenhagen (DK)

1947 and 2007 Finger Plans

Historically, the Copenhagen suburbs have been developed according to the **Finger Plan** from 1947 which intends for the suburbs to develop as fingers along commuter rail lines separated by green wedges.

Volhoudbare, sociaal-ecologische, klimaatbestendige stedenbouw en ruimtelijke planning

MEER LEZEN ?

ROMBAUT, E. & E. HEUTS. 2010. *'Duurzame Stedenbouw' in woord en beeld. Gids met praktijkvoorbeelden voor de transitie naar een ecopolis*. Boek samengesteld voor VIBE vzw en ABLLO vzw (i.s.m. KaHo Sint-Lieven dep. Sint-Niklaas en het departement voor architectuur en stedenbouw Sint-Lucas Gent/Brussel). Uitgeverij Die Keure 164 pp. ill. D/2010/0147/260 ; ISBN 978 90 4860 734 1.

http://www.abllo.be/sites/default/files/ECOPOLIS_160101/11_Publicaties_en_artikels/2010_Duurzame_Stedenbouw_in_woord_en_beeld_Erik_ROMBAUT.pdf