

Inhoud

EERSTE WET van de THERMODYNAMICA.....	3
TWEEDE WET van de THERMODYNAMICA.....	3
Fossiele Energiebronnen	4
Aardolie (KWS)	4
Aardgas.....	4
Opslag en transport.....	4
Steenkool.....	4
Voordelen:	4
Nucleaire Energiebronnen	5
Componenten van een atoom zelf herschikt worden in lagere energieconfiguratie: intra- atomaire bindingsenergieën (GT tot TJ per kmol)	5
Interne structuur wijziging door:.....	5
Twee krachten:	5
Kernspijling (kernfissie)	5
Opslaan van radioactief afval	6
Kernfusie.....	6
Kernfusiereactie tussen ^2D en ^3T	7
Kernfusiereactie tussen ^2D en ^2D	7
Kernfusiereactie: triple alfa reactie.....	7
Hernieuwbare Energiebronnen.....	8
Zonnestraling.....	9
Beschikbaarheid van zonne-energie	9
Windenergie	10
Biomassa.....	10
Fotosynthese als primair productieproces van biomassa	10
Soorten biomassa	10
Generaties Biobrandstoffen	11
Energie uit biomassa	11
Waterkracht	11
Stromingsenergie	11
Golfslag- en getijdenenergie	11
Geothermische energie.....	12
Ondiepe systemen.....	12
Diepe systemen	13

Van aardolie tot klassieke brandstoffen	13
LPG.....	14
Benzine	14
Kerosine.....	14
Diesel- en stookolie	14
Bitumen	15
Van biomassa tot biobrandstoffen.....	15
Productie van bio-ethanol.....	15
Productie van biodiesel	16
Productie van synthese- en biogas.....	17
Thermochemische vergassing en pyrolyse.....	17
Anaerobe vergisting	17
Samenvatting.....	17
Elektriciteitsproductie	18
Inleidende begrippen	18
Elektriciteitsproductie uit fossiele energiebronnen.....	18
Klassiek thermische elektriciteitscentrale	18
STEG-centrales = stoom en gas centrale	19
Combi-eenheden	19
Warmtekrachtkoppeling = WKK.....	19
Elektriciteitsproductie uit nucleaire energiebronnen	20
Elektriciteitsproductie uit hernieuwbare energiebronnen	21
Fotovoltaïsche systemen	21
Windturbines.....	23
Elektriciteitsproductie uit biomassa	24
Brandstofcellen	24
Energiemarkt in Vlaanderen en België	26
Energietendenzen	26

Productietechnologie: Hoofdstuk 3: Energie

1 Inleiding

Energie opgeslagen in Energiebronnen

→ Omzetting naar energiedragers.

→ eindconsumptie: Energiediensten

⇒ Energieketen

2 Energie: definitie en kwantificatie

Energie= Het vermogen om veranderingen te veroorzaken OF vermogen om (nuttige) arbeid te leveren.

→ VERMOGEN: uitgedrukt in Watt $[1W]=[1J/s]$

≠ $[1kWh] = [100J/s \times 3600 s/h] \rightarrow \text{Energie}$

→ ARBEID en ENERGIE: uitgedrukt in Joule $[1J] = [1N.m] = [1(kg.m^2)/s^2]$

EERSTE WET van de THERMODYNAMICA

Energie

kan niet uit het niets ontstaan

kan niet verloren gaan

wel omzettingen

[gesloten systeem]

TWEDE WET van de THERMODYNAMICA

Minimalisatie energie-inhoud

Toename entropie (=chaos/wanorde)

“Perpetuum mobile” onmogelijk!

[gesloten systeem]

Verdelen van E in verschillende vormen waarbij de kwaliteit afneemt = E-desipatie

3 Primaire Energiebronnen

Fossiele Energiebronnen

- Prehistorisch levend materiaal
- OPEC (=organisatie van olie-exporterende landen)
- 80% v/d wereldwijde energie $\neq$ absoluut (Economisch rendabel en technisch haalbaar)

Energie vrijstellen wnr de atomen in hun molecule herschikt worden tot een configuratie met lagere energie-inhoud: intramoleculaire bindingsenergieën (MJ per kmol)

Aardolie (KWS)

Zee-organismen → kerogeen (aardwas) → aardolie

O₂-arm

p,T ↗

Wordt aangeboord in reservoirgesteente (microscopische druppels in poriën)

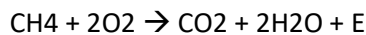
1. Primaire winning: natuurlijke druk
2. Secundaire winning : pompen (ja-knikker)
3. Tertiaire winning: uitzettingskracht (gasinjectie)

Aardgas

- Bestaat vooral uit methaan: CH₄
- Wordt samen met aardolie ontgint
- Minder verontreinigende stoffen bij zuivering, dan bij aardolie
- Ook grondstof
- Bij verbranding ongv. 32 MJ/m³ (= 9 kWh/m³)

Opslag en transport

1. LNG (=liquified natural gas): T ↘ (ongv x600)
2. CNG (= compressed natural gas): volume reductie → gas samendrukken (250 bar)



Steenkool

- Afzetting van plantenresten → veen → bruinkool → steenkool → antraciet
- T,p ↗
- Hoe harder steenkool, hoe meer E: 24-32 MJ/kg
- Veel O₂-uitstoot bij verbranding
- Goedkoop
- Belangrijke energiebron

Voordelen:

- *Winning: technieken goed gekend (al lang)*
- *Zowel gas, vloeibaar als vast*
- *Omzetting nr energiedragers is eenvouding*

Nadelen:

- *Eindige voorraden*
- *Ongelijke geografische verdeling*

- Emissies en milieuproblemen (duurzaamheid)
- Stijgende kostprijs

Nucleaire Energiebronnen

Componenten van een atoom zelf herschikt worden in lagere energieconfiguratie: intra-atomaire bindingsenergieën (GT tot TJ per kmol)

Interne structuur wijziging door:

1. Atoomkern kan “gebombardeerd” worden met een neutron en dit absorberen waardoor een ander (instabiel) atoom ontstaat.
2. Een instabiel atoom kan spontaan wijzigen door uitstraling van geladen α - en β -deeltjes, ongeladen deeltjes (neutronen) en/of straling (γ - en X-stralen). Dit proces = radioactief verval. (= onstabiele kern desintegreert)

Verschillende soorten straling

type	Samenstelling/lading	Tegengehouden door
α	 heliumkernen ++	 vel papier/ luchtlaag : 3 cm
$\beta^{\pm}$	 elektronen - +	 aluminiumplaat : <1 cm/ luchtlaag : 3 m
γ, X	 ioniserende golven/ongeladen	 ijzer, beton, lood : 1 m/ waterlaag : 3 m
n	 ongeladen	 beton, water : aanzienlijke dikte

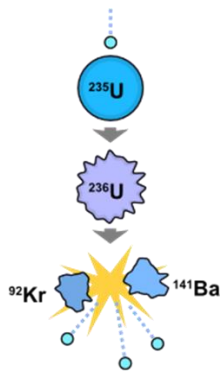
Ioniseren:
bevat veel E

Twee krachten:

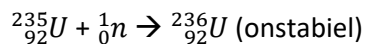
1. Coulomb-kracht: elektrostatische afstotingskracht
2. Kernkracht: sterk

Kernspijling (kernfissie)

- Kerncentrales
- ^{235}U (in natuur te vinden), ^{239}Pu , ^{233}U
- THEORETISCH: Alle atomen zwaarder dan Fe ($Z \geq 26$) voordeel om op te splitsen; Alle atomen lichter dan Fe ($Z \leq 26$) voordeel om samen te smelten
- 10^6 meer energie 77 TJ die vrijkomt dan bij chemische verbrandingsreacties ($\sim \text{MJ}$)
- Beperkte reserves aan uranium oxide-erts en splijtbaar materiaal => ontwikkeling “breeder reactoren”



Splijtbaar materiaal interageert met een laag energetisch (thermisch) neutron:



Ondergaat radioactief verval met uitstraling van α -deeltjes en ondergaat kernsplijting:



(massadefect is groter: $m(3\text{n}^\circ \text{ en Ba, Kr}) < m({}^{236}_{92}\text{U}) \Rightarrow E$) $E=mc^2$: c^2 (lichtsnelheid) is groot $\Rightarrow$ veel E vrij

Pas op: er kan een **kettingreactie** ontstaan (n° opnieuw interageren met ${}^{235}_{92}\text{U}$), de n° hebben vrij hoge kin E waardoor ze niet gecaptureerd knn worden door de ${}^{235}_{92}\text{U}$ -kern $\rightarrow$ elastische botsingen ondergaan: oncontroleerbaar (vrijgestelde E neemt exp toe) $\Rightarrow$ atoombom

