

# KLIMAATAKKOORD : INDUSTRIE

Korte beschrijving van de in het klimaatakkoord genoemde technologieën voor de industrie tafel

# Het klimaatakkoord

## *C3.2.1 Opgave*

Om dit wenkend perspectief te realiseren, heeft het kabinet de ambitie geformuleerd om 49% CO<sub>2</sub> reductie in 2030 te bereiken ten opzichte van 1990, met een indicatieve reductieopgave voor de industrie van 14,3 Mton in 2030 additioneel aan het bestaand beleid (5,1 Mton).

Met deze ambitie zet Nederland erop in om eerder dan andere landen de transitie in te zetten die noodzakelijk is om de in Parijs afgesproken doelen te realiseren.

Dit vergt additionele investeringen van de Nederlandse industrie en van de overheid.

# De vereiste reducties



Technologie	Inschatting vermeden CO <sub>2</sub> eq in 2030 in Mton	Gemiddelde kosten in €/ton CO <sub>2</sub> bovenop ETS <sup>29</sup> in €/ton	Scope 2 en 3
Procesefficiency	6	0 – 50	Ca 3 Mton besparing op aardgas door levering van restwarmte
Lachgas en F-gassen	2	0 – 30	
Elektrificatie en groene waterstof	4	70 – 150	
Recycling <sup>30</sup> , CCU en biobased chemie	1	10 – 150	Ca 2 Mton CO <sub>2</sub> voor de glastuinbouw 1 à 2 Mton CCU en recycling die buitenlandse emissies voorkomen
CCS	7	50 – 70	
Totaal (opgave + bestaand beleid)	20		6 à 7 Mton

# De grote industrie emissies



	<b>Mton CO2/jaa</b>
Tata steel BKG 1-2	6.30
Chemelot BKG 1-14	4.79
Shell raffinaderij	4.25
Yara sluiskil BKG 1-6	3.73
Dow Benelux BKG 1-9	2.74
Shell Moerdijk BKG 1-8	2.55
Esso raffinaderij rott	2.50
BP raff Rotterdam	2.29
Zeeland refinery	1.55
Air products botlek	0.91
Gunvor petroleum	0.42
Air liquide SMR	0.41
Enci Maastricht	0.38
Lyondell Botlek	0.29
Akzo Hengelo	0.29
Biomethanol Chemie Moerdijk	0.26
Cabot	0.25
Sabic Geleen	0.24
<b>Totaal</b>	<b>34.2</b>

# Electrificatie



Simpele vervanging van fossiel gegenereerde energiestromen door elektrische bronnen.

Voorbeelden :

- Krachtbron : bv vervanging van turbines door E-motoren in de aandrijving van pompen en compressoren
- Warmtebron voor het vervangen van verbranding van fossiele brandstoffen door elektrische verwarmers.
  - Aandrijving van koelmachines
  - Stoomgeneratoren ( < 5 MW ?)

# Mechanische damp compressie

Wat is het en hoe werkt het ?

Typisch gebruik : verdampings/condenstatie stappen in de process industrie :

- Destillatie kolommen
- Indampings/concentratie apparaten

Beperkingen:

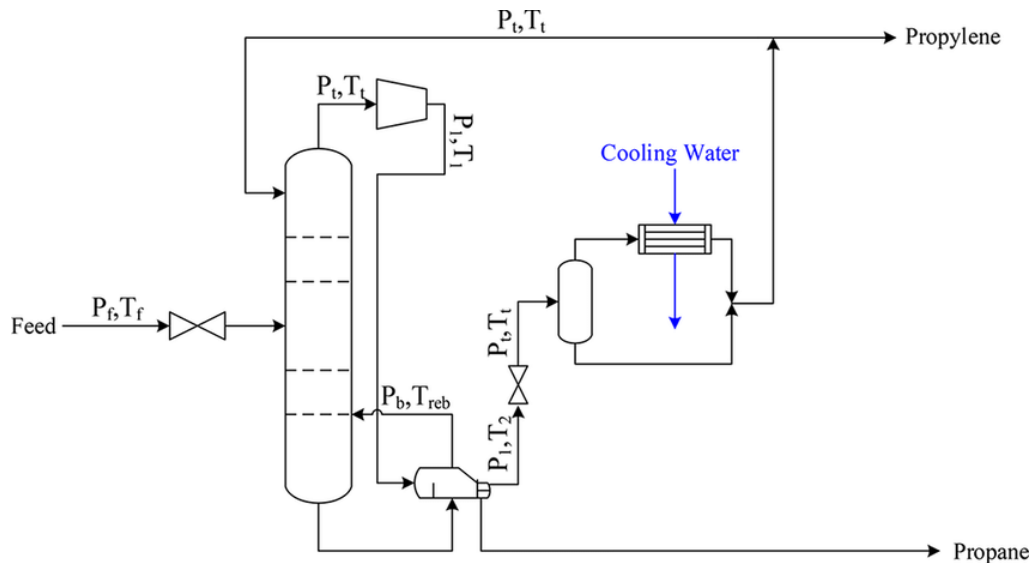
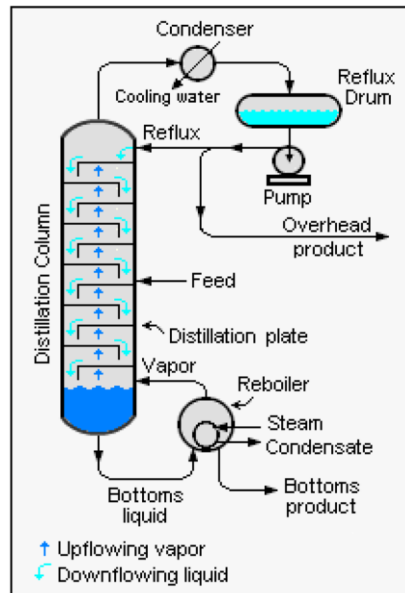
- Schone, niet-reactieve stoffen
- Toepasbaar bij laag temperatuurverschil tussen verdamper/condenser

# Werkingswijze

Kookpunt van een stof is afhankelijk van de druk.

Verdampen/condenseren (is warmte-overdracht) vindt plaats bij kookpunt

Dus bij lagere temperatuur gegenereerde damp, kan door drukverhoging bij hogere temperatuur weer warmte leveren.





# Waterstof

Wat is het en hoe werkt het ?

- Energiedrager en grondstof, maar geen primaire energiebron
- Kan dienen om hoge temperatuurprocessen te faciliteren
  
- Duurzaam op 2 manieren :
  
- Geproduceerd middels electrolyse onder gebruikmaking van groene of atoomstroom (groene waterstof)
- Geproduceerd middels stoom-methaan reforming ( SMR) met opslag ( CCS ) van de vrijgekomen CO<sub>2</sub>

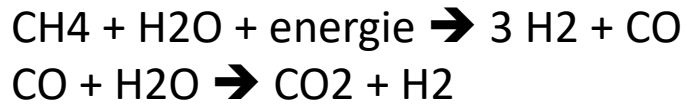
# Hoe wordt het gemaakt ?



