



INDUSTRIËLE WARMTE EN CO2 EMISSIEREDUCTIE

Robert de Boer
NAP workshop, 2 oktober 2018

INHOUD

- › TNO roadmap naar een CO2 neutrale industrie
- › Industriële warmtevraag
- › Warmtepomptoepassingen
- › Warmtepompontwikkelingen
- › Carnot Lab en industriële warmteprogramma



Towards a CO₂-neutral INDUSTRY

GOALS 2050

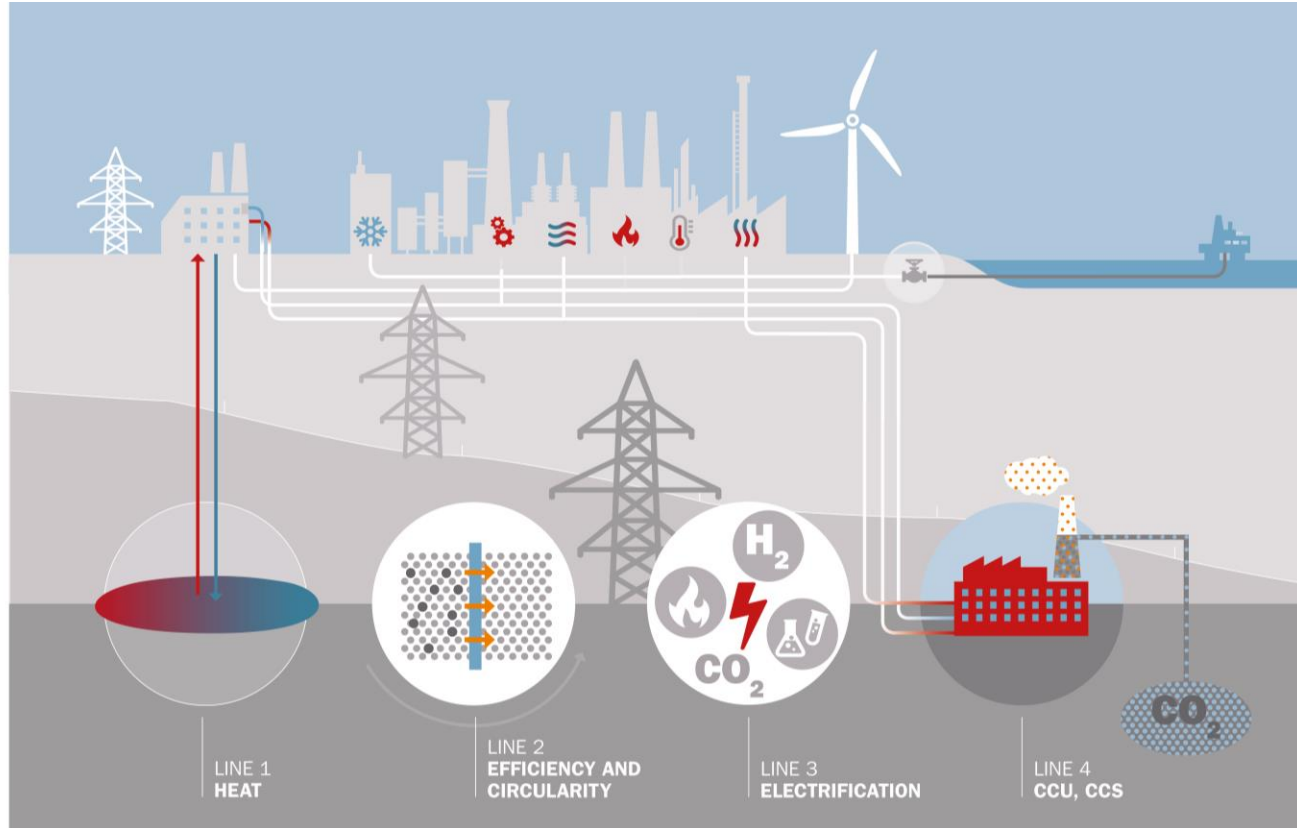
ALL INDUSTRY HAS A **ZERO NET CO₂ EMISSION**

