

De Energieketen

Deel 1

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

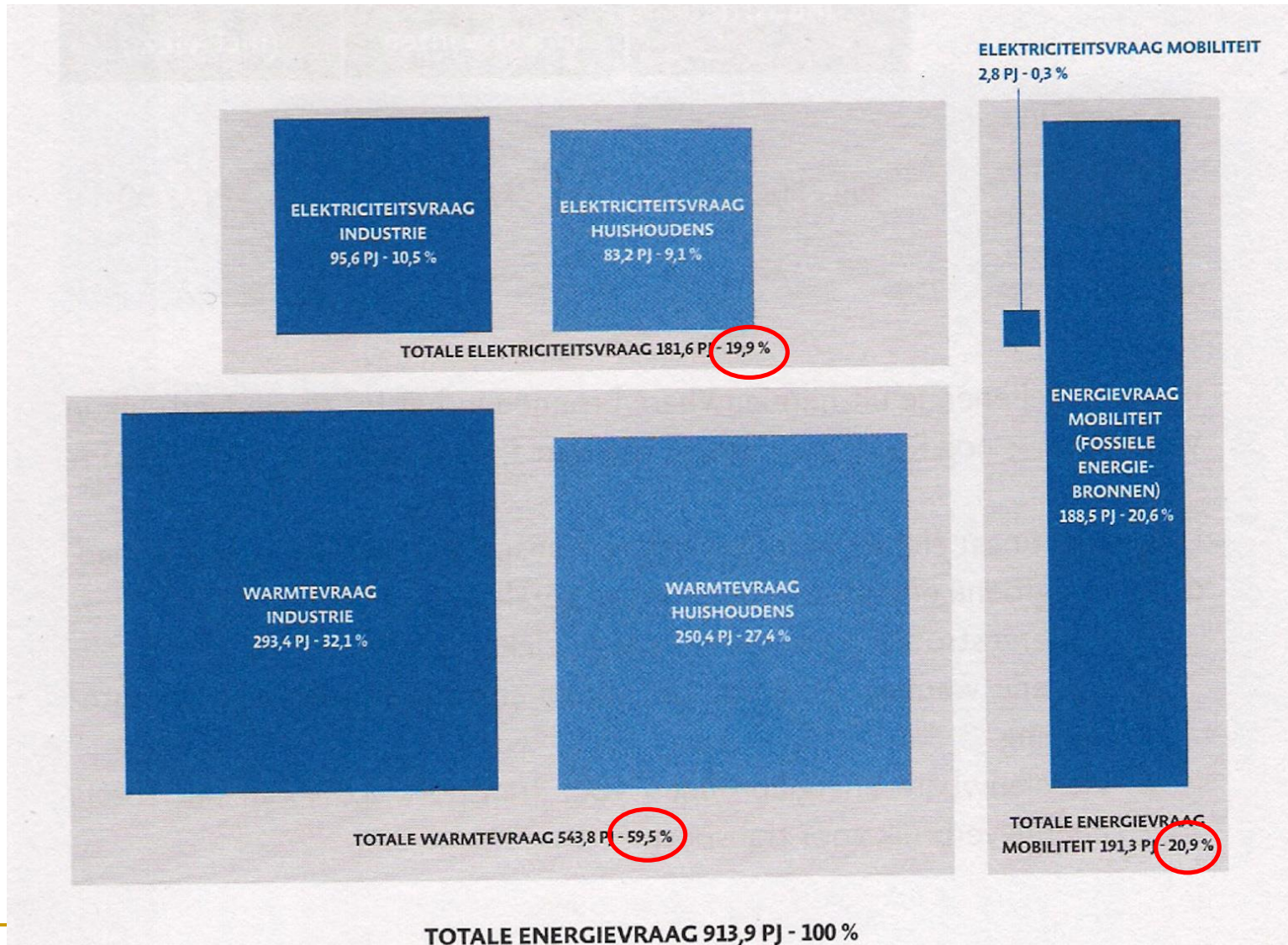
ecopolis



Gent. 15 okt. 2019

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

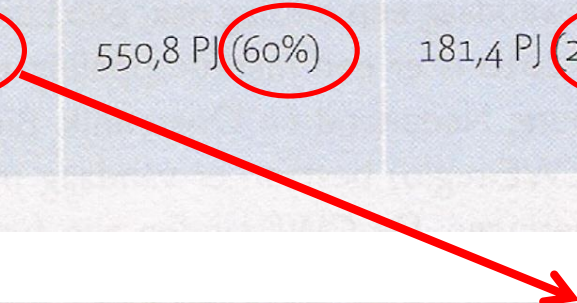
Energieverbruik in Vlaanderen (Turf, J. 2014)



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%)

Vroeger werd energie decentraal opgewekt



Rupelmonde (B)



Watermolens, Windmolens, Getijden, Huisdieren,...



Vandaag wordt energie centraal opgewekt

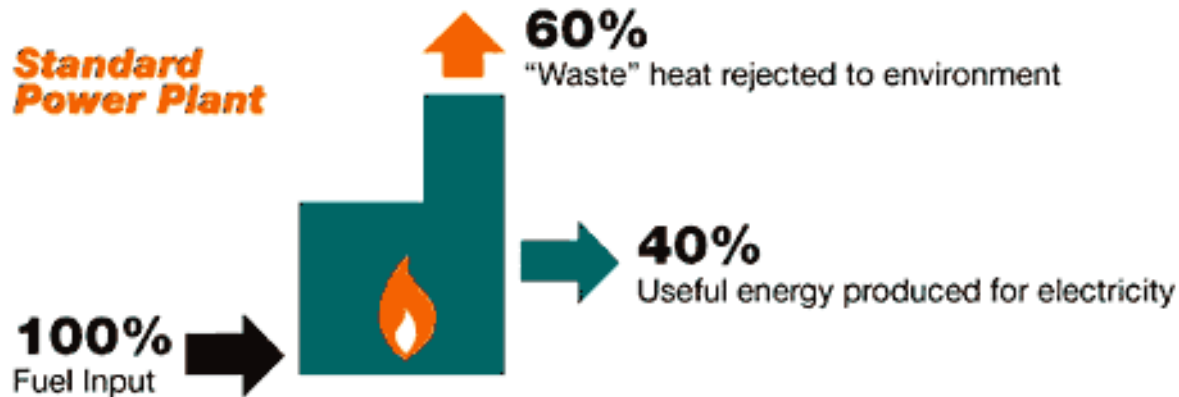
- Transport is noodzakelijk (landschapsaantasting)
- Fossiele bronnen: milieuvervuiling met o.a.: CO_2 , SO_2 , NO_x , ...
- Kernenergie: afval, veiligheid en inertie ?
- Rendementsproblemen: ca 35% à 40% is de gemiddelde efficiëntie bij omzetting primaire energiebron naar elektriciteit (zie les)



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



Energy-Efficiency Comparisons



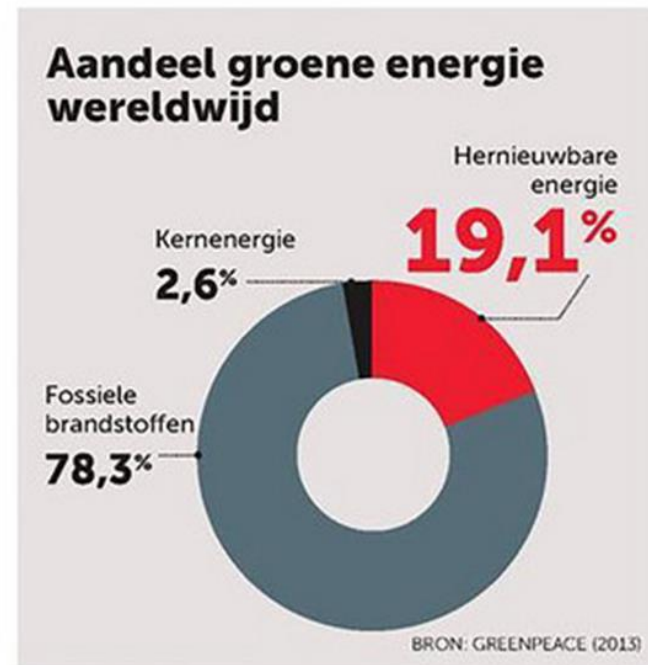
Inertie van Kerncentrales vormt een obstakel voor input groene stroom op het net. Voorbeeld: Spanje

- Op 08/11/2009 produceerde Spanje 50 % van het elektriciteitsverbruik uit windenergie. Tussen 3.20 u en 20.40 u produceerden de Spaanse windgeneratoren samen 11.500 Megawatt elektriciteit, wat overeenkomt met de productie van 11 kernreactoren. Op 24 februari 2010 leverden de Spaanse windturbines zelfs 12.902 megawatt elektriciteit.
- Helaas kon niet al de schone Spaanse windenergie die week gebruikt worden. Kerncentrales leveren constant dezelfde hoeveelheid elektriciteit, dag en nacht. Ze kunnen niet 'zachter' gezet worden. Hierdoor moesten honderden windturbines voor uren stilgelegd worden en ging er zo gedurende verscheidene uren meer dan 800 MW schone windenergie verloren.
- De kerncentrales bleven op maximumcapaciteit draaien. In tegenstelling tot windenergie, en in mindere mate ook gas- en steenkoolcentrales, kunnen kerncentrales niet geregeld worden. Willen we hernieuwbare energie verder kunnen laten groeien, dan staat kernenergie in de weg.
- In Spanje komt 13 % van de elektriciteit vandaag uit hernieuwbare energie. Toevallig is dat de doelstelling die België zich stelt tegen 2020. Ons Belgisch elektriciteitsnet wordt echter dag en nacht 'bezet' door nucleaire energie, die gemiddeld 55 % van de productie inneemt. Door het langer openhouden van onze kerncentrales zullen in de toekomst geregeld windmolens moeten worden stilgelegd. Het alternatief: kerncentrales moduleren, is technisch onmogelijk. Na 2015-2020 zal het langer openhouden van onze nucleaire installaties dan ook de verdere ontwikkeling van hernieuwbare energie helaas afstoppen. (naar BBL, Jan Turf, 2010).

Nog 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>)



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

Figure 5

Total Worldwide Installed Clean Energy Capacity by Sector, 2013 (in GW)

Global clean energy generating capacity surpasses 735 GW

 Wind	307
 Small hydro	196
 Solar	144
 Biomass and waste-to-energy	76
 Geothermal	12
 Marine	0.5
Total	735

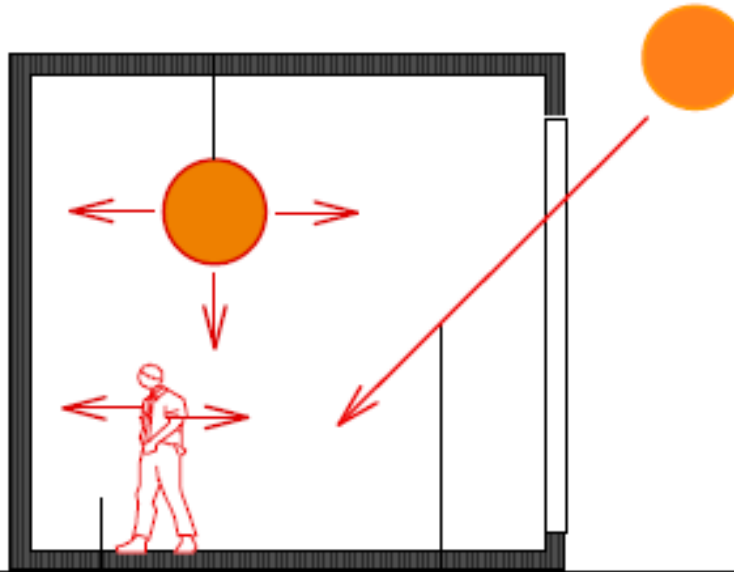
Source: Bloomberg New Energy Finance

© 2014 The Pew Charitable Trusts

Basis is de 'TRIAS ENERGETICA'

- STAP 1: de energievraag dient te worden beperkt, streef naar een **koolstofneutraal ontwerp**.
 - STAP 2: de overblijvende energievraag dient eerst zoveel mogelijk op volhoudbare wijze, groen te worden ingevuld,
 - STAP 3: Zijn groene bronnen onvoldoende voorradig, dan dienen de eindige (fossiele) bronnen zo verstandig en zuinig mogelijk te worden ingezet.
-

STAP 1. Beperk de energievraag: maximaliseer de (passieve) energie winsten.



zonnewinsten
GRATIS ENERGIE
 Q_{zon}

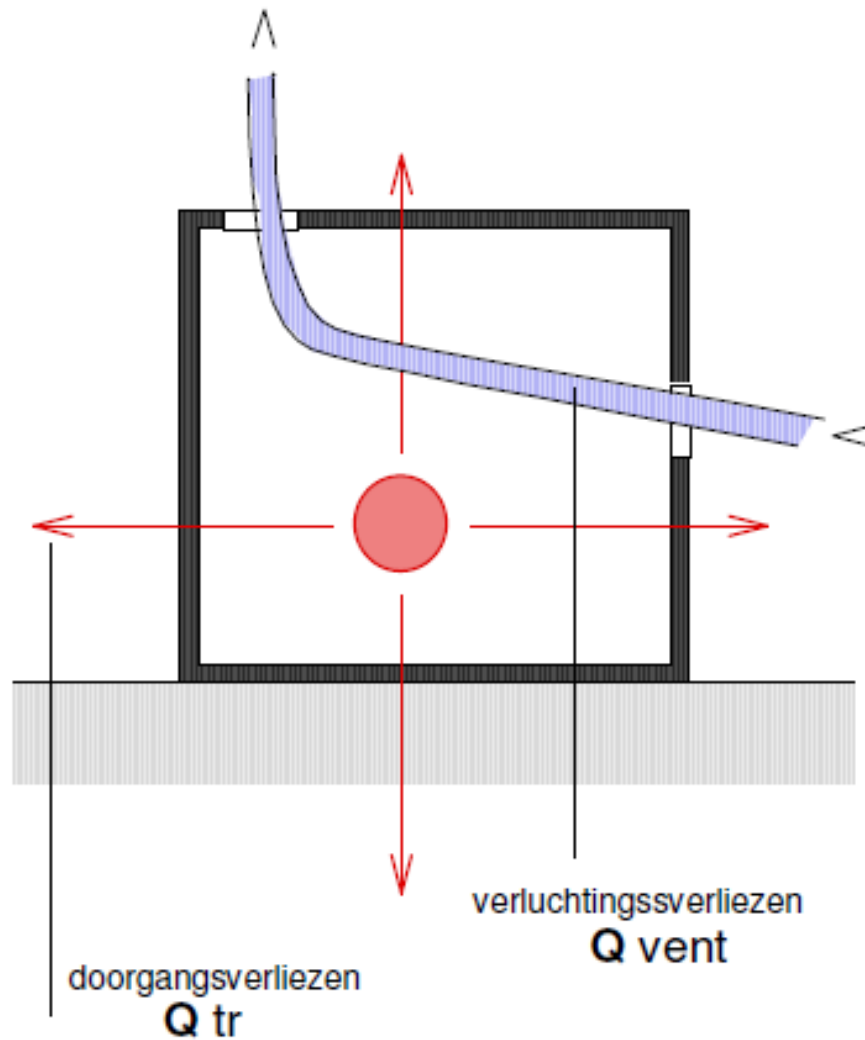
INTERNE winsten
 Q_{gebr}

Eeckhout & Van Den Broeke architecten, 1999



Passiefschool Kleinbettingen (Lux.). Let op voor oververhitting in de zomer (zonwering)

...en minimaliseer de verliezen.



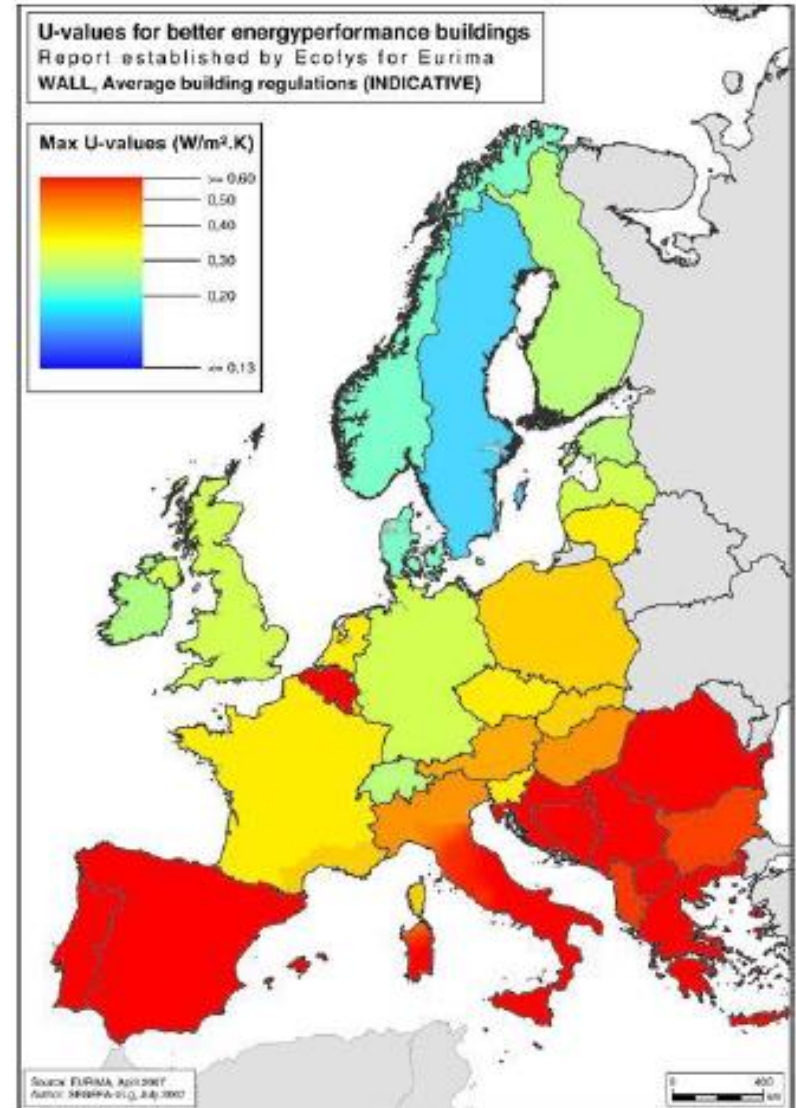
Eeckhout & Van Den Broeke architecten, 1999

**Kwalitatief hoogwaardig bouwen
en comfortabel wonen bij
een zo laag mogelijk gebruik
van energie.
Ofwel Energie-extensivering.**

De isolatiegraad van woningen in België loopt achter op die van andere Europese buurlanden en is vergelijkbaar met landen aan de Middellandse

Règlementation en matière de performances énergétiques de l'enveloppe par pays

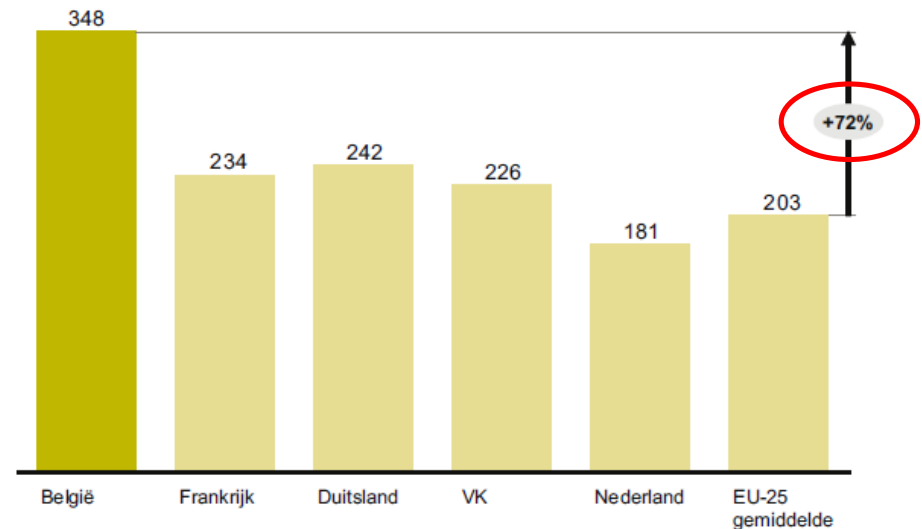
Bron: Ecofys studies for Eurima and SEGEFA-ULg, *U-values for Better Energy Performance Buildings (2007)* .



