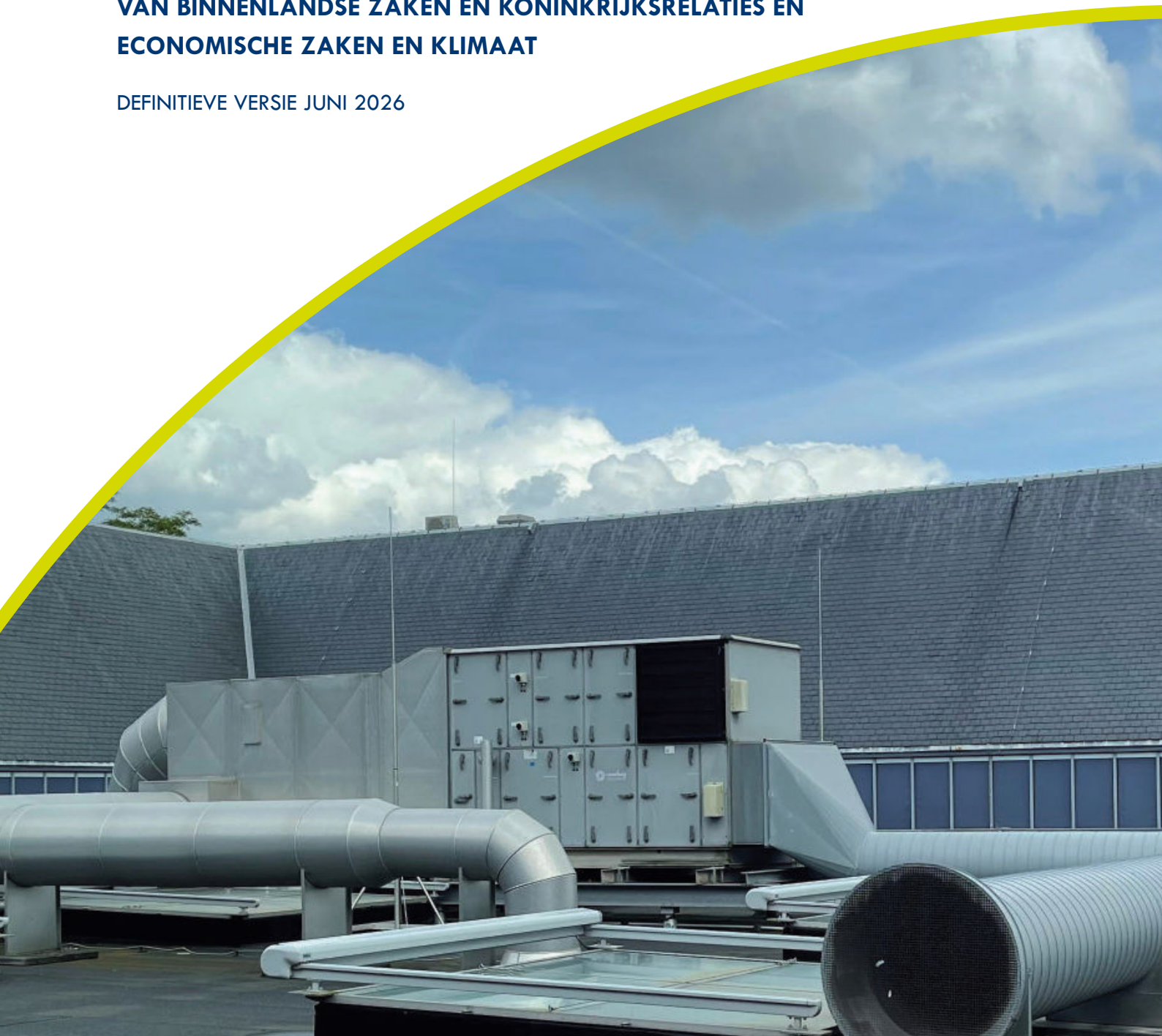


ROUTEKAART CIRCULAIRE KLIMAATINSTALLATIES

**OPGESTELD DOOR DE PRODUCTGROEP CIRCULAIRE
KLIMAATINSTALLATIES VAN DE CIRCULAIRE MAAKINDUSTRIE EN
CIRCULAIRE BOUWECONOMIE IN OPDRACHT VAN DE MINISTERIES
VAN BINNENLANDSE ZAKEN EN KONINKRIJKSRELATIES EN
ECONOMISCHE ZAKEN EN KLIMAAT**

DEFINITIEVE VERSIE JUNI 2026



Inhoud

Management Samenvatting	3
1 Introductie	5
1.1 Ambitie routekaart	5
1.2 Productteam en proces	5
1.3 Stakeholderbetrokkenheid in het proces	6
2 Scope	7
2.1 Componenten	7
2.2 Technologieën	8
2.3 Markten	8
2.4 Stakeholders en ketenpartners	8
3 Visie	11
4 Analyses	12
4.1 PESTEL	12
4.2 Beleidsdoelen	13
4.3 Analyse Kritieke grondstoffen klimaatinstallaties	14
4.4 Voorraadvorming	16
4.5 Circulaire potentie	17
4.6 Conclusie	18
5. Doelen	19
6 Oplossingsrichtingen en interventies	21
6.1 Inventarisatie van oplossingsrichtingen	21
6.2 Samenhang met lopende initiatieven	23
7. Actielijnen	26
7.1 Routekaart circulaire en toekomstbestendige Klimaatinstallaties	26
Figuur 9: Routekaart Circulaire Klimaatinstallaties 2026-2035	27
7.2 Governance & uitvoering: van strategie naar realisatie	29
Bijlage 1: Quick scan analyse producten	34
Bijlage 2: Europese ontwikkelingen	35
Bijlage 3: Circulaire Potentie Methode (CPM)	36
Bijlage 4: Lopende Initiatieven	38
Bijlage 5: Beschrijving oplossingen	41
Bijlage 6: Oplossingen en NGS pijlers	47
Bijlage 7: Punten voor nadere samenwerking n.a.v. afstemmingstafel 20 april 2026	48

Management Samenvatting

Probleemstelling

De druk op de gebouwde omgeving neemt toe. Nederland staat voor een enorme verduurzamingsopgave: vóór 2050 moeten bijna 8 miljoen bestaande woningen en een half miljoen utiliteitsgebouwen CO₂-neutraal verwarmd, gekoeld en geventileerd worden. Tegelijkertijd heeft de Nederlandse overheid de ambitie om jaarlijks 100.000 nieuwe woningen te bouwen. De energietransitie vraagt om steeds zuinigere klimaatinstallaties en door de overstap naar aardgasvrije wijken groeit de vraag naar warmtepompen sterk.

Bij het ontwerpen van klimaatinstallaties ligt tot nu toe de nadruk vooral op energiebesparing, maar om de sterke groei op te kunnen vangen, worden milieu-impact en de afhankelijkheid van (schaarse) materialen steeds urgenter. Zonder interventies lopen kosten, grondstoffengebruik en leveringsrisico's voor klimaatinstallaties verder op.

Opdrachtgever en proces

De routekaart wil richting bieden in deze opgave. In opdracht van de Ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en Economische Zaken en Klimaat is de Routekaart Klimaatinstallaties opgesteld door een deskundig productteam en in nauwe samenwerking met een breed stakeholderveld, waaronder het Transitieteam Circulaire Bouweconomie, het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN), het Nederlands Materialen Observatorium (NMO) en de Afstemmingstafel klimaatinstallaties. In zowel het productteam als het afstemmingstafel komen kennis en ervaring uit industrie, wetenschap en dienstverlening samen.

Ambitie

Door de doelen van de Nationale Grondstoffenstrategie (NGS) en het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) te integreren, draagt de routekaart bij aan de beschikbaarheid van grondstoffen, een essentiële randvoorwaarde voor het realiseren van de woningbouwopgave en de energietransitie.

De routekaart beschrijft concrete acties voor de komende 5 tot 10 jaar om de sector te verduurzamen en weerbaarder te maken. Beleidsambities zijn vertaald naar volgende doelstellingen voor klimaatinstallaties in 2035:

- 15% minder materiaalgebruik, 50% langere levensduur en 25% lagere milieu-impact (MKI) ten opzichten van 2016.
- 82% recycling waarbij 15% hergebruik.
- Maximaal 65% importafhankelijkheid per niet-EU-land en minimaal 25% binnenlandse recycling van strategische materialen.

Analyse van uitdagingen en kansen

Klimaatinstallaties bestaan uit een groot aantal componenten die deel uitmaken van mondiale ketens. Ontwerpkeuzes zijn in het algemeen complex en vereisen een zorgvuldige afweging tussen aan de ene kant gezondheid, energieprestaties en milieu-impact en kosten, betrouwbaarheid en beschikbaarheid aan de andere kant. Vooral in de utiliteitssector valt de grote verscheidenheid aan systemen en maatwerkoplossingen op. Nieuwe Europese regelgeving is nog volop in ontwikkeling en geeft nu nog weinig concrete handvatten voor marktpartijen. Het ontbreken van eenduidige benchmarks en de versnippering van initiatieven maken dat verbeteringen nog onvoldoende zichtbaar zijn. Terwijl er veel circulaire initiatieven zijn, is de markt zich nog onvoldoende bewust van strategische grondstofrisico's.

Maar er zijn ook duidelijke kansen. De circulaire potentie van klimaatinstallaties is hoog in zoverre dat er technisch gezien relatief veel handelingsperspectieven zijn, zowel op product als ook op systeem en gebouw niveau. De Nederlandse sector beschikt over enkele sterke Original Equipment Manufacturer (OEM) bedrijven, kennis van installaties, ontwerp en gebouwintegratie. Publieke inkoop en nieuwe Europese wetgeving (zoals Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR), Construction Products Regulation (CPR) en Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)) bieden een belangrijke hefboom op het snijvlak tussen bouwregulering en die voor elektrische en elektronische apparaten.

Oplossingsrichtingen en acties

De routekaart vertaalt de inzichten uit de analyses naar vijf samenhangende oplossingsrichtingen:

- Installatiearm bouwen: minder en eenvoudiger installaties door beter ontwerp van gebouwen en systemen, zonder verlies van comfort en gezondheid.
- Circulair productontwerp: ontwikkelen van modulaire, losmaakbare en toekomstbestendige installaties, ondersteund door benchmarks en transparante productdata.
- Waardebehoud: stimuleren van hergebruik, onderhoud en refurbishment, en het ontwikkelen van een goed functionerende tweedehandsmarkt.
- Marktontwikeling en opdrachtgeverschap: opschaling via circulaire inkoop en contractering, gericht op prestaties, Total Cost of Ownership (TCO) en circulariteit.
- Generieke interventies: verbeteren van data, kennis, bestaande standaarden, monitoring en samenwerking, en tijdige aansluiting op Europese regelgeving.

Toekomstige uitvoering

De routekaart wil bestaande initiatieven verbinden en zet in op gerichte opschaling en waar nodig op nieuwe acties. Tegelijk is de routekaart een dynamisch document: voortschrijdend inzicht en samenwerking met het veld blijven essentieel. Alleen door nu samen te handelen, kan de sector de groeiende vraag naar klimaatinstallaties opvangen én tegelijkertijd de milieu-impact en grondstoffenafhankelijkheid structureel verlagen.

1 Introductie

Klimaatinstallaties zijn niet weg te denken uit ons dagelijks leven. Systemen voor verwarming, koeling en ventilatie dragen bij aan de gezondheid en het comfort van bewoners en gebruikers van gebouwen. Ze spelen een cruciale rol in het verbeteren van de energieprestaties en het aardgasvrij maken van gebouwen. Met de toenemende aandacht voor verduurzaming van de gebouwde omgeving én afhankelijkheid van kritische grondstoffen komt echter ook het materiaalgebruik van klimaatinstallaties in een nieuw licht te staan.

De milieu-impact van deze materialen is groot: zo'n 40% van de milieu-impact van een gebouw komt voor rekening van installaties, waarvan klimaatinstallaties een aanzienlijk aandeel vormen¹. Dit komt onder meer doordat bij de productie en het gebruik van klimaatinstallaties veel CO₂ vrijkomt en er grote hoeveelheden grondstoffen nodig zijn, waaronder schaarse metalen. Daarnaast blijft de vraag naar installaties richting 2050 groeien. Nieuw onderzoek¹ laat zien dat het totale grondstoffengebruik verder toeneemt, mede door het groeiende belang van installaties voor de energietransitie en gebouwrenovaties. Dit creëert uitdagingen voor de sector: hoe kunnen we de milieudruk en afhankelijkheid van kritieke grondstoffen beperken en tegelijk een weerbare sector realiseren, terwijl de vraag naar klimaatinstallaties blijft stijgen?