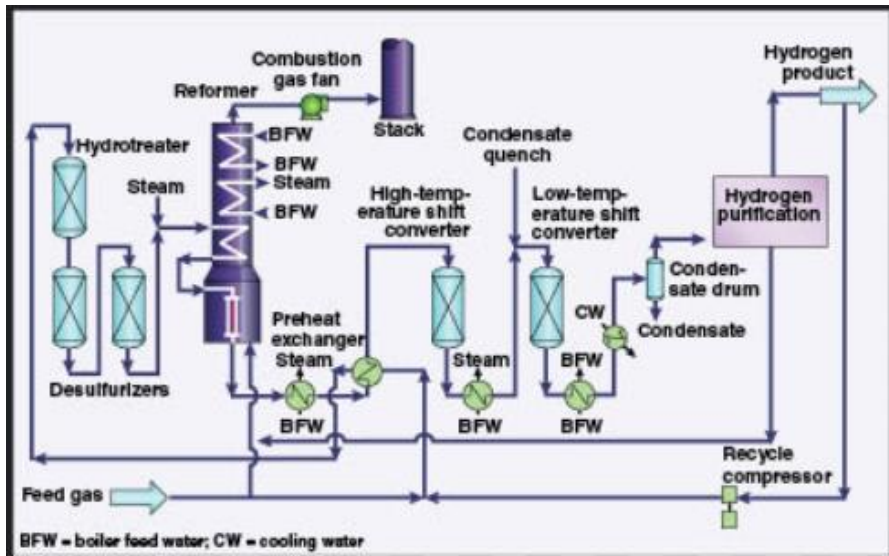
Source	Process	Efficiency Today
<b>Natural gas</b> <b>Bio Gas</b>	Steam reforming Auto-thermal reforming Solid Oxide Fuel Cell	70-75% >75% 80% (40-40)
<b>Coal/Oil</b>	Gasification	56%+ (=syngas)
<b>Biomass</b>	Gasification	44%+ (=syngas)
<b>Electricity + Water</b>	Electrolysis Alkaline and PEM	75-80% (90% exp.)
<b>Sunlight + Water</b>	Photoelectrochemical	14% (lab)

# Hoe wordt het gemaakt ?

Reforming :



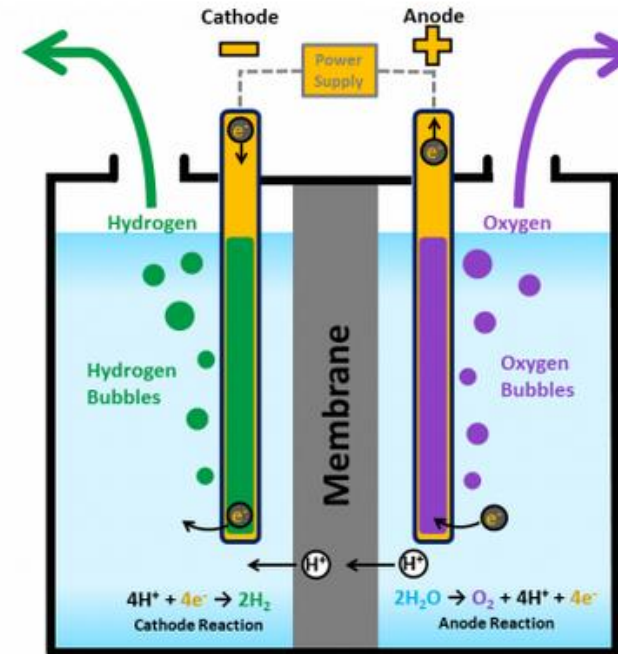
700-1100 grd C , 25 bar, Ni catalyst



Electrolyse :



~80 grd C , atm pressure, Fe/Ni alloys ?



# Carbon capture and storage (CCS)

Wat is het en hoe werkt het ?