SUSTAINABLE SUPPLY AND (RE-)USE OF INDUSTRIAL HEAT

> 40% PROCESS EFFICIENCY IMPROVEMENT

COMPLETE ELECTRIFICATION

CO₂ CAPTURE CONVERSION AND STORAGE

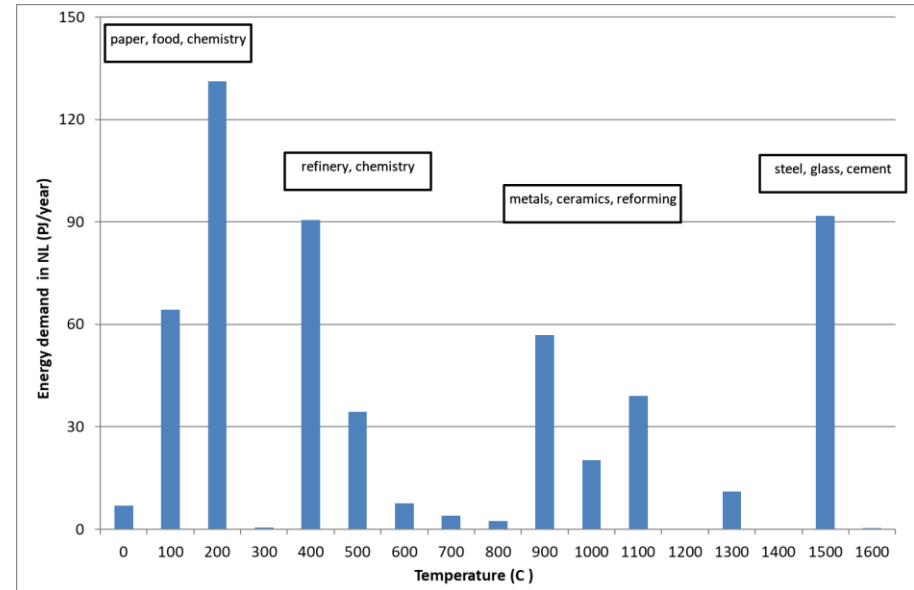


INDUSTRIELE WARMTEVRAAG IN NL

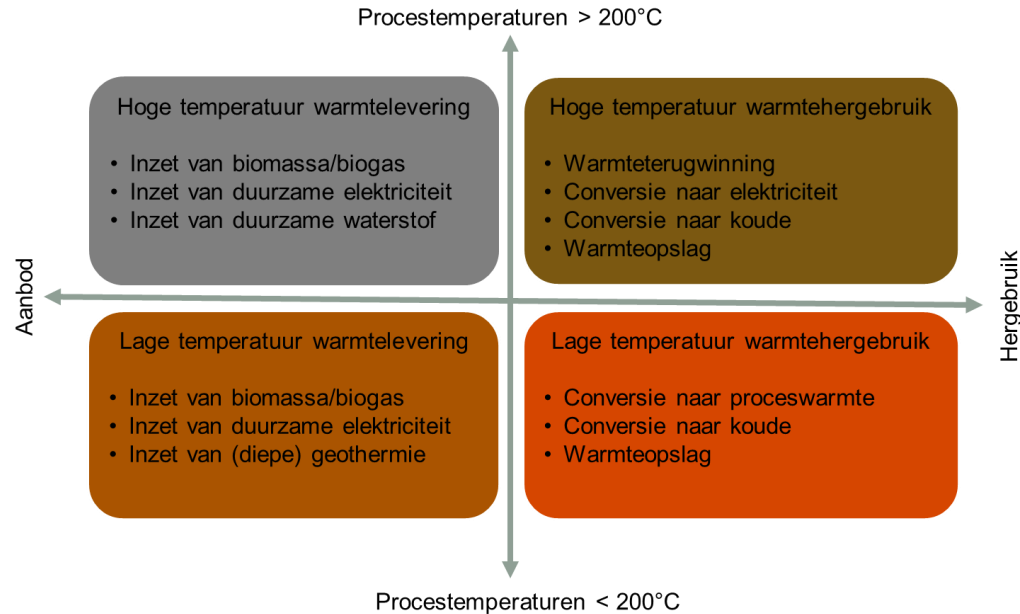
80% van industriële energievraag is voor warmte.
550 PJ warmte van 630 PJ totaal