1.1 Ambitie routekaart

De Nationale Grondstoffenstrategie (NGS) richt zich op het verhogen van de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen. Het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) stelt als doel dat Nederland in 2050 volledig circulair is, om de milieudruk te verlagen en de leveringszekerheid te vergroten. Het Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie (UPCM) bevindt zich op het snijvlak van deze beleidskaders. Binnen het UPCM richt deze routekaart zich op klimaatinstallaties en levert daarmee een concrete en actiegericht bijdrage aan de doelstellingen van de NGS en het NPCE.

1.2 Productteam en proces

De Routekaart klimaatinstallaties is, in opdracht van de Ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en Economische Zaken en Klimaat opgesteld door het Productteam Klimaatinstallaties. In het productteam zijn kennis en ervaring uit de industrie, wetenschap, en dienstverlening gebundeld. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat is initiator en begeleider van alle routekaarttrajecten, uit hoofde van de beleidsverantwoordelijkheid voor de NGS en het NPCE. Ook de beleidsdirectie Bouwen en Energie van het Ministerie van Binnenlandse Zaken, het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN) en het Nederlands Materialen Observatorium (NMO) zijn betrokken geweest bij de ontwikkeling van de routekaart.

De routekaart klimaatinstallaties is ontwikkeld onder de vlag van de Circulaire Maakindustrie en in nauwe samenwerking met het Transitieteam Circulaire Bouweconomie (CBE). Daarbij is afstemming gezocht met het Bouwmaterialenakkoord en andere lopende initiatieven.

Voor het opstellen van deze routekaart is een productteam samengesteld:

- Olaf Oosting, Directeur Groen & Aldenkamp Installatietechnieken en bestuurslid bij TVVL (Voorzitter).
- Atze Boerstra, Hoogleraar gebouwinstallatie-innovatie aan de faculteit bouwkunde van de TU Delft (Ambassadeur).
- Martijn Kerssen, Senior business development manager Circulaire Economie bij Oost NL (Productteamlid).
- Jeroen Bart, Vakspecialist circulariteit bij Techniek Nederland (Productteamlid).
- Remi Hompe, Bestuurder Gebouwtechnologie Nederland (Productteamlid).
- Walid Atmar, Manager Kennisontwikkeling en Innovatie, Binnenklimaat Nederland (Productteamlid).
- Roel Hofstra, Adviseur Duurzaam Bouwen, RVO (Secretariaat).
- Nicole Schaffroth, Adviseur Duurzame Industrie en Circulaire Economie, RVO (Secretariaat).

¹ EIB & Structural Collective (2026). Materiaalstromen en milieubelasting in de bouw en infra (i.o.v. RWS en RVO).

Het proces werd begeleid door Jeannette Levels-Vermeer (Circonnect) en Steven Remiëns Adviseur Duurzame Industrie en Circulaire Economie, RVO gaf schrijfondersteuning.

In 2025 is de voorlopige routekaart circulaire klimaatinstallaties gepubliceerd. Hierin is onderzocht hoe circulariteit kan bijdragen aan het verlagen van de milieu-impact over de gehele levenscyclus en het verminderen van het gebruik van kritieke en strategische grondstoffen.

Deze tweede versie van de routekaart betreft een actualisatie. De nieuwe versie zoekt naar een balans tussen maatregelen die de milieu-impact verlagen, de strategische autonomie vergroten en daarmee de weerbaarheid van de sector versterken.

1.3 Stakeholderbetrokkenheid in het proces

De voorlopige routekaart is in juni 2025 voorgelegd aan de Afstemmingstafel Klimaatinstallaties en aangepast op basis van de bevindingen. Deze afstemmingstafel bestaat uit een brede vertegenwoordiging van Nederlandse stakeholders op het gebied van klimaatinstallaties en fungeert als klankbord en adviesorgaan.

Ook voor deze tweede versie wordt voorafgaand aan de uitvoeringsfase contact gezocht met de afstemmingstafel. Tijdens de uitvoeringsfase worden regelmatig bijeenkomsten georganiseerd om doelen aan te scherpen en projecten bij te sturen.



2 Scope

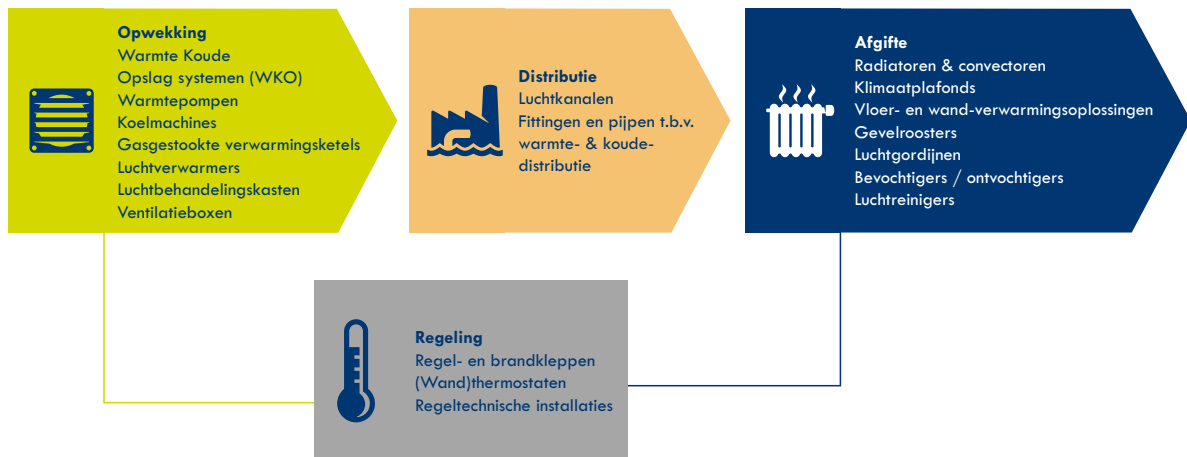
De scope van deze routekaart omvat zowel nieuwbouw als bestaande bouw in de woningbouw en utiliteitsbouw. Onder klimaatinstallaties vallen systemen voor ventilatie en voor de opwekking, distributie en afgifte van warmte en koude in gebouwen, inclusief de aansturing daarvan.

De routekaart richt zich niet alleen op productniveau, maar ook op systeem- en gebouwniveau. Door de systeemgrenzen te verruimen ontstaat een breder spectrum aan technische mogelijkheden.

De routekaart heeft een implementatiehorizon van 5 tot 10 jaar (2026–2036) en beschrijft een visie op toekomstbestendige klimaatinstallaties, inclusief doelen, oplossingsrichtingen en actielijnen. Deze actielijnen beschrijven zowel lopende als nog te starten acties.

2.1 Componenten

De routekaart klimaatinstallaties richt zich op installaties als totaal in de functie van een bouwwerk. Alle onderdelen vallen binnen de scope van de routekaart. Wel kunnen de oplossingen die later in deze routekaart beschreven staan met name betrekking hebben op één van de systeemonderdelen. Een klimaatinstallatie is op te delen in 4 systeemonderdelen, zie Figuur 1. Het is belangrijk om te merken dat de functie van de genoemde producten en componenten geheel of gedeeltelijk kan worden vervangen door passieve maatregelen, zoals bouwkundige aanpassingen aan het gebouw en verbeteringen in de thermische isolatie.



Figuur 1: Illustratie hoofdonderdelen klimaatinstallatie

De volgende onderwerpen vallen buiten de huidige scope van de routekaart:

- De recycling van kritieke materialen (uit klimaatinstallaties)
- Batterijsystemen

Deze afbakening is gekozen om een zo goed mogelijke aanvulling te geven op de bestaande routekaarten en routekaarten die in ontwikkeling zijn. De bovenstaande onderwerpen worden uitgebreid geanalyseerd in de Routekaart Circulaire en Weerbare Batterijen en de Routekaart kritieke materialen.

2.2 Technologieën

In aanvulling op deze generieke beschouwing is een deep dive analyse gemaakt op 3 specifieke technologieën. Deze zijn geselecteerd op basis van een quick scan naar de impact op:

- Milieuimpact (indicatief: MKI/WLC-GWP, bijdrage aan gebouwimpact).
- Kritieke materialen (indicatief: afhankelijkheid van schaarse/kritieke metalen/mineralen en/of geopolitieke risico's).
- Schaal & groei (volume in de gebouwde omgeving + groeidruk door energietransitie).
- Circulariteitspotentieel (reparatie/refurbishment/remanufacturing/reuse/recycling/modulair ontwerp/losmaakbaarheid).
- Regelgevingshefboom (mate waarin EU/NLregels direct sturen of op korte termijn gaan sturen).

In de Bijlage 1 is het overzicht opgenomen van de onderzochte producten en de quick-scan hierop. Op basis van de beschreven criteria zal op productniveau de nadruk gelegd worden op warmtepompen, luchtbehandelingssystemen en gebouwbeheersysteem. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat deze productgroepen een steeds grotere rol binnen de klimaattechniek innemen. Zo wordt verwacht dat het aantal geïnstalleerde warmtepompen per jaar groeit van 176.000 in 2030 naar 338.000 in 2040¹. Deels betreft het de vervanging van bijvoorbeeld cv-ketels, en deels een uitbreiding van het aantal installaties. Daarbij is niet alleen sprake van een toename van het materiaalgebruik, maar ook van een verandering in de materiaalsamenstelling.

2.3 Markten

De scope van deze Routekaart omvat zowel nieuwbouw als bestaande bouw van woningbouw en utiliteitsbouw. Installatiesystemen voor de woningbouw en voor de utiliteitsbouw verschillen van elkaar in complexiteit, schaal en mate van maatwerk:

Woningen

- Vaak kleinschalig en gestandaardiseerd.
- Veelgebruikte systemen: individuele warmtepompen, cv-ketels, balansventilatie of mechanische ventilatie.
- Gericht op gezondheid en comfort van één huishouden.
- Ontwerp en installatie zijn relatief eenvoudig en herhaalbaar.
- Minder variatie tussen gebouwtypologieën.

Utiliteitsgebouwen (zoals kantoren, scholen, ziekenhuizen)

- Vaak grootschalig en complex.
- Veel maatwerk door verschillende functies, gebruikstijden en bezettingsgraden.
- Systemen zijn vaak collectief en centraal geregeld (bijv. luchtbehandeling, koude-/warmtenetten).
- Meer eisen aan regelbaarheid, luchtkwaliteit en energieprestaties.
- Grotere variatie tussen gebouwen en daarom minder standaardisatie mogelijk.

2.4 Stakeholders en ketenpartners

De Routekaart Klimaatinstallaties omvat activiteiten en organisaties die betrekking hebben op:

- Het ontwerpen, inkopen en installeren binnen een gebouwcontext.
- Het produceren van componenten en toestellen.
- Het onderhouden en repareren gedurende de gebruiksduur.
- Het einde-levensduur verwerken van componenten en toestellen.

Betrokken sectoren

Betrokken sectoren op basis van Standaard Bedrijfsindeling (SBI) van het Nederlandse Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)

- SBI 28.2 Vervaardiging van overige machines en apparaten voor algemeen gebruik.
- SBI 33.1 Reparatie en onderhoud van machines en apparaten.
- SBI 33.2 Installatie van machines en apparaten.
- SBI 35.1 Productie van elektriciteit; transmissie en distributie van elektriciteit en aardgas.
- SBI 43.2 Bouwinstallaties.

Productiecapaciteit in Nederland

Bedrijven die actief zijn op het gebied van klimaatinstallaties zijn onder meer verenigd in het kennisplatform TVVL en in de branchevereniging BinnenklimaatNL (onder de koepel van FME en Gebouwtechnologie Nederland). BinnenklimaatNL telt circa 70 leden, variërend van fabrikanten, dienstverleners tot adviseurs.