Oplossing: snelle n° door een moderator te sturen $\Rightarrow$ remt snelle n° af (vb. grafiet en gedeuteerd water) $\rightarrow$ precies 1 n° is in staat om een nieuwe kernsplijting te verwezenlijken

NIRAS (= Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen)

Klasse	Dosis	Halveringstijd
A	Laag tot middelactief afval	Kleiner dan 30j
B	Laag tot middelactief afval	Groter dan 30j
C	Hoog radioactief afval	/

Opslaan van radioactief afval

1. Oppervlakte berging:
 - Bunkers aan aardoppervlak bij klasse A
 - Oplossing voor 100-300 jaar
2. Diepte berging
 - Ondergrond, in zones dat geologische lagen stabiel zijn
 - Oplossing voor 10 000 'en jaren

Kernfusie

- $\rightarrow$ Samensmelten van kernen van verschillende atomen, waarbij een ander element wordt gevormd.
- $\rightarrow Z \leq 26$
- $\rightarrow$ Geen kettingreactie
- $\rightarrow$ Extreem hoge temperatuur en druk: grote kinetische energie
- $\rightarrow$ Geen radioactief kernafval

➔ Nog in onderzoeksfase

In een plasma (= gas (geïoniseerd): pos geladen atoomkernen en neg vrije e-) wanneer de kernen dicht gng bij elkaar komen ➔ sterke kernkracht ➔ afstotende kracht tss pos kernladingen teniet doen ➔ KERNFUSIE

➔ Fusiereactor (= tokamak): hete plasma wordt op z'n plaats gehouden in sterk magnetisch veld (geen materiaal kan tegen extreme hitte)

Kernfusiereactie tussen 2D en 3T

➔ Rel. kleine activatie energie gecombineert met rel. grote energieopbrengst



Tritiumkern met Deuteriumkern wordt Heliumkern (α -deeltje) en een neutron

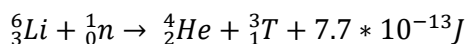
➔ Neutronenenergie (14MeV) naar bruikbare E = rendement van 40%

➔ α -deeltje (3,5 MeV) omzetten in elektriciteit = rendement van 90%

$$1eV = 1,602 \times 10^{-19} J$$

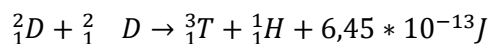
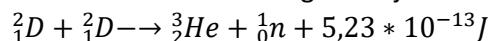
Nadelen:

1. Hoge n°-productie zorgt voor radioactief maken van (reactor) materialen
2. Merendeel van vrijgestelde E zit vervat in n° => omzettingsefficiëntie (recovery) verlaagt
3. Deuteriumkern is niet radioactief, Tritiumkern is dat wel ($t_{1/2} = 12$ jaar)
4. Geen natuurlijke bron van tritiumkern beschikbaar. Productie ervan gebeurt uit 6_3Li :



Kernfusiereactie tussen 2D en 2D

➔ Kleinere activatie-E nodig dan bij eerste kernfusiereactie



Nadeel: vrij grote n°-productie

Voordeel: vertrekken uit quasi onuitputbare grondstof (D_2O)

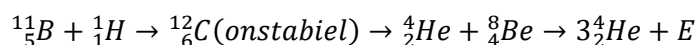
Kernfusiereactie: triple alfa reactie

➔ Boor isotoop

➔ $^{12}_6C$ * vervalt spontaan in α -deeltjes en 8_4Be (=onstabiel atoom)

➔ 8_4Be wordt snel omgezet in nog 2 α -deeltjes

➔ onderzoeksfase



Voordelen:

- Geen emissies van CO₂, NO_x en SO_x
- Grotere energie-opbrengst per kg brandstof
- Quasi onuitputbare voorraad (kernfusie)
- Kostprijs van splijtstof

Nadelen:

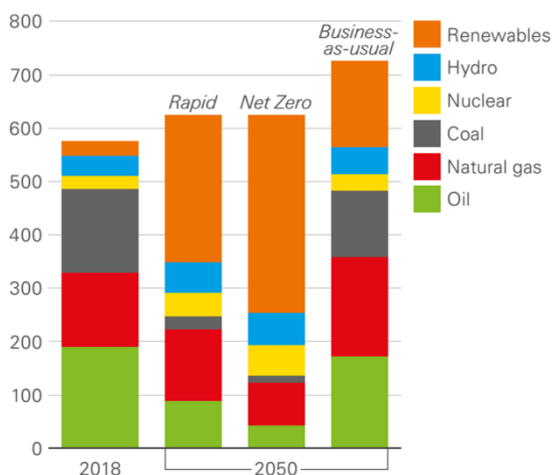
- Veiligheid en imago (kernwapens)
- Kostprijs en bouwduur van een kerncentrale
- Beperkte voorraad splijtstof (235U)
- Radioactief afval (kernsplijting)

Hernieuwbare Energiebronnen

- ➔ Productiesnelheid v/d E-bronnen in de natuur > verbruikssnelheid v/d E-bronnen in de maatschappij
- ➔ Hernieuwbaar ≠ natuurlijk ≠ bio

Primary energy consumption by source

EJ



BUA: meer E-vraag en grotere E-bronnen

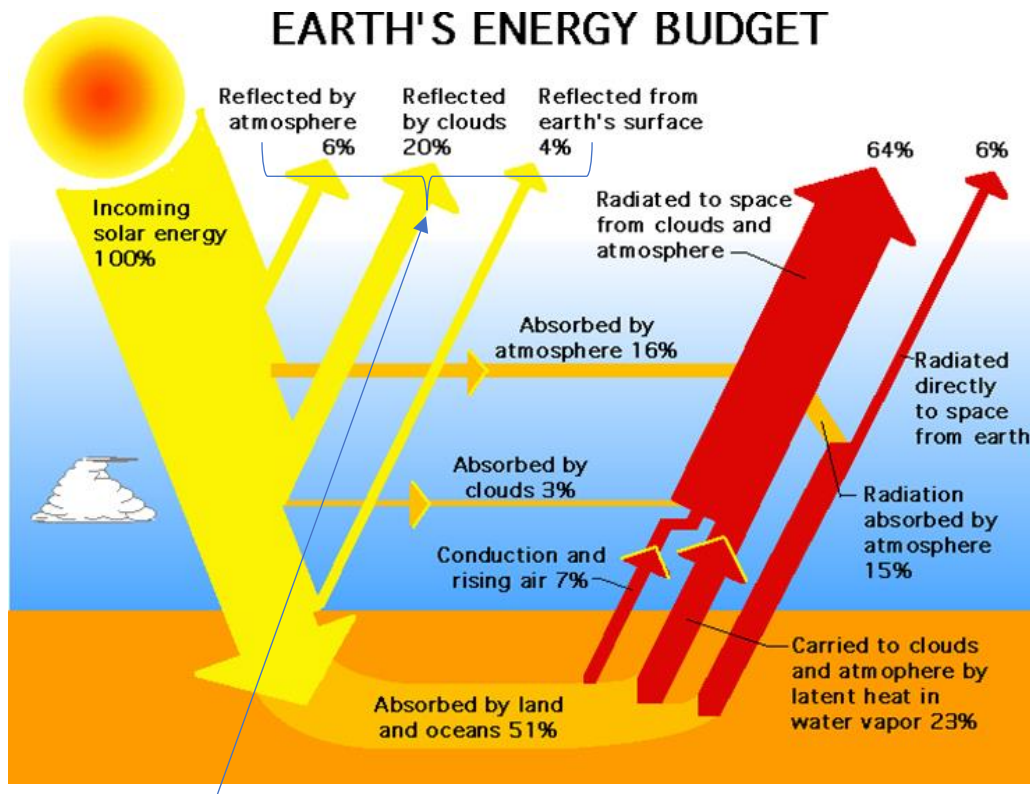
Rapid: E-vraag stijgt en shifting van hern E-bronnen (emissiereductie 75% van CO₂)

Net Zero: E-vraag stijgt (CO₂-neutraal: green deal)

Zonnestraling

Beschikbaarheid van zonne-energie

Zonlicht (zon) straalt volledig spectrum van elektromagnetische straling = voortplanting door de ruimte van elektrische en magnetische oscillaties: radiogolven en gammastralen



30% teruggereflecteerd= albedo van de aarde

Energie-eenheid van een foton (lichtdeeltje) wordt gegeven door:

$$E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad \text{met } h = \text{constante van Planck } (6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}); \nu = \text{frequentie (Hz)} \text{ en } \lambda = \text{golflengte (m)}$$