Het Belgische energieverbruik per m² in residentiële gebouwen ligt >70 procent hoger dan het EU-gemiddelde.

- In 2005 waren de Belgische residentiële en commerciële gebouwen samen verantwoordelijk voor 35 procent van de primaire energievraag (128 miljoen boe(1)).
- Residentiële gebouwen waren goed voor 73 procent van dat cijfer, de commerciële sector voor de rest.
- Binnen de commerciële sector was het verbruik voornamelijk verdeeld over scholen (30 %), ziekenhuizen (30 %) en overheidskantoren (30 %).

Gemiddeld residentieel energieverbruik
kWh/m²/jaar, 2005



(1) 1 Barrel of oil equivalent; 1 boe = 0,136 tonne of oil equivalent (toe) = 6.12 gigajoule (GJ) = 1699,81 kilowattuur (kWh).

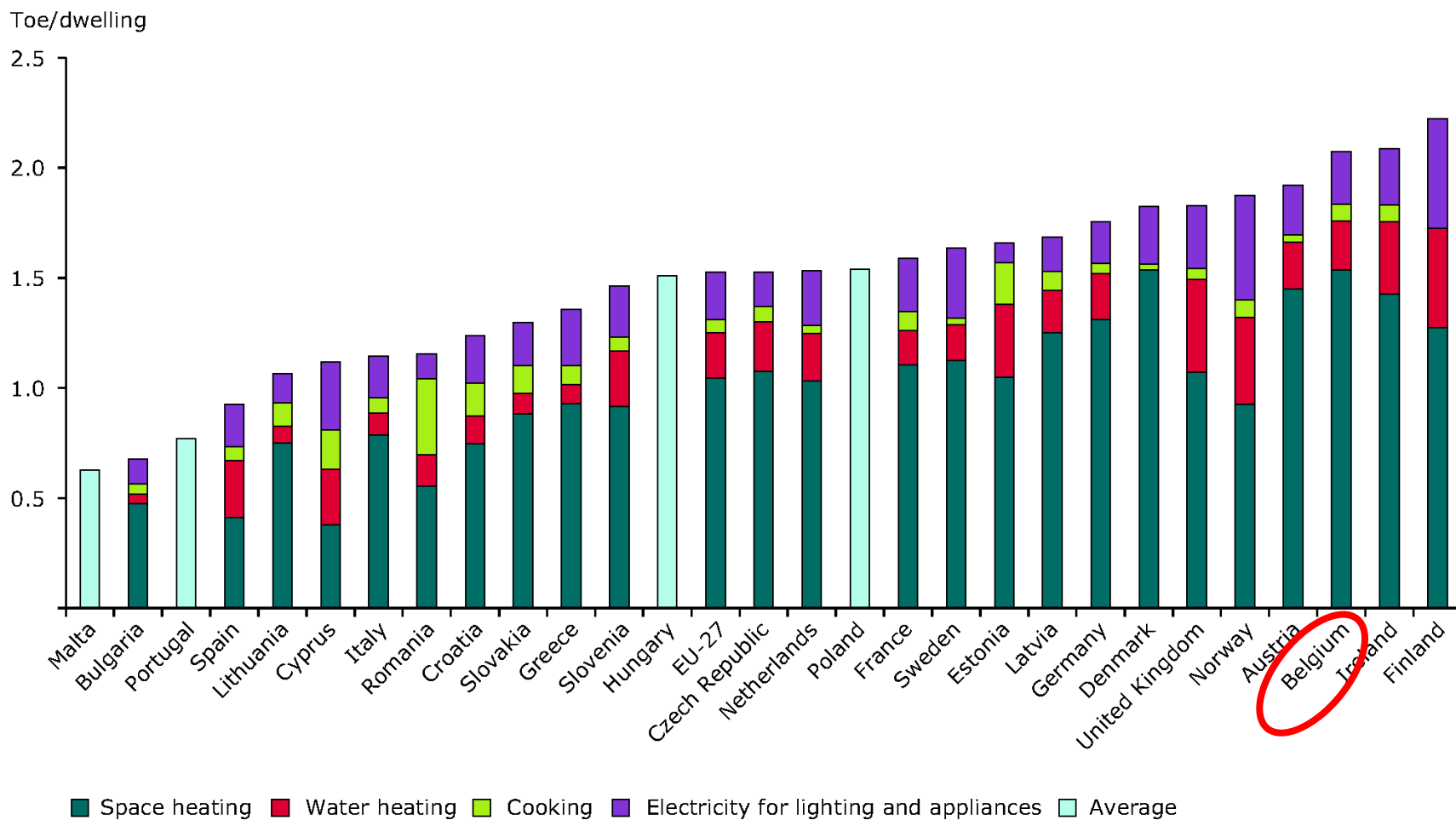
BRON: McKinsey Greenhouse Gas Abatement Cost Curve V2.0; NTUA (PRIMES forecast 2007)

Voor een **gelijke eenheid BNP** heeft België **tot 25% meer energie nodig** (85) dan bijvoorbeeld Duitsland (60). De EU-27 (64) doet het fors (21%) beter dan België.

Energie intensiteit per eenheid BNP van 2006 tot 2012 bij gelijke koopkracht

ktoe\$05p	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Vergelijking % 2012
Wereld	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	100
Europa	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	64
EU-27	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	64
België	0,17	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16	85
Frankrijk	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14	0,13	0,13	70
Duitsland	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	60
Nederland	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	70
Verenigd Koninkrijk	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	52

Het potentieel voor energiebesparing in Belgische woningen is dan ook bijzonder groot.

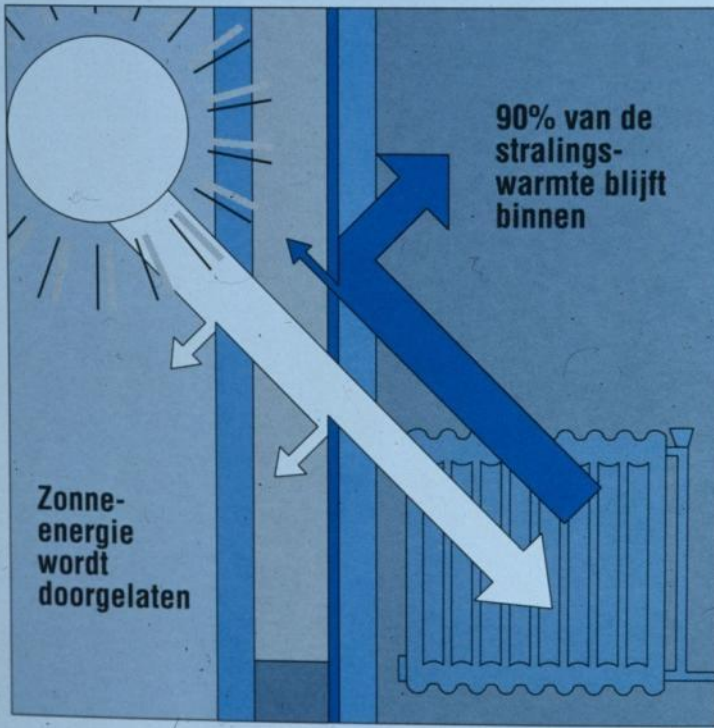


Low Tech maatregelen: beglazing en oriëntatie voor passieve zonnewinsten

van het isolatieglas met ca. 50%

**THERMOLOW-E LAAT DE GRA
ONGEHINDERD BINNEN EN HO**

Warmte-energie kent twee soorten
straling: de kort-golvige warmtestraling
(kort infrarood) en de lang golvige
warmtestraling (lang infrarood).



Belfort-Bethoncourt (F). School

Oriëntatie



Dit natuur educatief centrum heeft een heel open zuidzijde. De noordzijde van het gebouw is gesloten met een vegetatiedak (Oisterwijk, NL).

Beperk de transmissieverliezen: Isoleren.



Materiaal dikte die nodig is om U waarde van $0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ te realiseren.

Foto uit de permanente tentoonstelling over duurzaam bouwen in Kamp C te Westerlo (B).

http://www.provant.be/leefomgeving/duurzaam_bouwen



16 cm rotswol of 18 cm cellulose isolatie isoleert even goed als 3,60 m baksteen en 6,80 m beton.

Houtvezel isolatie scoort beter dan rotswol als het om voorkomen van irritatie (huid, longen, ogen, ...) gaat.



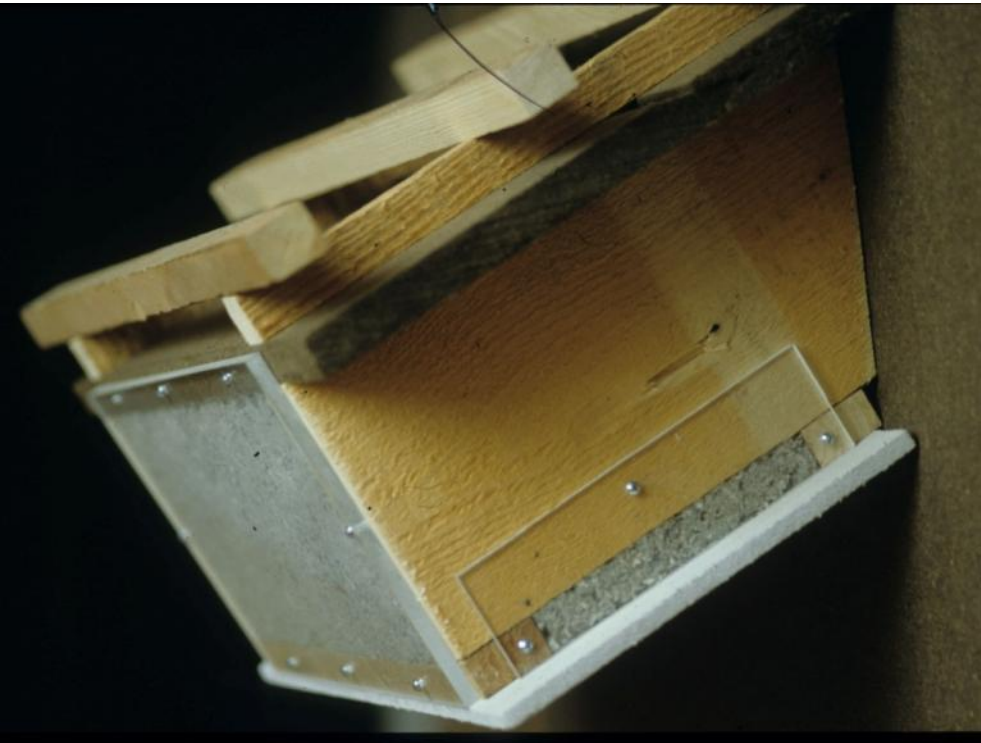
- **PAVAFLEX**
- **Flexible houtvezelisolatie-deken voor isolatie van dak, wand en gevel in nieuwbouw en renovatie**



STEICO
natürlich bauen & wohnen

Pavatex en Steico zijn bekende producenten van houtvezel isolatie

Luchtdicht maar damp-open isoleren kan ook met **cellulose** vlokken gemaakt van 'oud papier'.



Cellulosevlokken worden met brandremmende middelen behandeld en onder druk ingespoten.



Inblazen van papier isolatie bij het bezoekerscentrum de Bourgoyen te Gent (B)



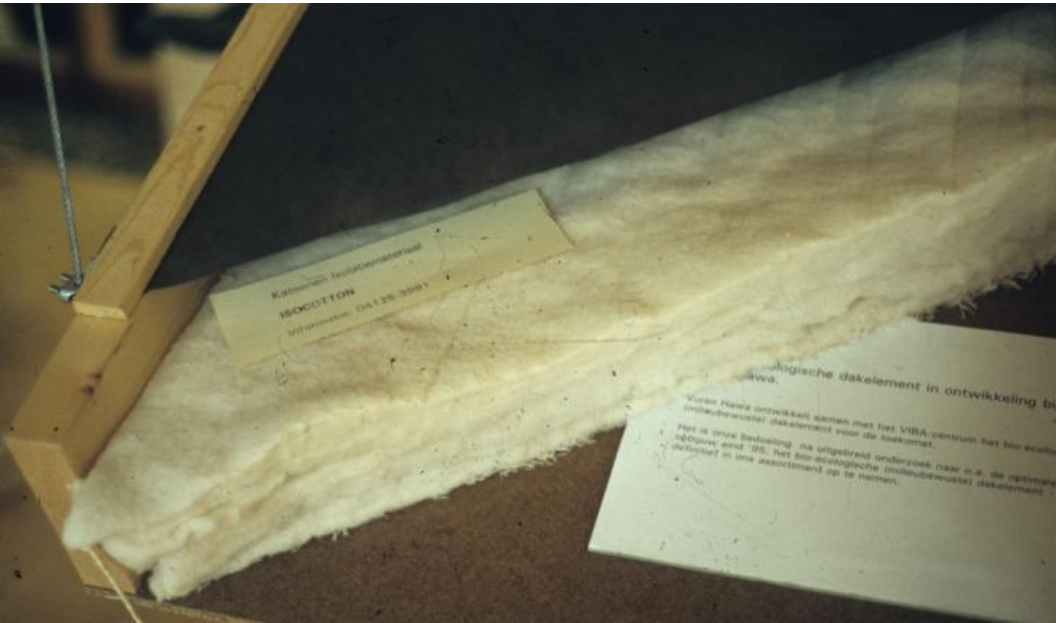
De Isocell fabriek staat in Amel (B, Oostkantons)

Ook in Scandinavië (hier in Denemarken) is de papier isolatie markt erg belangrijk.



De combinatie met houtskeletbouw is goed mogelijk.

Andere bio-ecologische isolatiematerialen: schapenwol en hennep.



Vlas isolatie (*Linum sativum*)



Stroleem isoleert bijzonder goed, dankzij de lucht in de strohalmen



Strolemen woning te Kortrijk Dutsel (B)
(arch. Herman Remes)



Strolemen woning in Wilsele (B) en Keerbergen (B)

Niet te verwarren met *strobalen* bouw,
kent ook een sterke groei.

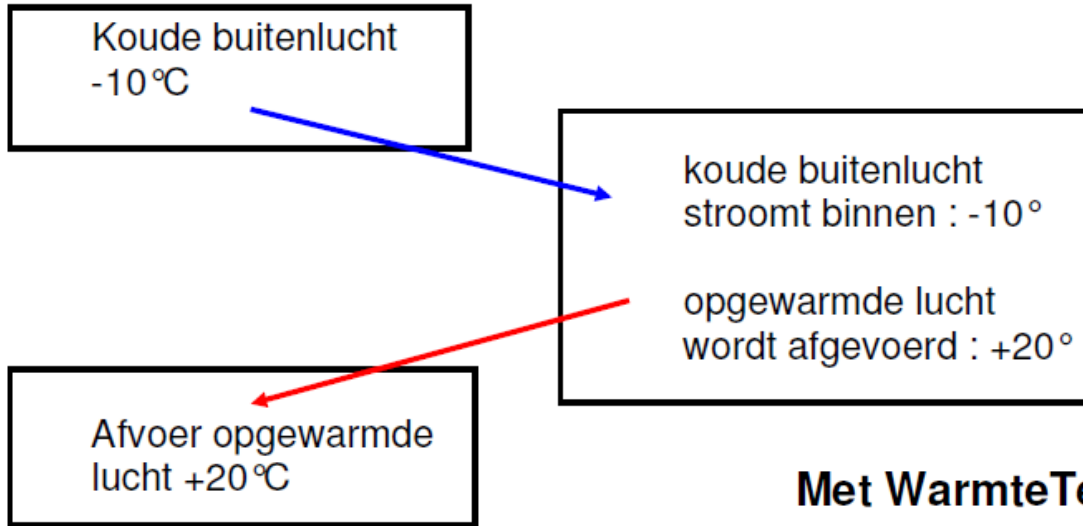
Bouwen met stobalen (zie www.casacalida.be ;
www.strawbale-net.eu)



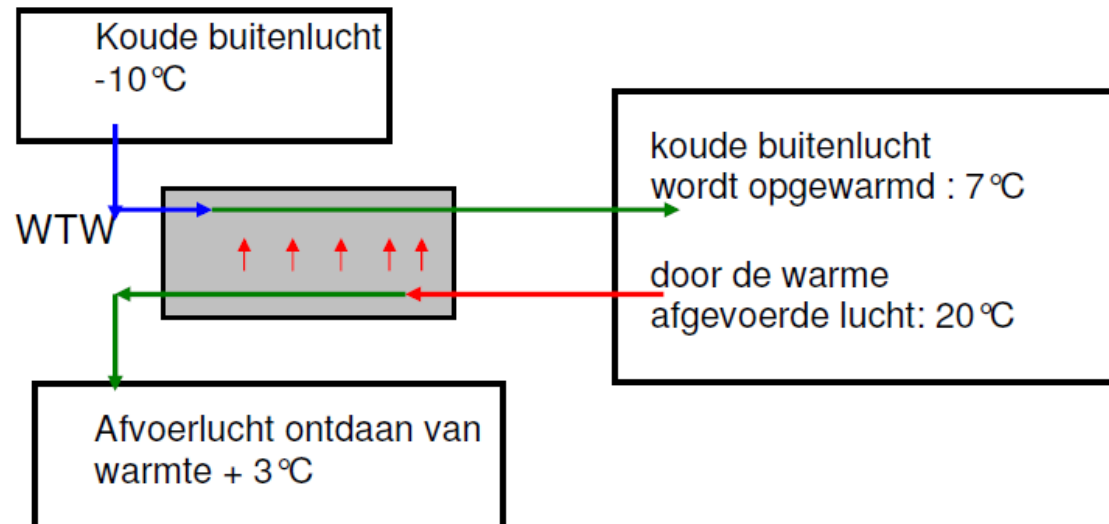


Beperk de ventilatieverliezen. Overweeg mechanische ventilatie met warmte terugwinning (WTW).