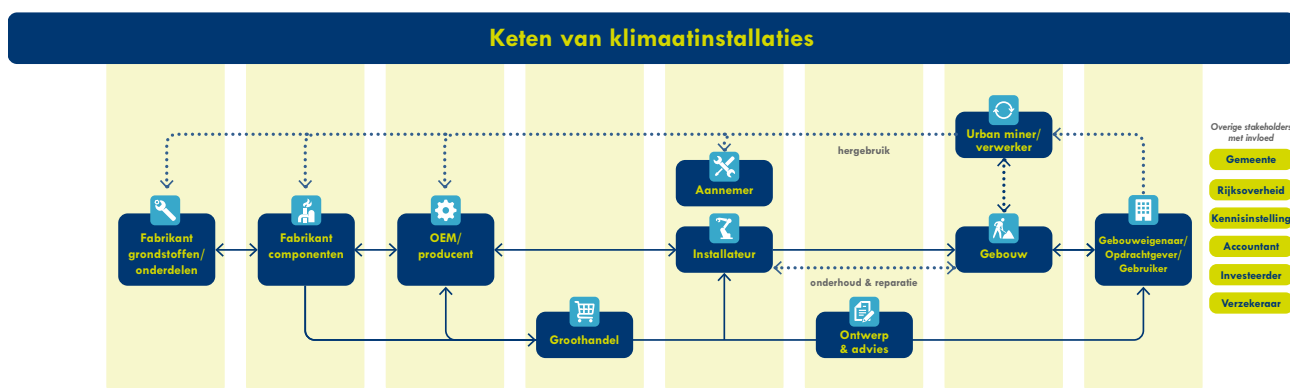
In tegenstelling tot andere elektronische apparaten, zijn er op gebied van klimaatinstallaties in Nederland wel enkele OEMs actief. Op gebied van warmtepompen zijn dat bijvoorbeeld:

- Nefit Bosch (onderdeel van Bosch).
- BDR Thermea (voorheen Remeha en Techneco).
- Climate for Life Group (met onder andere Itho Daalderop).
- Inventum.

Ketenpartners

Figuur 2 geeft een overzicht van relevante partijen in de keten van klimaatinstallaties.

Hieronder worden de rollen van de ketenpartners nader toegelicht.



Figuur 2: Ketenpartners klimaatinstallaties

Fabrikant grondstoffen/onderdelen

Rol: Leverancier van (duurzame en circulaire) grondstoffen en onderdelen. Kan innovatie en duurzame productiemethoden ontwikkelen en actief bijdragen aan het verminderen van afval en het bevorderen van hergebruik van materialen. Zoals weergegeven in Figuur 3, zijn deze partijen voor de beschreven keten echter grotendeels buiten de EU gevestigd, met name in Azië.

Fabrikant componenten

Rol: Produceert specifieke onderdelen die worden gebruikt in klimaatinstallaties. Afhankelijk van het type component ligt het initiatief voor een circulaire ontwerpfilosofie, gericht op herbruikbaarheid, demontagegemak, repareerbaarheid en duurzame materialen, bij de fabrikant zelf, óf produceren zij op basis van de specifieke ontwerpeisen en specificaties van de OEM.

OEM/producent

Rol: Verantwoordelijk voor de ontwikkeling en productie van de complete klimaatinstallaties. Zij spelen een sleutelrol in het aanbieden van producten met een lange levenscyclus en het stimuleren van systeemhergebruik. Daarnaast fungeert de OEM als primair aanspreekpunt en verantwoordelijke voor wettelijke kaders zoals CE-markering en de WEEE-richtlijn (Waste Electrical and Electronic Equipment), wat een bepalende factor is voor de haalbaarheid van circulaire transitie. In tegenstelling tot grondstof- en onderdeelleveranciers zijn deze partijen binnen de beschreven keten voor een groot deel binnen de EU gevestigd (zie Figuur 3: Wereldproductie van warmtepompen, pagina 12).

Groothandel

Rol: De groothandel kan circulaire klimaatinstallaties bevorderen door kennisontwikkeling bij hun accountmanagers. En ook klanten helpen bij het maken van duurzame keuzes, en faciliteren dat circulaire producten beschikbaar en gemakkelijk te verkrijgen zijn. Daarnaast kan de groothandel ook een rol spelen in de logistiek van hergebruik en refurbishment.

Aannemer

Rol: De aannemer speelt een belangrijke rol in de uitvoering van circulaire bouwprojecten, door het toepassen en inkopen van circulaire bouwmethoden en technieken. Zorgt ervoor dat de installatie en het onderhoud van klimaatinstallaties efficiënt en volgens circulaire principes worden uitgevoerd.

Installateur

Rol: De installateur is verantwoordelijk voor de correcte installatie en het onderhoud van circulaire klimaatinstallaties. Dient op de hoogte te zijn van circulaire technieken en producten, en moet in staat zijn om duurzame oplossingen te implementeren en onderhouden. Installateurs kunnen ook een rol spelen in het terugnemen van verouderde systemen voor hergebruik of recycling.

Ontwerp & Advies (architecten/ingenieursbureaus/energieadviseurs)

Rol: Ontwerp & Advies zorgt voor het ontwerpen van duurzame, circulaire installaties en gebouwen. Architecten maken de eerste vertaling naar een functioneel en esthetisch ontwerp. In verdere uitwerking ontstaat er een synergie tussen bouwfysica, installatietechniek en bouwkundige elementen van het gebouw.

Urban miner/verwerker

Rol: De urban miner draagt bij aan het recyclen en terugwinnen van materialen en verouderde systemen voor hergebruik in nieuwe producten. Kan ook een rol spelen in het terugnemen van verouderde systemen voor het opnieuw in de markt brengen van refurbished componenten of installaties.

Gebouweigenaar/beheerder

Rol: De gebouweigenaar of -beheerder zorgt voor het investeren in en onderhouden van circulaire klimaatinstallaties, met focus op lange termijn efficiëntie. Ook zorgt hij voor de financieel aantrekkelijke markt voor circulaire oplossingen. Einde levensduur zorgen eigenaren/beheerders dat de producten op de juiste plek circulair worden verwerkt.

Opdrachtgever (incl. beleggers/woningcorporaties/ontwikkelaars)

Rol: De opdrachtgever is verantwoordelijk voor het initiëren en financieren van bouw- of renovatieprojecten. Hij kan een cruciale rol spelen door het opnemen van circulaire eisen in de uitvraag. Beleggers kunnen daarnaast de financiering en risicobeheersing voor circulaire installaties mogelijk maken door het ontwikkelen van passende businessmodellen.

Gebruiker

Rol: De gebruiker zorgt voor het verantwoord gebruiken en onderhouden van klimaatinstallaties, gericht op een langere levensduur en efficiëntie.



3 Visie

In 2035 worden klimaatinstallaties in gebouwen integraal en circulair ontworpen, waarbij energie-verbruik, milieu-impact, materiaalgebruik, comfort, gezondheid en levensduur optimaal worden gebalanceerd. De gemiddelde levensduur van installaties is sinds 2025 verdubbeld, terwijl gebouwen comfortabel en energiepositief zijn zonder extra materiaalverbruik.

Hoge energiekosten en aangepaste regelgeving hebben geleid tot investeringen in energie-efficiënte en circulaire oplossingen, zoals gerefabriceerde warmtepompen. Comforteisen worden vroeg in het bouwproces kritisch meegenomen, installatiearm bouwen is de norm en regelgeving, standaarden en financieringskaders zijn aangepast aan circulair gebruik. Renovaties maken steeds vaker gebruik van kosteneffectieve collectieve systemen. Risico's zijn hierbij technisch en juridisch afgedekt.

Architecten, adviseurs, producenten, installateurs en bouwers weten een optimale afweging te maken tussen energieverbruik, comfort, levensduur, losmaakbaarheid, adaptief vermogen en hergebruik en komen tot een geoptimaliseerd ontwerp. WLC-GWP₂ is richtinggevend bij het ontwerpen en selecteren van klimaatconcepten. Openbare milieudata, duidelijke benchmarks en economische prikkels maken duurzame keuzes aantrekkelijk, nu en in de toekomst.

Het meest gangbare verdienmodel is PAAS (Product-as-a-Service), waarbij gebruikers betalen voor comfort. De klimaatinstallaties in gebouwen wordt langjarig aanbesteed. Risico's zijn afgedekt via garantiefondsen. Aanbestedingen worden beoordeeld op basis van total cost of ownership, waarbij bedrijfszekerheid, gezondheid en ook milieuimpact en kritieke metalen meetellen.

Kritieke of strategische grondstoffen worden gemonitord en geminimaliseerd. Compressoren en aandrijfsystemen bevatten nauwelijks nog kritieke materialen. Elektronica in klimaatinstallaties en regeltechniek is sterk gestandaardiseerd en herconfigureerbaar, met gecontroleerde Europese (grondstof-)voorraden. Meer dan de helft van alle klimaatinstallaties en bijbehorende onderdelen worden in Europa geproduceerd waarbij refurbishment een sterke toepassing kent. De leveranciers en producenten van weleer hebben zeer sterke concurrentie gekregen van partijen die refurbishment en hergebruik van producten en onderdelen tot core business hebben gemaakt.

In de woningbouw is standaardisatie van klimaatinstallaties ver gevorderd. Reparatie en hergebruik van onderdelen is eenvoudig en goedkoop. In de utiliteitsbouw en bij renovaties werken ketenpartners samen aan klimaatinstallaties op maat. Ze delen hetzelfde belang en risico's en kosten worden verdeeld over de ketenpartners.

We kunnen ons bijna niet meer voorstellen dat er gelobbyd en getrokken moest worden om klimaatinstallaties circulair te maken. De installaties van nu zijn robuust en repareerbaar, simpeler en met een (veel) langere levensduur. Maar ze voldoen zonder meer aan de gevraagde functionaliteit en gebruikswensen.

2 Dit is een internationale rekenmethode om de totale klimaatimpact van een gebouw over de gehele levensduur te berekenen.

4 Analyses

Dit hoofdstuk brengt de belangrijkste inzichten samen die nodig zijn om tot onderbouwde keuzes in de routekaart te komen. Allereerst verkent paragraaf 4.1 met een PESTEL-analyse de externe factoren die van invloed zijn op de sector. In paragraaf 4.2 wordt het relevante beleidskader beschreven, dat richting geeft aan de transitie en de randvoorwaarden bepaalt. Vervolgens gaan paragrafen 4.3 en 4.4 in op kritieke en strategische grondstoffen, waarbij zowel beschikbaarheid als afhankelijkheden worden geanalyseerd. Paragraaf 4.5 richt zich op het circulaire potentieel van klimaatinstallaties en brengt in beeld bij welke circulaire strategieën de grootste kansen liggen. Het hoofdstuk sluit af met een conclusie in paragraaf 4.6, waarin de belangrijkste inzichten van de analyse worden samengebracht en vertaald naar uitgangspunten voor de uitwerking van de routekaart.

4.1 PESTEL

Om te begrijpen welke externe factoren invloed hebben op een circulaire en weerbare sector voor klimaatinstallaties, is een PESTEL-analyse uitgevoerd. Hierbij zijn politieke, economische, sociale, technologische, ecologische en juridische trends bekeken. De PESTEL analyse maakt duidelijk welke ontwikkelingen kansen bieden en welke risico's aandacht nodig hebben. De analyse vormt een belangrijk uitgangspunt voor de strategische keuzes in de routekaart.

Politiek en juridisch

Nederland staat voor een enorme verduurzamingsopgave: vóór 2050 moeten bijna 8 miljoen bestaande woningen en een half miljoen utiliteitsgebouwen CO₂-neutraal verwarmd, gekoeld en geventileerd worden. Tegelijkertijd heeft de Nederlandse overheid de ambitie om jaarlijks 100.000 nieuwe woningen te bouwen.

Tot nu toe ligt de nadruk in de energietransitie vooral op het reduceren van energieverbruik en het vervangen van fossiele brandstoffen door hernieuwbare bronnen, zoals warmtepompen en aardgasvrije wijken. De materiaal gerelateerde milieu-impact van klimaatinstallaties kreeg in het verleden weinig aandacht.

Nieuwe politieke en juridische ontwikkelingen uit Europa geven echter duidelijke richting. De overheid stimuleert verduurzaming van de gebouwde omgeving via aangescherpte regelgeving (zoals Energy Performance of Buildings Directive IV (EPBD IV), Milieuprestatie gebouwen (MPG) en WLC-GWP) beleidsinstrumenten en stimuleringsmaatregelen. Tegelijkertijd leiden uiteenlopende definities, nieuwe methodieken en snel veranderende kaders tot onzekerheid en implementatievraagstukken. Hierdoor vormt het integreren van materiaal- en milieuaspecten in ontwerp, uitvoering en onderhoud van klimaatinstallaties nog altijd een belangrijke uitdaging.

Economisch en sociaal is sprake van een spanningsveld. De urgentie om te verduurzamen wordt versterkt door hoge energiekosten, klimaatdoelen en comforteisen, maar staat onder druk door beperkte financiële middelen, betaalbaarheidsvraagstukken, energiearmoede en een grote bestaande gebouwenvoorraad waarin nauwelijks wordt geïnvesteerd. Krapte op de arbeidsmarkt en een tekort aan gekwalificeerd personeel vergroten deze uitdaging en maken efficiëntie, standaardisatie en afvalverwerking steeds belangrijker. Door de hoge tijds- en kostendruk in de bouw, wordt in de utiliteitsbouw op grote schaal gebruik gemaakt van traditionele installaties en gangbare onderhouds- en vervangingsprincipes. Hetzelfde geldt voor de nieuwbouw van woningen.

