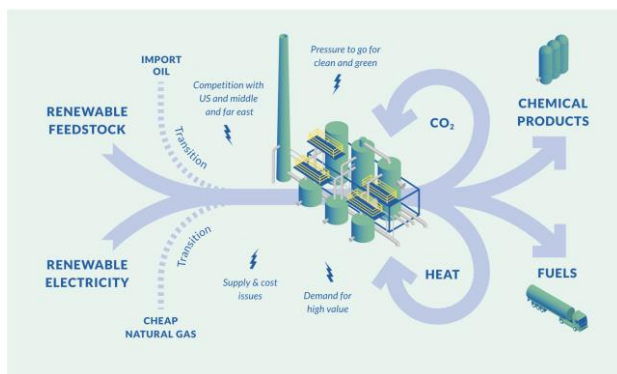


KIVI factsheet Elektrificatie (Power to Heat)

ALGEMEEN

Elektrificatie is het direct of indirect vervangen van fossiele brandstoffen door duurzame elektrische energie om de energievraag van de industrie te verduurzamen. Elektrificatie wordt voor Nederland gezien als een belangrijk middel om aan de CO₂ reductie doelstellingen te kunnen voldoen. Grootschalige duurzame opgewekte elektrische energie (met name windenergie) kan gebruikt worden om de energievraag van de industrie te verduurzamen, welke nu voornamelijk wordt gegenereerd door de verbranding van fossiele brandstoffen. Elektrificatie wordt gezien als een belangrijke kans tot verduurzaming van de industriële productie; industriële processen worden waar mogelijk elektrisch aangedreven, maken gebruik van klimaat neutrale (circulaire) grondstoffen en vervullen een belangrijke rol bij de levering klimaat neutrale secundaire grondstoffen, energiedragers, eindproducten, flexibiliteit en energieopslag.¹



Bij elektrificatie kan onderscheid gemaakt worden in de volgende thema's:

1. **Power-to-Power (P2P)**: vervanging van door fossiele brandstoffen opgewekte gas of stoom gedreven mechanische aandrijvingen door elektromotoren.
2. **Power-to-Heat (P2H)**: opwekking van proceswarmte voor de industrie met behulp van elektriciteit in plaats van fossiele brandstoffen. Grofweg 40% van het industriële energiegebruik wordt gebruikt voor de opwekking van warmte.
3. **Power-to-Hydrogen (P2H2)**: omzetting van elektriciteit naar waterstof. Er wordt algemeen verwacht dat waterstof een hele grote rol gaat spelen in de energietransitie; zoals energieopslag en als brandstof voor de industrie en transport.
4. **Power-to-Products (P2P)**: Het omzetten van "elektronen" in "moleculen", mogelijk met waterstof als grondstof. Soms wordt P2P gesplitst in Power-to-Commodities (P2C) en Power-to-Specialities (P2S).

In deze factsheet wordt de nadruk gelegd op P2H; P2P en P2H2 worden summier behandeld.

¹ Empowering the Chemical Industry; Opportunities for electrification; TNO, ECN (Voltachem); Mei 2016.

Implementatie van P2H is afhankelijk van voldoende beschikbaarheid van duurzaam opgewekte elektriciteit. Ook de kostprijs van duurzame elektriciteit voor industriële gebruikers zal competitief moeten zijn t.o.v. van bijv. de industriële gasprijs (nu niet het geval!).

HOE WERKT HET?

P2P is het vervangen van mechanische aandrijvingen (dieselmotor, gasturbine, stoomturbine, compressoren etc) door elektromotoren. Technisch gezien zijn deze oplossingen goed bekend; keuze van elektrificatie wordt vaak bepaald door het verschil in kosten tussen elektriciteit en andere fossiele energiedragers.

P2H dekt een grote diversiteit in technologieën, afhankelijk van toepassing en schaalgrootte. Enkele voorbeelden van P2H toepassingen zijn genoemd in onderstaande tabel ²

Households and TCS	Industry and process heat
Resistance heating systems – Heater rod – Flow heaters – Surface heating systems – Infrared radiator	Processes and procedures – Conductive resistance heating – Inductive heating – High-frequency heating – Magnetic direct current heating – Electrical infrared heating
Electrode boilers (commercial)	Electrode boiler (where appropriate with CHP)
Electric heat pump	Electric heat pumps
Bivalent (hybrid) heating systems	

Vaak worden de P2H technologieën gesplitst naar het vereiste warmte niveau (Hoog: > 200 °C, midden: 120-200 °C en laag < 120 °C)³.

P2H kan als primaire warmtebron gebruikt worden maar ook in combinatie met andere warmtebronnen om tot het gewenste temperatuur niveau te komen.