Zonneconstante= energetisch vermogen net buiten de dampkring van de aarde van de zonnestraling is 1353 W/m^2 op een vlak loodrecht op de zonnestraling

- ➔ Energieflux of vermogendensiteit (zonneconstante omgerekend per jaar en per m^2) = gem. 2000 kWh/m^2
- In Benelux = 1000 kWh/m^2 : minder zonnestraling (hogere breedtegraad en wolken)=> minder E per m^2

Energieverdeling aan aardoppervlak:

- Infraroodlicht en hogere golflengtes ($>750 \text{ nm}$): 50%
- Zichtbaar licht (tussen 400 nm en 750 nm): 45%
- Ultraviolet licht en kleinere golflengtes ($<400 \text{ nm}$): 5%

Nuttig gebruik:

- ➔ Warmteproductie
- ➔ elektriciteitsproductie

Windenergie

Wind (4TW) ontstaat onder invloed van zon: aarde ongelijkmatige T => druk en dichtheidsverschillen + ronddraaien van de aarde => stroming in de lucht = WIND

Flux = het aantal moleculen gas dat getransporteerd wordt doorheen een eenheidsoppervlakte per eenheid van tijd = concentratie van de moleculen (per volume-eenheid) (n) en de snelheid van de stroom (v)

$$\phi = n \cdot v = (\text{aantal luchtdeeltje}) / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$$

Totale stroom (van gasmoleculen) doorheen een opp. A is

$$\Phi = \phi \cdot A$$

Gemiddelde energie van een molecule

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Vermogendensiteit P_w v/d wind = hoeveelheid energie die per tijdseenheid doorheen een eenheidsoppervlakte wordt getransporteerd

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \cdot \phi = \frac{1}{2} \cdot m \cdot n \cdot v^3 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \quad [\text{W/m}^2]$$

Voordelen:

- schone E-vorm
- onuitputtelijk en voor iedereen beschikbaar

Nadelen

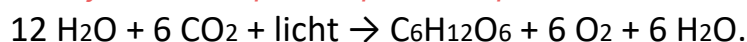
- grote opp. nodig
- fluctuerend aanbod
- kostprijs zonnepanelen / windturbines
- esthetisch
- geluid / schaduw / vogelsterfte (wind)

Biomassa

= alle organische en hernieuwbare grondstoffen en materialen van plantaardige of dierlijke oorsprong die bestemd zijn voor industriële toepassingen (niet-voeding gebruik) of energieopwekking (warmte, elektriciteit, motorbrandstof)

- Vlaanderen: warmte- en/of elektriciteitsproductie en op transportbrandstoffen

Fotosynthese als primair productieproces van biomassa



Rendement is vrij laag: 8% (theoretisch) en 0,5-2% (praktijk)

Soorten biomassa

1. Energieteelten: suiker, zetmeel- of oliehoudende gewassen, korte-omloop hout en grassen

2. **Organische restfracties:** houtafval, akker- en tuinbouwresidu, GFT, afval uit land- en tuinbouw, waterzuiveringsslib, huishoudelijk restafval, stortgras, organische bedrijfsafvalstoffen

Generaties Biobrandstoffen

1. **Eerste generatie:** geproduceerd uit biomassa die evengoed zijn voor voedingsindustrie
→ competitie tussen energie en voedsel (vb. suiker-glucose en vetten-olie)
2. **Tweede generatie:** kan niet dienen voor voedsel
→ Energieteelten: korte-omloophout (snelle productie, maar moeilijker); grassen en giftige planten hun olie
→ Afvalstromen (kringloop denken): niet eetbare delen van een plant/dierlijke vetten
3. **Derde generatie:** onderzoeksprojecten (vb biobrandstof uit algen)

Energie uit biomassa

Drie stappen:

1. Productie van biomassa
2. Oogsten, transporteren, voorverwerken en opslag
3. Omzetting in bio-energie: de energie in biomassa omgezet in warmte, elektriciteit of afgeleide brandstoffen

Voordelen:

- ➔ Potentieel hernieuwbaar
- ➔ Grotendeels CO₂-neutraal
- ➔ Bijmenging van brandstoffen bij klassieke brandstoffen mogelijk
- ➔ Valorisatie afvalstromen

Nadelen:

- ➔ Grote opp. nodig (lage efficiëntie)
- ➔ Concurrentie met voedselproductie
- ➔ Emissies: NO_x, fijn stof,...

Waterkracht

Ontstaat uit de beweging van water dat zich van hoog naar laag verplaatst: Vrijstelling van gravitatie-E. Wordt gebruikt als elektriciteitsopwekking.

Stromingsenergie

Door een turbine of waterwiel: stromingsenergie → rotatie-energie → opwekking van elektriciteit door een generator

Golfslag- en getijdenenergie

Golfslagenergie: wisselen van waterhoogte op zee onder invloed van de golven

Energiedensiteit van een golf:

$$W = g \cdot \rho \cdot (h/2)^2 \quad [\text{J/m}^2] \quad \text{met } g=\text{valversnelling}; \rho=\text{massadichtheid water}; h=\text{hoogteverschil}$$

Getijdenenergie: stroming + hoogteverschil v/h zeewater tussen eb en vloed

Hydro-elektrische Energie: stuwdammen → turbines → elektriciteit opwekken in waterkrachtcentrales of hydraulische centrales

- Energiebron in Vlaanderen:
- Watermolens: 4MW
 - Turbines (stuwdammen) 13 MW

Voordelen

- Energiedensiteit
- Golven en getijden zijn veel constanter en voorspelbaarder dan wind
- Visuele impact is veel minder
- Geen emissies
- Lange levensduur

Nadelen

- Energie-efficiëntie: omzetten is moeilijker dan wind
- Rendement is nog lager
- Zout water is agressief voor materialen

Geothermische energie

= Aardwarmte energie

Ondiepe systemen

100m-200m diep (10-tallen °C) → warmte afgegeven door de zon.

Constante temperatuur → verwarming door warmtepomp

Principes:

1. Verdamping is een endotherm proces
2. Ideale gaswet: $V=cte \Rightarrow p \uparrow \text{ dan } T \uparrow$
3. Kookpunt v/e VL is drukafhankelijk

Hoe werkt een warmtepomp? Warmte onttrekken

(tegen de tweede wet van thermodynamica)

*1^e fluïdum: propaangas => condenseert => propaanvloeistof

*2^e fluïdum: waterglycol

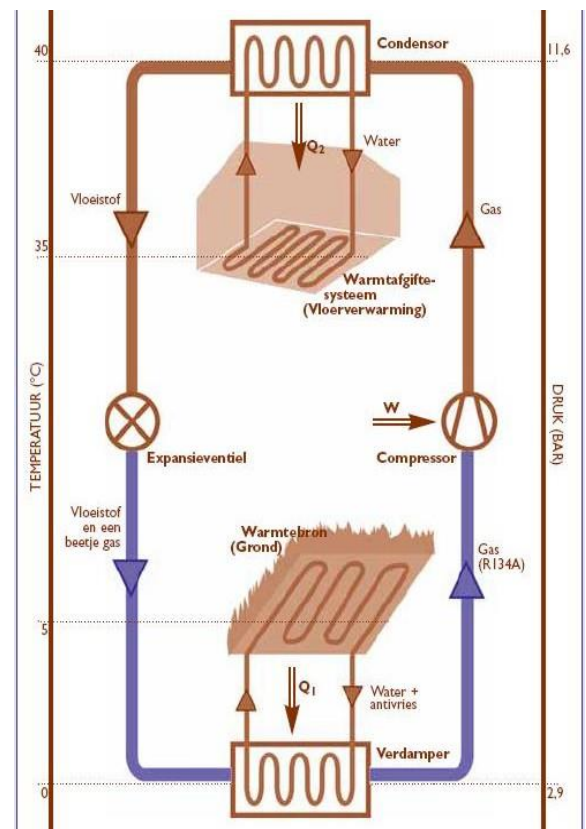
*Warmtewisselaar A : 2 fluïda in contact brengen (waterglycol en propaanvloeistof) → verdamping van propaanvloeistof (VL => GAS)

* Warmtebron (aardsondes)

* Compressor: gas samendrukken, door arbeid $p \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