Temperatuurrange van 100 tot 1600 °C

Diversiteit aan processen tot 200°C
Hogere temperaturen, beperkt aantal processen

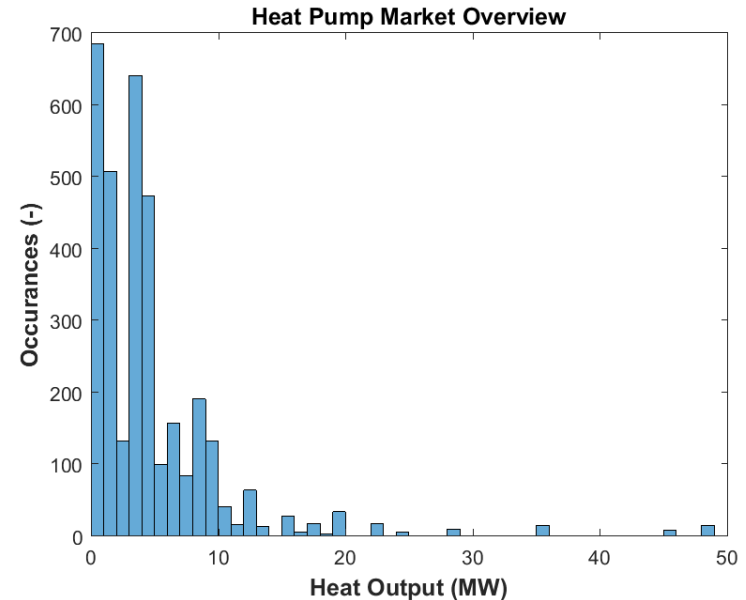


VERDUURZAMING WARMTEHUISHOUDING



WARMTEPOMP POTENTIEEL TOT 200°C

- › EU-28
- › Warmtevraag en koelbehoefte (restwarmte)
 - › Chemie, raffinage
 - › Papier
 - › Voedingsmiddelen
- › 3433 warmtepompen geïdentificeerd in 108 individuele toepassingen.
- › De opgetelde capaciteit dekt 22% van de warmtevraag onder 200°C in Chemie, Raffinage, Papier en Voedingsmiddelen in de EU28

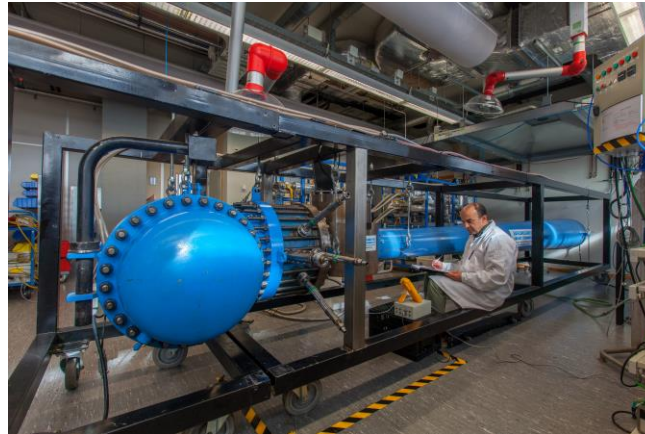


INDUSTRIAL HEAT

R&D VOOR VERDUURZAMING WARMTEHUISHOUDING



200 kW
compressie
Warmtepomp
test systeem voor
150°C stoom
levering



10 kW thermoacoustische warmtepomp
voor 180°C stoom levering



10 kW PCM warmteopslag
systeem 130°C

TEST OP LOCATIE

Locatie	Roermond, NL
toepassing	Stoomlevering Papier industrie
Werkmedium	R600 Butaan
T_source → T_sink	55 → 115
COP	3.6 (stoom) 5 (stoom + heetwater)
MWth	0.2
Supplier	IBK
Compressor	Zuiger
# stages	1