Technologisch bieden innovaties aanzienlijke kansen. Circulair ontwerp, predictive maintenance, plug-and-play-systemen en digitale ondersteuning (zoals Environmental Product Declarations (EPDs) en Digital Product Passports) maken het mogelijk de milieu-impact te verlagen, de levensduur van installaties te verlengen en het hergebruik van componenten te faciliteren. Tegelijkertijd zijn deze ontwikkelingen afhankelijk van randvoorwaarden zoals netcongestie, infrastructuur en beschikbaarheid van materialen en producten.

Ecologisch: door verhoogde energieprestatie-eisen en de ambitieuze woningbouwopgave zal de materiaalgerelateerde milieu-impact van installaties toenemen³, waardoor ecologische factoren een belangrijke drijfveer vormen. Klimaatadaptatie, hittestress, reductie van bouwafval en efficiënt gebruik van schaarse en kritieke grondstoffen benadrukken dat klimaatinstallaties niet langer uitsluitend vanuit energieprestatie moeten worden benaderd, maar vanuit een integraal levenscyclus- en systeem perspectief.

Samengevat laat de PESTEL-analyse zien dat de routekaart voor klimaatinstallaties moet inspelen op een combinatie van toenemende beleidsdruk, economische en sociale randvoorwaarden en versnellende technologische en ecologische innovaties. Succesvolle ontwikkeling en toepassing van klimaatinstallaties vraagt om integrale oplossingen die technologische vooruitgang koppelen aan betaalbaarheid, uitvoerbaarheid, circulariteit en robuuste (Europese) wet- en regelgeving, met specifieke aandacht voor de bestaande bouw en renovatieopgave.

4.2 Beleidsdoelen

Onderstaande beleidskaders bepalen in hoge mate waar 'hefboomwerking' ontstaat ten aanzien van grondstoffen, milieu impact en strategische autonomie van Klimaatinstallaties. De verschillende verordeningen en richtlijnen hebben elk hun eigen tijdsschema en dynamiek voor implementatie en inwerkingtreding. Veel van deze Europese wetten zijn inmiddels aangenomen en treden op korte termijn in werking. Nederlandse marktpartijen en bouwprojecten krijgen hier de komende jaren dus mee te maken. Bijlage 2 schetst de fasering en rijkwijde binnen de keten.

Nationale beleidskaders:

NL – Nationale Grondstoffenstrategie (NGS): inzet op leveringszekerheid kritieke grondstoffen en vijf handelingsperspectieven (circulariteit/innovatie; EU mijnbouw/raffinage; diversificatie; verduurzaming ketens; kennis & monitoring).

NL – Nationale Programma Circulaire Economie (NPCE) 2023–2030: benoemt prioritaire productgroepen en onderbouwt dat (klimaat)installaties een groot aandeel in gebouwimpact hebben; stimuleert richtinggevende/uiteindelijk verplichtende maatregelen (o.a. circulariteit, data, recycled content, levensduur).

Europese beleidskaders

EU – Critical Raw Materials Act (CRMA): EU kader om toegang tot kritieke grondstoffen te borgen; relevant voor o.a. **permanente magneten** (motoren/ventilatoren/pompen/compressor- toepassingen).

NZIA – Net-Zero Industry Act: deze richt zich op het opschalen van productie van schone technologie in Europa (zoals warmtepompen). De Net-Zero Industry Act stimuleert de vraag naar Europese productie, zodat deze tegen 2030 40% van de eigen markt beslaat; en tegen 2040 15% van de wereldwijde productie van nettonultechnologieën. De uitwerking van de NZIA naar concrete beleidsmaatregelen in de lidstaten is nu gaande. In ieder geval wordt bekeken hoe weerbaarheidscriteria kunnen worden toegevoegd aan publieke aanbestedingen en tenders (zoals de CfD - Contract for Difference). Daarnaast wordt een 'Made in Europa' criterium overwogen. Met name die laatste interventie zal naar verwachting een grote stimulans zijn voor de Europese maakindustrie.

EU – Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR): introduceert o.a. **Digital Product Passport (DPP)** als instrument voor transparantie/circulariteit/handhaving. Dit is direct relevant voor installaties waar materiaal- en componentdata nu versnipperd is.

EU – Ecodesign uitvoeringsverordeningen voor subcomponenten die in installaties domineren: ventilatieunits (1253/2014), fans (327/2011), motoren & frequentieregelaars/VSD's (2019/1781).

³ Economisch Instituut voor de Bouw, Structural Collective, Februari 2026: Materiaalstromen en milieubelasting in de bouw en infra / Materiaalstromen, MKI en CO₂-emissies in 2023, 2030 en 2050

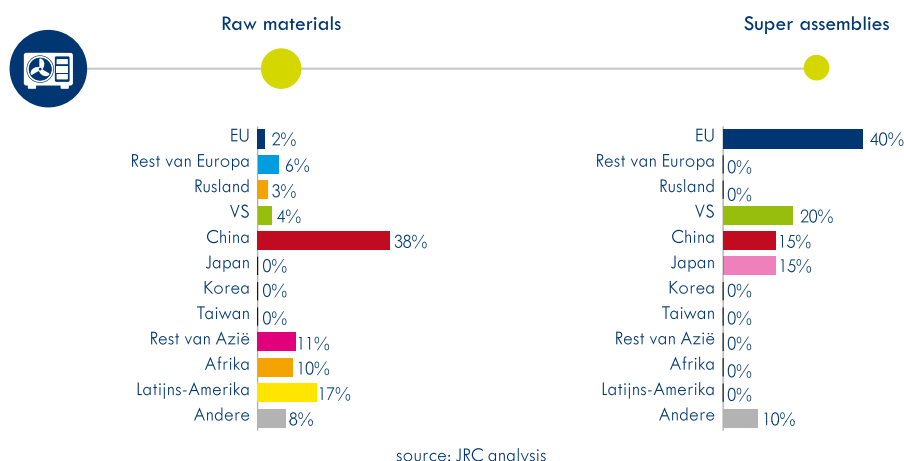
EU – Construction Products Regulation (CPR) is een Europese verordening voor bouwproducten, in Nederland geïmplementeerd in de **Bouwproductenverordening**. Onderdelen van HVAC-systemen vallen onder de CPR. De CPR zorgt voor duidelijke productinformatie en kwaliteitsborging. In de herziening van de CPR komt meer aandacht voor duurzaamheid en circulariteit, zoals milieuprestaties en hergebruik.

EU – Waste of Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Richtlijn: Europese wetgeving die gericht is op het verminderen van elektronisch afval (e-waste) en het stimuleren van hergebruik en recycling van elektrische en elektronische apparatuur. Regelt ketenverantwoordelijkheid (Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid - UPV), inzameling en veilige verwerking voor o.a. installatieproducten. **Airco's en warmtepompen** vallen hierbij onder de categorie 'warmte- en koude uitwisselende apparatuur'. In Nederland wordt deze richtlijn aangeduid als de AEEA (Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparatuur).

EU – F-gassenverordening (2024/573): sterk relevant voor warmtepompen/koeltechniek (koudemiddelenkeuze, terugwinning/reclaim, compliance).

4.3 Analyse Kritieke grondstoffen klimaatinstallaties

De EU heeft een relatief groot aandeel in de wereldproductie van warmtepompen (zie Figuur 3). Zo wordt ingeschat dat binnen de EU 75% tot 100% van de behoefte aan warmtepompen wordt geleverd door de eigen markt⁴. Verstoringen die eerder in de keten optreden, hebben hierdoor direct impact op de leveringszekerheid en de groeiervachtingen binnen de sector.



Figuur 3: Wereldproductie van warmtepompen ⁵

Om inzichtelijk te krijgen waar de grootste grondstofrisico's liggen, is eerst vereist te weten welke grondstoffen verwerkt zijn in klimaatinstallaties. Veel van de beschikbare data rondom kritieke grondstoffen richt zich op de import van grondstoffen zelf. Daarnaast richten veel onderzoeken naar het kritieke grondstoffengebruik van klimaatinstallaties zich op de opwekkingstechnieken. Nederland importeert voor de productie van klimaatinstallaties voornamelijk koper als ruwe grondstof⁶. Hoewel koper gezien wordt als materiaal met een strategisch belang, zijn de leveringszekerheidsrisico's voor Europa laag.

De grootste kwetsbaarheid ligt dan ook niet bij de import van ruwe grondstoffen, maar bij de kritieke grondstoffen die in bewerkte vorm Nederland binnenkomen via sub-componenten. Hoewel de eind-assemblage (zie figuur 3 'Super assemblies'), vaak door bedrijven gevestigd in de EU plaatsvindt, is de productie van componenten of halffabricaten voor een groot deel geconcentreerd in niet-EU-landen.

⁴ JRC (2020). Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU. Europese Commissie.

⁵ JRC (2023). Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies.

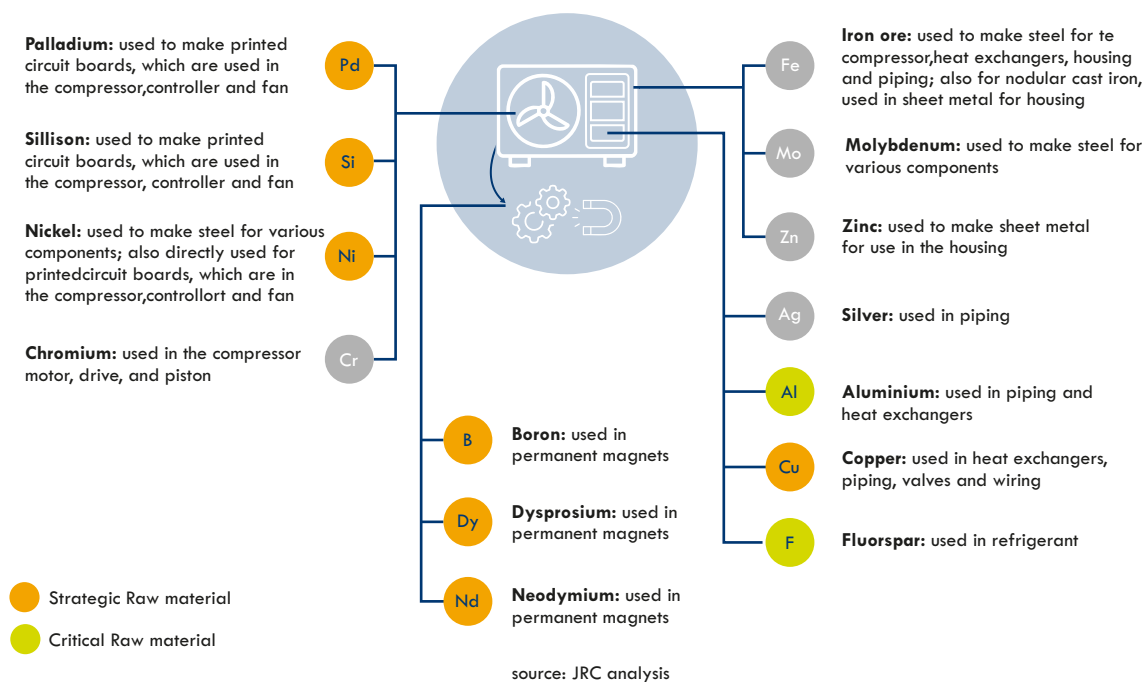
⁶ HCSS (2023). Securing Europe's Clean Tech Future. Den Haag Centrum voor Strategische Studies.

Strategisch kwetsbare componentengroepen

De sector is zeer gevoelig voor de prijsvolatiliteit en leveringsonzekerheid van specifieke componentengroepen, maar is zich nog onvoldoende bewust van strategische grondstofrisico's op de lange termijn.

Op basis van onder andere JRC-rapporten kunnen de volgende kernrisico's worden aangemerkt⁷:

Permanente magneten: Deze zijn cruciaal voor de transitie naar een hoger energetisch rendement. Het gebruik ervan in ventilatiesystemen en compressoren wordt hierdoor opgedreven. Dit onderstreept de fundamentele discussie tussen maximale energie-efficiëntie en de afhankelijkheid van niet-EU-landen voor de benodigde materialen.