* Warmtewisselaar B: propaangas naar propaanvloeistof

*Expansieventiel: p daalt en T daalt van vloeistof



Diepe systemen

>1500m diep => hoge temperaturen (100-120 °C)=> opwekking van elektriciteit

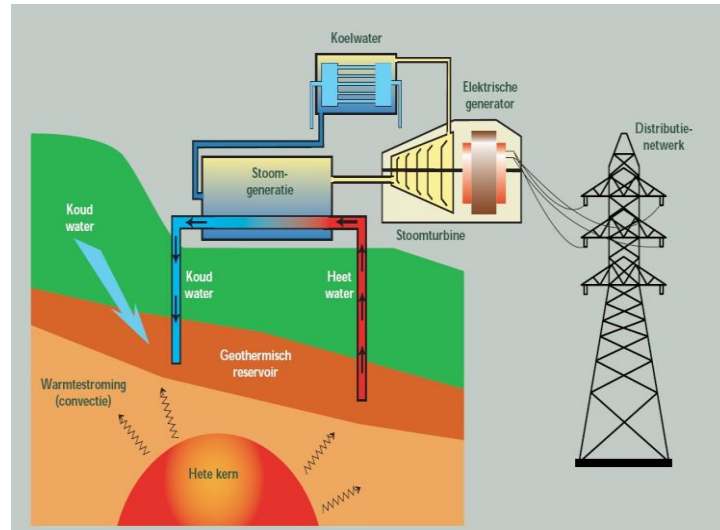
(per 100m dat je diep gaat wordt het 2à3°C warmer)

Warmtereservoirs: aangeboord => stoom gebruikt om elektriciteit op te wekken => koud water teruggepompt

Warme gesteentelagen: enorme druk water in te pompen => water warmt op => opgepompt
= PETROTHERMALE GEOTHERMIE

Aardwarmtesondes: water niet in aanraking met grondwater

Vulkanische activiteit: stoom



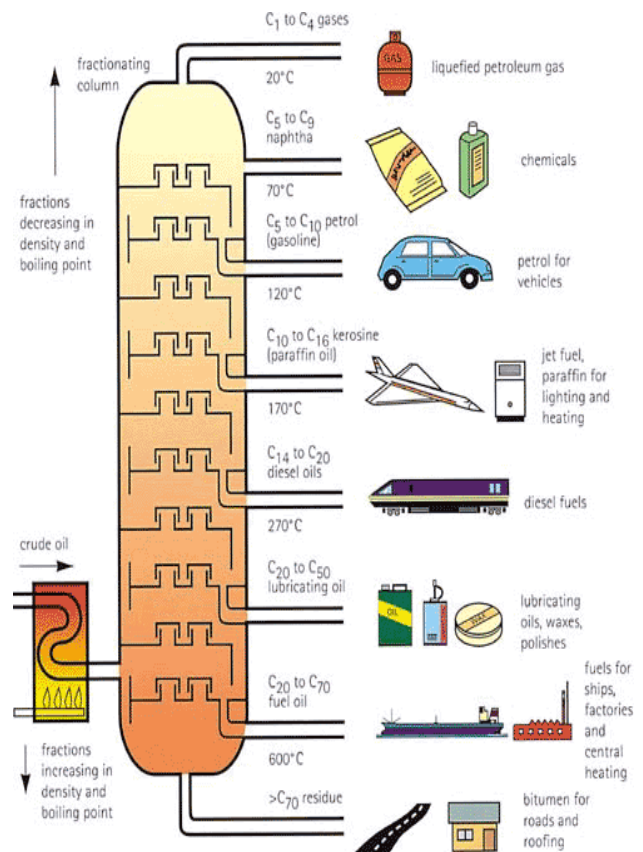
4 Energieconversie : van primaire energiebron tot vermarktbaar product

E-dragers: vloeibare (bio)brandstoffen en elektriciteit (en warmte)

Van aardolie tot klassieke brandstoffen

Petrochemische industrie: raffinage van aardolie (=fractioneren/ scheiden van aardolie)

1. destillatie (eenheidsproces): ≠ in kookpunt
2. conversie: kraken, alkylatie, reforming...
3. chemische nabehandeling



LPG

=Liquified Petroleum Gas

Ook autogas genoemd

- brandstof in verbrandingsmotoren
- mengsel van propaan en butaan
- schoner dan benzine/diesel: zwavelvrij => betere verbranding & schonere uitlaatgassen
- klopvastheid=108-110

Benzine

- KWS (5-12 C-atomen)
- Zwavelverbindingen worden verwijderd
- Toevoeging van dopes: voorkomen dat de motor gaat kloppen (= ongecontroleerd verbranden van lucht-benzine-mengsel in een verbrandingsmotor)
 - Gebeurt als het mengsel door compressie en de T in de cilinder spontaan ontbrandt
 - Klopvastheid: uitgedrukt in octaangetal
 - Hoe hoger het octaangetal, hoe klopvaster
 - Pentaan=0 en iso-octaan=100
- 32 MJ/liter

Kerosine

= petroleum

- Straalmotoren van vliegtuigen
- Mengsel van alifatische en cyclische KWS (12-15 C)
- 43MJ/liter

Diesel- en stookolie

- Gebruikt in dieselmotoren en verwarmingsinstallaties

Verschillende soorten stookolie:

1. Diesel(olie):
 - vrij licht
 - gebruikt in dieselmotoren van auto's, vrachtwagens, tractoren en schepen
 - spontane ontbranding bij aanwezigheid van zuurstof en onder druk
 - Cetaangetal: mate waarin de brandstof geneigd is tot zelfontbranding over te gaan
 - 36MJ/liter
2. Lichte stookolie (huisbrandolie):
 - gebruikt voor verwarmingsinstallaties in gebouwen en schepen
3. Halfzware stookolie:
 - gebruikt voor verwarming in serres, schepen, grote verwarmingsinstallaties en industriële warmtetechniek
 - voorverwarming
4. Zware stookolie:
 - zeer viskeus => moeilijk te verwerken
 - voorverwarming
 - gebruikt in schepen

Bitumen

= Parrafine

- ➔ Zeer viskeus
- ➔ Van nature uit ruwe aardolie
- ➔ Goede hechting en bij verwarmen dun vloeibaar
 - Asfalt= mengsel van steen, zand, lucht en vulstof => wordt door bitumen bij elkaar gehouden
 - Na verdichting is het hard en draagkrachtig

Van biomassa tot biobrandstoffen

Omzetting van plantaardig materiaal in VL of GAS vormige brandstoffen:

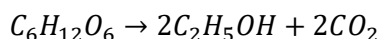
1. Thermochemische verwerking: *vb vergassing of pyrolyse*
2. Biologische verwerking: *vb fermentatie*
3. Fysischchemische verwerking: *vb extractie of persen*

Productie van bio-ethanol

- ➔ Geproduceerd uit suikers (mono- en polysacchariden) afkomstig van landbouwproducten
- ➔ Omzetting d.m.v. fermentatie naar alcohol
- ➔ Bioversie van benzine
- ➔ Transportbrandstof: bioethanol wordt voor 5-20 % bijgemengd met benzine in benzine motor
- ➔ Wordt geproduceerd door Tereos (Aalst), Alcobiofuel (Gent) en Biowazze (Hoei)

Werking:

1. Suiker moet worden geëxtraheerd: suikerriet of -bieten => stukjes gesneden => gekookt => stroperige suikervloeistof (en restproduct = bagasse = vast en vezelachtig)
2. Zetmeel omzetten in glucose d.m.v. enzymen
3. Glucose => gefermenteerd (d.m.v. schimmel = gist , bacteriën en/of enzymen in anaerobe omgeving zonder nitraten) => alcohol: *Saccharomyces schimmels*= gisten => gisting



4. Mengsel van 45% alcohol + water +pulp van reststoffen
5. Afscheiding bagasse => mengsel van ethanol en water => gedestilleerd => mengsel van 90% alcohol
6. Pervaporatie: resterend water afscheiden

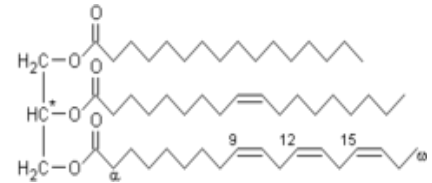
7. Mengsel van minstens 99% alcohol= ethanol
8. Bagasse: restproduct wordt gebruikt als veevoeder

Productie van biodiesel

➔ PPO = puur plantaardige olie *vb zonnebloemen-, koolzaad- of raapzaadolie*

OLIERIJKE GEWASSEN

- Bouwsteen: triglyceriden = esters van glycerol (drievoudig alcohol) en 3 vetzuurketens
- Viscositeit en ontbrandingseigenschappen zoals diesel => bijgemengd met diesel
- Nadeel: hogere zuurtegraad



➔ Wordt geproduceerd door Provion (Oostende), Olean (Ertevelde) en Bioro (gent)

Omestering:

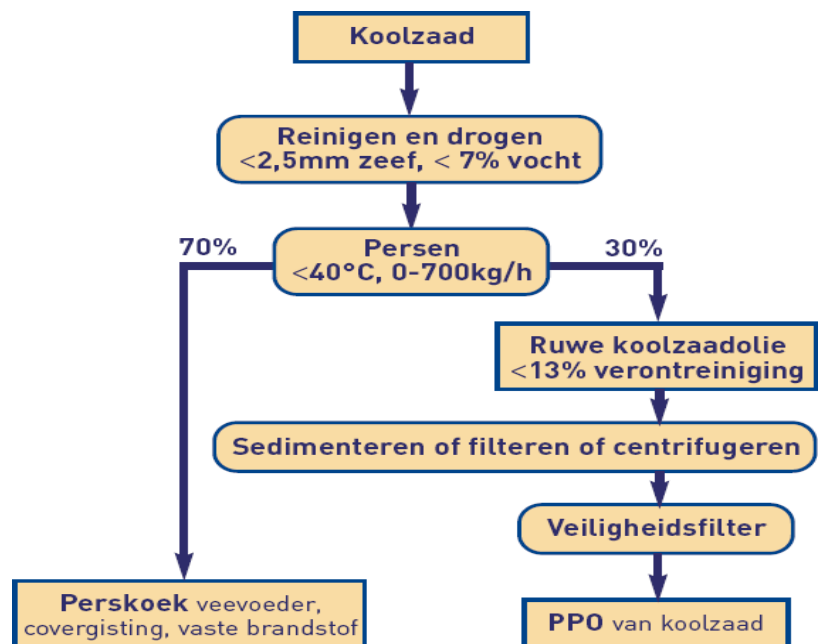
1. verzeping: chemische reactie



2. Verestering van de vrije vetzuurketens: chemische reactie



3. Zuivering: bezinking en wassen



Productie van synthese- en biogas

Thermochemische vergassing en pyrolyse

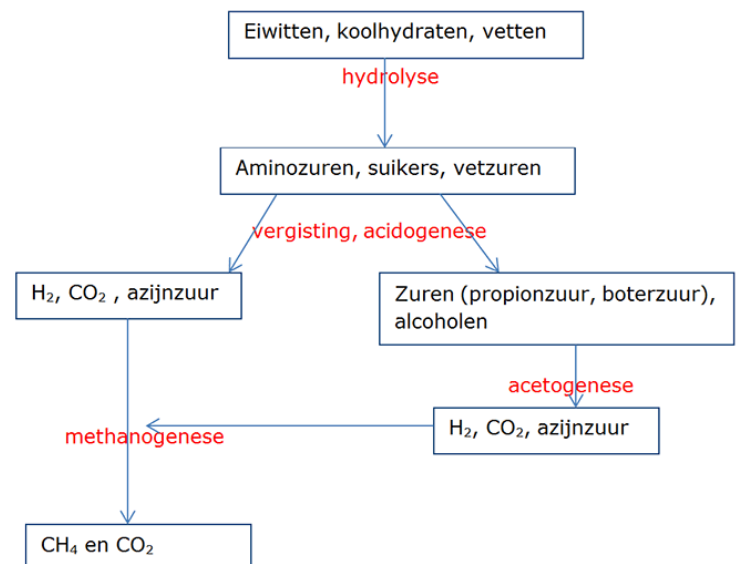
- ➔ Thermische behandeling van biomassa (meestal hout) bij $T = 700-900\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ syngas = stookgas = synthesesgas
- ➔ Syngas: bestaat uit H_2 en CO met lage verbrandingswaarde $4-6\text{ MJ/m}^3$
 - Restproducten/ digestaat: koolstof, assen, teer en oliën gebruikt als bodemadditief
 - Na reiniging gebruikt worden voor elektriciteitsopwekking/ grondstof in chem. Industrie
 - Vergassen ➔ Voordelen op milieuvlak: beperking schadelijke emissies
 - Weinig toegepast: problemen m.b.t. gasreiniging
- ➔ Pyrolyse = droge destillatie: verhitten zonder $\text{O}_2 \Rightarrow$ **pyrolyseolie + brandbare gassen + cokes en methanol** : gebruikt worden voor opwekking van elektriciteit en/of warmte gebruikt als grondstof
- ➔ Biogas = methaangas: toepassingen ongeveer hetzelfde als aardgas

Anaerobe vergisting

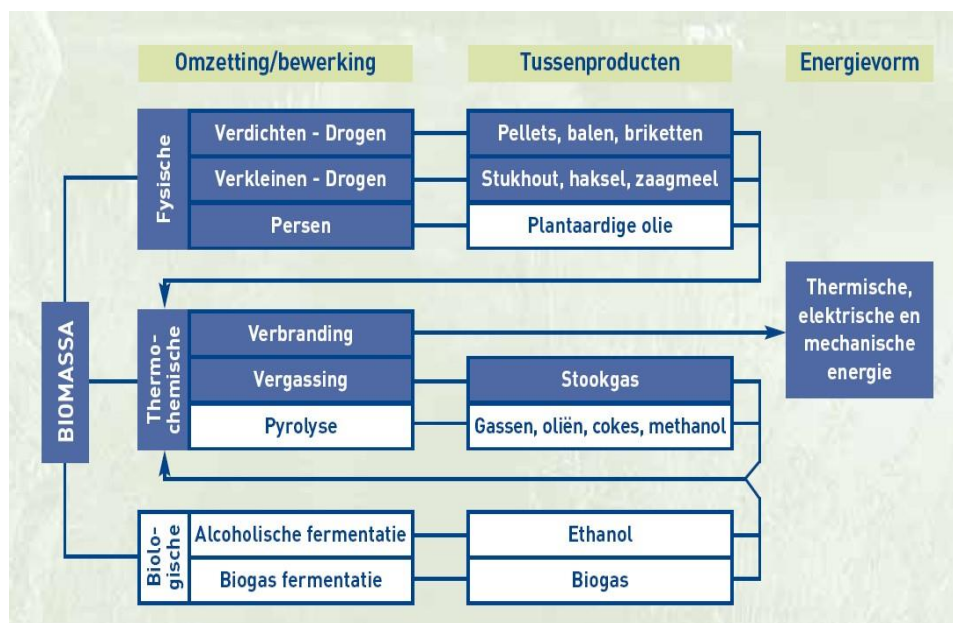
- ➔ Vorming biogas: methaan + CO_2
- ➔ 18 MJ/m^3
- ➔ Gebruikt voor warmte en/of elektriciteit
- ➔ Micro-organismen psychrofiel (5°C); mesofiel (37°C); thermofiel (55°C)

Verschillende stappen in anaerobe vergisting:

1. Hydrolyse: enzymatische omzetting
2. Acidogenese
3. Acetogenese
4. Methanogenese:



Samenvatting



Elektriciteitsproductie

Inleidende begrippen

Elektrische stroom I = verplaatsing van ladingen per tijdseenheid = Q/t [1 Ampère]=[1C/s]

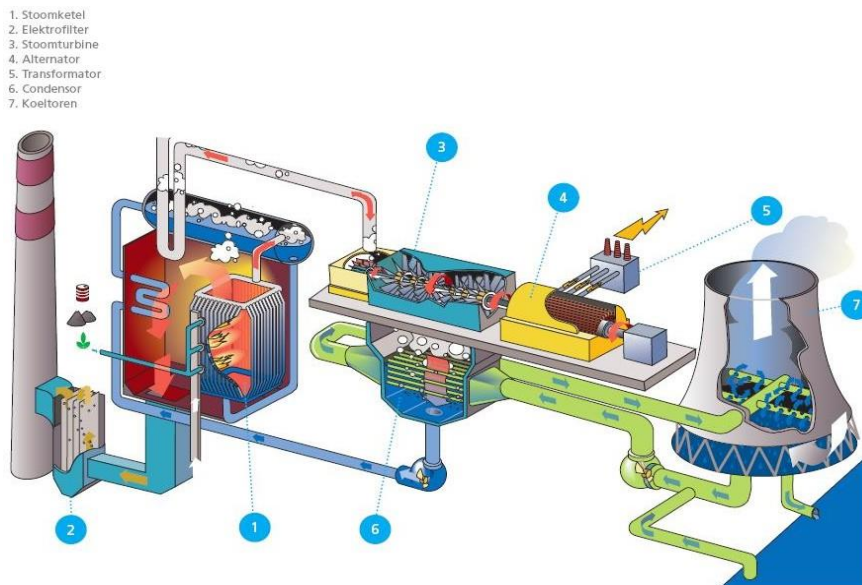
- ➔ Potentiele energie verschil (Δv) van hoog naar laag
 - Elektrisch potentiaal verschil = spanning [1 Volt] = [1J/C] = [N.m/C]
 - Gelijkspanning: constante
 - Wisselspanning: 230 V bij 50 Hz
 - Voordeel: omzetting laagspanning → hoogspanning of omgekeerd gebeurt door een transformator
 - Hoe?