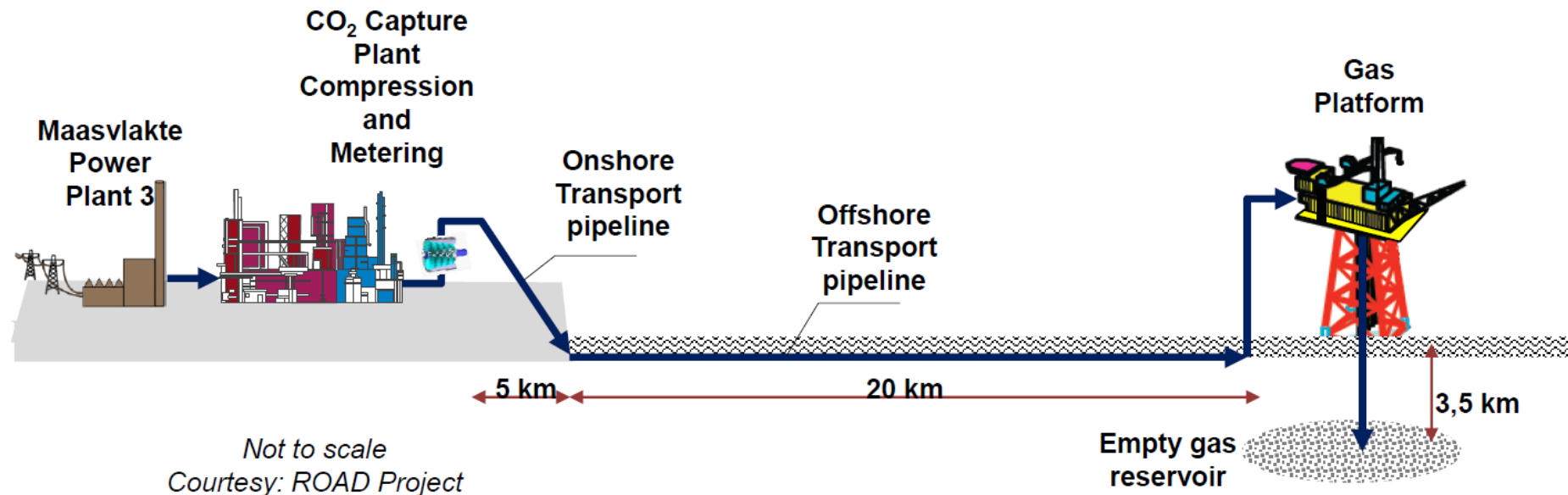
IPCC Special report over CCS (2005) :

CO<sub>2</sub> CCS is een proces bestaande uit :

- 1) afscheiding van CO<sub>2</sub> uit industriële bronnen
- 2) Transport naar een opslaglocatie voor
- 3) Langdurige afscherming van de atmosfeer

# Werkingswijze

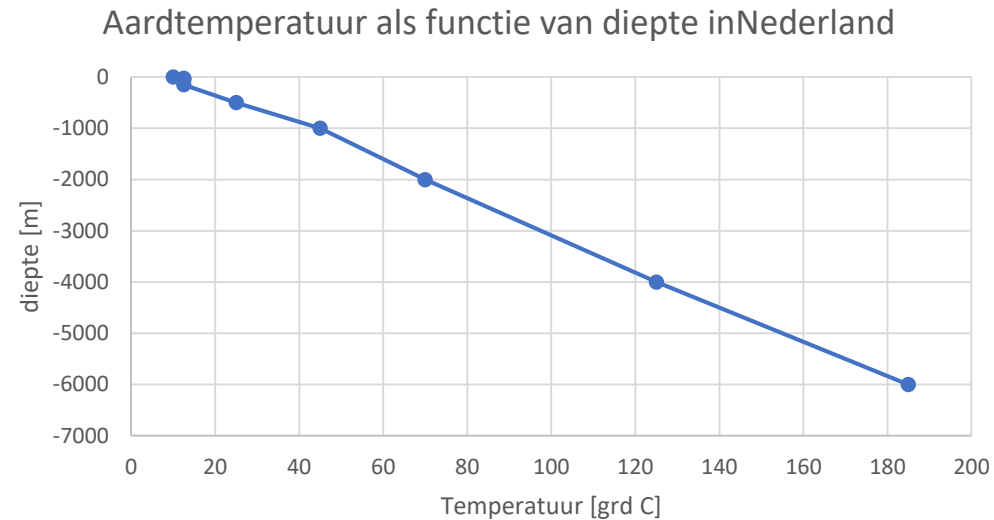
## Schematic of the ROAD Project



# Geothermie



Wat is het en hoe werkt het ?



Onttrekking van warmte via een werkvloeistof  
circulatie ( water + chemicalien?)

# Toepassingen



Woningbouw-> met warmtepomp  
Ca 100-150 m diep ; 10-15 grd C



Tuinbouwkassen (Vogelaer, Poeldijk)  
Ca 2500 m diep ca 85 grd C



Industrie  
Ca 7000 m diep ca 180 grd C

# Aquathermie

Wat is het en hoe werkt het ?