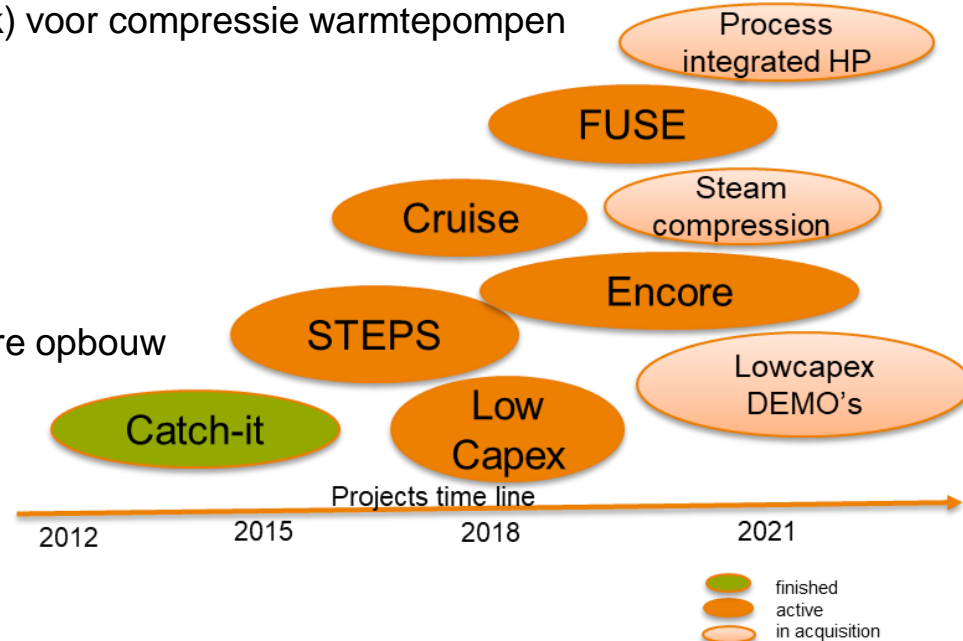


WARMTEPOMP TECHNOLOGIE ONTWIKKELINGEN

- › Verhoging leveringstemperatuur voor lage- en middendruk stoom: 120-200°C
 - › Nieuwe werkmedia (synthetisch en natuurlijk) voor compressie warmtepompen
 - › Meer traps compressie cycli
 - › Thermo-acoustische warmtepomp
 - › Sorptie warmtepompen

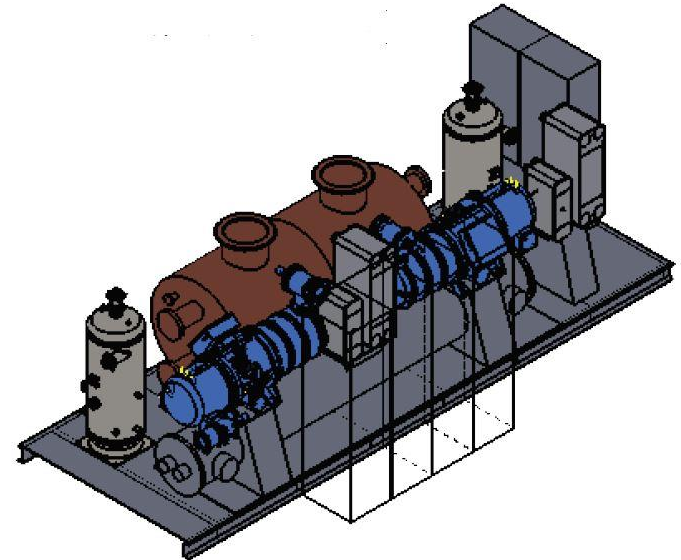
- › CAPEX reductie van warmtepomp technologie
 - › Gestandaardiseerde componenten, modulaire opbouw

- › Proces geïntegreerde warmtepompen
 - › Verhoog efficiency, reduceer T-lift



LOW CAPEX: 2 MW WARMTEPOMP @120°C

- › Techniek
 - › Synthetisch werkmedium
 - › Plate & Shell vs Shell & Tube
 - › Parallel uitvoeren van hoge druk zijde
 - › Er is nog potentieel voor verdere kostenreducties
 - › Opstap naar demonstraties (DEI)