P2H2: *Kan een lang verhaal worden ...hoort dat hier thuis of in een andere factsheet?*

TECHNOLOGY READINESS LEVELY

P2P: bestaande en bewezen technieken, TRL 9

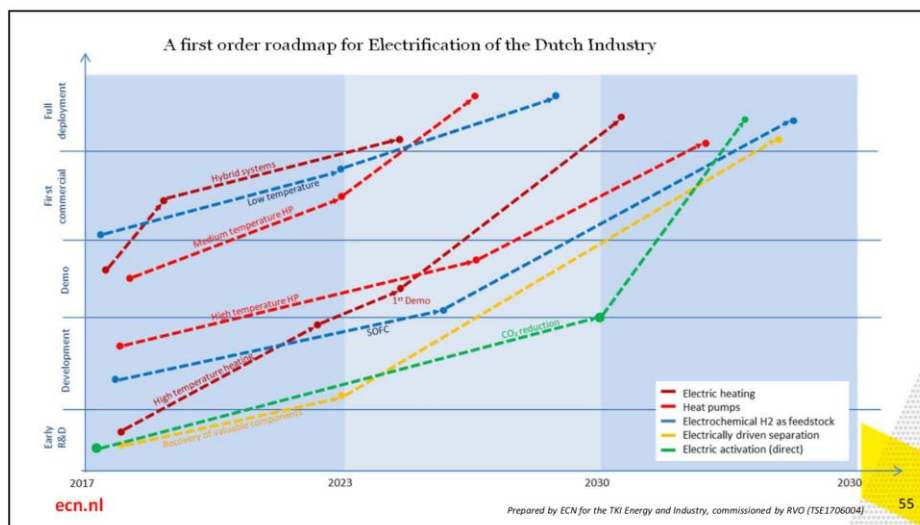
² Electrification of industrial process heat: long-term applications, potentials and impacts', Dietmar Schüwer, Wuppertal Institute, 2018

³ A first order roadmap for Electrification of the Dutch Industry; ECN, TKI E&I; February, 2018.

P2H: De verschillende technologieën hebben een verschillende TRL, zie onderstaande tabel⁴.

Branch	Relevant technologies	TRL ¹	Developmental stage
Cross-sectional	Electric steam generation	7	Demonstration: Prototype test in operating environment
Paper and cardboard	Microwave (drying)	8	Demonstration: Qualified system with verification of functional capability in operating environment
Basic chemistry	Miscellaneous	4	Technology development: Basic functional verification of technology/application in the laboratory
Glass, pottery	a) Inductive/indirect resistive	5	a) Demonstration: Functional verification in application-relevant environment
	b) Conductive	9	b) Commercialisation: Successful commercial use of the system (small scale speciality glass troughs)
Cement, lime, bricks	Resistive	3	Technology development: Basic functional verification of individual elements of an application/technology
Iron & Steel	Conductive/inductive	9	Commercialization: (Full scale) successful commercial use of the system (secondary steel making)
Non-ferrous metals	a) Inductive/Immersion Heater ²	9	a) Commercialisation: For small holding furnaces already achieved today (induction furnaces and immersion heaters)
	b) Plasma heating/Microwaves	6	b) Demonstration: Coupling of thermal treatment and melting process (e. g. for paint stripping and melting of aluminium scrap), Plasma heating (demonstration project of Hydro in Norway)

Op dit moment zijn P2H technieken voor lage temperaturen en hybride systemen op kleine schaal commercieel inzetbaar en zullen de komende jaren grootschalig ingezet gaan worden. Systemen voor hoge temperatuur toepassing zullen pas rond 2030 grootschalig commercieel ingezet kunnen worden⁵.



CO2 BESPARING

Het Klimaatakkoord richt zich op P2H: het gaat er van uit dat van de in de industrie benodigde 14,3 Mton uitstootreductie in 2030 maximaal 5,3 Mton via P2H wordt gerealiseerd⁶. Een warmtevraag van 93 PJ wordt hiermee geëlektrificeerd. Dit vraagt additionele opwek van duurzame elektriciteit tussen 8 en 24 TWh.

⁴ Electrification of industrial process heat: long-term applications, potentials and impacts', Dietmar Schüwer, Wuppertal Institute, 2018

⁵ A first order roadmap for Electrification of the Dutch Industry; ECN, TKI E&I; February, 2018

⁶ Klimaatakkoord, 28 juni 2019

SOCIALE IMPACT

Elektrificatie heeft geen negatieve sociale impact. De vereiste investeringen kunnen kansen bieden voor werkgelegenheid in vele sectoren (R&D, engineering, constructie,..)

CAPEX / OPEX

Gezien de grote diversiteit aan P2H technologieën is het moeilijk een inschatting te geven van de benodigde capex en opex.

Een cross-sectorale werkgroep 'power to heat' heeft een inschatting gemaakt van de potentie industriële elektrificatie per techniek ⁷. Voor niet alle technieken zijn data beschikbaar. Voor details voor deze complexe inschatting wordt verwezen naar appendix A van dit rapport.

Ook vereist P2H significante investeringen in de elektriciteit infrastructuur.