TEO : thermische Energie uit ( oppervlakte ) water

Eventuele opslag in aquifers

Voorbeeld : Rijn debiet : 2200 m<sup>3</sup>/s ; 1 grd afkoeling → 9 GW warmte



# Aquathermie



## Landelijke potentie TEO

	Warmtevraag woningen en utiliteit	Warmtevraag in warmtenet-buurtten	Warmtevraag met TEO als bron	% van totaal	% van geschikt voor warmtenetten
	[PJoule]	[PJoule]	[PJoule]		
huidig	498,8	333,7	199,8	40,1%	59,9%
in 2050	349,2	233,6	151,5	43,4%	64,8%

- Onttrekkingscapaciteit oppervlaktewater
- Opslagcapaciteit ondergrond
- Buurten binnen 5 km van opp.water en grote warmtevraag  
> 2000 GJ en > 600 GJ/ha

Deltares

# Warmtepomp

Wat is het en hoe werkt het ?

Typisch gebruik : verdampings/condenstatie stappen in de process industrie :

- Destillatie kolommen
- Indampings/concentratie apparaten
- Algemene restwarmte terugwinning

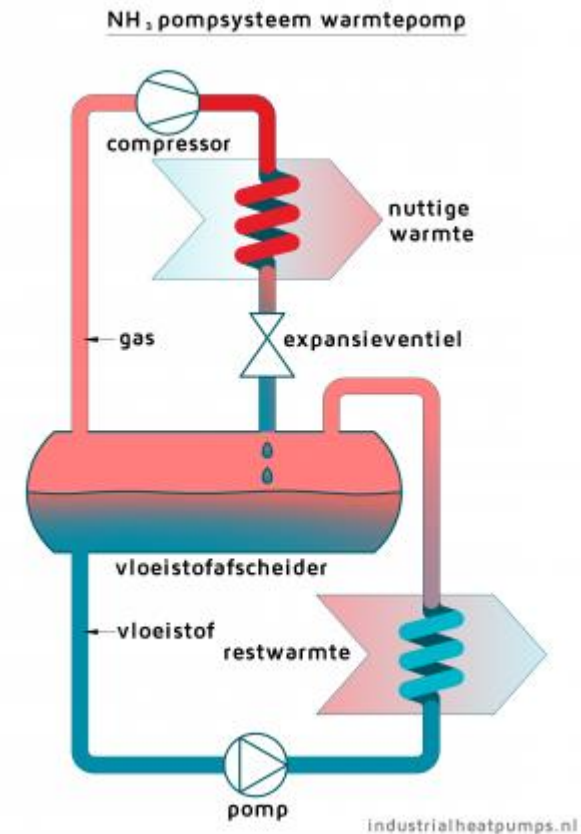
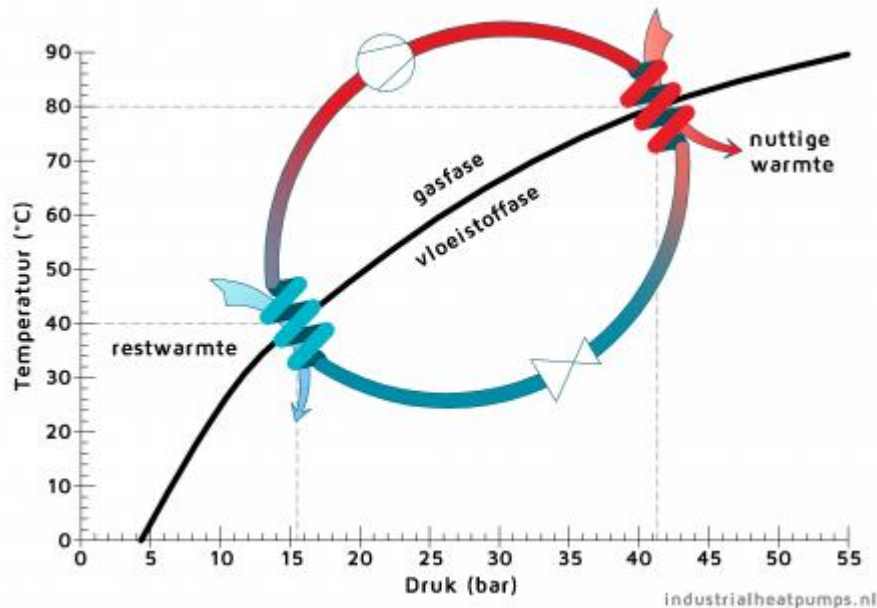
Beperkingen:

- Toepasbaar bij laag temperatuurverschil tussen verdamper/condenser

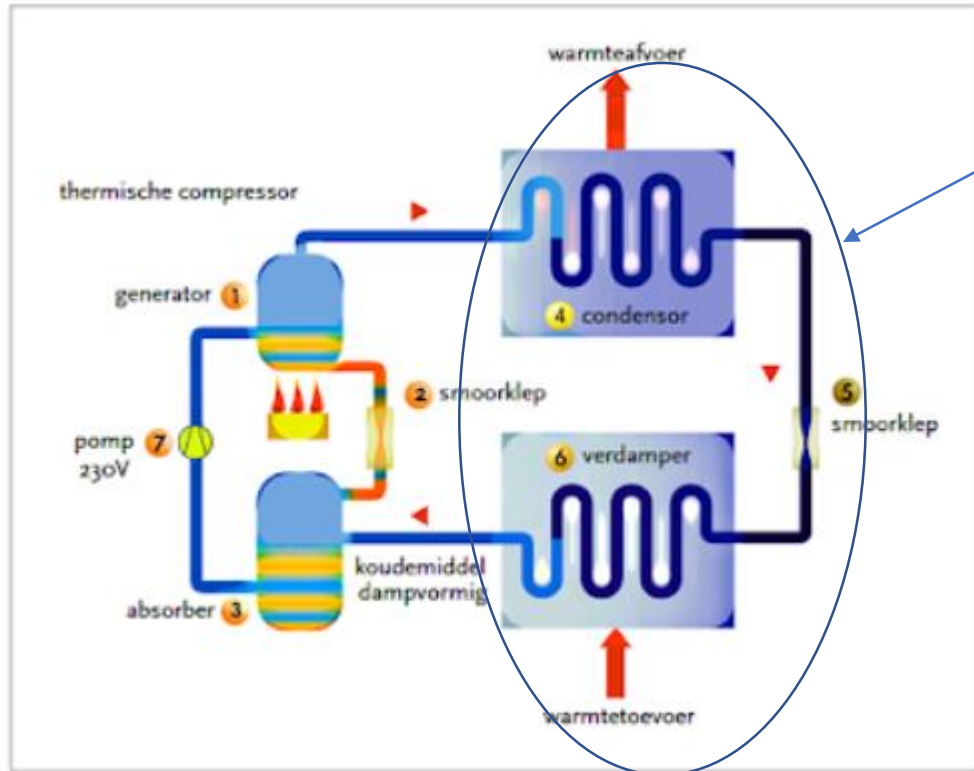
# Werkingswijze

Warmtepomp werkingwijze is identiek aan die van mechanische damp-recompressie, maar...

Bij de warmtepomp zijn de processtromen gescheiden van het warmtepomp medium.



# Absorptie warmtepomp ( Kalina)



Klassieke deel  
warmtepomp

Werkmedium : NH<sub>3</sub> opgelost in water

- NH<sub>3</sub> verdampt in generator 1
- Water gaat via smoorklep 2 naar absorber 3
- NH<sub>3</sub> condenseert in condensor 4 en levert (hoge temperatuur) warmte aan proces
- De vloeibare NH<sub>3</sub> gaat via smoorklep 5 naar verdamper 5 en verdampt onder toevoeging van (lage temperatuur) warmte
- Ammoniak lost in de absorber 3 op in het teruggevoerde water van smoorklep 2

Voorbeeld : gasgestookt