

RVO Kennisdossier E-Boilers Power-2-Heat

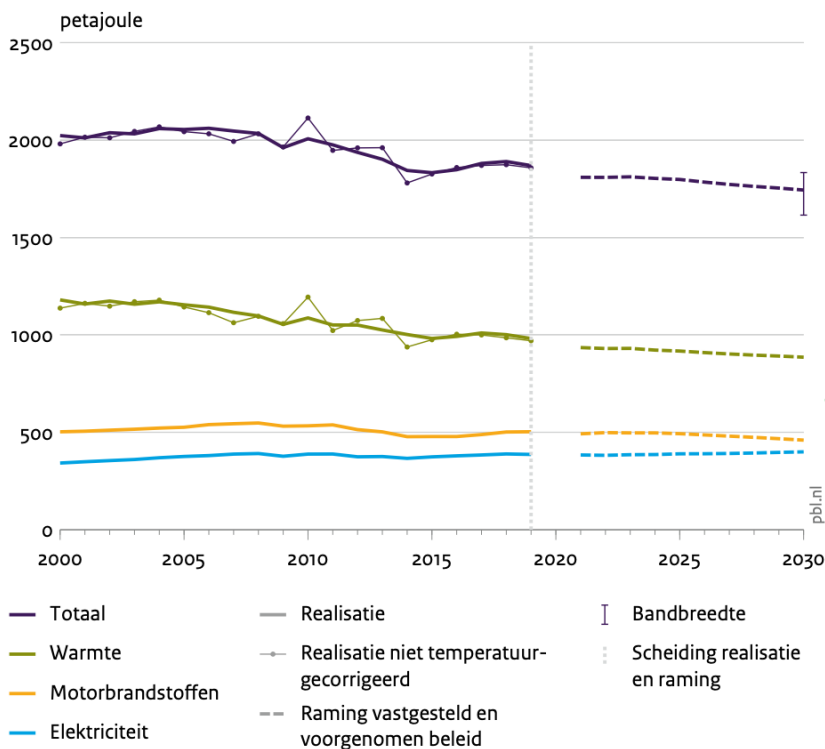
Webpagina's

Algemene Introductie Warmtevraag

Het eindverbruik van energie in Nederland wordt bepaald door de vraag naar warmte, elektriciteit (voor kracht en verlichting) en vervoer. In deze categorisatie heeft warmte het grootste aandeel (zie illustratie hieronder uit de KEV2020). Deze warmtevraag kan zich voordoen in de vorm van warm water of in de vorm van stoom.

Figuur 5.1

Finaal energetisch verbruik per gebruikstype



Bron: CBS; bewerking PBL (realisatie); KEV-raming 2020

De industriële sector is de grootste gebruiker van energie in Nederland, en ook hier geldt het significante aandeel van verbruik van energie voor warmte.

Industriële sectoren waar met name een hoge warmte-vraag bestaat zijn chemie, raffinage, staal, voeding en papier. De warmte wordt gebruikt voor een aantal processen zoals smelten, drogen, destillatie/separeren etc. Deze warmtevraag strekt zich uit van temperaturen onder de 100°C tot wel 1500°C in een groot aantal verschillende processen. Deze warmtevraag wordt momenteel vrijwel volledig gedekt door de inzet van fossiele energiedragers (gas, olie, kolen) met bijbehorende CO₂-emissies.

Verduurzaming industriële warmtevraag middels elektrificatie

In het Klimaatakkoord 2019 wordt elektrificatie gezien als één van de belangrijkste opties om CO₂-reductie in de industrie te bewerkstelligen. Tevens leidt elektrificatie in het algemeen tot energie-besparing vanwege een efficiëntere manier om energie te transformeren (denk aan de inzet van warmtepompen voor warmte). Zoals eerder reeds vermeld is de grootste behoefte in de industrie naar energie voor proceswarmte. Hierbij moet een onderscheid gemaakt worden naar lage temperatuurvraag (<200^o C) en hoge temperatuurvraag (>200^oC). Beide temperatuurregimes hebben hun eigen potentieel voor elektrificatie. Voor lage temperaturen bestaan als elektrificatie-alternatieven met name elektrische boilers en warmtepompen. Voor het hogere temperatuur-segment moet gedacht worden aan elektrische krakers, fornuizen of elektrolytische processen. Hierbij moet tot slot ook opgemerkt worden dat de elektrificatie voor het hogere temperatuursegment zich veelal nog pas in het lagere TRL-niveau bevinden., terwijl voor het lagere segment de alternatieven reeds de commerciële fase bereikt hebben. Verdere onderverdelingen naar locatie en toepassing zijn mogelijk (zie Routekaart Elektrificatie in de Industrie van de Topsector Energie).