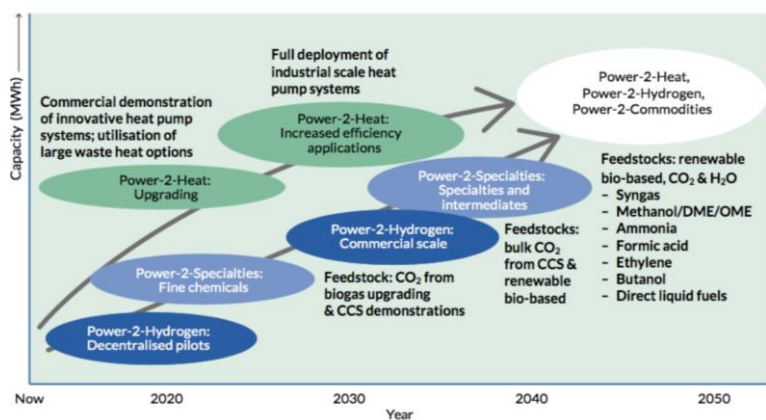
... opzoeken waar PBL mee heeft gewerkt als €/ton vermeden CO₂.....

PRIJSONTWIKKELING

Geen info

PRODUCTIE

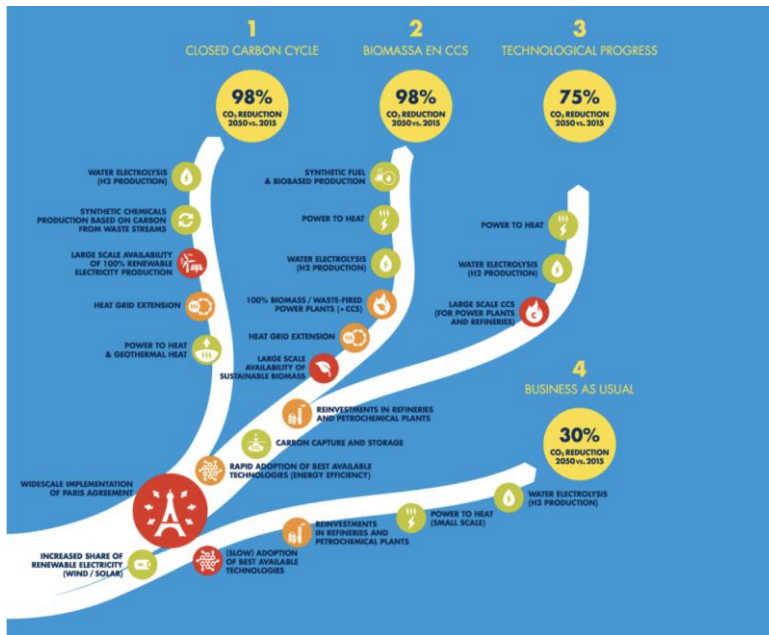
Er zijn verschillende implementatie 'roadmaps' voor de gehele elektrificatie ontwikkeld; in grote lijnen komen zij overeen. ⁸



⁷ De potentie van Power to Heat in de Nederlandse Industrie', cross-sectorale werkgroep power to heat, 22 november 2018

⁸ Empowering the Chemical Industry; Opportunities for electrification; TNO, ECN (Voltachem); Mei 2016.

In alle door het Havenbedrijf Rotterdam ontwikkelde duurzame scenario's ('decarbonization pathways') voor het Rotterdams Industrieel Havencomplex komt P2H in meer of mindere mate voor.⁹



Figuur 4: Overzicht scenario's met maatregelen uit het Wuppertal Instituut rapport (bron: website Havenbedrijf Rotterdam)

GRONDSTOFFENGEBRUIK/RESOURCE

Succesvolle implementatie van P2H is afhankelijk van de beschikbaarheid van grote hoeveelheden (16TWh) duurzaam opgewekte elektriciteit. Daarmee is P2H direct gekoppeld met de ambitie voor grootschalige duurzame elektriciteitsopwekking op de Noordzee.

RISICO'S

Bij P2H dienen de volgende, belangrijkste risico's in ogenschouw genomen te worden. Gedetailleerde risico-inventarisatie is ook te vinden in ¹⁰

- Onzekerheid industrie omtrent beschikbaarheid en vereiste kostenverschil tov fossiele brandstoffen grootschalige elektriciteit generatie op de Noordzee (kip en ei: wie wacht op wie?).
- Grote planningshorizon industrie voor grote investeringen, vaak gerelateerd aan 4 tot 6 jarige onderhoudsintervallen.
- Onzekerheden benodigde grote investeringen in onshore elektrische infrastructuur.

⁹ Decarbonization Pathways for the Industrial Cluster of the Port of Rotterdam', Wuppertal Institute, 2018

¹⁰ De potentie van Power to Heat in de Nederlandse Industrie', cross-sectorale werkgroep power to heat, 22 november 2018