Zonder WarmteTerugWinning (WTW):



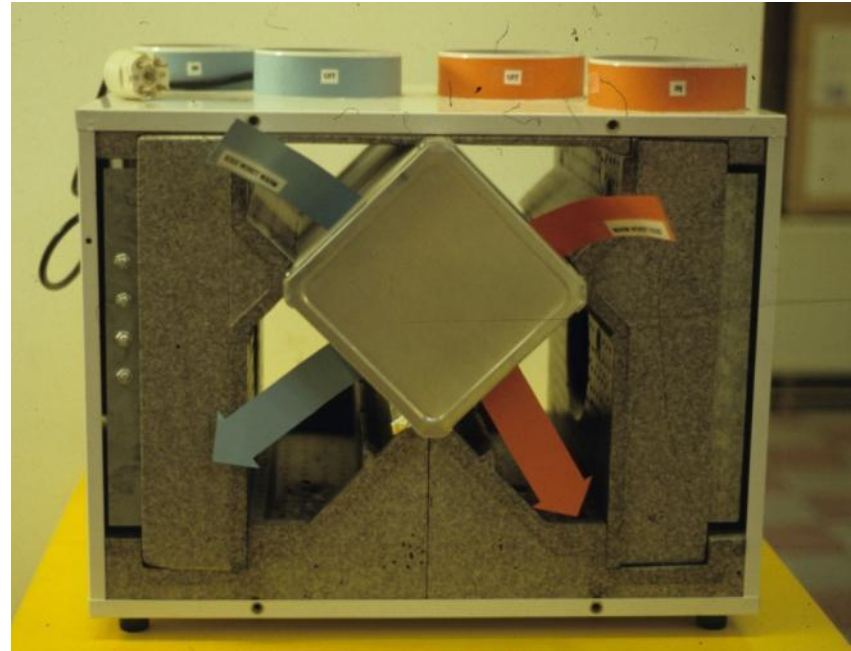
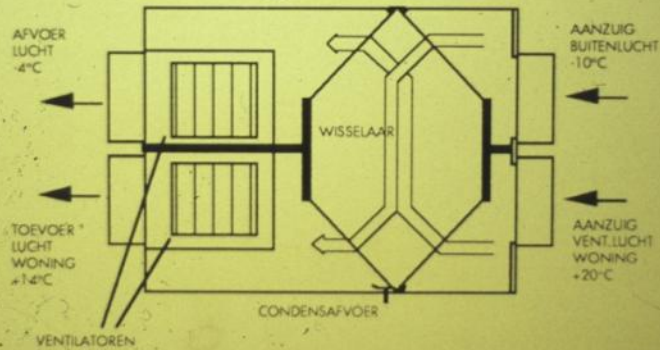
Met WarmteTerugWinning (WTW):



Warmte terugwinunit

Het principe van deze installatie: Twee luchtstromen, afvoer van lucht en aanvoer van lucht, worden door middel van twee ventilatoren over een zogenaamde kruisstroom-tegenstroom wisselaar geleid.

De warmte uit de afgevoerde lucht wordt nu afgegeven aan de wisselaar. De koude toevoerlucht neemt deze warmte op en brengt ze terug in de woning. Er gaat zo min mogelijk warmte naar buiten.



Werking van een Warmte terugwinunit.



Energiezuinig verlichten



www.milieudienst-ijmond.nl



Hoewel verlichting in vele gebouwen een relatief klein aandeel betekent in het totale energieverbruik, zijn spaarlampen en LED verlichting bijzonder interessant.

3 Oktober 2012 - Ikea gaat enkel nog ledlampen verkopen

BRUSSEL - Meubelgigant Ikea gaat vanaf 2016 enkel nog ledverlichting verkopen. De fabrikant stopte vorig jaar al met gloeilampen, en ook halogeenspots en de conventionele spaarlampen verdwijnen dus uit het aanbod.

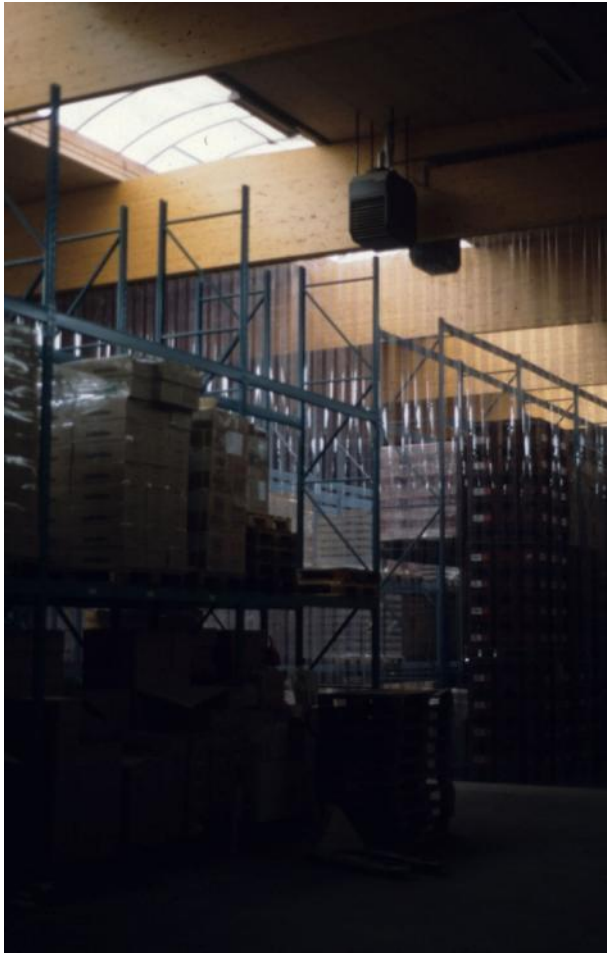


De fabrikant geeft alvast zelf het voorbeeld: de verlichting in alle Ikea-winkels wordt vervangen door ledvarianten, en de 130.000 medewerkers krijgen een ledpeertje mee naar huis om aan de technologie te wennen. (Foto: REUTERS/Bob Strong/ 30-10-2009)

De reden is simpel, zegt Ikea in een persbericht. Ledverlichting verbruikt niet alleen 85 procent minder stroom dan een gloeilamp, ze gaat ook twintig maal zo lang mee. De lampen zijn bovendien veilig, bevatten in tegenstelling tot spaarlampen geen kwik en zijn een godsgeschenk voor designers.

"Led is een verlichtingsrevolutie", zegt [Steve Howard, hoofd duurzaamheid bij Ikea](#). "Nu de stroomrekening van gezinnen blijft stijgen en de wereldwijde stroomvraag toeneemt, kunnen de kleine ledlampjes een grote impact hebben. Ze verbruiken minder stroom en bieden veel mogelijkheden."

Kunstverlichting is overbodig als verstandig wordt
ontworpen met **daglicht**.



Gent (B): oxfam wereldwinkel

Vlaanderen bij nacht.

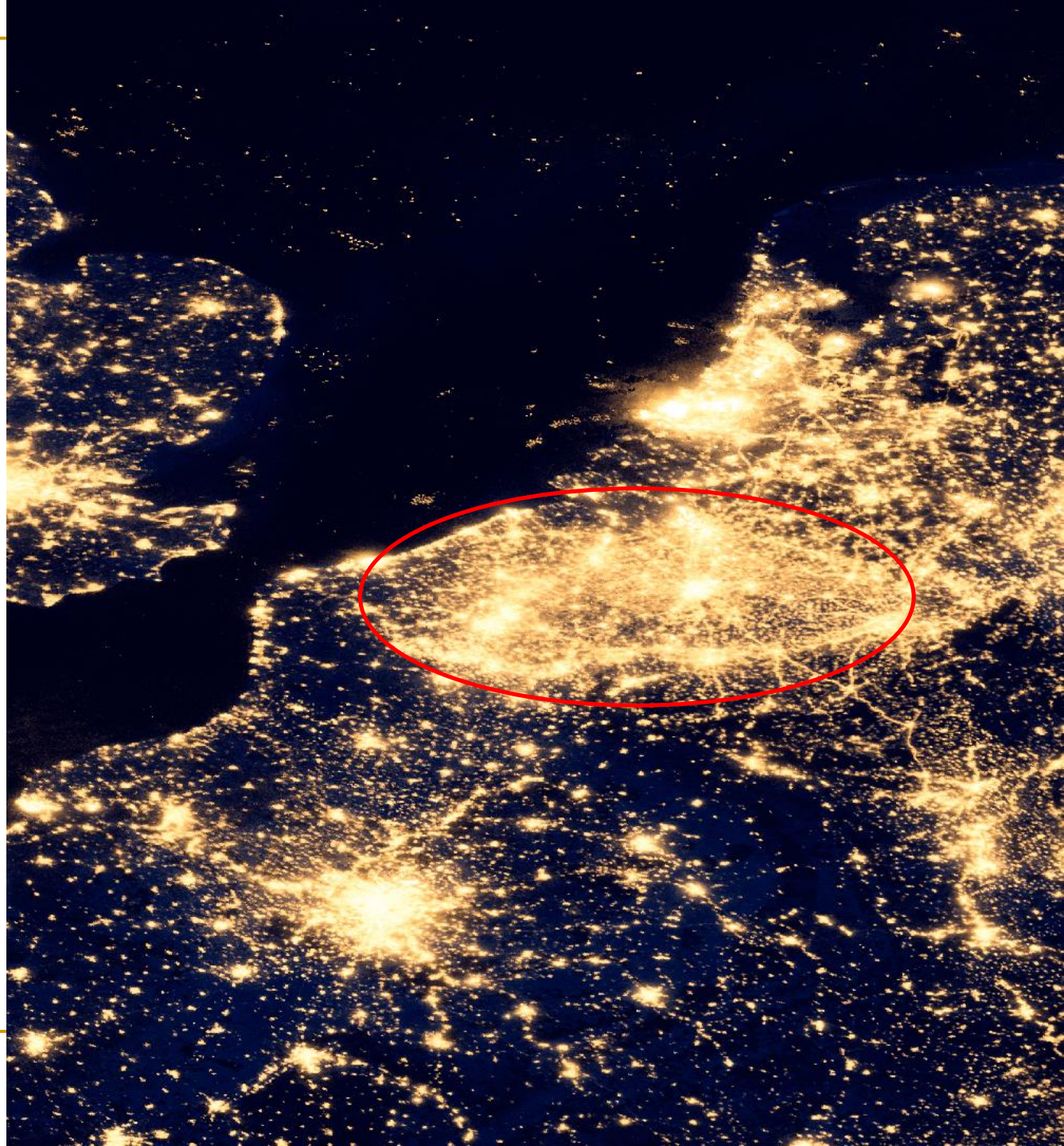


+/- 300 km

Als iedereen, overal chaotisch woont en iedereen wil daarbij ook verlichting....

Vermogen openbare verlichting België:
255 MW (!!!)

<https://www.demorgen.be/opinie/5-onmiddellijk-toe-te-passen-ideeen-die-ons-meer-dan-1-000-mw-opleveren-b2a8d540/>



Beperk de buitenverlichting en gebruik gepaste LED armaturen die lichtverstrooiing tegen gaan.

Duurzame LED verlichting



design LED lampen voor buiten, LED armatuur voor buiten met bewegingsmelder



<http://www.elektrozone.be/ez/artikeldetail.php?artid=4902>



<http://dennisstraat.punt.nl/?r=1&id=520038>

<http://www.solar-constructions.com/wordpress/solar-led-parkverlichting/>

De stad **Mechelen**, in samenwerking met Philips, is begonnen met de verLEDting van haar hele stedelijke openbare verlichting. Deze korte reportage (5 minuten) van kanaal Z (die start na 1 minuut inleiding over i-cleantech Vlaanderen) geeft meer info en duiding. <http://kanaalz.knack.be/ondernemen/z-cleantech/> herfst 2014.

Intelligente openbare LEDverlichting in Eeklo (B)

- 25/11/2014
- **Na Sint-Genesius-Rode en Deinze schakelde Eeklo ook over op intelligente straatverlichting volgens het principe van 'licht op aanvraag'.**
- Straatverlichting die automatisch feller brandt zodra er wandelaars, fietsers of wagens voorbijkomen en die dimt als niemand zich in de buurt bevindt. Dat is 'licht op aanvraag'. Sinds kort beschikt de stad Eeklo over Philips' intelligente LED-verlichting waardoor tot 80% kan bespaard worden op het energieverbruik.

De stad gebruikt deze techniek op twee locaties: Het fietspad van aan de Oude Gentweg tot de Dam (langsheen het spoor), en de Sogetawijk. De toepassing in een woonwijk is een absolute primeur.

Dit project is tot stand gekomen in het kader van verschillende proefprojecten dat Eandis opstart voor het testen van diverse intelligente openbare verlichting over heel Vlaanderen waarvan Eeklo uitgekozen is als proefsité voor openbare verlichting in een verkaveling en langs een fietspad.

Na de evaluatie van de resultaten wordt beslist of deze systemen zullen aangeboden worden aan de gemeentesturen en opgenomen worden in het openbare verlichtingsaanbod van Eandis.(foto: Philips)



http://www.engineeringnet.be/belgie/detail_belgie.asp?Id=13501&category=nieuws&titel=Intelligente%20straatverlichting%20in%20Eeklo%20%28+video%29

http://www.newscenter.philips.com/be_nl/standard/about/news/persberichten/verlichting/2014/20141121-eeklo-kiest-voor-intelligente-straatverlichting-van-philips-in-samenwerking-met-eandis.wpd#.VLY6bdKG_To

Een energiezuinig voorbeeld: Oxfam wereldwinkel. Nationaal secretariaat Gent (B).



Zuidzijde met glazen gevel

Zonering: zuiden (bureel) noorden (koele opslag).

Oxfam wereldwinkel Gent



Hemelwater infiltratie

Daglicht toetreding

Het Oxfam wereldwinkel gebouw in Gent doorgerekend met GreenCalc ®.




**Oxfam Gebouw
Gent**

Kantoor en magazijn. Het grote magazijn verticaart de lage bezettingsgraad maar ook de lage automatiseringsgraad. Project heeft een eigen windmolen. Regenwater wordt gebruikt voor toiletspoeling en besproeiing.

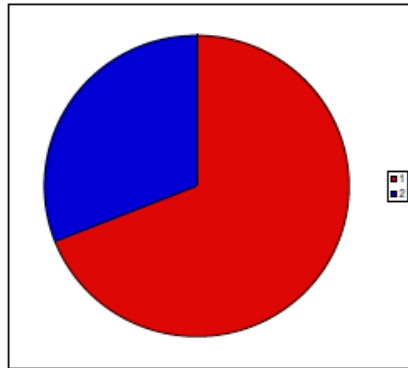
m2 bvo	2.358
fte's gebruiker	75
fte's standaard	84
groene stroom	100%
PV-cellen	nee
warmtepomp	nee

Milieu Index Gebouw		MIG
nauwkeurigheid oplevering	± 10% 1998	217
minder milieubelastend		
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
meer milieubelastend		
Milieu Index Bedrijfsvoering	MIB 326	
materiaal		A3C0D1G
energie		A1B000G
water		A0000G

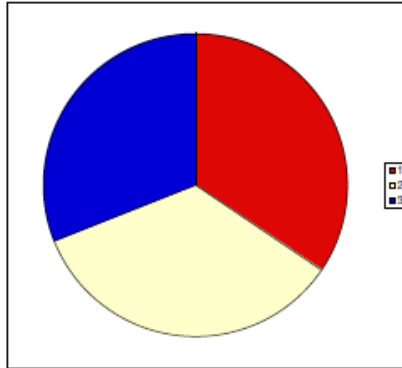
Vergelijking tussen een K55 en een K30 gebouw met WTW (zoals het Oxfam gebouw)