Elektriciteitsproductie uit fossiele energiebronnen

Klassiek thermische elektriciteitscentrale

1. verbranding van aardgas, steenkool of stookolie en een stoomketel → hete rookgassen verhitten ketel → water warmt op → stoom
2. Rookgassen weg via schoorsteen (na reiniging met elektrofilter)
3. Hete stoom brengt stoomturbine aan het draaien
4. Stoomturbine drijft alternator (= generator) aan (wisselspanning)
5. Na stoom energie heeft vrijgegeven → condensatie → water naar stoomketel
6. In condensor (= warmtewisselaar): koelwater → opgepompt uit opp water → in buizensysteem → warmte van stoom opneemt
7. Koeltoren: (opgewarmde koelwater hergebruiken) water in contact met opstijgende luchtstroom → natuurlijke trek = schoorsteenwerking → water koelt af en stort in koeltoren naar beneden → opgewarmde lucht (verzadigd met waterdamp) verlaat koeltoren (= witte damppluim) → afgekoelde water terug naar condensor en hergebruikt OF terug in opp water (ΔT beperken)

=>omzetting van chem energie in elektriciteit = 35-40%

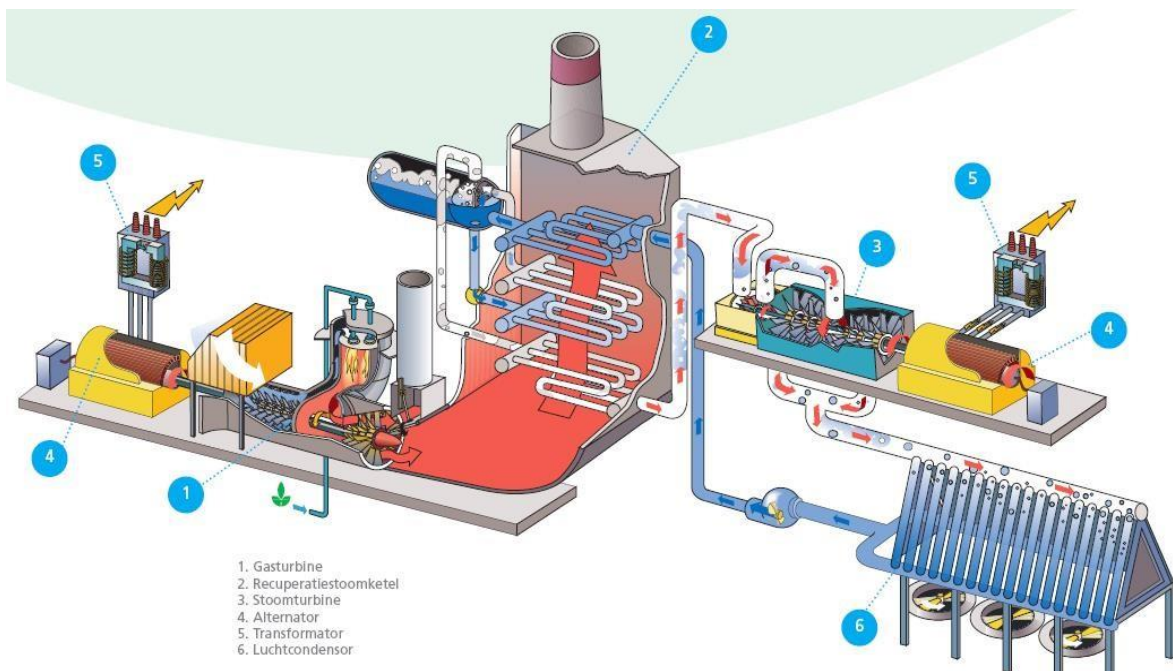


STEG-centrales = stoom en gas centrale

1. Verbranden van aardgas in verbrandingskamer van een gasturbine → verbrandingsgassen doen turbine draaien → alternator drijven (wisselspanning) → eerste keer elektriciteit
2. Verbrandingsgassen gaan naar recuperatiestoomketel → verhitten buizenstelsel → water opgewarmd → stoom
3. Stoom doet stoomturbine draaien
4. Drijft alternator → tweede keer elektriciteit (drijven de gas en stoomturbine dezelfde alternator = single-shaft installatie)

=>rendement = 57-60%: gasturbine 2/3 van elektrisch vermogen levert

=> niet economisch voordelig



Combi-eenheden

= combinatie van gasturbine en klassieke stoomturbine

Belangrijk verschil tussen STEG-centrales en Combi-eenheden = STEG-centrales geen bijkomende fossiele gassen verbranden

Gasturbine wekt zelf vermogen (ongeveer 20%)

In jaren '70: meeste gascentrales omgebouwd tot combi-centrales

Warmtekrachtkoppeling = WKK

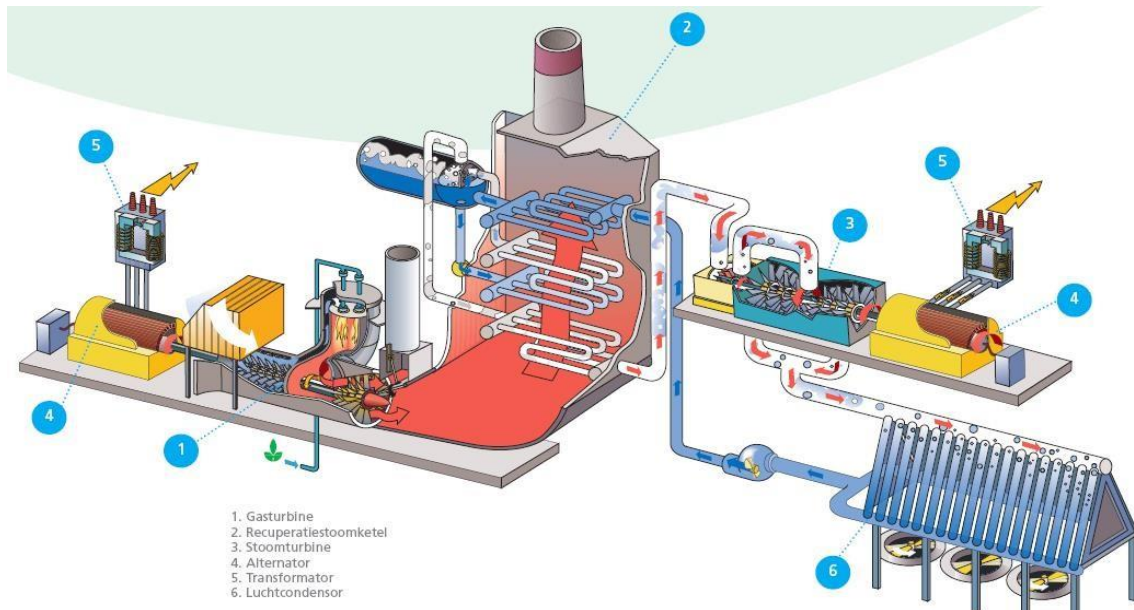
Hoofdproduct = warmte , bijproduct = elektriciteit

Gewone stoomketels die fossiele brandstoffen verstoekt → stoom → drijft stoomturbine → drijft alternator → elektriciteit → stoom wordt erna gebruikt voor warmtetoepassingen (hoge p en T) in tegenstroomturbine

Kwaliteitsindex = maat voor de energiebesparing van een warmtekrachteenheid t.o.v. de gescheiden productie van warmte en elektriciteit.

- ➔ WKK-eenheid 5% minder brandstof verbruikt
- ➔ Continue en stabiele warmtevraag

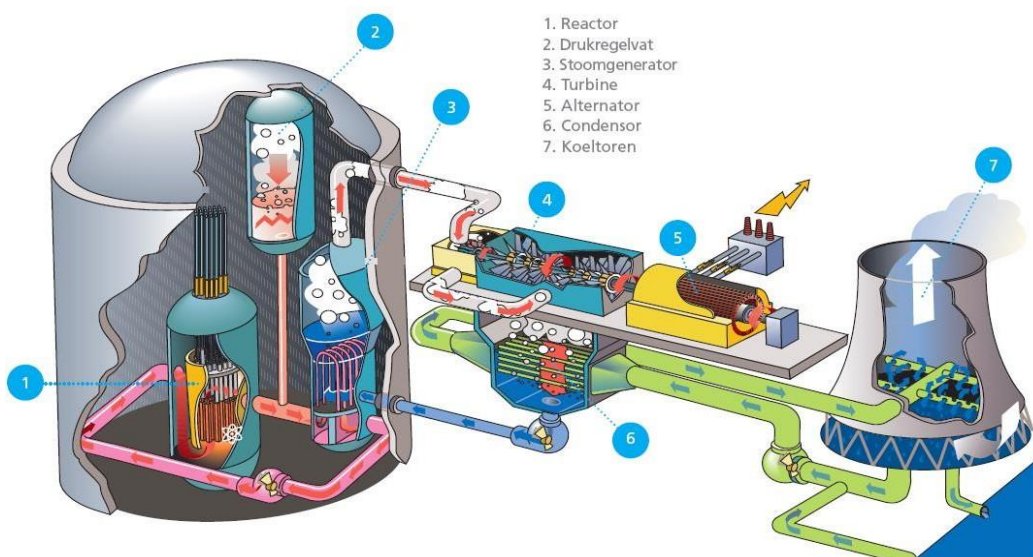
➔ Warmtegebruiker die dicht bij productie-eenheid bevindt



Elektriciteitsproductie uit nucleaire energiebronnen

Kerncentrale lijkt sterk op klassieke centrale.