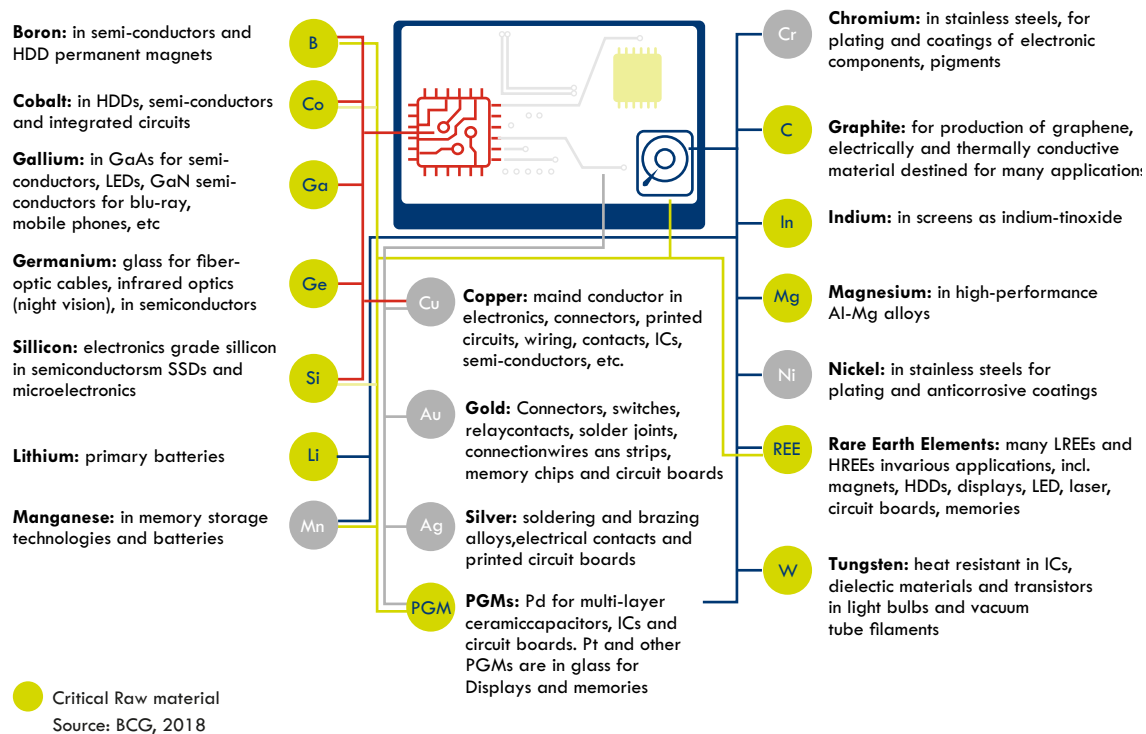


Figuur 4: Samenstelling van warmtepompen

Elektronica en halfgeleiders: De meest kritieke leveringsrisico's concentreren zich in kleine, moeilijk vervangbare onderdelen zoals controllers, sensoren en vermogensmodules. Hierbij gaat het qua materialen om:

- Platina-groep metalen (o.a. palladium): Essentieel voor printplaten; productie is extreem geconcentreerd buiten de EU.
- Gallium en germanium: Cruciaal voor (vermogens)elektronica; de EU is hier nagenoeg volledig afhankelijk van import.
- Indium en Silicium: De basisschakels voor de halfgeleiderketen.

⁷ JRC (2023). Heat pumps in the European Union - Status Report. Clean Energy Technology Observatory.



Figuur 5 Kritieke grondstoffen in digitale technologieën

Omdat terugwinning uit deze componenten complex is door de lage concentraties en complexe materiaalmix, liggen de meest effectieve 'no-regret' aangrijpingspunten bij:

- Ontwerpkeuzes: Standaardisatie, modulariteit en herprogrammeerbaarheid.
- Ketenstrategieën: diversificatie en transparantie dieper in de toeleveringsketen.
- Levensduurverlenging: Inzetten op reparatie en refurbishment van elektronica en motoren om de vraag naar primaire grondstoffen te dempen.

Het verkrijgen van inzicht in de exacte materiaalsamenstelling van componenten is op dit moment echter uitdagend en varieert per installatie. In de beschikbare data op componentniveau valt deze groep vaak onder generieke clusterings van elektronische apparatuur en componenten. Hierdoor is het ingewikkeld om gericht te onderzoeken waar de grootste kansen liggen voor het hergebruik of de recycling van kritieke grondstoffen. Dit bemoeilijkt vervolgens direct het opzetten van circulaire businessmodellen binnen deze sector.

4.4 Voorraadvorming

Voorraadvorming van kritieke grondstoffen is één van de mogelijke oplossingen om op de korte termijn de effecten van leveringszekerheidsrisico's te mitigeren. Het opslaan van ruwe grondstoffen voor de productie van klimaatinstallaties is hierbij echter gezien de aard van de productie in Nederland niet voordehand liggend.

Een focus op de meest kritieke componenten/halffabricaten is voor deze routekaart logischer. Hierbij kan de voorraad die bij huidige gebouwen aanwezig is (installed base) gezien worden als een gedistribueerd magazijn, de zogeheten 'urban mine'. Belangrijk hierbij is dat de componenten en grondstoffen die in deze virtuele voorraad aanwezig zijn effectiever ontsloten worden. De acties uit deze routekaart sluiten aan bij dit doel. Het circulair maken van deze productgroep zou op termijn ook moeten leiden tot efficiëntere omgang met de kritieke grondstoffen die in de installaties en componenten verwerkt zijn.

4.5 Circulaire potentie

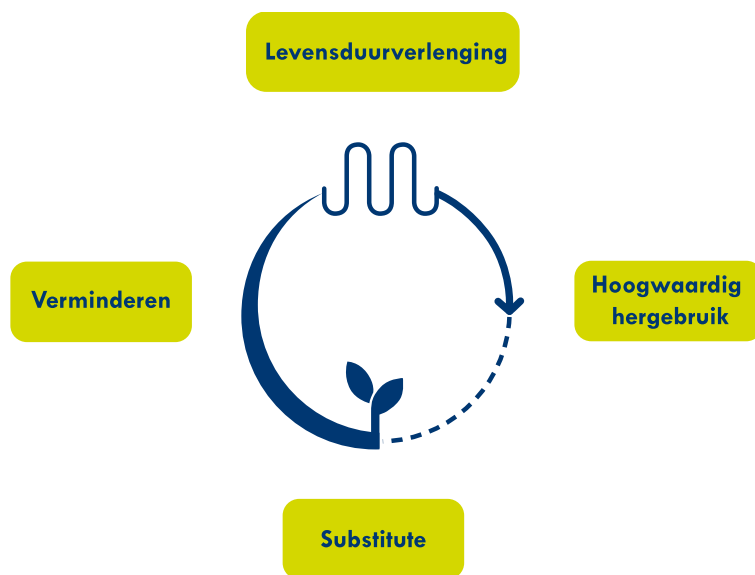
Circulariteit is één van vijf pijlers van de Nationale Grondstoffenstrategie (NGS) (zie ook Figuur 7 in hoofdstuk 5 op pagina 18) en wordt verder uitgewerkt in het Nationale Programma Circulaire Economie (NPCE). Het NPCE benoemt vier strategieën om de circulaire economie te bevorderen. Vertaald naar klimaatinstallaties zijn deze als volgt:

Vermindering van grondstoffen ('narrowing the loop'): In het geval van klimaatinstallaties gaat het om het minimaliseren van materiaalgebruik en bijbehorende milieueffecten door het optimaliseren van de product- en systeemontwerpen. Maar ook om het vermijden van materiaalgebruik door passief bouwen, installatie-arm ontwerpen en bouwkundige en/of installatietechnische maatregelen ter waarborging van een gezond, comfortabel binnenklimaat.

Levensduurverlenging ('slowing the loop'): In het geval van klimaatinstallaties draait het om het verlengen van de levensduur van klimaatsystemen en het bevorderen van de milieu-prestaties gedurende de gebruiksfase. Dit geldt op zowel product- als gebouwniveau.

Hoogwaardige verwerking ('closing the loop'): Bij klimaatinstallaties gaat het erom dat partijen worden gestimuleerd om producten en onderdelen aan het einde van hun levensduur hoogwaardig te hergebruiken, bijvoorbeeld door refurbishment van installaties en hergebruik van componenten. Als dat niet mogelijk is, worden installaties ingezameld en gerecycled tot hoogwaardige secundaire grondstoffen. Het terugwinnen van materialen en onderdelen is ook belangrijk voor de leveringszekerheid en het opbouwen van voorraden (zie hoofdstuk 4.4 Voorraadvorming).

Vervangen (substitutie): Gaat bij klimaatinstallaties vooral over het vervangen van kritieke en strategische grondstoffen door minder kritieke. Of om het vervangen van primaire grondstoffen met een hoge milieu-impact door secundaire, of anderszins met een lagere milieu-impact (door een innovatie op de gangbare materialen). Het vervangen van grondstoffen door materialen van biogene oorsprong is bij klimaatinstallaties minder voor de hand liggend.



Figuur 6: Circulaire strategieën

De routekaartmethodiek maakt gebruik van de Circulaire Potentie Methodiek (CPM) om prioriteiten te verkennen en de meest kansrijke circulaire strategieën voor een specifieke productgroep te identificeren. In bijlage 3 is deze methode toegepast op een exemplarisch product binnen het spectrum van klimaatinstallaties. Het voorbeeld is echter niet representatief voor de volledige scope van de routekaart, die een breder spectrum omvat (zie hoofdstuk 2.0).

De analyse laat zien dat voor klimaatinstallaties een breed scala aan circulaire strategieën relevant is, maar verduidelijkt ook enkele **uitdagingen** die van belang zijn voor de routekaart:

- Klimaatinstallaties zijn complex en bestaan uit veel verschillende materialen, componenten en verbindingen. De keten is lang en internationaal, waardoor invloed op ontwerp en materiaalkeuze beperkt is.
- Materialen zijn vaak functie-specifiek en daardoor lastig één-op-één te vervangen. Er kunnen trade-offs ontstaan tussen energie-efficiëntie, milieu-impact, grondstofafhankelijkheid, comfort en gezondheid.
- Duurzaamheidsprestaties van installaties zijn moeilijk onderling te vergelijken en milieudata zijn nog beperkt beschikbaar voor klimaatinstallaties.
- Databronnen zoals Environmental Product Declarations (EPDs) en de Nationale Milieudatabase (NMD) zijn in eerste instantie gericht op bouw en constructie-materialen en minder toegesneden op elektrische apparaten zoals klimaatinstallaties.
- Europese harmonisatie (o.a. via ESPR, CPR en Digital Product Passports) moet dit verbeteren, maar de uitwerking en timing zijn nog onzeker.
- Op dit moment zet de keten voornamelijk in op recycling door het standaard aanbieden van producten aan bijvoorbeeld Stichting OPEN (Organisatie Producentenverantwoordelijkheid E-waste Nederland).

In een circulaire keten is meer aandacht nodig voor de **circulaire kansen en potentie**. Dit betekent concreet het gebruik van installaties beperken door eerst te kijken naar passieve, bouwkundige oplossingen, hergebruiken van producten en hergebruik van productonderdelen, bijvoorbeeld door het repareren van producten, het maken van nieuwe producten van oude producten en het hergebruik van onderdelen.

4.6 Conclusie

De sector opereert in een context met toenemende beleidsdruk (o.a. EPBD-IV/MPG/WLC-GWP), maar ook met sterke economische en sociale beperkingen (betaalbaarheid, energiearmoede, beperkte investeringsruimte en arbeidsmarktkrapte). Tegelijkertijd is de keten van klimaatinstallaties mondiaal en sterk afhankelijk van componenten, waardoor risico's voor leveringszekerheid zich concentreren rond specifieke subcomponenten (zoals permanente magneten, halfgeleiders/printplaten en koudemiddelen) en de invloed op ontwerp- en materiaalkeuzes beperkt blijft. In dat krachtenveld ontstaat een 'implementatiekloof' tussen wat technisch mogelijk is (circulaire potentie) en wat in een business-as-usual pad daadwerkelijk wordt benut.