© Eeckhout & Van Den Broeke architecten, 1999

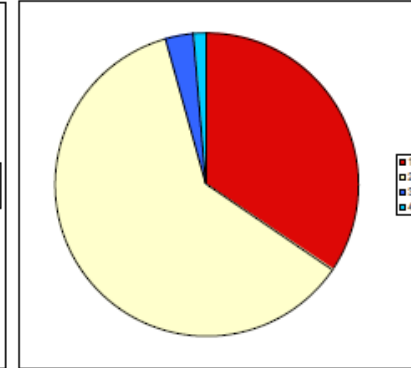
K 55



K 30



K 30 + WTW



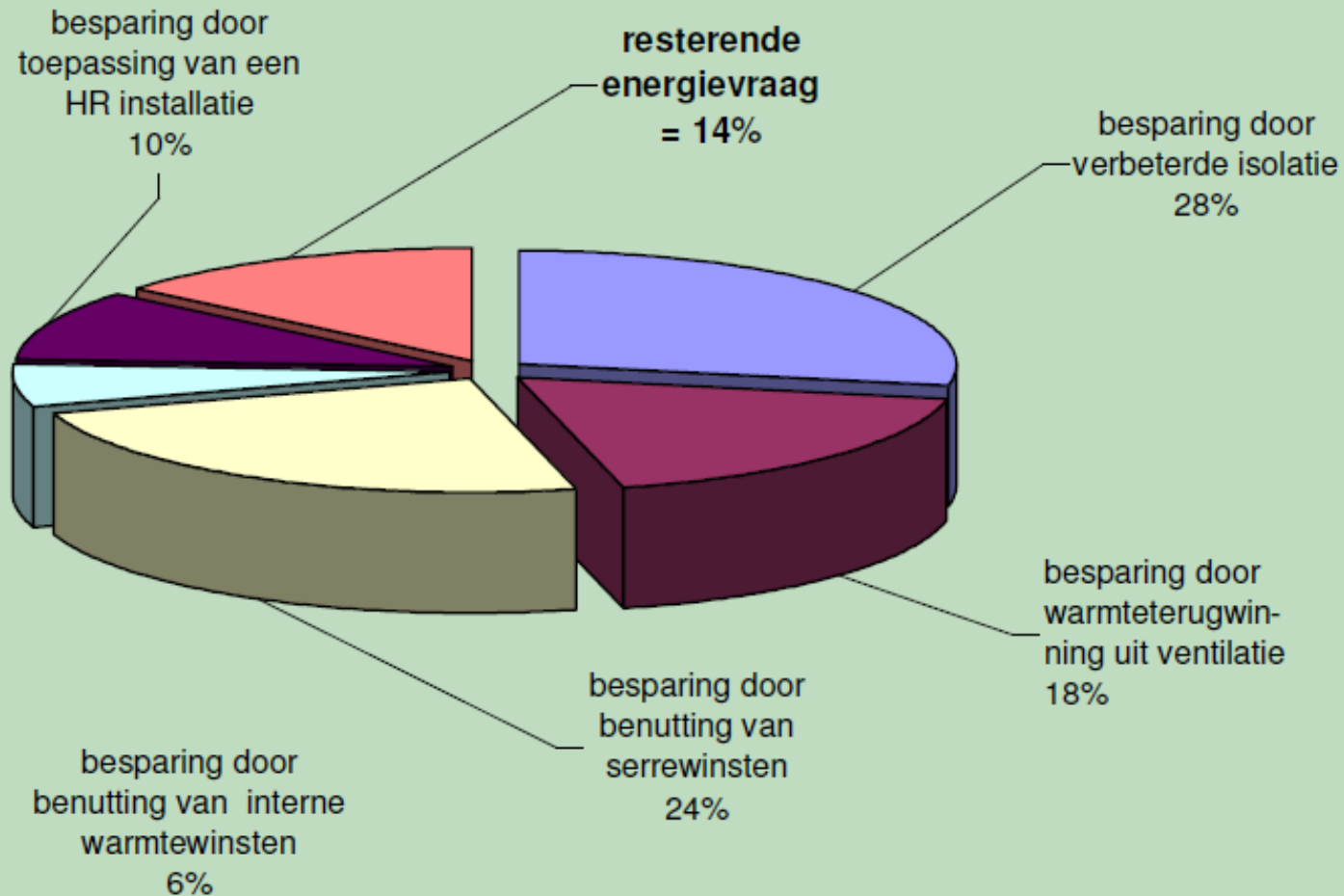
rood: energie verlies doorgangsverliezen (isolatie)

blauw: verluchtungsverliezen

lichtblauw: energieverbruik van de WTW zelf

geel: energiebesparing

ENERGIEVERBRUIK VOOR VERWARMING KANTOORGEBOUW OXFAM WW tov vergelijkbaar "K 55" gebouw



Terminologie.

- De **gemiddelde Vlaamse woning** verbruikt meer dan 250 kWh/m².jaar
 - De **gemiddelde Vlaamse nieuwgebouwde woning** gebruikt rond de 150 kWh/m².jaar
 - **Laag-energie-huis** : minder dan 100 kWh/m².jaar.
 - De term **Passiefhuis** verwijst naar een constructiestandaard: Passiefhuizen hebben een comfortabel binnenklimaat in winter en zomer zonder conventionele verwarming noch koelingssysteem. Deze standaard kan bereikt worden met een verscheidenheid aan technologieën, ontwerpen en materialen. Passiefhuizen hebben een brutoverbruik voor ruimteverwarming < 15 kWh/m².jaar en een totaal energieverbruik voor ruimteverwarming, sanitair warm water en elektrische apparaten < 42 kWh/m².jaar .
 - **Zero-energie-huis**: volledig zelfvoorzienend
 - **Plus-energie-huis**: levert meer energie op dan wordt verbruikt. (v.b. www.rolfdisch.de)
-

Conclusie.

- Beperk **eerst** de energievraag van het gebouw en de buitenruimte, door een slim liefst koolstofneutraal ontwerp.
 - Ga **pas daarna** na hoe de *resterende* energievraag met behulp van groene bronnen kan worden ingevuld.
 - **Overheidssubsidies** dienen dus in de eerste plaats de energievraag terug te schroeven (isoleren, ...). Pas dan is subsidie van de groene energie zelf aan de orde.
-

STAP 2. Zet groene energie in voor de resterende energievraag.

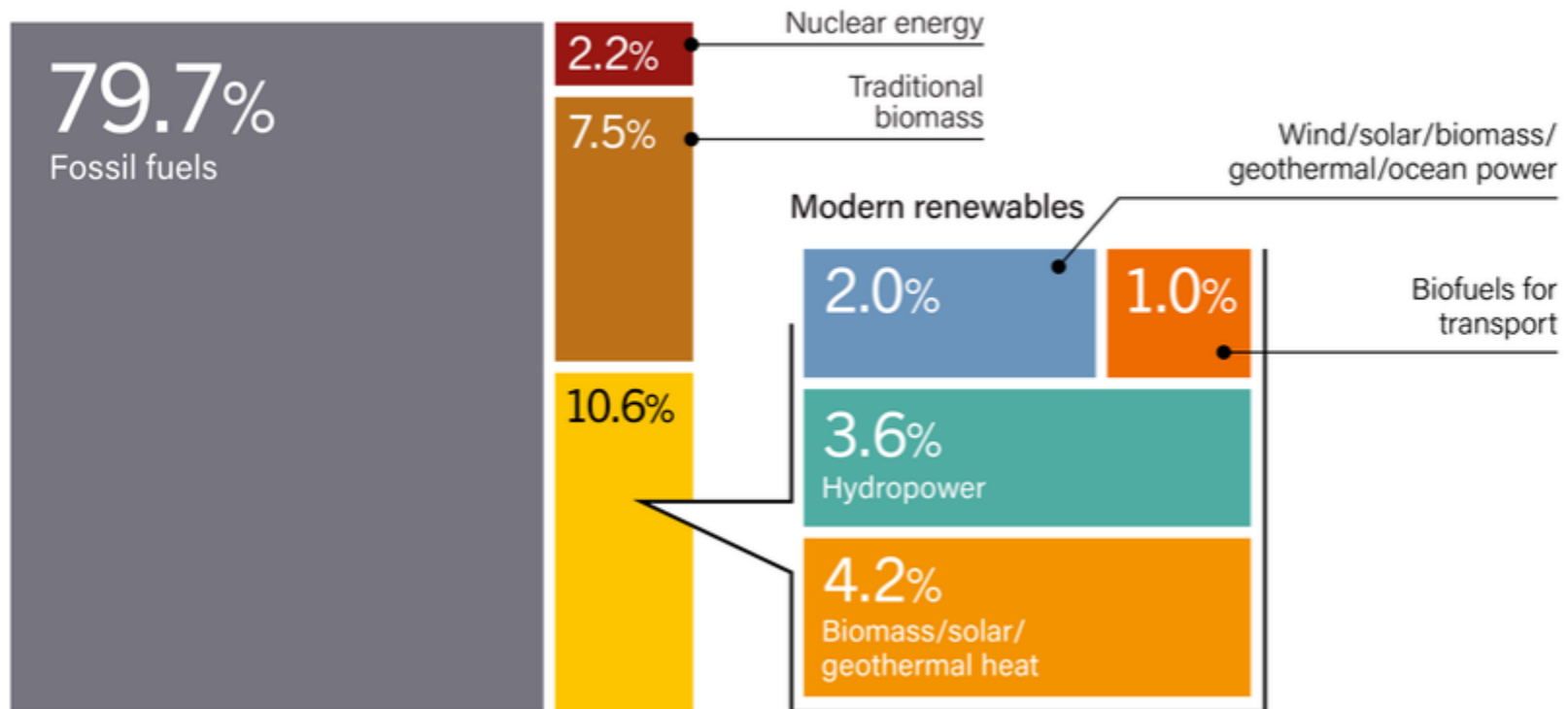
Een MIX van

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

Tijdelijk ondersteund met flexibele (aardgas)centrales

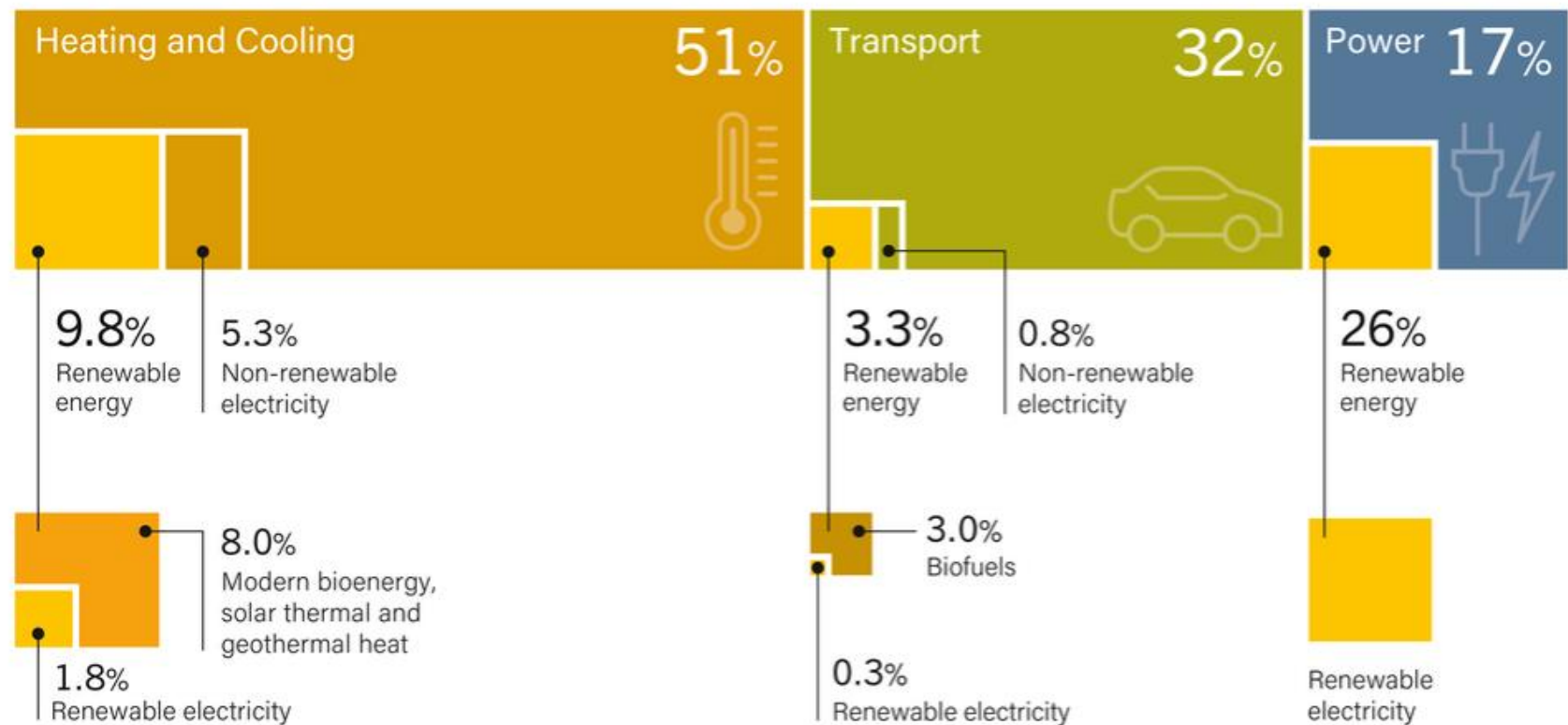
Aandeel hernieuwbare energie (18,1%), fossiele energie (79,7 %) en kernenergie (2,2 %), wereldwijd (2017)

Estimated Renewable Share of Total Final Energy Consumption, 2017



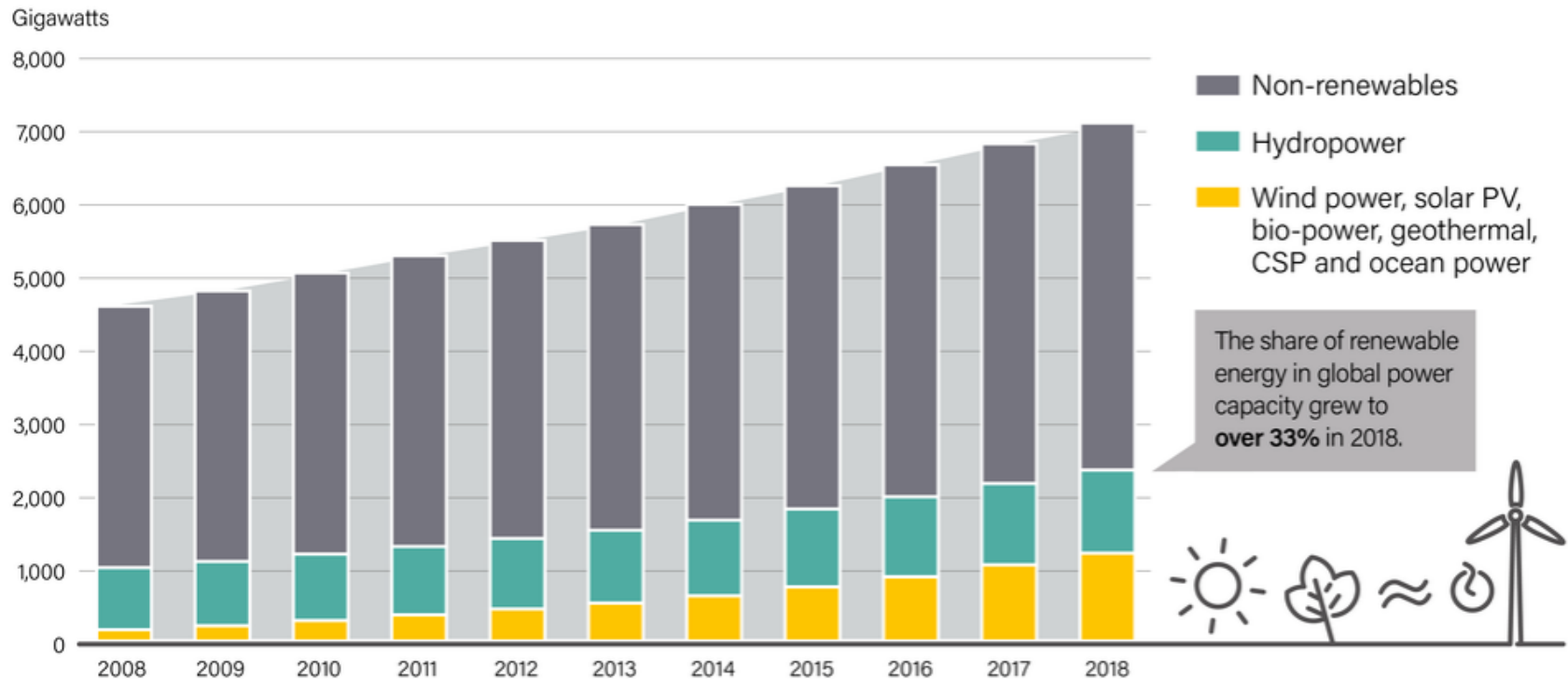
Opnieuw blijkt dat de éézijdige aandacht op het vergroenen van elektriciteitsproductie slechts te maken heeft met 17% van de wereldwijde energieconsumptie. Transport (32%) en verwarmen/koelen (51%) zijn veel belangrijker

Renewable Energy in Total Final Energy Consumption, by Sector, 2016



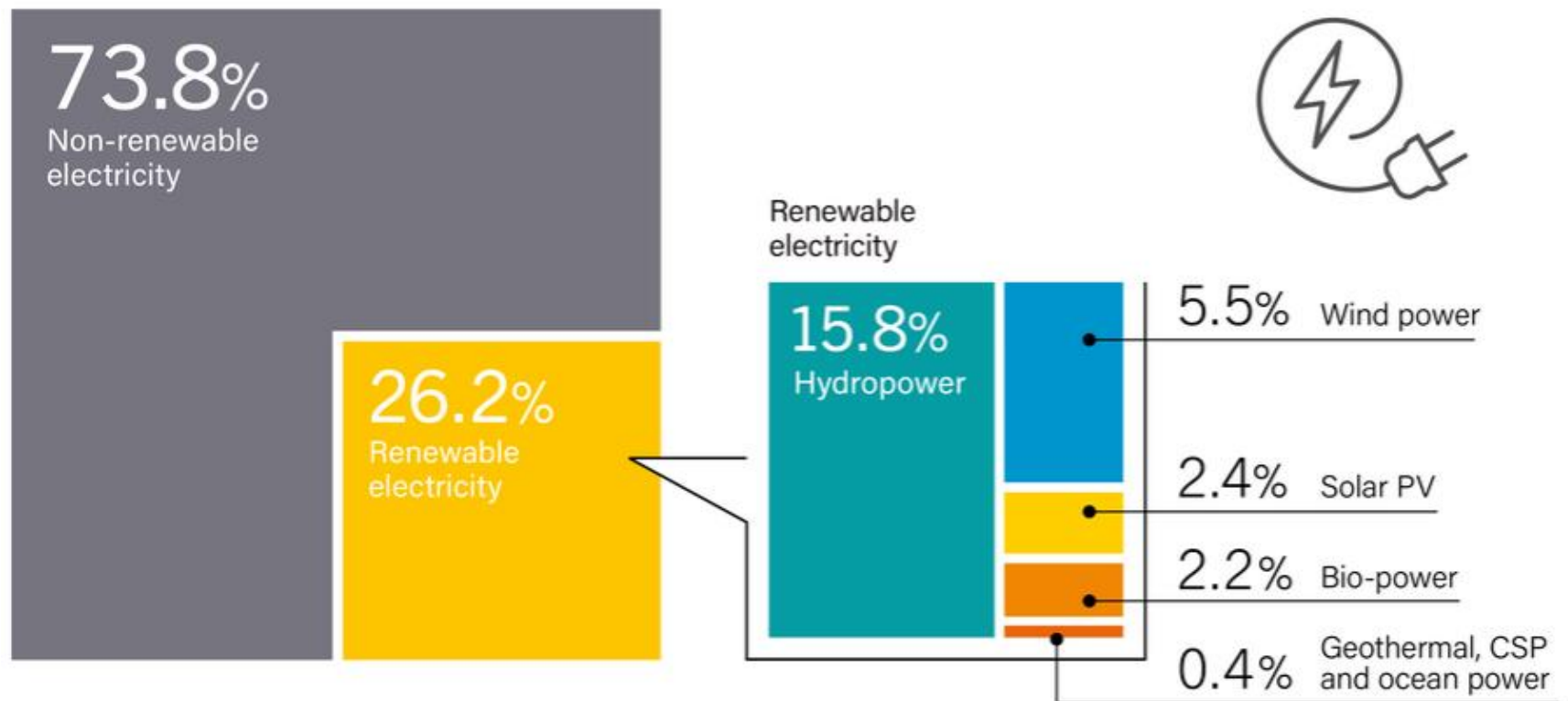
Beperken we ons tot de wereldwijde stroomproductie blijkt ongeveer 33% daarvan groene capaciteit te zijn. Die leverde ca 26,2 % van de elektriciteitsproductie op (zie volgende dia)