Alle hierboven genoemde processen zijn vormen van *directe* elektrificatie. Een alternatieve route is via *indirecte* elektrificatie. Dit laatste houdt samengevat in dat eerst middels elektrolyse waterstof wordt geproduceerd dat daarna ingezet wordt als brandstof voor hoge temperatuur warmtevraag.

Bij alle besproken alternatieven is de aanname dat de elektriciteit zelf duurzaam wordt opgewekt middels zon-PV of wind. Hierbij worden een aantal nieuwe uitdagingen gesteld zoals de variatie in opwek, verhoogde flexibiliteitsvraag (o.a. opslag), beschikbaarheid voldoende elektrische infrastructuur en (in geval van de indirecte route) het conversieverlies dat optreedt bij de omzetting van elektriciteit naar waterstof.

Financiering

Er bestaan meerdere mogelijkheden tot subsidie of belastingvoordeel afhankelijk van de gekozen technologie : SDE++, EIA, HER+, MIA/VAMIL.

Kennisbronnen

Informatie over bovenstaande is o.a. te vinden op

Algemene informatie over energie : PBL, CBS, RVO, Energie in Nederland, KEV2020
Verduurzaming Industrie : TNO
Elektrificatie Industrie : RVO Webinars, Berenschot, Topsector Energie
Subsidie-regelingen : RVO

Factsheet

Zoals eerder gesteld is één van de meest effectieve bijdragen richting verduurzaming van de industriële warmte-vraag elektrificatie van het aanbod. Binnen deze aanpak spelen Elektrische boilers met als alternatief een hybride opstelling met een gasgestookte ketel een belangrijke rol naast warmtepompen.

De keuze voor één van deze alternatieven hangt af van de lokale situatie, m.n. load curve van de warmte vraag, noodzaak tot opwaardering van restwarmte, inpassing in een bestaande situatie of greenfield etc.