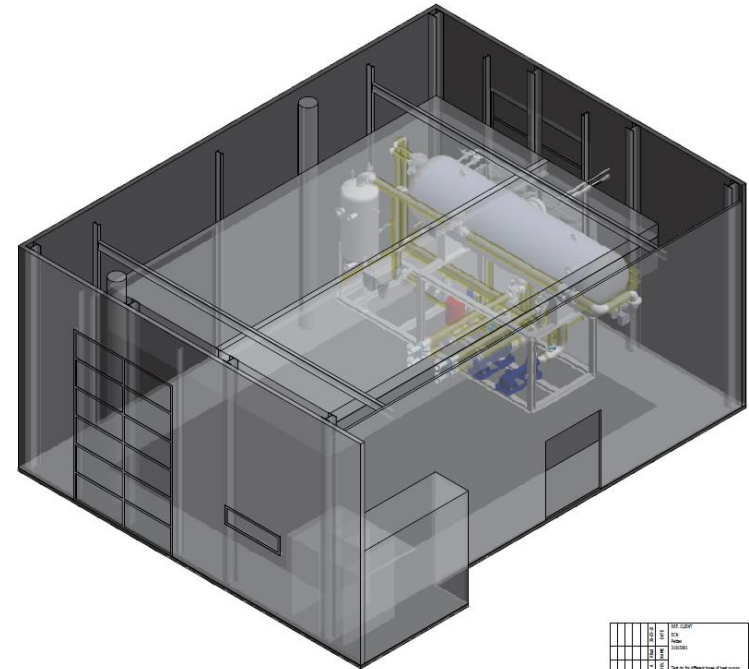


FULL SCALE (2 MW) TEST RIG



CARNOT LAB

- › R&D infrastructuur voor conversie en opslag van warmte
 - › Ondersteuning van de technologie ontwikkeling van het R&D programma
 - › Testen van materialen, componenten, nieuwe concepten en systemen
 - › Ontwikkel- en test faciliteit voor de industrie
 - › Data link met bestaande (industriële) processen voor dynamisch testen..

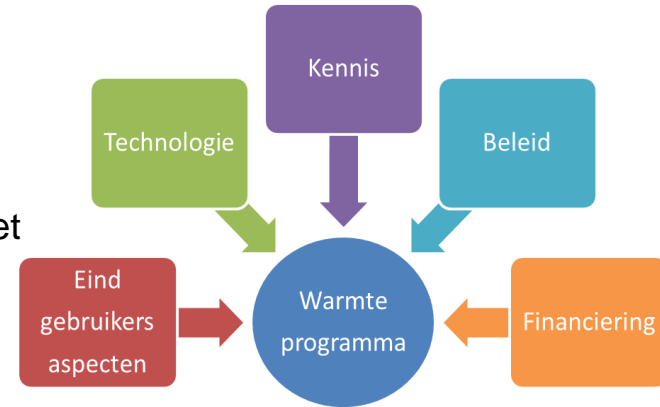


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

INNOVATIEPROGRAMMA INDUSTRIËLE WARMTE

VERDUURZAMING VAN DE INDUSTRIËLE WARMTEHUISHOUDING

- › FOCUS: Het verduurzamen van het warmteaanbod en hergebruik en opwaardering van restwarmte
- › Doel:
 - › substantiële verduurzaming van de industriële warmtehuishouding.
 - › fossiel energiegebruik voor industriële warmte terugdringen met 100 PJ/jaar in 2030, CO₂-emissiereductie 6 Mton/jaar.
 - › Lagere operationele kosten bij de industriële eindgebruikers (schatting 400-800 miljoen Euro/jaar).
 - › De innovaties binnen dit programma moeten leiden tot nieuwe producten met exportpotentieel voor de technologieleveranciers /apparatenbouwers en nieuwe hoogwaardige werkgelegenheid.



› **BEDANKT VOOR UW AANDACHT**

TNO.NL/ECNPARTOFTNO



ECN

› **TNO**

innovation
for life