Oplossingen voor de uitdagingen rond circulaire klimaatinstallaties zijn niet eenvoudig, omdat meerdere knelpunten uit de analyses (4.1 t/m 4.5) elkaar versterken:

- Klimaatinstallaties zijn **complexe, sterk geïntegreerde systemen** met veel materiaalsoorten en verbindingstechnieken; dit beperkt demontage, reparatie en hoogwaardig hergebruik.
- Veel materialen hebben een **functiegebonden rol** (warmtegeleiding, corrosiebestendigheid, magnetische eigenschappen, koudemiddelprestaties) waardoor trade-offs kunnen ontstaan tussen energie-efficiëntie, milieu-impact, herbruikbaarheid en grondstofafhankelijkheid, waarbij uitdagingen in de woningbouw en utiliteitsbouw van elkaar kunnen verschillen.
- De **internationale, gelaagde toeleveringsketen** (materiaal → halffabricaat → component → systeem) maakt ontwerpkeuzes en transparantie in materialen en kritieke grondstoffen lastig, terwijl verstoringen juist vaak 'dieper' in de keten zitten.
- Er is nog **onvoldoende geharmoniseerde en beschikbare data** om producten eerlijk te vergelijken (EPD's, DPP, PCR's) en om circulariteit te sturen; definities en methodieken zijn in ontwikkeling en implementatie is onzeker.
- De **circulaire potentie** is in theorie groot (verminderen, hoogwaardige verwerking, vervanging en levensduurverlenging) maar circulariteit levert nog geen verdienmodel op. Zonder interventies zal de circulaire potentie daarom onbenut blijven. Als circulariteit ook een verdienmodel was, zouden marktroutines en ketenorganisatie snel veranderen.
- De sector valt nu vaak terug op **recycling als default** (einde-leven), terwijl de grootste waarde- en grondstofwinst juist hoger in de 'R-ladder' zit: **afzien** en **intensiever** (installatiearm), **langer** (onderhoud/upgrade/refurbishment), en pas daarna **hoogwaardige verwerking**.
- Tot slot is de '**urban mine**' (installed base; de reeds geïnstalleerde installaties) een potentiële strategische voorraad, maar die voorraad wordt nog beperkt ontsloten door gebrek aan componentdata, logistiek/terugname, kwaliteitsborging en passende businessmodellen.
- Door aanbestedingseisen zijn producenten inmiddels bekend met circulariteit, maar bij overige ketenpartners ontbreekt nog vaak het **bewustzijn over strategische grondstofrisico's op de lange termijn**.

5. Doelen

Het productteam streeft ernaar om middels de routekaart een bijdrage te leveren aan een toekomstbestendig Nederland. Centraal hierin staan zowel de versnelling van de transitie naar een circulaire economie als het versterken van de strategische autonomie van Nederland. Om tot concrete doelstellingen te komen is gekeken naar de relevante beleidskaders voor deze thema's:

NPCE Doelen

Het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) bevat maatregelen om de komende jaren zuiniger om te gaan met grondstoffen. De volgende doelen zijn opgenomen in dit programma:

- In 2035 wordt minimaal 82% van het Nederlandse afval gerecycled en minimaal 15% wordt hoogwaardig gerecycled.
- Het aandeel duurzame biotische en secundaire grondstoffen binnen ons grondstoffengebruik is in 2035 minimaal 55%.
- In 2035 is ons grondstoffengebruik 15% lager dan in 2016.

NGS Doelen

De Nationale Grondstoffenstrategie (NGS) legt geen nieuwe streefcijfers vast, maar noemt een aantal oplossingsstrategieën (zie figuur 7). In het routekaartproces worden deze strategieën op toepasbaarheid onderzocht en waar kansrijk als oplossingsrichting in de routekaart opgenomen. Bijlage 6 toont de samenhang tussen oplossingen en NGS strategieën.

CIRCULARITEIT & INNOVATIE	Innovatie
	Substitutie
	Narrowing the Loop (inc. Reduce)
	Slowing the Loop (inc. Repair & Modular)
	Closing the Loop (inc. Recycle)
EU MIJNBOUW & RAFFINAGE	Voorraadvorming Grondstoffen
	Voorraadvorming Componenten
	Verwerkingscapaciteit opbouwen in NL
	Investerings NL verwerking
PARTNERSCHAPPEN	Diversificatie
	Vraagbundelen
	Verticale Integratie
	Innovatie Orchestreren
VERDUURZAMING INTERNATIONALE KETENS	Grondstoffen diplomatie leveranciersland
	Handelsbeperkingen
	Verticale Integratie
KENNIS & ANALYSE	Monitoring van eigen supply chain
	Monitoring algemene verstoringen keten

Figuur 7: NGS Strategieën per pijler

Critical Raw Materials Act (CRMA)

Volgens dit Europees wettelijk kader moeten bedrijven die met kritieke en strategische materialen werken voor 1 januari 2030 de volgende doelen halen:

- Minimaal 10 procent van de grondstoffen winnen binnen de EU.
- Minimaal 40 procent verwerken binnen de EU.
- Minimaal 25 procent van de grondstoffen afkomstig uit recycling.
- Maximaal 65 procent per strategische grondstof mag afkomstig zijn uit een niet-EU-land.

Doelstellingen Routekaart

In lijn met de beschreven kaders zijn de volgende doelstellingen geformuleerd, waarbij de algemene beleidsambities specifiek zijn toegespitst op Klimaatinstallaties:

- In 2035 is voor alle klimaatinstallaties de Milieukostenindicator (MKI) gemiddeld 25% lager, inclusief de gebruiksfase, ten opzichte van 2016.
- In 2035 is de functionele gemiddelde levensduur van klimaatssystemen met 50% toegenomen ten opzichte van 2016.
- In 2035 wordt 82% van de componenten en toestellen hergebruikt of gerecycled na einde leven, waarvan 15% hoogwaardig.

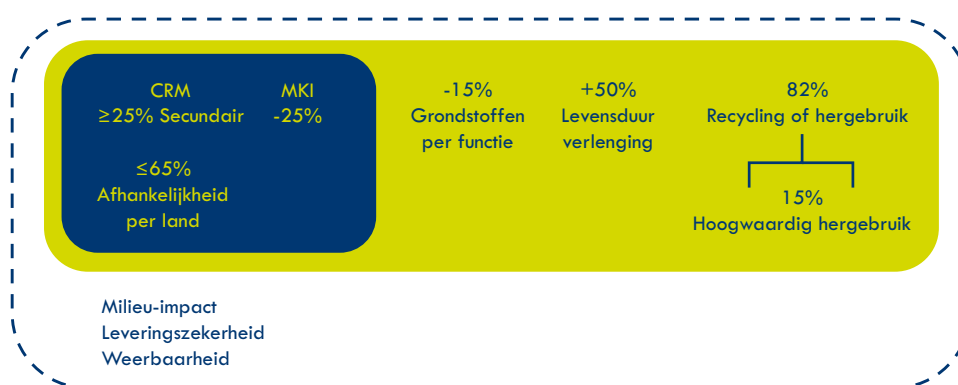
Deze set aan doelen is gericht op haalbare, concrete resultaten en focust op de thema's waar de routekaart de meeste maatschappelijke en strategische waarde kan toevoegen. Zo is gezien de omvangrijke nieuwbouwopgave binnen deze sector een reductie van het totale grondstofverbruik op korte termijn niet realistisch. De NPCE doelstelling is vertaald naar een relatieve vermindering van het materiaalgebruik per functionele eenheid.

- In 2035 is de relatieve grondstofverbruik per functionele eenheid verminderd om 15% ten opzichte van 2016.

Bovengenoemde doelen verminderen de mate van afhankelijkheid van kritieke grondstoffen (CRM). Om daadwerkelijk onafhankelijk te worden, moet het gebruik van primaire kritieke en strategische grondstoffen in klimaatinstallaties worden vermeden. Wij zijn van mening dat dit voor luchtbehandelingskasten en warmtepompen die nieuwe geproduceerd worden haalbaar is. Voor koper, aluminium, elektronische componenten en systemen (ECS), waaronder printplaten en regeltechniek, willen we een uitzondering maken, want voor deze onderdelen zetten wij in op levensduurverlenging, hoogwaardig hergebruik en recycling.

In 2035 is de kritieke materialenvoorziening voor de gehele Nederlandse klimaatinstallatieketen zowel leveringszeker als circulair, in lijn met de EU Critical Raw Materials Act (CRMA) en het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) 2035, wat betekent dat de afhankelijkheid van primaire (niet-EU) grondstoffen sterk is afgenomen door hoge inzet van recycling, diversificatie en substitutie. Met de actielijnen van de routekaart wordt een substantiële bijdrage geleverd aan specifiek;

- Minimaal 25% van de jaarlijkse behoefte aan strategische kritieke materialen wordt in 2035 gedekt door recycling van binnenlandse (secundaire) stromen.
- De afhankelijkheid van elk afzonderlijk land buiten de EU voor kritieke materialen daalt naar maximaal 65% van de behoefte (diversificatie van leveranciers).



Figuur 8: Routekaart doelen klimaatinstallaties

Naarmate de uitvoering van de routekaart vordert, leveringsketens in de praktijk zijn onderzocht en een stresstestmethodiek is uitgewerkt (zie hoofdstuk 6.0 en 7.0), ontstaat ruimte voor aanvullende doelstellingen, bijvoorbeeld de spreiding over herkomstlanden. Tevens kunnen specifiekere doelstellingen per onderdeel worden uitgewerkt.

6 Oplossingsrichtingen en interventies

Om de in hoofdstuk 5 geformuleerde doelen voor 2035 te realiseren, is een samenhangend pakket van oplossingsrichtingen en interventies nodig. Gebaseerd op de analyse in hoofdstuk 4 heeft het productteam oplossingsrichtingen geformuleerd langs (1) de vijf pijlers van de NGS en (2) de strategieën uit het NPCE.

Bijlage 5 bevat een longlist van mogelijke oplossingen. Deze sluiten aan bij de eerdere routekaart klimaatinstallaties. Bijlage 6 plaatst oplossingen in de context van de NGS en NPCE.

De oplossingen richten zich op de volledige levenscyclus van klimaatinstallaties (ontwerp, productie/inkoop, installatie, gebruik en onderhoud, en end-of-life) en zijn hieronder uitgewerkt in actielijnen.

Hoofdstuk 6.1 beschrijft actielijnen en kernoplossingen; hoofdstuk 6.2 toont de aansluiting op lopende initiatieven; Hoofdstuk 7.0 bevat een actieplan voor de komende vijf jaar.

6.1 Inventarisatie van oplossingsrichtingen

De door het productteam als prioritair aangemerkte oplossingen zijn onder te verdelen in vijf actielijnen:

1. Installatiearm bouwen (ontwerpen van klimaatinstallaties in gebouwcontext).
2. Ontwerpen van circulaire en toekomstbestendige installaties op productniveau.
3. Waardebehoud door hergebruik, beheer en onderhoud.
4. Markontwikkeling en opdrachtgeverschap.
5. Generieke interventies (bewustzijn, kennis, data, beleid, regie en samenwerking, monitoring).

Hieronder wordt elke actielijn kort toegelicht. Per actielijn benoemen we het doel (2035), de KPI-richting (Kritieke Prestatie Indicator), de beoogde aanpak en de belangrijkste actoren.

6.1.1 Ontwerpen van circulaire en toekomstbestendige klimaatinstallaties in gebouwcontext

Installatiearm bouwen richt zich op het leveren van dezelfde klimaatfunctie (verwarmen, koelen en luchtverversing) met minder materiaal en minder complexiteit, door ontwerpkeuzes in de gebouwcontext. Dit vraagt om een integrale afweging tussen comfort en gezondheid, energieprestatie, materiaalgebruik en leveringszekerheid. Aangrijpingspunten zijn:

- **Actualiseren van functionele eisen:** herijken van (private) eisen en keurmerken zodat zij aansluiten op daadwerkelijk gebruik en niet onnodig leiden tot overdimensionering of extra installaties.
- **Bevorderen van installatiearm bouwen:** stimuleren van ontwerpprincipes en voorbeeldprojecten (o.a. passief/energiezuinig, collectieve oplossingen waar passend, standaardisatie) en het borgen van comfort/gezondheid aantoonbaar in vergunningverlening en oplevering.
- **Circulair ontwerpen van installatiesystemen:** opnemen van losmaakbaarheid, repareerbaarheid en modulariteit als expliciete ontwerpcriteria, inclusief aandacht voor de impact op regeltechniek en toekomstige aanpasbaarheid en collectieve oplossingen.

Doel 2035: Aantoonbare vermindering van materiaalgebruik door installatiearm ontwerpen, zonder verlies van comfort/gezondheid.

KPI-richting:

- DMC (Directe Materiaal Consumptie) van klimaatinstallaties, genormaliseerd per functie.
- 'Functie' moet nog nader gedefinieerd worden in overleg met de sector.
- % kritieke grondstoffen per DMC.
- GWP genormaliseerd per functie in lijn met WLC-GWP (EN 15978/EN15804).

Actoren: Installateurs, technische adviseurs/ingenieursbureaus, aannemers, architecten, projectontwikkelaars, financiers, keurmerken en kennisinstellingen.

6.1.2 Productontwerp van nieuwe, circulaire en toekomstbestendige, klimaatinstallaties

Hoewel circulaire ontwerpstrategieën bekend zijn, is toepassing in klimaatinstallaties complex door tegenstrijdige eisen (prestatie, veiligheid, kosten, onderhoud, losmaakbaarheid). Daarom is een gezamenlijke, gevalideerde productbenchmark nodig die ontwerp- en inkoopkeuzes ondersteunt en integraal stuurt op milieu-impact (MKI/WLC-GWP), levensduur, repareerbaarheid en kritieke materialen.