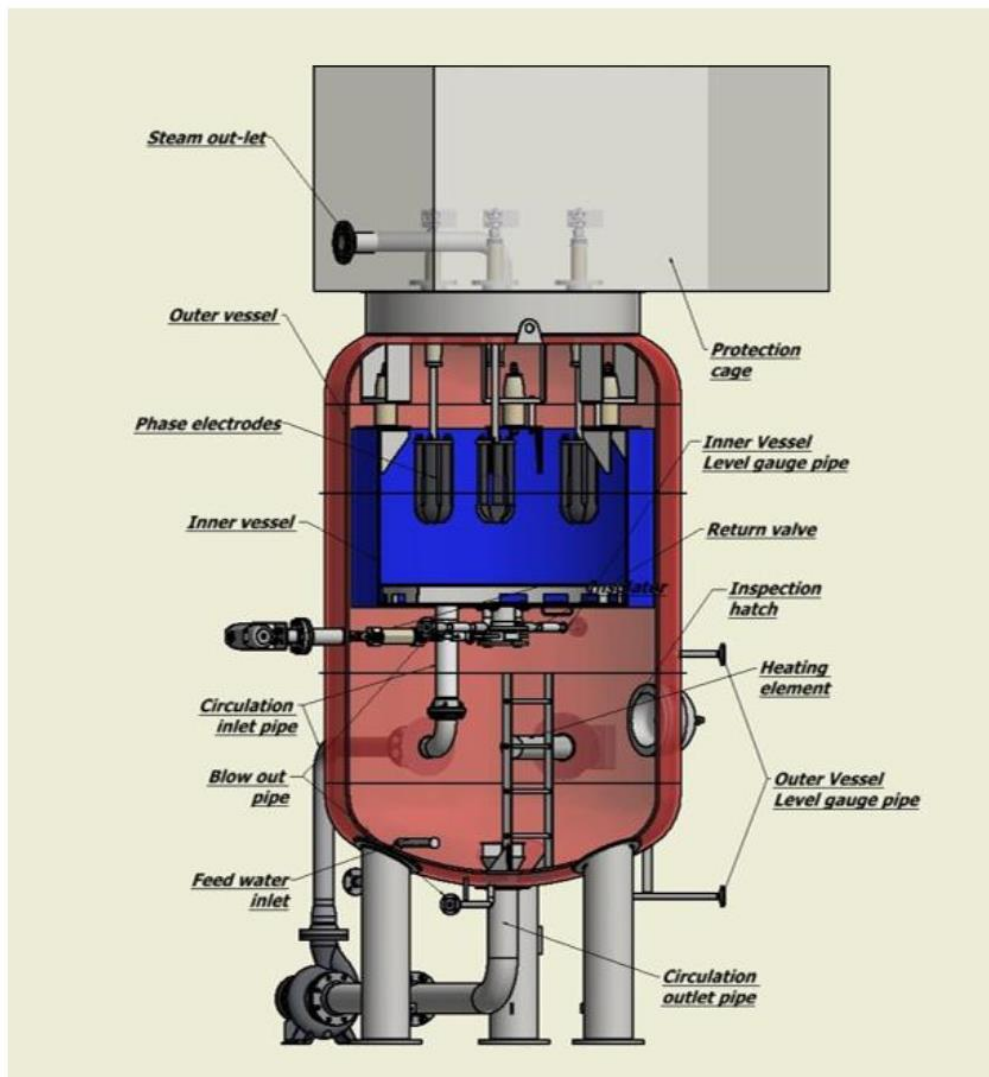
Techniek

De techniek en toepassing van elektrische boilers en warmtepompen is al een honderdtal jaren oud. Met name in Noord Europa met haar overschot aan stroom opgewekt door waterkracht worden deze technieken al van oudsher toegepast.

E-Boilers

E-Boilers kunnen in twee klassen worden verdeeld afhankelijk van de gebruikte techniek voor de opwekking van heet water of stoom – ofwel via elektroden ofwel via weerstanden. In het algemeen is het zo dat voor hogere vermogens (> 5 MW) een elektroden boiler meer geschikt is en voor lagere vermogens een weerstandsboiler.

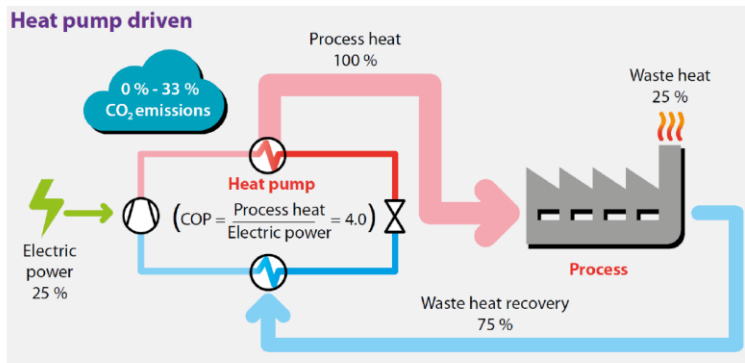
Een typische Elektroden boiler ziet er als volgt uit :



Warmtepomp

Een warmtepomp daarentegen is op een heel andere manier geïntegreerd in het productieproces. Zij is met name geëigend daar waar er veel restwarmte uit het productieproces komt en deze opgewaardeerd kan worden in temperatuur. Deze “lift” wordt uitgedrukt in een Coëfficiënt of Performance (CoP). De haalbare temperatuurlift ligt tussen de 10° en 50° C.

HEAT PUMP REPLACES FOSSIL FUELLED SYSTEM



TNO Innovation for life

Algemeen gesteld kunnen warmtepompen geïnclassificeerd worden naar open of gesloten systemen. Beide systemen laten zich weer verder onderverdelen. Een bekend voorbeeld van een open systeem is mechanische damp-recompressie. Dit is een techniek die met name toegepast wordt bij het opwaarderen van rest-warmte uit industriële processen.