➔ Warmte die vrijkomt bij kernfissie en wordt gebruikt om stroom op te wekken



3 kringlopen:

1. Primaire kring: water ($T = 300^{\circ}\text{C}$) kookt niet in drukwaterreactor omdat het onder druk staat, gestuurd door een drukregelvast

Primaire kringloop geeft zijn warmte af aan de tweede gesloten kringloop met water

2. De secundaire kring: warmte uitwisseling gebeurt in stoomgenerator (warmtewisselaar) en water gaat over in stoom en die stoom drijft 1 of 2 turbines (alternator) aan die dan bewegingsenergie omzet in elektriciteit die via een transformator naar het hoogspanningsnet gaat

Gebruikte stroom koelt af in een condensor en water voelt naar de derde kringloop

3. Derde kringloop: koelwater gaat terug naar stoomgenerator waar het opnieuw wordt opgewarmd tot stoom

Ook gebruik gemaakt van koeltorens: opgewarmde gebruikte koelwater door natuurlijke luchtcirculatie af te laten koelen

Elektriciteitsproductie uit hernieuwbare energiebronnen

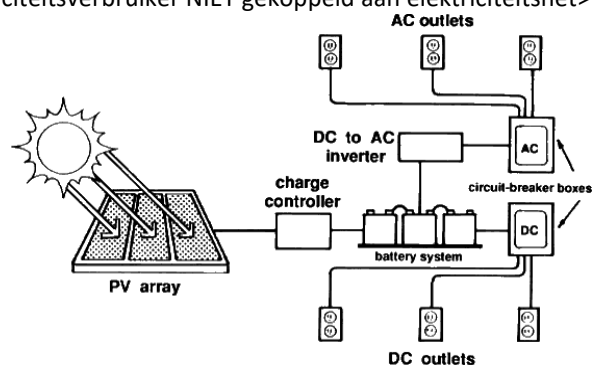
Fotovoltaïsche systemen

Fotovoltaïsche Zonnecellen zetten licht rechtstreeks om in elektriciteit (=directe conversie) via absorptie van fotonen door een halfgeleidermateriaal (vb: Silicium) => e- vrijgemaakt die verzameld wordt door de belichte voorkant van een fijnmazige metalen vingerstructuur. Achterzijde bestaat uit volle metalen rugplaat. → Bij lichtinval: elektrische spanning tussen negatief geladen voorzijde en positief geladen achterzijde v/d zonnecel => elektrische stroom (bij aanleg v/e stroomkring)

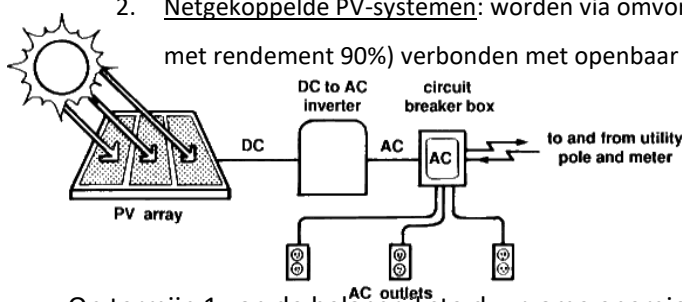
Omzettingsrendement 15%: Siliciumdioxide (SiO_2) overvloedig aanwezig → zuiver silicium (Si)

PV-module:

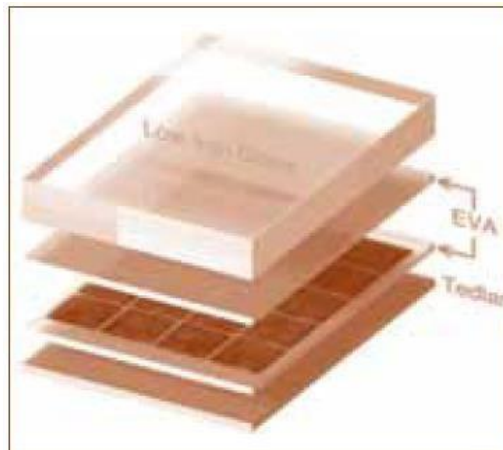
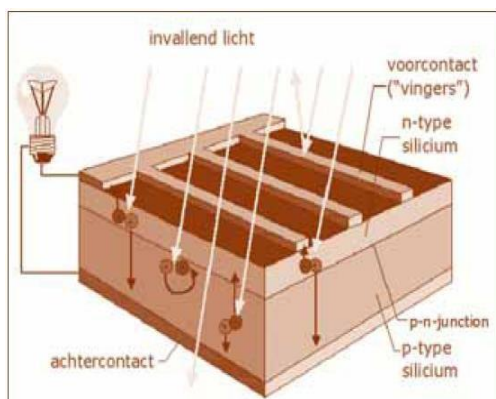
1. Autonome PV-systemen: stroom aan elektriciteitsverbruiker NIET gekoppeld aan elektriciteitsnet> Meestal batterij voor energieopslag.

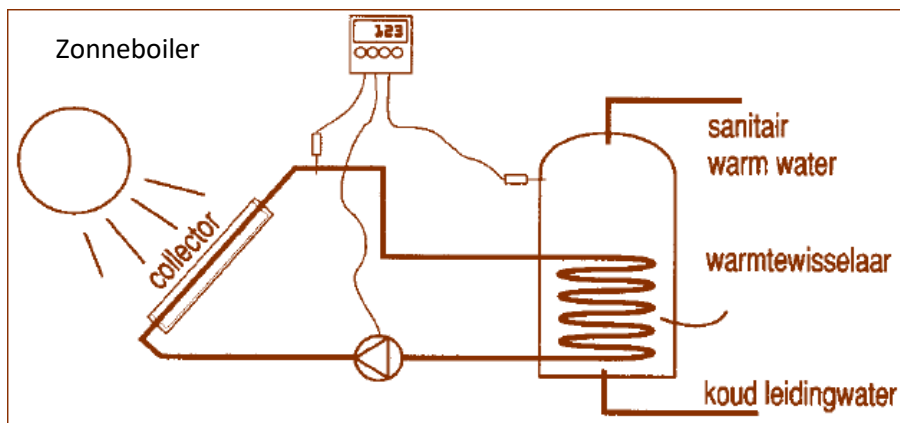


2. Netgekoppelde PV-systemen: worden via omvormer/invertor (gelijkspanning omzet in wisselspanning met rendement 90%) verbonden met openbaar elektriciteitsnet



Op termijn 1 van de belangrijkste duurzame energietechnieken





Achterkant p.62

Windturbines

Omzetting windenergie in elektrische energie

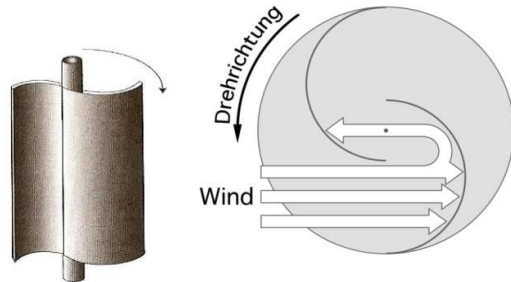
Hv/hheid energie is afh. Windsnelheid en -dichtheid en v/h rotoroppervlakte (=lengte wielen). Recht evenredig verband: vermogen neemt toe als grootte diameter v/d rotor toeneemt.

Opbrengst afh. van ashoogte en windsnelheid, maar weinig afh. van aantal wieken.