Parallel hieraan is beter inzicht nodig in kritieke en strategische materiaalrisico's tot dieper in de keten (meer dan tier-1). In afwachting van volledige (Europese) productpaspoorten (ESPR) kunnen 'no-regret' ontwerp- en ketenopties al worden opgepakt, zoals (1) alternatieven voor permanente magneten in motoren / ventilatoren / compressoren waar dit technisch haalbaar is, (2) versnelling van de overgang naar koudemiddelen met lagere afhankelijkheids- en milieu-impact, en (3) ontwerp voor demontage, reparatie en vervanging van slijtdelen.

Voor elektronica en regeltechniek liggen directe substituties vaak minder voor de hand. De meest kansrijke route is het verlagen van kwetsbaarheid door standaardisatie (compatibele modules), modulariteit (eenvoudig vervangbare onderdelen), en herprogrammeerbaarheid (lange ondersteuning en herinzet van hardware). Dit ondersteunt zowel levensduurverlenging als leveringszekerheid, en sluit aan bij de ontwikkeling van EU-kaders voor productdata (ESPR/DPP).

Doel 2035: Ontwerpkeuzes zijn in de keten aantoonbaar onderbouwd en sturen integraal op milieu-impact, circulariteit en weerbaarheid.

KPI-richting:

- Aantal gevalideerde productbenchmarks incl. productpaspoort en/of datasetkoppeling, met minimaal: MKI/WLC-GWP, levensduur, repareerbaarheid (bijv. reparatie-index), en kritieke materialen.
- Potentiële reductie DMC en MKI per functie [%].
- Potentiële reductie kritieke materialen per functie [%].
- Aantoonbare levensduurverlenging van sleutelonderdelen [(jaar-X)%].

Baseline, definitie van functie, en mate van aggregatie is nader te bepalen

Actoren: OEM's, toeleveranciers, brancheorganisaties, kennisinstellingen, (Europese) normalisatiepartijen en (publieke) launching customers.

6.1.3 Waardebehoud van geïnstalleerde producten door hergebruik, beheer en onderhoud

Waardebehoud in de installed base is cruciaal om materiaalgebruik en leveringsrisico's te beperken. Ook als veel bestaande producten nog niet optimaal circulair zijn ontworpen, kunnen nu al kringlopen worden gesloten via hergebruik, refurbishment en beter beheer/onderhoud. De praktijkervaringen die dit oplevert zijn direct bruikbaar om productontwerp en ketenafspraken te verbeteren en in die zin dus essentieel voor de andere actielijnen.

- Technische betrouwbaarheid en garanties: kwaliteitsborging, testprotocollen en garantievormen die vertrouwen in gebruikte onderdelen en refurbished installaties vergroten.
- Economische aantrekkelijkheid: prikkels en businessmodellen die hergebruik en refurbishment financieel logisch maken (o.a. TCO-gedreven contracten, serviceconcepten en daaraan gekoppelde financieringsconstructies).
- Activeren en organiseren van de tweedehandsmarkt: logistiek, terugname, matching van vraag en aanbod, en transparantie over specificaties/compatibiliteit.

Doel 2035: Groei van hergebruik en refurbishment, resulterend in minder primair materiaalgebruik en lagere afhankelijkheid van kritieke materialen.

KPI-richting:

- DMC van hergebruikte/refurbished klimaatinstallaties en componenten als indicator voor materiaalbesparing.
- Aandeel hergebruik/refurbishment in vervangingsmarkt [%].

Actoren: Installateurs, servicebedrijven, handelsplatformen/marktplaatsen, vastgoedeigenaren en projectontwikkelaars, adviseurs, OEM's, keurmerken, Gebouwtechnologie Nederland Kenniscentrum Binnenklimaattechniek, NEN/ISSO/TVVL.

6.1.4 Marktontwikkeling en opdrachtgeverschap

Opdrachtgevers (publiek en privaat) bepalen in hoge mate welke oplossingen schaal krijgen. Door circulaire eisen en prestatiecriteria (op basis van functie, TCO, milieu-impact en robuustheid) consequent op te nemen in programma's van eisen, contracten en aanbestedingen ontstaat vraagzekerheid, kunnen leveranciers investeren en wordt de markt voor circulaire producten en diensten volwassen.

Doel 2035: Circulaire inkoop en contractering is gangbaar en stuurt op TCO, prestaties en circulariteit.

KPI-richting: Aandeel van aanbestedingen-/inkoopwaarde [Euro] met circulaire criteria en TCO als leidend principe [%].

Actoren: PIANOo, publieke opdrachtgevers, woningcorporaties en vastgoedeigenaren, inkoop- en beleidsafdelingen, financiers, kennisinstellingen.

6.1.5 Generieke interventies

Naast de inhoudelijke actielijnen zijn generieke interventies nodig om de uitvoering te laten slagen. Dit betreft randvoorwaarden zoals kennisdeling, databeschikbaarheid, normering, beleidsinbedding en een uitvoeringsorganisatie die samenhang bewaakt tussen initiatieven. Omdat er veel parallelle initiatieven lopen, is regie essentieel om doublures te beperken, hiaten te vullen en opschaling te versnellen. Belangrijke generieke interventies zijn:

- **Bewustzijn, kennisopbouw en -deling:** Doorlopende kennisprogramma's, voorbeeldprojecten en praktische handreikingen voor ontwerpers, installateurs en opdrachtgevers.
- **Databeschikbaarheid en harmonisatie:**
 - Versnellen van EPD-dekking, productcategorie-regels (PCR's) en aansluiting op productpaspoortontwikkelingen;
 - Koppeling met (nationale) databronnen en datadiensten;
 - Ontwikkeling en periodiek toepassen van een leveringszekerheid (stresstest/monitor) die afhankelijkheden en bottlenecks in kritieke componenten/materialen zichtbaar maakt en handelingsopties biedt.
- **Beleid en regelgeving:** Aansluiten op en beïnvloeden van EU- en NL-kaders (o.a. EPBD/ESPR/CRMA/toekomstige CEN normen vanuit EC mandaten), en vertaling naar werkbare eisen voor nieuwbouw én renovatie. April 2026 is de afstemmingstafel klimaatinstallaties bij elkaar gekomen om het draagvlak te onderzoeken voor het ontwikkelen van een gezamenlijk narratief NL Gidsland voor EU-wet- en regelgeving. Bijlage 7 toont de kernpunten die hierbij naar boven kwamen.
- **Regie & samenwerking:** Inrichten van een afstemmingstafel en een duidelijke governance (mandaat, middelen, besluitvorming) om initiatieven te verbinden en te prioriteren.
- **Monitoring:** Eenduidige set indicatoren en periodieke voortgangsrapportage op doelen 2035 (DMC, levensduur/hergebruik, EPD-dekking/benchmarkgebruik, leveringszekerheidsrisico's).

6.2 Samenhang met lopende initiatieven

Op het gebied van klimaatinstallaties zijn al veel initiatieven gestart en studies uitgevoerd. Tegelijkertijd ontbreekt het in de praktijk vaak aan afstemming en regie, waardoor de samenhang van de initiatieven ontbreekt. Hierdoor is niet altijd duidelijk in hoeverre de verschillende initiatieven bijdragen aan de gestelde doelen. Onderstaand tabel geeft daarbij zicht op de grotere initiatieven. In het initiatieven overzicht 2.0⁸ van oktober 2025 is daarbij een breder overzicht gegeven. Tabel 1 zet de initiatieven in relatie tot de in 6.1 beschreven oplossingsrichtingen. In bijlage 4 zijn de initiatieven verder in detail beschreven. Het overzicht benadrukt de behoefte aan coördinatie in de uitvoering en biedt aanknopingspunten om de samenwerking tussen overheid, bedrijfsleven en andere partijen te versterken.

⁸ circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2025/11/251107_D10_Initiatieven-Overzicht-CKi-Versie-2.0-gecorrigeerd.pdf, oktober 2025

Tabel 1: Samenhang oplossingsrichtingen en lopende initiatieven (dit is de oude tabel die onder acties stond)

6.1 Oplossingen		Initiatieven
1. Installatiearm bouwen: Ontwerp klimaat-installaties in gebouwcontext	1.1 Actualisatie functionele eisen aan installaties vanuit 'Woningkeurmerken'	Werkgroep Installaties Transitieteam CBE
	1.2 Bevorderen van installatiearm bouwen	Lente-Akkoord voor woningbouw; kennisinstituut KERN Fryslân bouwt Circulair
	1.3 Losmaakbaarheid, modulariteit, adaptief vermogen bij systeemkeuzes	MOOI consortium NEN inventarisatie bestaande standaarden
2. Ontwerpen van circulaire en toekomst-bestendige installaties op productniveau	2.1 Ontwikkelen van een product benchmark	TU DELFT Design for Disassembly IDE methode, Circulair Circuits Consortium, Mitsubishi studie. Voorbeeldenboek Circulaire klimaatinstallaties TKI/Copper8/DGBC/RVO
	2.2 Substitutie kritieke grondstoffen in Permanent Magneten	Routekaart machines & apparaten
	2.3 Standaardisatie, modulariteit en reprogrammeerbaarheid regeltechniek	Binnenklimaatrichtlijnen ontwerp- en realisatie
	2.4 Supply-chain strategieën voor kritieke grondstoffen en componenten	
3. Waardebehoud door hergebruik, beheer en onderhoud	Overkoepelend	Ketenkracht NL
	3.1 Technische betrouwbaarheid en garanties voor gebruikte onderdelen en refurbished installaties	Werkgroup Installaties Transitieteam CB UPV Stichting Open MOOI consortium Moonshot aanvraag Circulair bouwen en slopen
	3.2 Uitbreiden van circulaire marktplaatsen voor installaties	Circospin/HVAC UPV Stichting Open
	3.3 Integratie van circulaire strategieën in onderhoudsprocessen	ISSO: handboek circulair installeren en onderhoud, Binnenklimaatrichtlijn onderhoud en beheer, Kennispublicatie Retrofit luchtbehandelingskasten (Binnenklimaattechniek / Binnenklimaat NL)
4. Markt-ontwikkeling en opdracht-geverschap	4.1 Ontwerp van circulaire inkoop- en contractvoorwaarden	PIANOo Byergroup bestaande bouw (U-bouw) PVE CE Delft & Merosch Routekaart/productteam zonnestroomsystemen Moonshot aanvraag: Refurbished Installaties
	4.2 Uitwerking van circulaire businessmodellen	Oost NL: Ketenkracht NL Voorbeeldenboek Copper8 & DGBC

6.1 Oplossingen		Initiatieven
5. Generieke interventies	5.1 Bewustzijn	Webinars & events DGBC, TU Delft, TVVL Branchevereniging communicatie Techniek Nederland & Binnenklimaat Nederland, Kenniscentrum binnenklimaattechniek Platform duurzame woningbouw, Platform duurzamehuisvesting,
	5.2 Kennis over kritieke en strategische grondstof risico's in klimaatinstallaties	NIBE studie NMO (Nederlands Materialen Observatorium) Studie EIB & Structural Collective Copper 8: Impact van installatie techniek studie PGA Klimaatinstallaties van het PBL
	5.3 Ontwikkelen van een stresstest voor toetsen van leveringszekerheid in de keten voor ondernemers	
	5.4 Beschikbaarheid van data	Studie EIB & Structural Collective Copper 8: Impact van installatie techniek studie PGA Klimaatinstallaties van het PBL
	5.5 Implementatie van WLC-GWP	Rijksbeleid
	5.6 Gidsland bij EU-standaarden	Afstemmingstafel routekaart
	5.7 UPV voor hoogwaardige verwerking	Werkgroep Installaties Transitieteam CB
	5.8 Regie en samenwerking	Bouwmaterialenakkoord ketentafel Klimaatinstallaties Ketenkracht NL
	5.9 Monitoring	NMO (Nederlands Materialen Observatorium) PBL: PGA Klimaatinstallaties en ICER