Verschil inzet E-Boiler en Warmtepomp

De verschillen tussen een E-Boiler en een warmtepomp kunnen in onderstaande tabel samengevat worden

Verschillen warmtepomp en e-boiler

	Warmtepomp (gesloten)	Warmtepomp (open)	E-boiler	Factor verschil
Input vermogen	0.57 MW	0.714 MW	20 MW	28-35
Output vermogen	2 MW	5 MW	19.8 MW	4-10
CoP / efficiency	CoP 3.5	COP 7	99% eff	3.5 - 7
Vollasturen	8000	8000	4300	0.5
Investeringskosten	€0.9 mln/MW	€1.6 mln/MW	€0.2 mln/MW	0.1-0.2

- ⇒ E-boiler is meer geschikt voor flexibel vermogen met beperkte inzet op jaarbasis
- ⇒ Warmtepomp is meer geschikt voor efficiënte warmteproductie op baseload basis

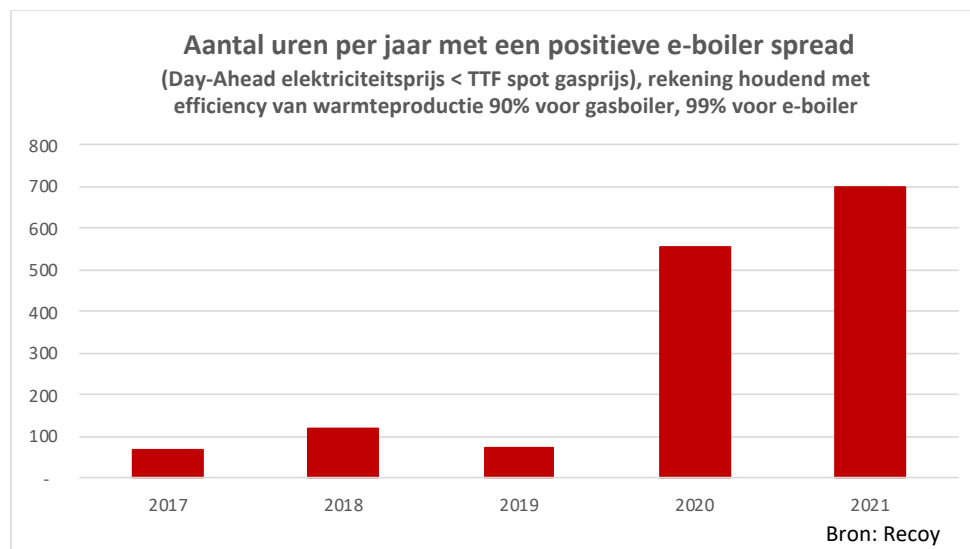
Bron: PBL, SDE++ advies, Recoy

De tabel laat zien dat de investeringskosten per MW van een warmtepomp veel hoger liggen dan bij een E-Boiler. Dit laat zich simpel verklaren doordat de warmtepomp een

complexer apparaat is. De energie-efficiëntie is daarentegen veel hoger. Dit leidt ertoe dat een warmtepomp zich met name leent voor efficiënte warmteproductie op baseload basis, terwijl een e-boiler geschikter is voor het leveren van flexibel vermogen met beperkte inzet op jaarbasis.

Flexibiliteit E-Boiler

Een E-Boiler is dankzij haar technische set-up (met name haar korte ramp-up/down tijd) bij uitstek geschikt om bij te dragen aan de toenemende vraag naar flexibiliteit veroorzaakt door verdere integratie van hernieuwbare opwek, zoals zon en wind, in het energiesysteem. Deze integratie veroorzaakt volatiele prijzen op de day-ahead en met name de onbalans markt. Door inzet op deze markten alsook de TenneT reservemarkten kan deze flexibiliteit verwaard worden en kan een aantrekkelijke business case gebouwd worden met terugverdientijden in de orde van 3-5 jaar, mede doordat vanwege de sterke toename van hernieuwbare elektriciteit via wind- en zonne-energie het steeds vaker voorkomt dat het goedkoper is om warmte te produceren uit elektriciteit dan uit gas, zie onderstaande figuur.



Bij hetgeen hierboven gesteld wordt moeten wel enige kanttekeningen gemaakt worden. Ten eerste moet het omringende productieproces over genoeg flexibiliteit beschikken om een kortstondige inzet van de E-boiler te kunnen accommoderen; bijvoorbeeld doordat de E-boiler geplaatst is in een hybride opstelling naast een gasgestookte ketel. De inzet van de E-boiler moet opgevangen kunnen worden door afschakelen van gasketels. Als alternatief is er wellicht een opslagmogelijkheid voor de kortstondig te veel geproduceerde stoom (zoals een stoom accumulator). In geval van optimalisatie op de onbalansmarkt moet de korte termijn elektriciteitsprijs (kwartier-basis) met hoge mate van precisie voorspeld kunnen worden.