Global Power Generating Capacity, by Source, 2008-2018



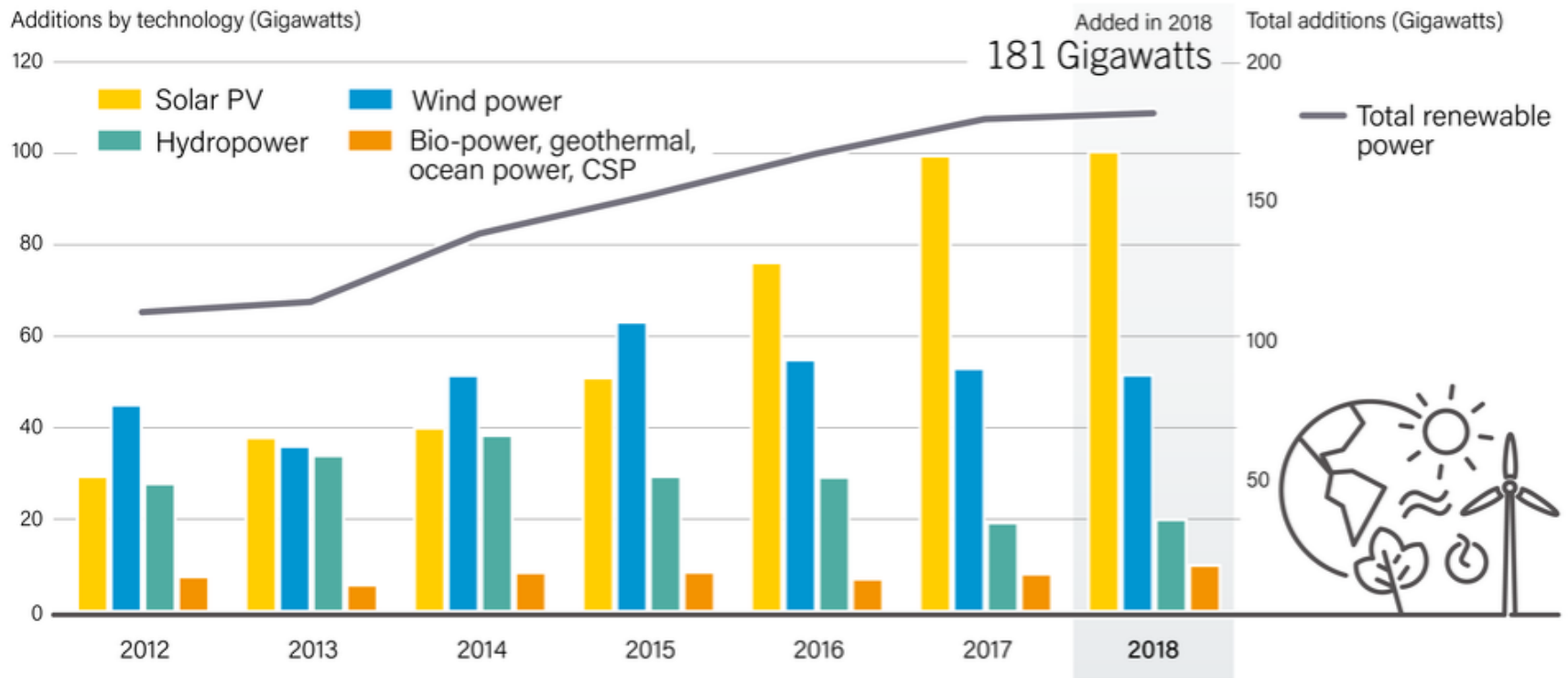
Wereldwijde elektriciteit productie (2018)

Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2018



Jaarlijkse groei hernieuwbare elektriciteit, wereldwijd

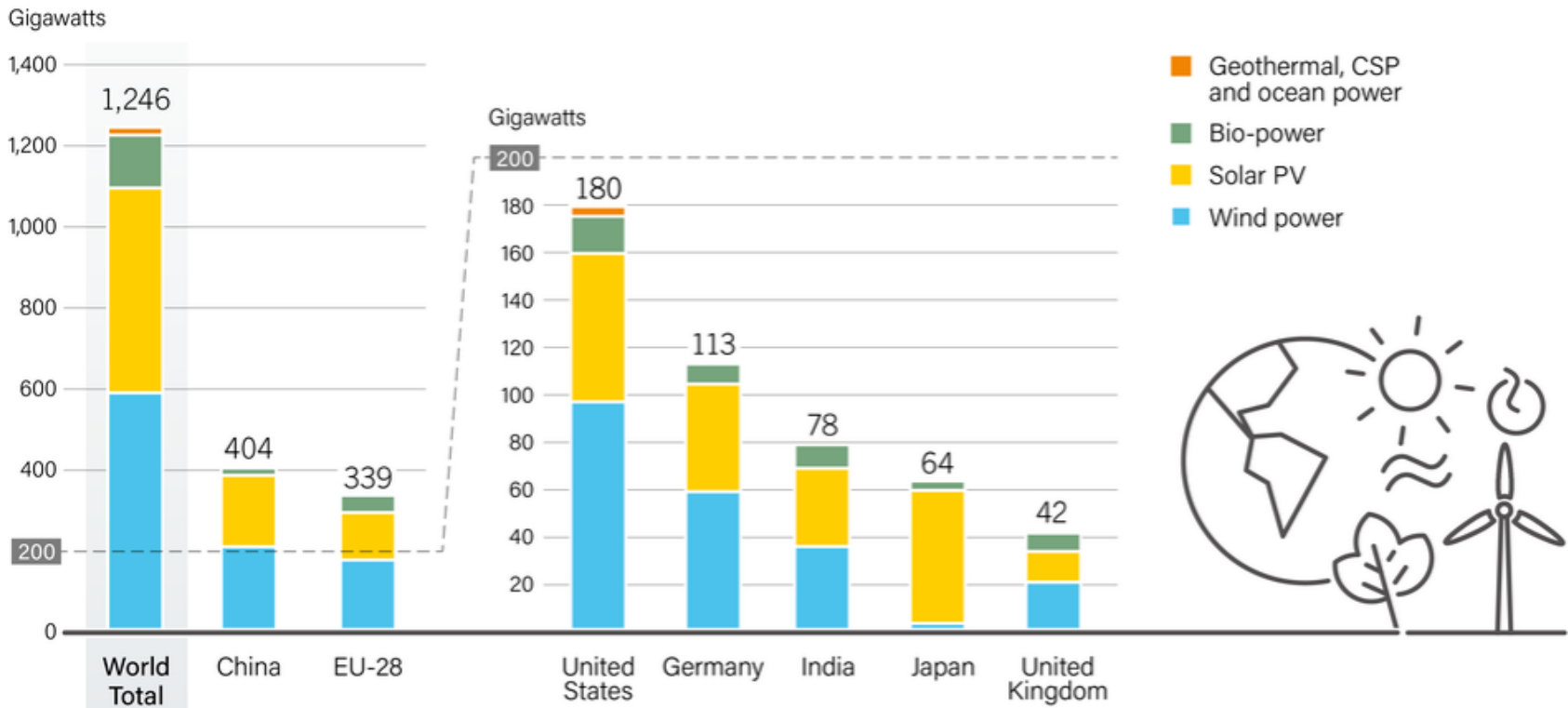
Annual Additions of Renewable Power Capacity, by Technology and Total, 2012-2018



Note: Solar PV capacity data are provided in direct current (DC).

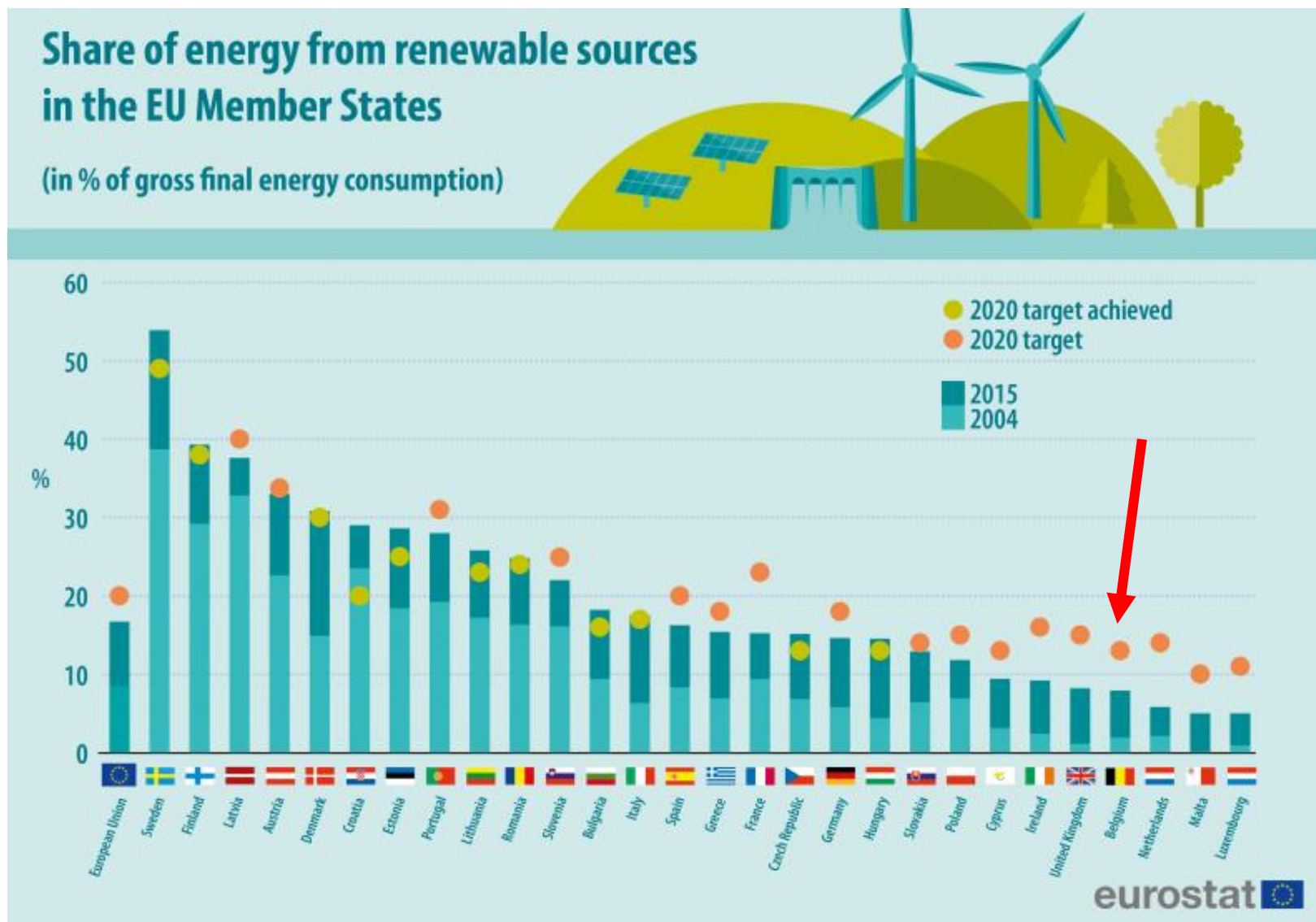
Hernieuwbare elektriciteitsproductie capaciteit (2018)

Renewable Power Capacities in World, EU-28 and Top 6 Countries, 2018



Note: Not including hydropower.

Aandeel hernieuwbare energie in de EU-28.



Merk op dat de landen met groene cirkel, nu al hun 2020 doelstelling haalden

Wereldwijd 11 miljoen jobs in de hernieuwbare energie sector (2018)



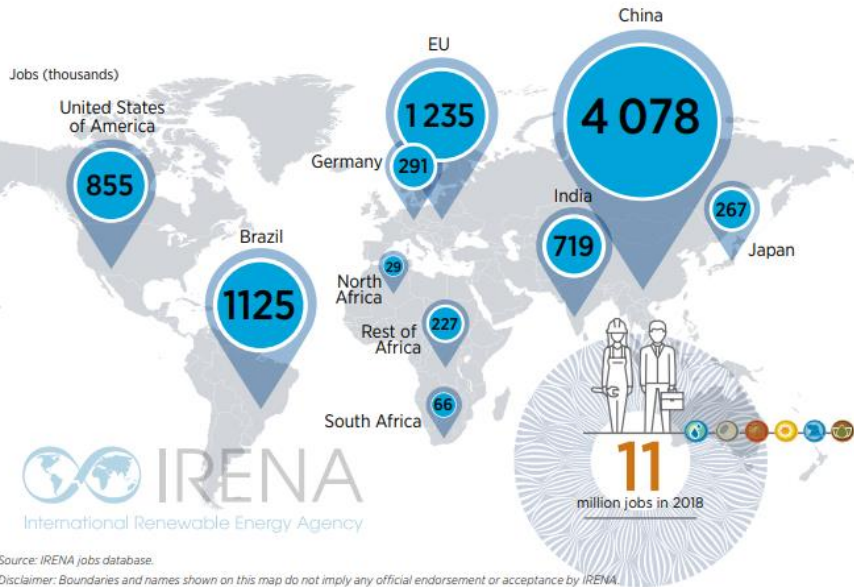
a. Includes liquid biofuels, solid biomass and biogas.

b. Other technologies include geothermal energy, concentrated solar power, heat pumps (ground-based), municipal and industrial waste, and ocean energy.

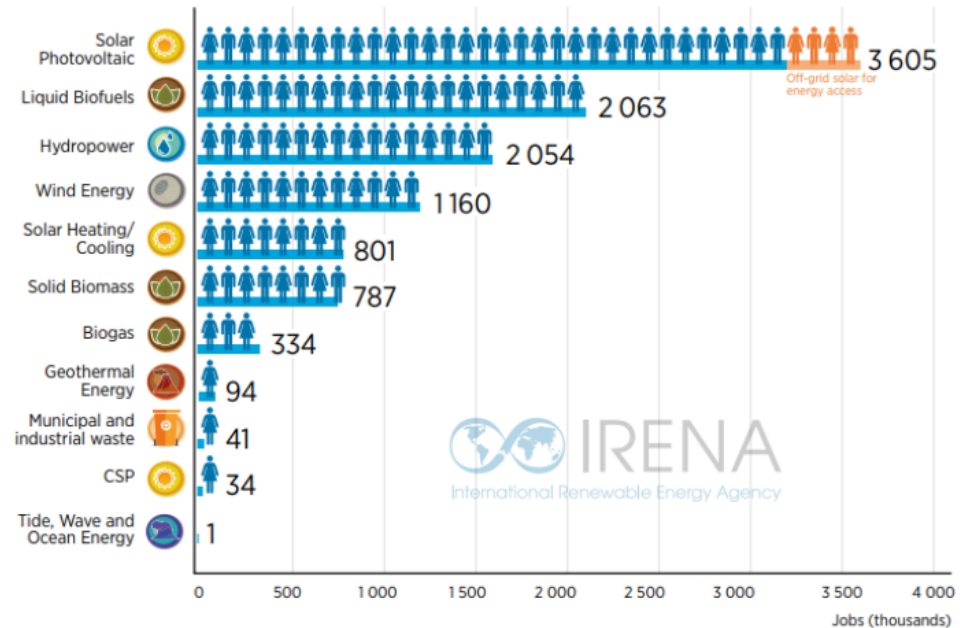
Source: IRENA jobs database.

Note: Except for hydropower where a revised methodology led to revisions of job estimates, numbers shown in this figure reflect those reported in past editions of the Annual Review.

Groei jobs in hernieuwbare energie is nu sneller dan in niet-hernieuwbare fossiele/kern energie (2018)



2018



Source: IRENA jobs database.

Note: Another 7 600 jobs, not shown separately here, cannot readily be broken down by individual renewable energy technology.

<https://www.irena.org/benefits/Job-Creation>

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-05-25/clean-energy-jobs-surpass-oil-drilling-for-first-time-in-u-s>

1. Zonenergie.

- **Zonneconstante: $21 \cdot 10^{20}$ kJ / jaar**

0,01 % van de zonneconstante dekt de huidige wereldvraag naar energie (in ca 60 minuten !)

Zelfs in Vlaanderen is de input zonenergie 50 keer groter dan de huidige energiebehoefte.

- **Techniek:**

Zonneboiler (warm water) + Aquifer (grondwateropslag)
fotovoltaïsche cel (PV-cel) zet licht om in elektriciteit.

- **Duitsland, Zweden en Oostenrijk zijn koplopers in Europa.**

In Germany PV-generated power amounted to 38.3 TWh and covered approximately 7.4 percent of Germany's net electricity consumption in 2016. Renewable energy (RE) as a whole accounted for **ca. 37 percent (!)** of net electricity consumption. On sunny weekdays, PV power can cover 35 percent of the momentary electricity demand. On weekends and holidays the coverage rate of PV can reach 50 percent. At the end of 2016, the total nominal PV power installed in Germany was ca. 41 GW, distributed over 1.5 million power plants,

In 2015, the PV industry employed 30,000 people in Germany

<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>

Thermische zonne-energie verdient beter ...