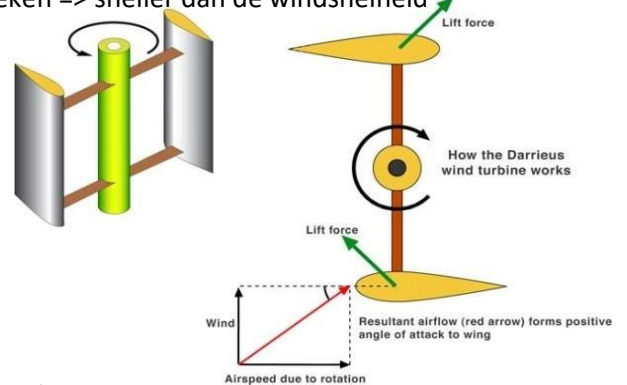
Vermogen 600-3000 kW, Multimegawatt turbines in volle ontwikkeling (op zee): 9,5 MW

2 Soorten configuraties:

1. Dragtype: Niet sneller dan de windsnelheid

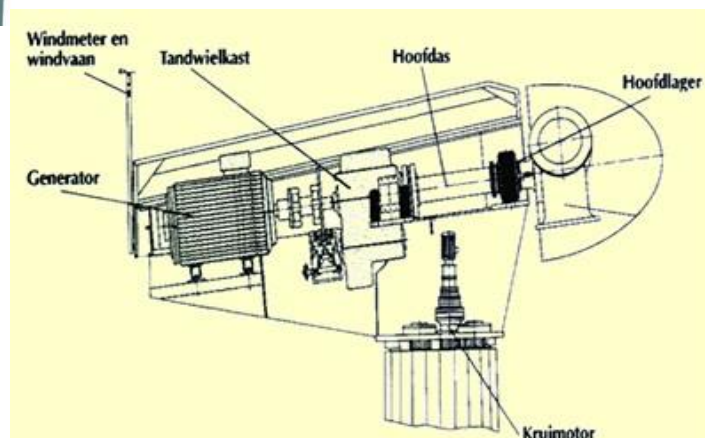
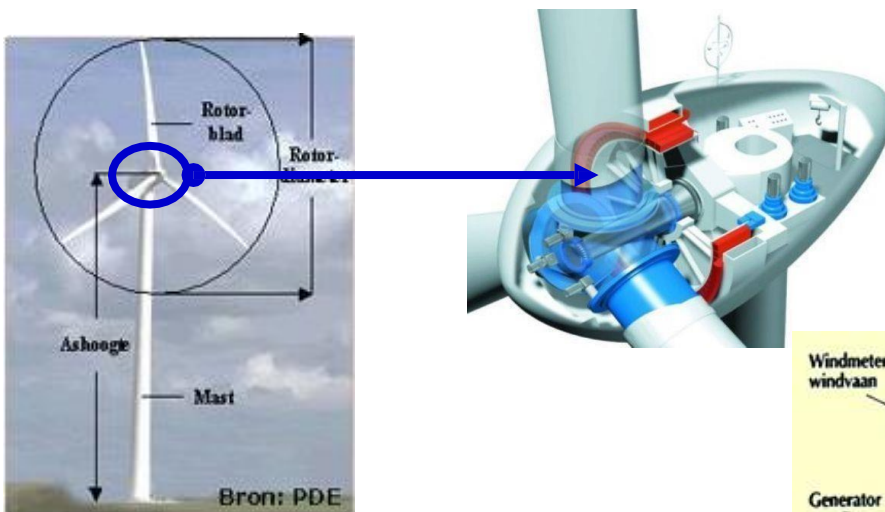


2. Lifttype: meest gebruikt. Wind komt loodrecht op wieken => sneller dan de windsnelheid draaien



Het rotorblad (=geheel v/d wieken) (= belangrijkste onderdeel v/e windturbine) is bevestigd aan de hoofdas of naaf. De assen tandwielen en generator zijn ondergebracht in een gondel (=behuizing) bovenop de mast

Energie v/d langsstromende lucht omgezet in een draaiende beweging die dan wordt versneld in de tandwielkast en die drijft dan op zijn beurt een generator aan die elektriciteit opwekt. Een transformator voert de (wisselspanning) op wordt aangesloten op het elektriciteitsnet



Elektriciteitsproductie uit biomassa

Biomassa als bron van elektriciteit en/of warmte

Enkele voorbehandelingen: verkleinen, verdichten en drogen

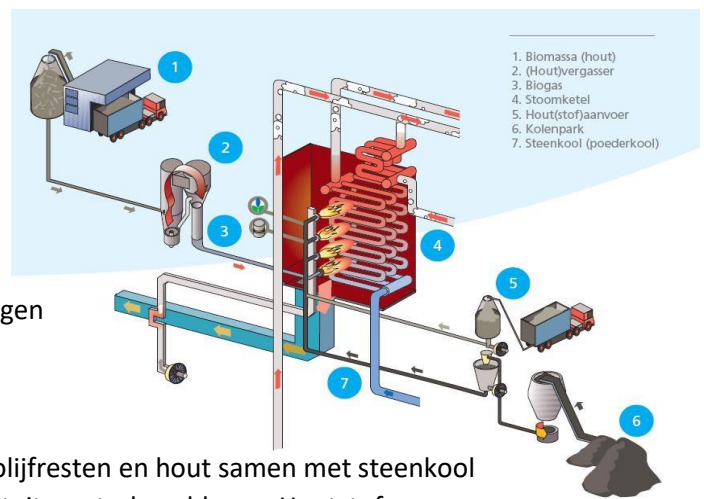
Verbranden van voorbehandelde biomassa kan dr:

1. Rechtstreekse (CO-)verbranding:

Verbranden met steenkool: waterzuiveringsslib, olijfresten en hout samen met steenkool vermalen en in een verbandingsketel v/e elektriciteitscentrale geblazen. Houtstof geïnjecteerd in poederkoolleiding om samen met poederkool verbrand te worden.

2. Verbranding van syngas of biogas: Biomassa eerst omgezet in biogas en dan samen met steenkool verbrand. Of in centrales gestookt met aardgas of stookolie is verbranding van bio-olie.

Energie vrijkomt = Warmte: warmtewisselaars nodig



Brandstofcellen

= elektrochemische toestellen die chemische energie direct omzetten in elektrische energie (= directe conversie)

Verschil tussen brandstofcellen en klassieke warmte machines:

1. Warmtemachines (vb: gasturbine): principe van indirecte energieconversie;

$E_{\text{chemisch}} (\text{brandstof}) \rightarrow E_{\text{thermisch}} (\text{verbrandingswarmte}) \rightarrow E_{\text{mechanisch}}$:

$E_{\text{potentieel}} (\text{druk}) \text{ en/of } E_{\text{kinetisch}} (\text{beweging schoepen}) \rightarrow \text{elektriciteit}$

Elektrisch rendement is beperkt; niet alle warmte in mechanische energie kan omgezet worden (Carnot-efficiëntie)

2. Brandstofcel: poreuze gasdoorlaatbare anode en een kathode met daartussen een elektrolyt (overdracht van ladingen = ionen tss beide elektroden mog. Maakt)

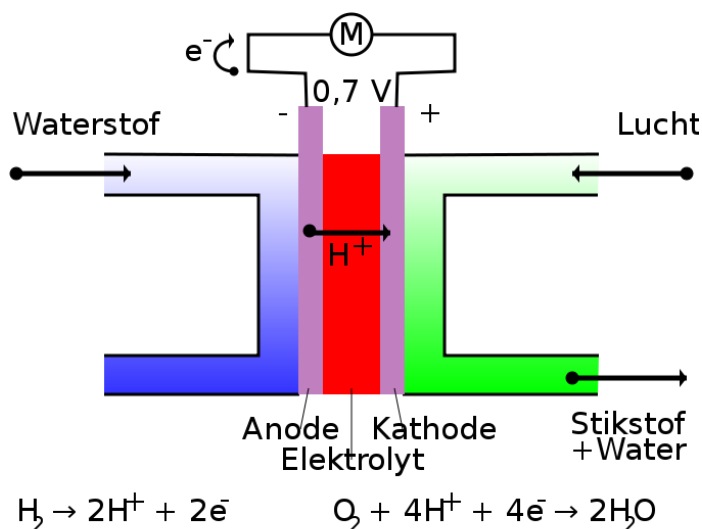
$\text{brandstof} (E_{\text{chemisch}}) \rightarrow \text{elektriciteit}$

REDOXREACTIE tussen H^+ en OH^- (waterstof/zuurstof cel):

Anode: $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ (negatieve lading)

Kathode: $4\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (positieve lading)

Totaal reactie: $2\text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} (\text{g})$



Energiemarkt in Vlaanderen en België

Energietendenzen

EMIS = Energie en Milieu systeem in het Vlaams gewest

VITO = Vlaamse Instituut voor Technologie en Onderzoek

P69-71 doorlezen voor het examen samen met slides 43 tot 51