Hybride inzet

Het plaatsen van een E-Boiler in een hybride set-up met een gasgestookte ketel is een interessante configuratie uit oogpunt van bedrijfsvoerings-redundantie, overgang naar een duurzame energie-huishouding, verlaging CO2 uitstoot en financiële robuustheid/hedge.

Indien de gasprijzen hoog zijn en de elektriciteitsprijzen laag is het aantrekkelijk de benodigde warmte vanuit de e-boiler te leveren en de gasketel omlaag te moduleren. Deze stroom-gas prijs spread moet voldoende groot zijn om additionele running costs van de e-boiler (onderhoud etc.) goed te maken.

Aandachtspunten bij integratie E-Boiler in bestaand productie-proces

Bij het integreren van een E-boiler in een bestaand productieproces zijn er een aantal zaken die aandacht verdienen om zeker te stellen dat de installatie succesvol verloopt. Deze zaken betreffen vooral die bereiken waar er aangesloten moet worden op het bestaande proces :

Elektrische aansluiting

- Is de bestaande net-aansluiting voldoende voor de extra capaciteit benodigd voor de boiler?
- Is het bestaande elektrische systeem voldoende voor integratie van de boiler

Voedingswater/Ketelwater kwaliteit

- De vereiste kwalificaties van het ketelwater in de boiler zijn zodanig dat er nauwkeurig gekeken moet worden naar de kwalificaties van de algehele waterhuishouding (voedingswater en make-up water). Indien die niet juist is kan het zijn dat er overmatig gespuid moet worden om achterblijvende zouten weer uit de ketel te verwijderen.

Civiel

- Vaak moeten er aanpassingen gedaan worden om plek te creëren voor de boiler (fundatie, leidingwerk, dak, ...)

Instrumentatie

- E-boilers worden aangestuurd door een controlbox die gekoppeld moet worden aan het bestaande Process Control Systeem van het bestaande proces.

Vergunningen

- Er moet getoetst worden of het inpassen van een nieuw apparaat – in dit geval een E-Boiler – past binnen een bestaande vergunning of dat er een additionele vergunning (bouw, milieu etc.) aangevraagd moet worden.

Inzet E-Boiler

- Indien de E-boiler gebruikt wordt om haar flexibiliteit te verwaarden op de verschillende reserve – en onbalansmarkten kan dit leiden tot een operationele inzet die gekenmerkt wordt door meerdere periodes van korte inzet met een snelle ramp-up en ramp-down tijd. Deze operationele inzet moet afgezet worden tegen eventuele extra operationele kosten en (performance) garanties.

Financiering

Voor wat betreft financiering van een e-boiler zijn er verschillende subsidies beschikbaar. De meest passende is de Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie en en Klimaattransitie (kort SDE++), waar voor 2022 een bedrag van €13 miljard is voor vrij gemaakt. De stimuleringsregeling biedt (meerjarige) exploitatiesubsidies, bedoeld als vergoeding voor de 'onrendabele top' van de betreffende techniek. Deze subsidie is specifiek bedoeld voor de energie-intensieve industriële processen. E-Boilers en warmtepompen zijn in concurrentie met andere duurzame processen (CO₂ – opslag, Zon-PV, aquathermie etc.) voor wat betreft het aantrekken van de SDE++ subsidie. De regeling loopt over meerdere rondes, waarbij de aanvrager een instap-moment kiest afhankelijk van de subsidie-behoefte. Dit instap-moment is een compromis tussen het streven naar een zo hoog mogelijk subsidiebedrag en de nog beschikbare hoeveelheid subsidie in elke ronde.

Voor de SDE++ van 2022 is de concurrentiepositie van de verschillende alternatieven als volgt per onderstaand schema. Hieruit kan worden geconcludeerd dat opties voor het produceren van duurzame warmte concurrerend zijn ten opzichte van andere opties om CO₂ te besparen.

SDE++ subsidie: positionering