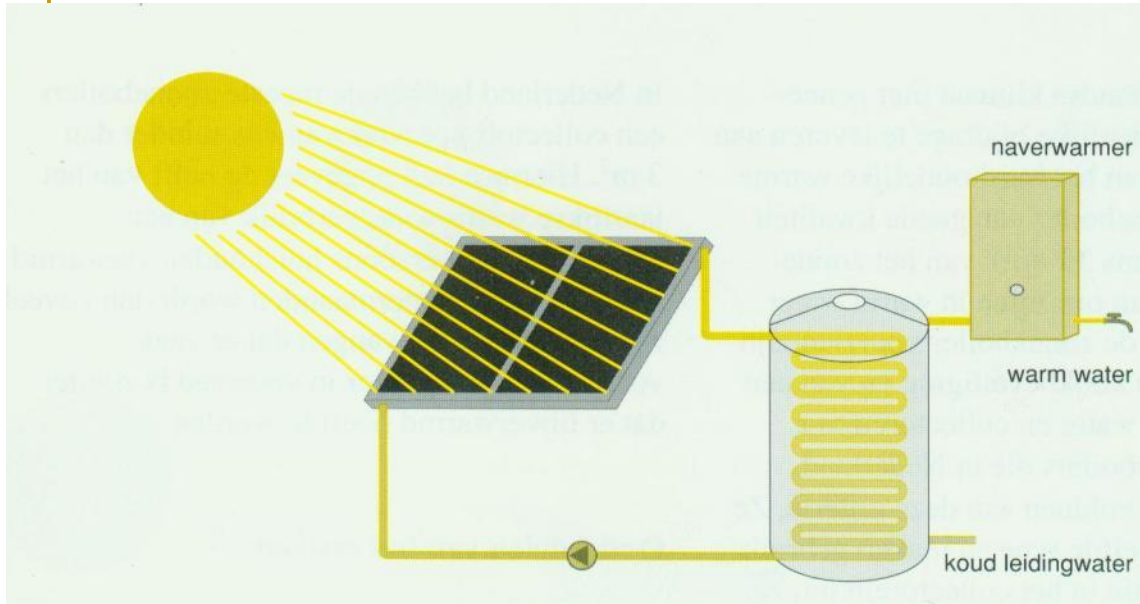


...te worden geïntegreerd van in de ontwerpfase

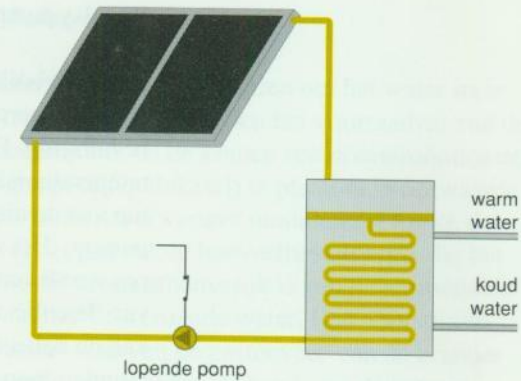
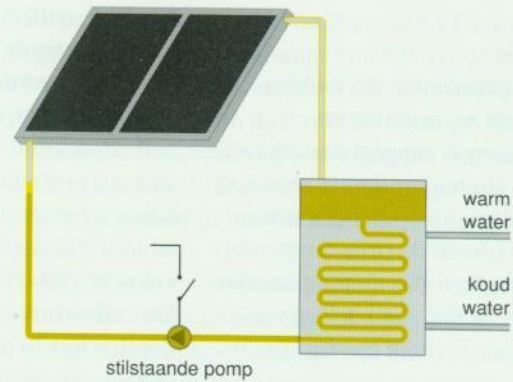


Gemeentelijk zwembad Saint-Nicolas de la grave (F).

Principe van een thermische zonneboiler (zonwarmte collectoren)



Afbeelding 13
Waterniveau in collectorcircuit bij
stilstaande pomp en bij lopende
pomp.
Bovenop het opslagvat bevindt zich
het terugloopvat.



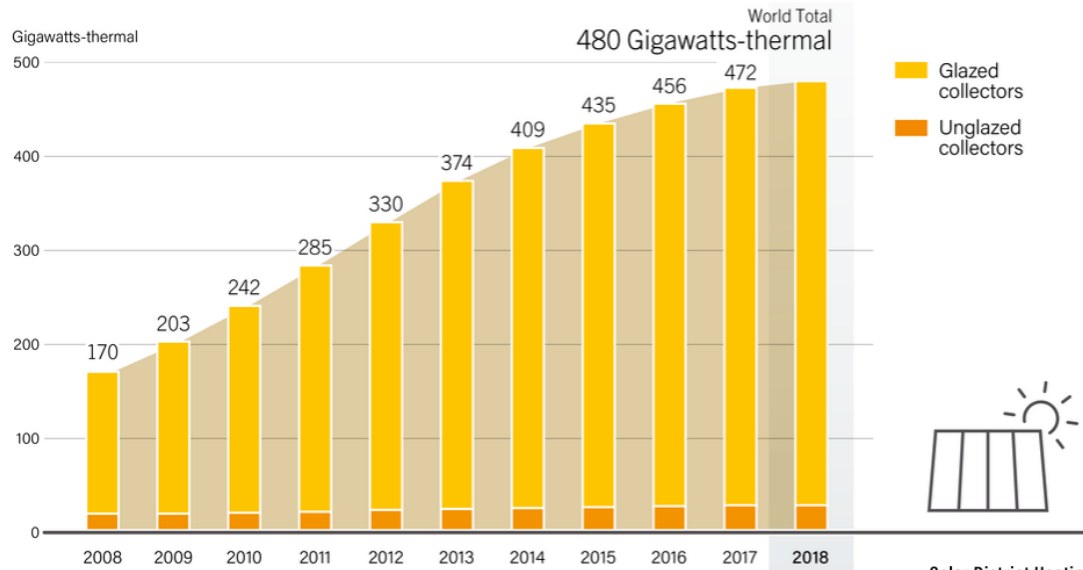
Enkele variante types zonneboilers



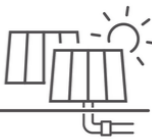
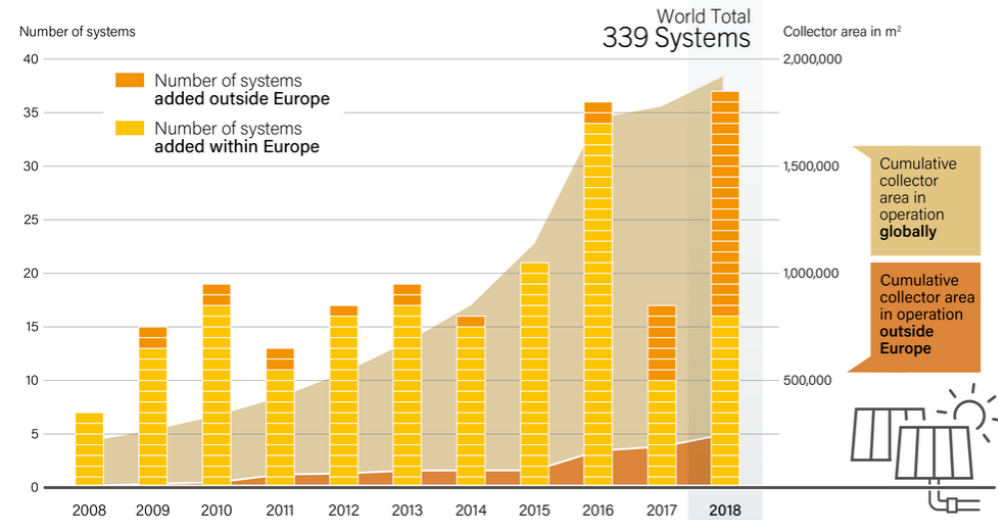
Bolvormig, parabolische spiegel of vlakke plaat collectoren.

Thermische zonne-energie, wereldwijd

Solar Water Heating Collectors Global Capacity, 2008-2018



Solar District Heating Systems, Global Annual Additions and Total Area in Operation, 2008-2018



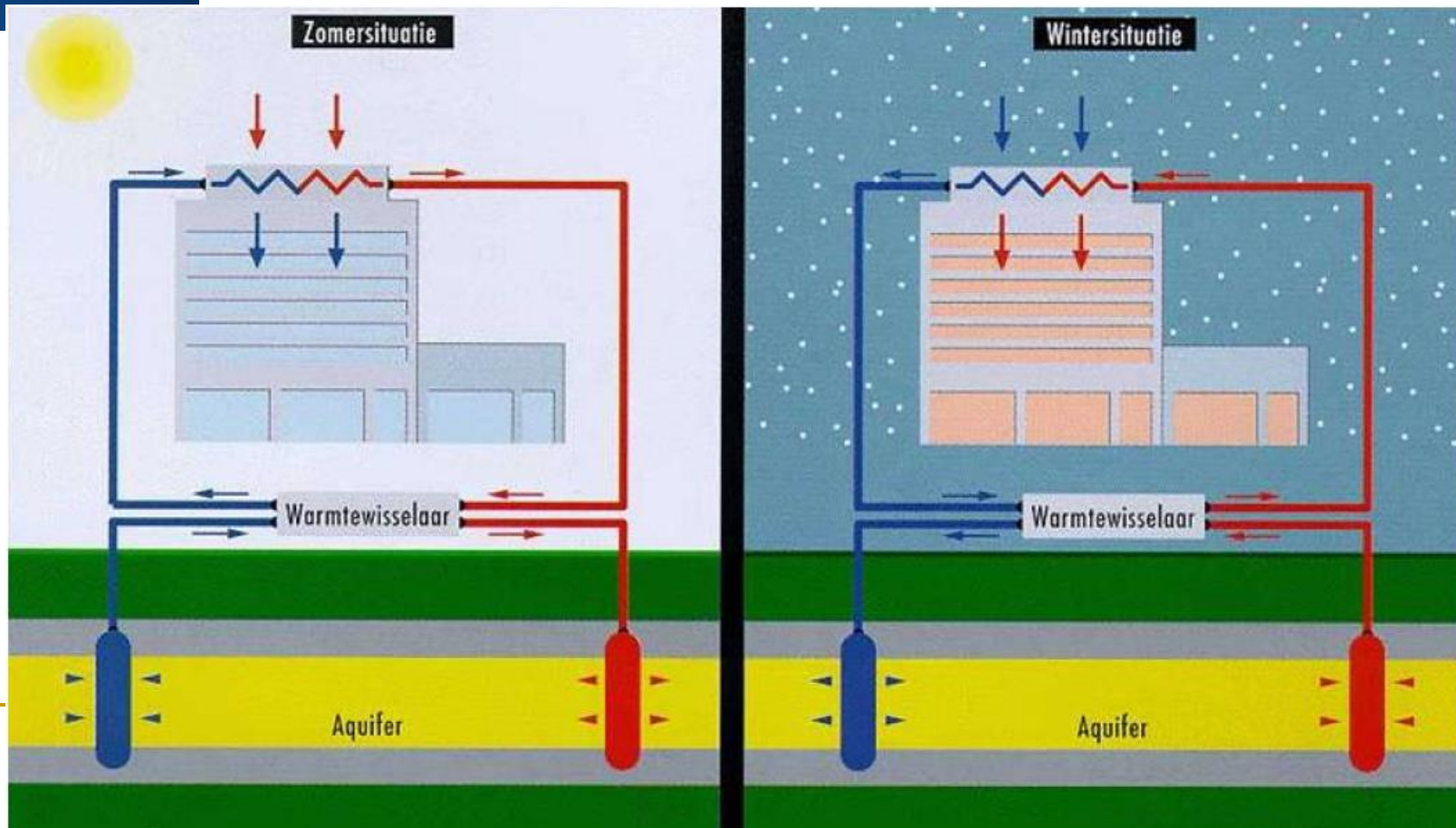
https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_03/chapter_03/

Note: Includes large-scale solar thermal installations for residential, commercial and public buildings. Data are for solar water collectors and concentrating collectors.

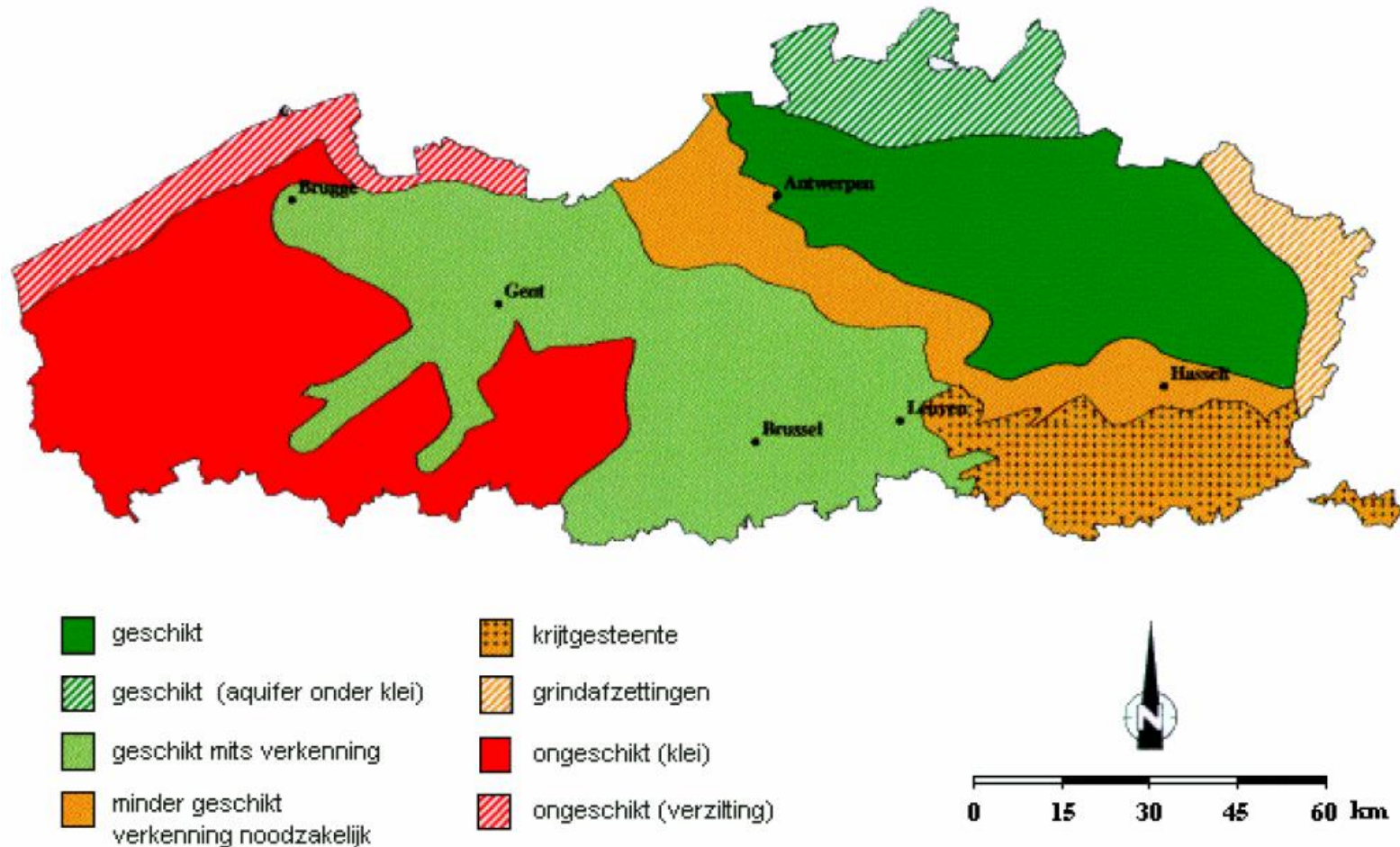


Fischbach bei Dahn (D). Dit bezoekerscentrum bij het natuurpark Pfälzerwald / Nordvogesen gebruikt een ondergrondse watertank als warmteopslag/buffer (Wärmespeicher in het Duits) voor overtollige zomerwarmte.

De aquifer technologie is een manier om warmte en koude op te slaan in ondergrondse water- en zandlagen. Voorbeeld KBC(era) gebouw in Leuven (B) zie dvd tijdens de les.



Hydro-geologische randvoorwaarden voor Koude-Warmte opslag (KWO) in een aquifer.



Vito, J. Van Bael. 2005 Koude-WarmteOpslag in watervoerende lagen (aquifers). www.vito.be

KWO-opslag: Realisaties in Vlaanderen.

- KBC (Leuven, bank)
- Klina (Brasschaat, ziekenhuis)
- ETAP (Malle, kantoorgebouw)
- Campus Blairon (Turnhout, kantoorgebouw)
- Vito (Mol, laserkoeling)
- Cival/Innotek (Geel, kantoorgebouw)
- St-Dimpna (Geel, ziekenhuis)
- St-Elisabeth (Turnhout, ziekenhuis)
- St-Maria (Overpelt, ziekenhuis)
- ...

De warmte collectoren kunnen aan elkaar geschakeld worden...

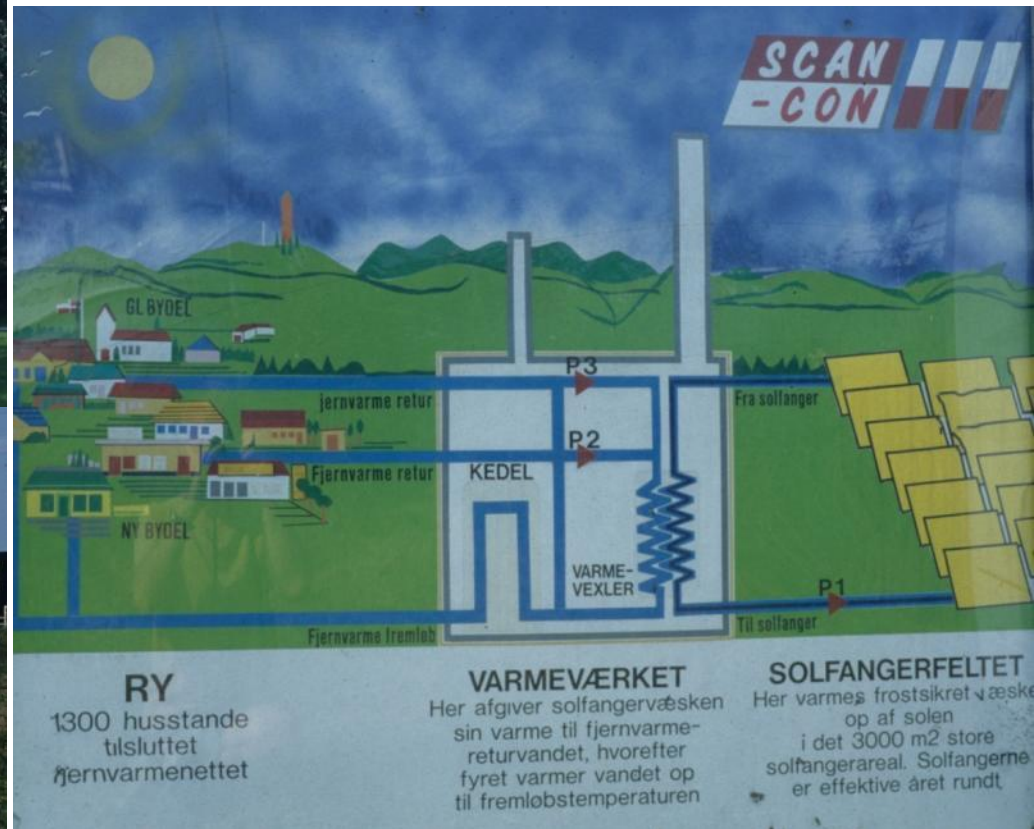


Odder (DK): sociale huisvesting



Malmö (S). Wijk Augustenborg

... tot een echte zonenergie centrale, die het stads warmtenet ondersteunt (gemeente Ry, DK)



Stads-warmtenet gemeente Ry (DK)

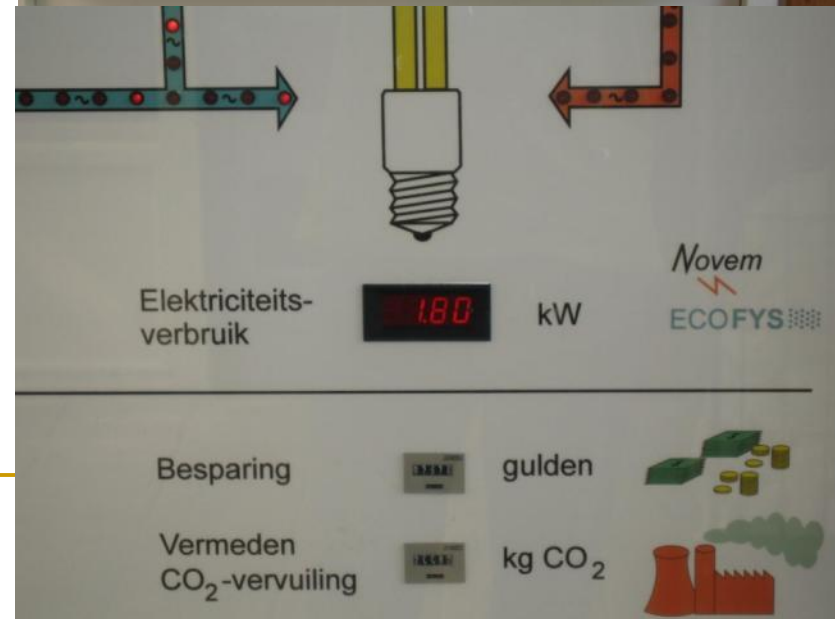


Fotovoltaïsche elektriciteit laat autonomie toe ...



Tegen 2020 kan een totaal opgesteld vermogen van 3 miljoen kilowattpiek worden gעהaalde op Vlaamse daken en gevels (= een oppervlakte van ca. 21 miljoen m² zonnepanelen. Voldoende voor ruim 700 000 gezinnen en een aandeel van 4% van het totale Vlaamse elektriciteitsverbruik <https://www.ode.be/zonnestroom/de-cijfers/potentieel> .

... maar wordt vrijwel altijd **netgekoppeld** toegepast, zodat bij overschot kan geleverd worden aan het net en bij te kort uit het net kan worden aangevuld.



Bezoekerscentrum De Kleine Aarde (Boxtel, NL)



Niederzier (D). EUT Haustechnik

www.enus.de



In de gemeente Schönau (D, Schwarzwald) is zelfs de kerk een energiecentrale

Solarfabrik te Gelsenkirchen (D), gebouwd door Shell.

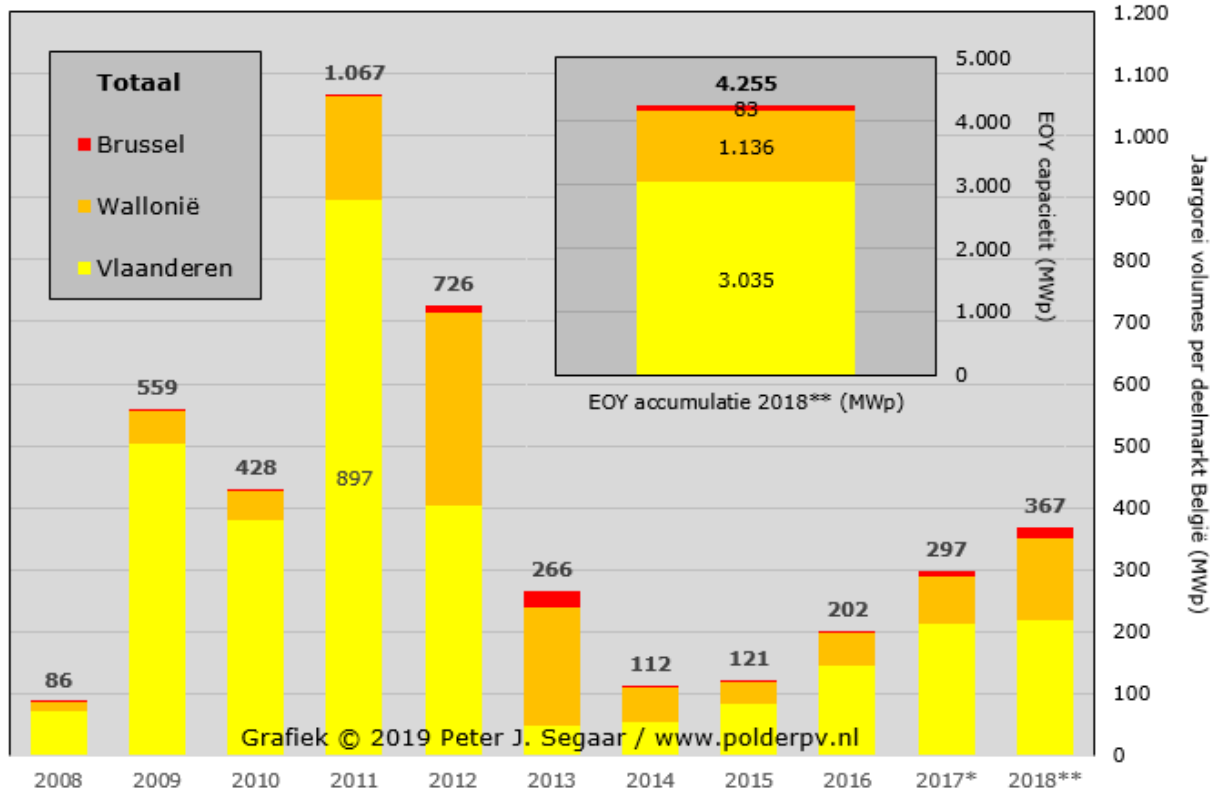


Fotovoltaïsche stroom in België

- In 2018 kwam er 233,99 megawattpiek PV vermogen bij in Vlaanderen. In totaal is er per 31 mei 2019: circa 2.875 megawattpiekeind PV vermogen in Vlaanderen. De grootste groei in de installaties ≤ 10 kW bevindt zich op particuliere daken. **2020**: doel van 3.700 megawattpiek <https://www.ilumen.be/nl/evolutie-belgische-zonnepanelenmarkt-een-overzicht/> ; https://www.ilumen.be/nl/vlaamse-zonnepanelenmarkt-met-meer-dan-18-procent-gegroeid/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=NB4sept&utm_source=flexmail&utm_medium=email&utm_campaign=ilumennieuwsbrief4september2019&utm_content=afb4jpg
- Het aantal installaties verschilt sterk tussen de drie gewesten. Het totaal geïnstalleerde vermogen eind 2018: **Vlaanderen** : 2875 MWp (mei 2019) , **Wallonië** : 1136 MWp , **Brussel** : 83 MWp <http://www.renouvelle.be/nl/statistiques/fotovoltaïsche-zonne-energie-in-2016-een-groei-van-de-markt-in-de-drie-gewesten>
- Vlaanderen heeft in de maand augustus 2019 zijn 400.000e zonnestroom installatie verwelkomd, de teller staat op 404.307 zonnepaneelsystemen. Dat meldt persbureau Belga. <https://zon.ode.be/nl/artikel/463/vlaanderen-bereikt-mijlpaal-van-400000-zonnestroominstallaties-met-zonnepanelen>
- Volgens een laatste stand van zaken in het Apere portal werd er in 2018 op Belgisch grondgebied 3.563 GWh aan zonnestroom geproduceerd. Dit is 12% meer dan de 3.182 GWh in 2017. Een andere opvallende vaststelling is dat de gemiddelde specifieke opbrengst in 2018 liefst 1.062 kWh/kWp bedroeg. Ter vergelijking: voor de periode 2009 t.e.m. 2018 was dit cijfer 'slechts' 995 kWh/kWp. De zonnige, warme zomer 2018 is daar oorzaak van.

Fotovoltaïsche stroom in België

Jaargroei volumes (main graph) & EOY 2018 accumulaties (inset) van 3 Belgische deel-markten zonnestroom, volgens opgaves Observatoire photovoltaïque Apere (bronnen: Brugel, CWaPE & VREG), alles in MWp.

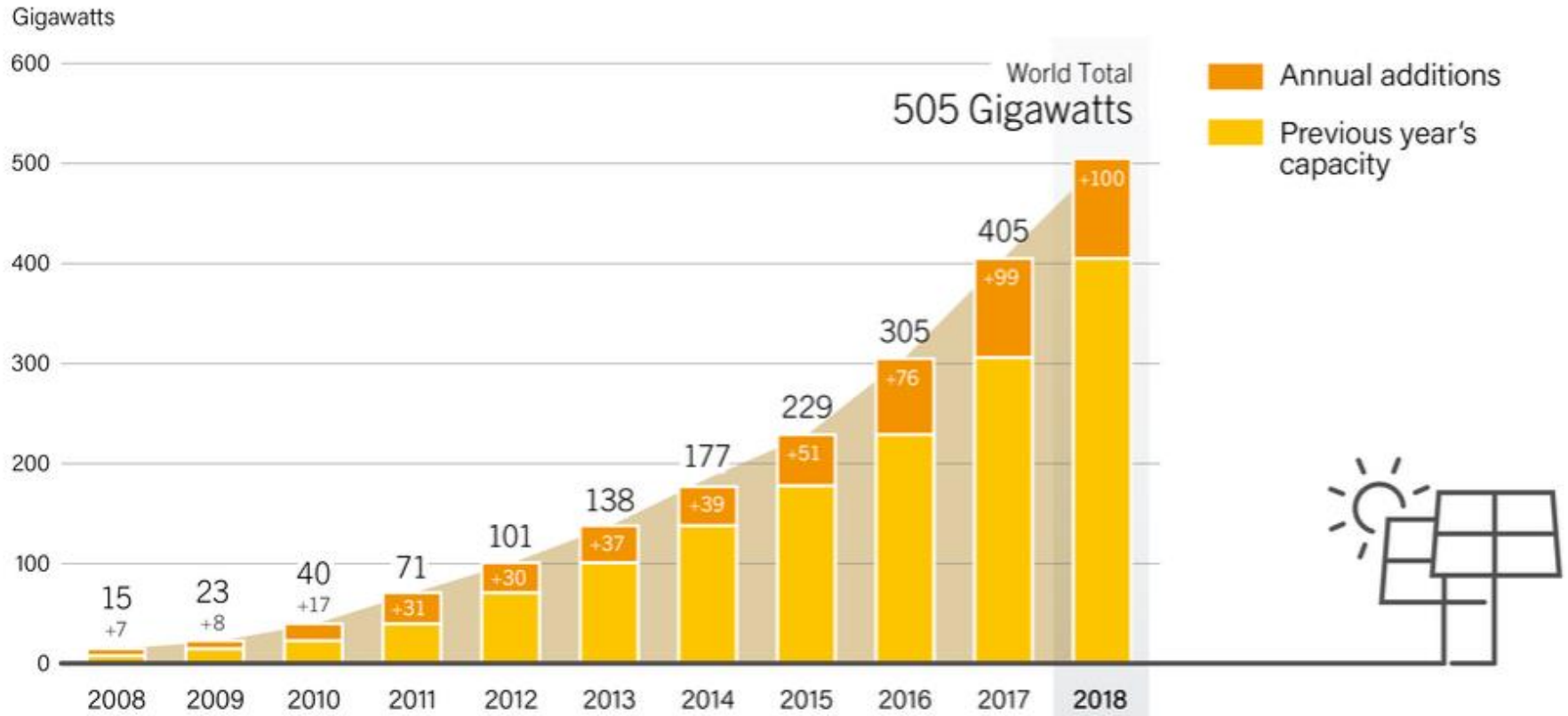


Grafiek ontleend aan portal "Observatoire Photovoltaïque" van Apere, die haar data heeft van de 3 marktwaakhonden voor de energiemarkten in Brussel (Brugel), Wallonië (CWaPE), resp. Vlaanderen (VREG).

Fotovoltaïsche zonne-energie, wereldwijd.

Einde 2018 was het gecumuleerd PV-vermogen **wereldwijd** circa **505 GW**.

Solar PV Global Capacity and Annual Additions, 2008-2018

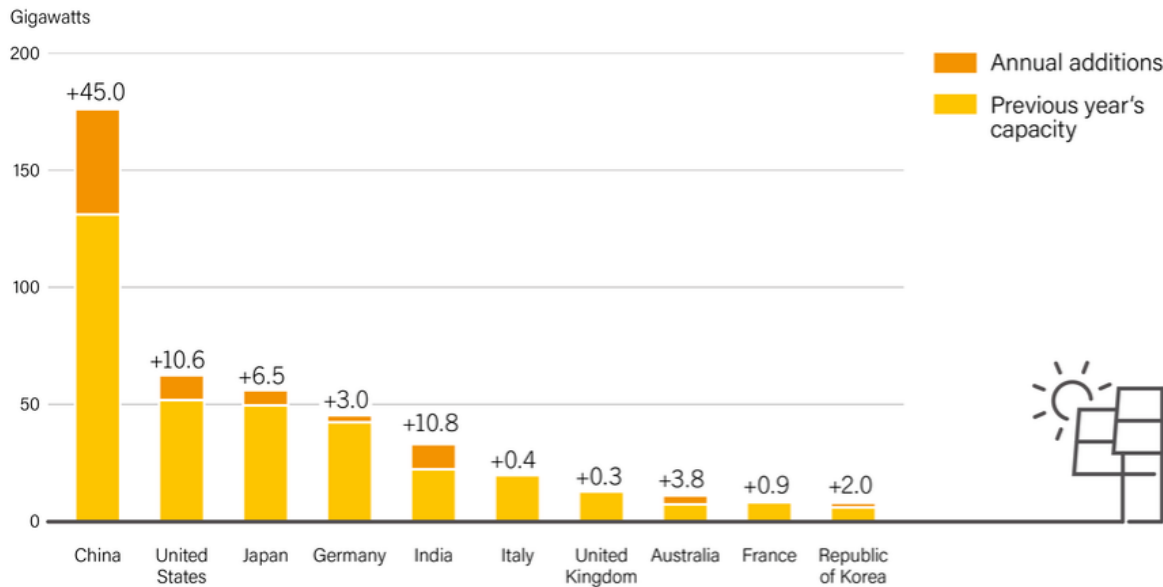


Note: Data are provided in direct current (DC).
Totals may not add up due to rounding.

Source: Becquerel Institute and IEA PVPS.

PV-installaties, wereldwijd

Solar PV Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2018

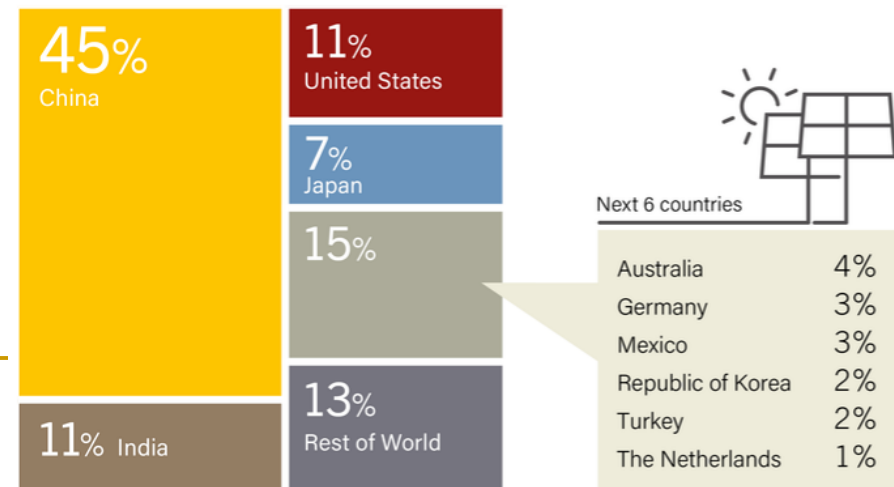


Note: Data are provided in direct current (DC).
Data for India are highly uncertain.



De snelste groei wordt in **China** opgetekend

Solar PV Global Capacity Additions, Shares of Top 10 Countries and Rest of World, 2018



Evolutie van de investeringskost PV-cellen (€/kWp)

<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>

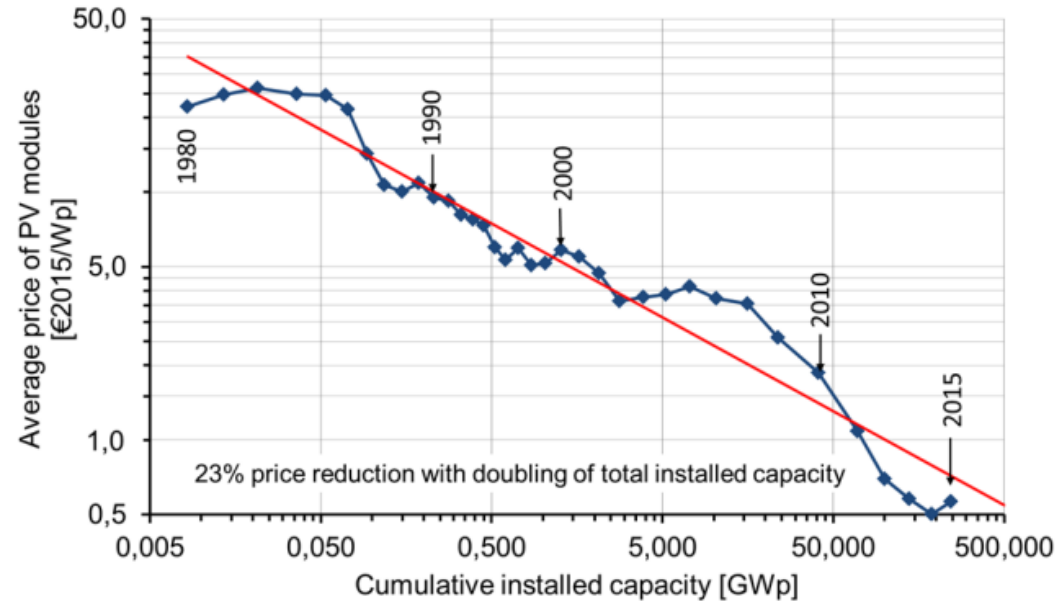
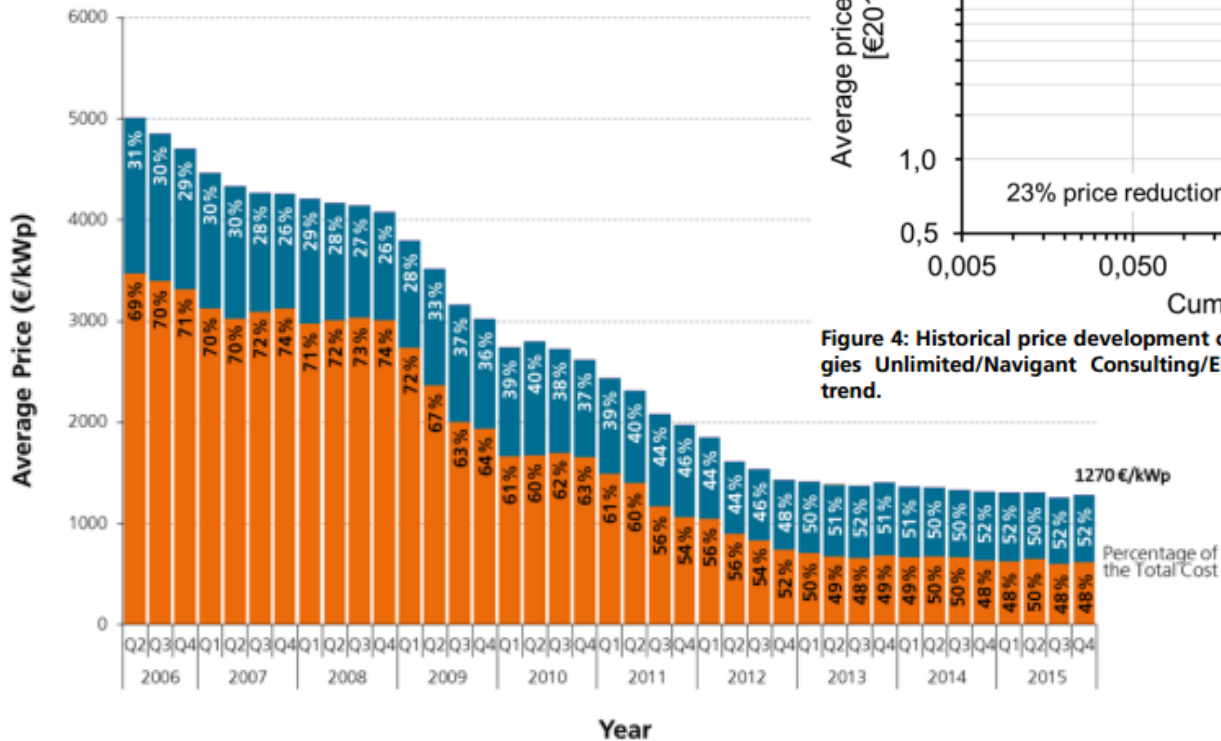


Figure 4: Historical price development of PV modules (PSE AG/Fraunhofer ISE, data from: Strategies Unlimited/Navigant Consulting/EuPD). The straight line shows the price development trend.

Figure 3: Average end customer price (net system price) for installed rooftop systems with rated nominal power from 10 - 100 kWp, data from BSW, plotted by PSE AG.

Dankzij technologische innovatie, leercurve en grootte-schaalvoordelen is de investeringskost voor PV sedert 2006 met gemiddeld 13% per jaar afgenomen, in totaal nu al met meer dan 75% (2016).

Mythes doorprikt:

■ CO₂ balans PV cellen:

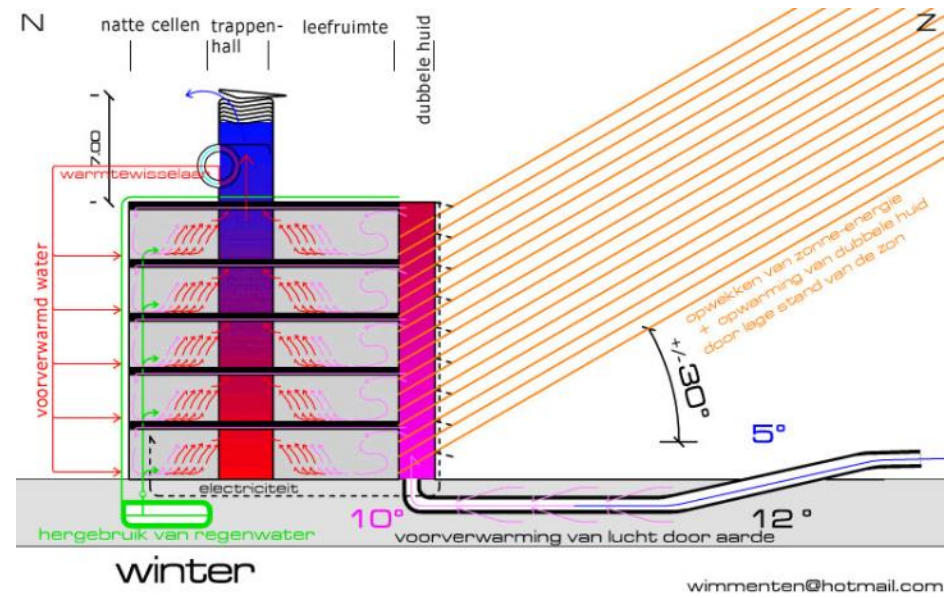
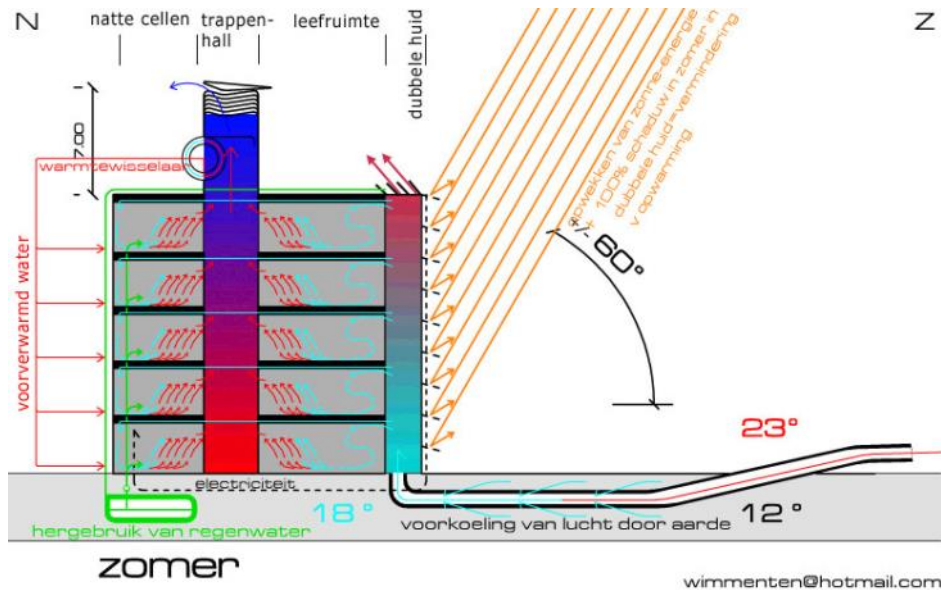
https://www.ilumen.be/nl/hoe-duurzaam-zijn-zonnepanelen-nu-eigenlijk/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=NB8mei&utm_source=flexmail&utm_medium=email&utm_campaign=ilumennieuwsbrief8mei2019&utm_content=stockbeeld2thumbjpg

■ 9 Mythes over de Duitse energiewende:

<https://www.bondbeterleefmilieu.be/artikel/9-mythes-over-de-duitse-energiewende-weerlegd>

De koolstofneutrale Solarfabrik (Freiburg, D) worden zonnepanelen tegelijk gebruikt voor beschaduwing in de zomer. Grondbuizen zorgen voor voorverwarming van lucht in de winter en koeling in de zomer.





Principe van grondbuizen en van beschaduwing in de zomer



1 inkom - oostgevel
Natuur- en Milieucentrum De Bourgoyen
evr-Architecten
foto: evr-Architecten

Grondbuizen werden ook toegepast in dit evr-project te Gent (B)



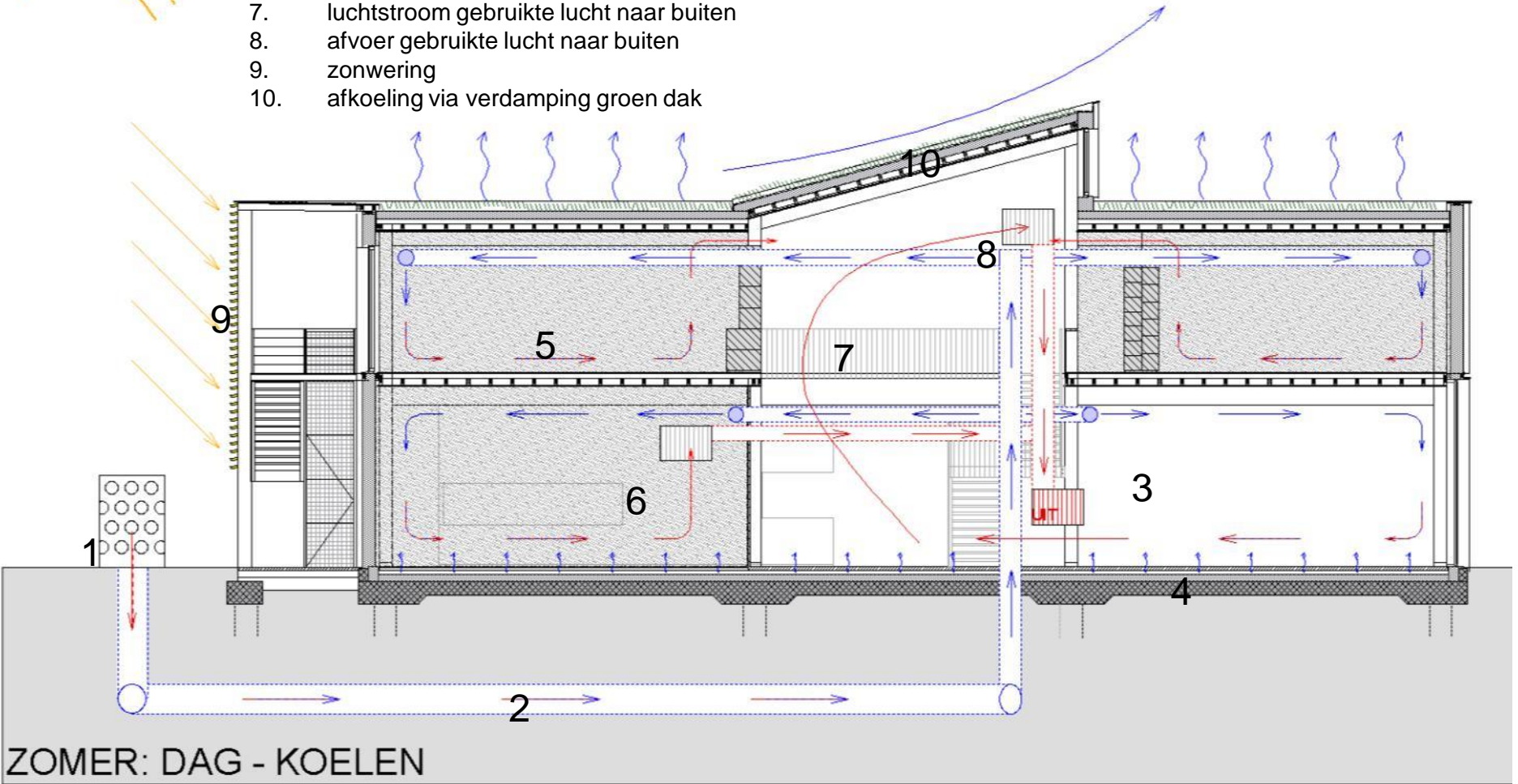
luchtinlaat grondbuis



Constructiefase grondbuizen Bourgoyen Gent (B)

Koelen zonder airco

1. aanvoer verse buitenlucht
2. afkoeling lucht via grondbuis
3. inblazen koude lucht via ventilatiekanalen
4. koude vloer door nachtventilatie
5. vraaggestuurde ventilatie (CO2)
6. gescheiden afvoer keuken en cafetaria
7. luchtstroom gebruikte lucht naar buiten
8. afvoer gebruikte lucht naar buiten
9. zonwering
10. afkoeling via verdamping groen dak



ZOMER: DAG - KOELEN

Bourgoyen: groendaken, zonnewering & grondbuiskoeling-> ventilatieconcept met nachtkoeling

Ontwerp serres aan de binnenzijde altijd afsluitbaar van de woning.

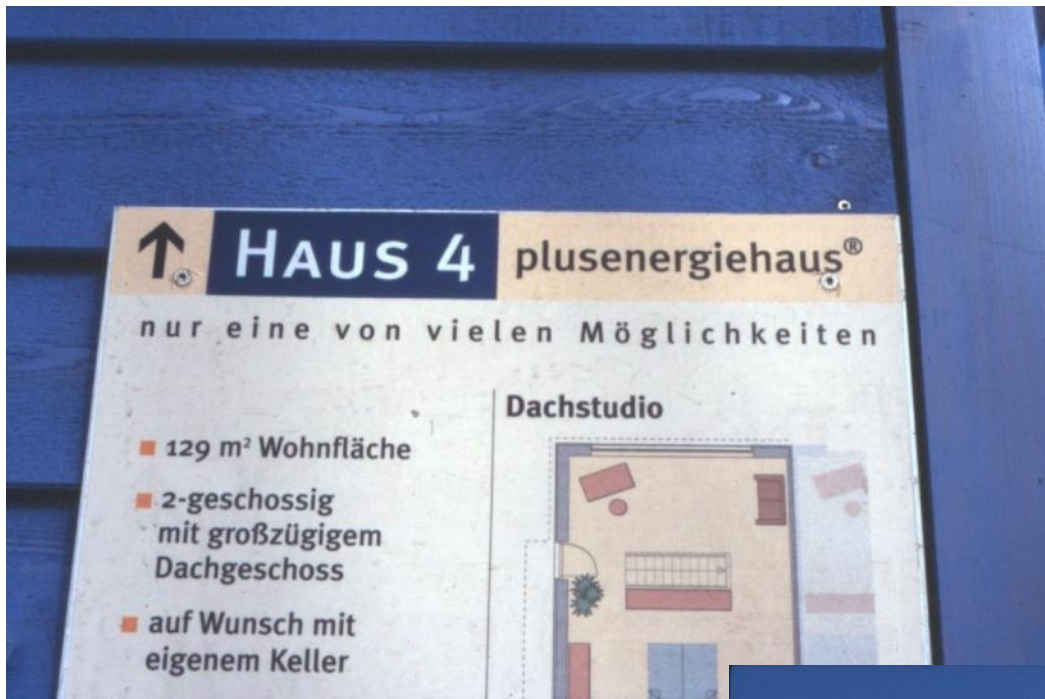


Laag energiewoning in Kessel Lo (B) met actieve en passieve zon energie toepassingen.

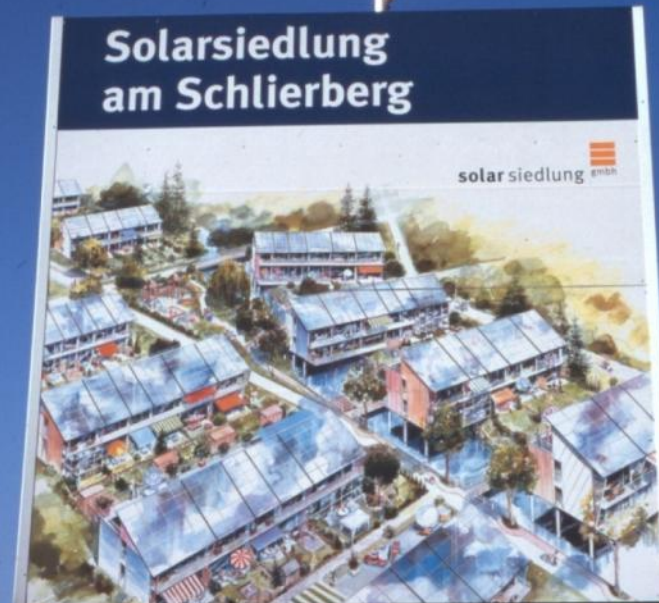
Dit gebouw draait in 24 uur om haar as en volgt de zon. De zonnepanelen draaien apart. Zo kan de open zijde van de woning in het koude seizoen naar de zon gedraaid worden.



Woning van Rolf Disch in Freiburg (D)



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



Plusenergiewijk *Am Schlierberg* (Freiburg, D.)
**Plusenergie concept: ieder pand is potentieel een
decentrale energie producent.**



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



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

50 demonstratie zonne-wijken in Nordrhein-Westfalen (D.)

www.oekosiedlungen.de



Wijk *Bismarck* in gemeente Gelsenkirchen (D), laagenergie sociale huisvesting.

Sint-Antoniusplein (B. gem. Westerlo kern Zoerle-Parwijs): een duurzaam demonstratieproject met 13 sociale laagenergiewoningen, rond een semi-publiek pleintje, geïntegreerd in het dorpscentrum (sociale huisvesting door 'De Zonnige Kempen')