7. Actielijnen

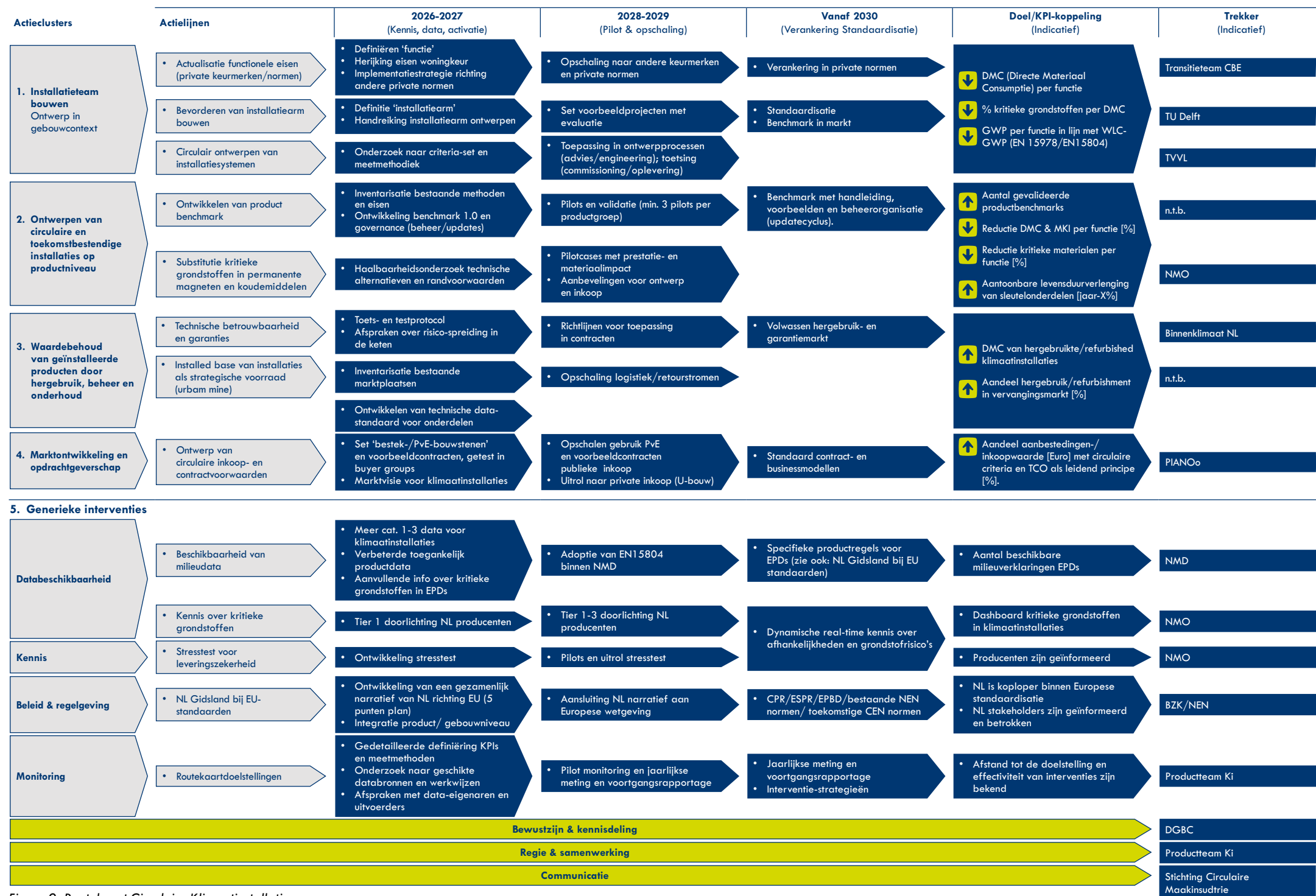
7.1 Routekaart circulaire en toekomstbestendige Klimaatinstallaties

Dit hoofdstuk vertaalt de oplossingsrichtingen uit hoofdstuk 6 naar een uitvoerbare set actielijnen met een tijdpad, deliverables en een indicatieve rolverdeling. De actielijnen zijn afgeleid uit de longlist (zie Bijlage 5) en het initiatievenoverzicht (Tabel 3 in hoofdstuk 6.2). Niet alle longlist-oplossingen zijn als aparte actielijn opgenomen: acties die (1) al voldoende zijn belegd in lopende programma's, (2) geen duidelijke extra hefboom hebben op de doelen voor 2035, of (3) eerst afhankelijk zijn van randvoorwaarden (data/standaarden), zijn samengevoegd met andere acties. De tabel hieronder is opgezet als 'routekaart': per actielijn is aangegeven wat in 2026–2027, 2028–2029 en vanaf 2030 nodig is om de 2035-doelen voor een circulaire en weerbare sector te realiseren zoals geformuleerd in hoofdstuk 5.0.

Deze routekaart dient te worden gelezen als een momentopname van de huidige inzichten en is expliciet onderhevig aan nieuwe ontwikkelingen, inzichten en prioritering vanuit het bredere krachtenveld. Naarmate kennis, randvoorwaarden en beleidscontext zich ontwikkelen, kan en zal bijstelling van de actielijnen en tijdslijnen noodzakelijk zijn. De routekaart kan uitgebreid worden met nieuwe initiatieven die bijdragen aan de gestelde doelen.



Routekaart Circulaire Klimaatinstallaties 2026-2035



Figuur 9: Routekaart Circulaire Klimaatinstallaties

Ontwerpen van circulaire en toekomstbestendige klimaatinstallaties in gebouwcontext

- **Actualisatie functionele eisen aan installaties (private keurmerken en normen)**

Private keurmerken en normen sturen ontwerpkeuzes sterk en kunnen leiden tot overdimensionering wanneer eisen niet aansluiten op werkelijk gebruik. Dit vraagt om herijking op basis van meetdata, comfort, gezondheid en milieu-impact. Lopende initiatieven (o.a. Transitieteam Circulaire Bouweconomie, stichting Binnenklimaattechniek, ISSO, Woningborg en SWK) spelen hierop in (Bijlage 5, oplossing 1.1).

- **Bevorderen van installatiearm bouwen**

Installatiearm bouwen betekent dezelfde klimaatprestatie realiseren met minder en eenvoudigere installaties. Dit kan via zeer energiezuinige gebouwen, passieve maatregelen en collectieve systemen. Opschaling vraagt om bewezen concepten, een meetprotocol voor comfort en gezondheid en monitoring van latere toevoegingen (Bijlage 5, oplossing 1.2).

- **Circulair ontwerpen van installatiesystemen**

Er is behoefte aan ontwerpprincipes waarin naast energieprestatie ook circulariteit (losmaakbaarheid, modulariteit en adaptiviteit) wordt meegenomen. Dit vraagt om standaardisatie van definities en meetmethoden, ontwerpprincipes voor toekomstbestendige systemen en kennisontwikkeling via pilots. Uitgangspunt hierbij zijn bestaande initiatieven en methodieken en programma's zoals 'PvE Gezonde Woningen'. Ook de ontwerpprincipes en meetmethoden die de komende jaren door de CEN op bouwniveau worden ontwikkeld zullen een belangrijke leidraad vormen (Bijlage 5, oplossing 1.3).

Productontwerp van circulaire en toekomstbestendige klimaatinstallaties

- **Ontwikkelen van een product benchmark**

Er ontbreekt een breed geaccepteerde benchmark om circulaire ontwerpprincipes te vergelijken. De eerste stap is het mogelijk maken van vergelijkbaarheid (bijv. rangorde en bandbreedtes), gebaseerd op bestaande methoden en databronnen zoals NMD/EPD en internationale paspoorten (Bijlage 5, oplossing 2.1).

- **Substitutie van kritieke grondstoffen (permanente magneten)**

Substitutie is kansrijk bij hoge afhankelijkheden, zoals bij permanente magneten in motoren en ventilatoren. Alternatieven zoals inductiemotoren bestaan, maar vragen om andere ontwerpkeuzes. Voor koudemiddelen geldt al Europese sturing richting alternatieven, inclusief veilige toepassing en terugwinning (Bijlage 5, oplossing 2.2).

Waardebewijs van geïnstalleerde producten door hergebruik, beheer en onderhoud

- **Technische betrouwbaarheid en garanties**

Voor opschaling van hergebruik zijn duidelijke meetmethodes, testprotocollen, kwaliteitsborging en garanties nodig om vertrouwen in gebruikte en refurbished componenten te vergroten (Bijlage 5, oplossing 3.1).

- **Installed base als strategische voorraad (urban mine)**

De bestaande installaties kunnen worden benut als gedistribueerde voorraad van onderdelen. Dit vraagt om goede retourlogistiek, datagebruik en circulaire marktplaatsen waar nieuwe en refurbished onderdelen beschikbaar zijn (Bijlage 5, oplossing 3.2).

Marktontwikkeling en opdrachtgeverschap

- **Ontwerp van circulaire inkoop- en contractvoorwaarden**

Standaard PvE's en contracten met eisen voor TCO, prestaties, circulariteit en data maken vraagbundeling en opschaling van circulaire oplossingen mogelijk (Bijlage 5, oplossing 4.1).

Generieke interventies

- **Beschikbaarheid milieudata**

Milieudata en CO₂-informatie zijn nog onvoldoende beschikbaar en gestandaardiseerd. Betere data, Europese afstemming (EN15804, NMD) en digitale ontsluiting via DSGO en DigiGO zijn nodig (Bijlage 5, oplossing 5.4).

- **Kennis over kritieke grondstoffen**

Inzicht in ketens is beperkt tot de eerste leverancierslagen. Productpaspoorten en samenwerking (o.a. Stichting OPEN, NMO) zijn nodig om dit te verbeteren, inclusief verschillen tussen nieuwbouw en bestaande bouw (Bijlage 5, oplossing 5.2).

- **Stresstest leveringszekerheid**

Regelmatige stresstests maken ketenrisico's zichtbaar en helpen nieuwe afhankelijkheden en verstoringen tijdig te signaleren (Bijlage 5, oplossing 5.3).

- **NL gidsland bij EU-standaarden**

Aansluiting op ESPR, CPR en CEN normen van EC mandaten is belangrijk om invloed te houden op Europese harmonisatie. Nederlandse partijen kunnen hierin gezamenlijk optrekken (Bijlage 5, oplossing 5.6).

- **Monitoring van doelstellingen**

Monitoring via KPI's (materiaalgebruik, CO₂, levensduur en hergebruik) is nodig om voortgang te volgen en bij te sturen. Eenduidige definities en centrale coördinatie zijn hierbij essentieel (Bijlage 5, oplossing 5.9).

- **Bewustzijn**

Kennis over circulariteit en grondstoffen in de sector is nog beperkt. Structurele kennisdeling via sectorpartijen en ketensamenwerking is nodig om bewustzijn en vroege toepassing te vergroten (Bijlage 5, oplossing 5.1).

- **Regie en samenwerking**

Veel parallelle initiatieven vragen om betere afstemming en governance. Gezamenlijke doelen, monitoring en regie zijn nodig om versnippering te voorkomen en impact te vergroten (Bijlage 5, oplossing 5.8).

7.2 Governance & uitvoering: van strategie naar realisatie

De routekaart is opgesteld door het productteam klimaatinstallaties in opdracht van EZK door bestaande initiatieven in een strategisch kader te plaatsen en waar nodig aan te vullen. Voor een effectieve uitvoering van de routekaart is het van belang dat een duidelijke uitvoeringsorganisatie wordt ingericht, met een helder mandaat en toereikend budget vanuit de Rijksoverheid.

Het productteam bestaat uit sleutelspelers die betrokken zijn bij convenanten en strategische initiatieven en kan daarin een centrale rol vervullen. De governance-structuur waarin de routekaart tot stand is gekomen, leent zich bovendien bij uitstek voor de organisatie van de uitvoering, omdat zij het volledige Nederlandse krachtenveld omvat en rollen en verantwoordelijkheden helder belegt. Wij stellen daarom voor deze structuur voort te zetten met de volgende rolverdeling:

Opdrachtgevers: Ministeries EZK (Circulaire Maakiindustrie) BZK-VRO (Circulaire bouwconomie) en KGG.

Rollen: opstellen PPS-overeenkomst; alloceert uitvoeringsbudget en mandaat; benoemt productteamleden (op voorstel van productteam) en stuurgroep; zorgt voor aansluiting aan beleid.

Stuurgroep:

- Deelname: Voorzitter productteam & opdrachtgever & secretaris.
- Rol: **Beslist** als stuurgroep over alle aanpassingen aan de routekaart en/of gezamenlijke communicatie uitingen van het productteam.

Productteam klimaatinstallaties:

- Samenstelling: Afgevaardigden uit wetenschap, branches, overheid; vaste groep, deelname op persoonlijke uitnodiging;
- Benoemingen: Voorzitter, productteamlid, secretaris.
- Rollen: Uitvoeren en implementeren van de routekaart; initieert (helaas projecten), verbindt (regie en afstemming tussen bestaande initiatieven) en signaleert (randvoorwaarden, kansen, belemmeringen); legt besluiten aan stuurgroep voor; roept afstemmingstafel bij elkaar en haalt advies in.
- Verplichtingen: Rekenschap aan opdrachtgevers over voortgang en resultaten routekaart; adviesplicht afstemmingstafel m.b.t. aanpassingen aan de routekaart.

Afstemmingstafel:

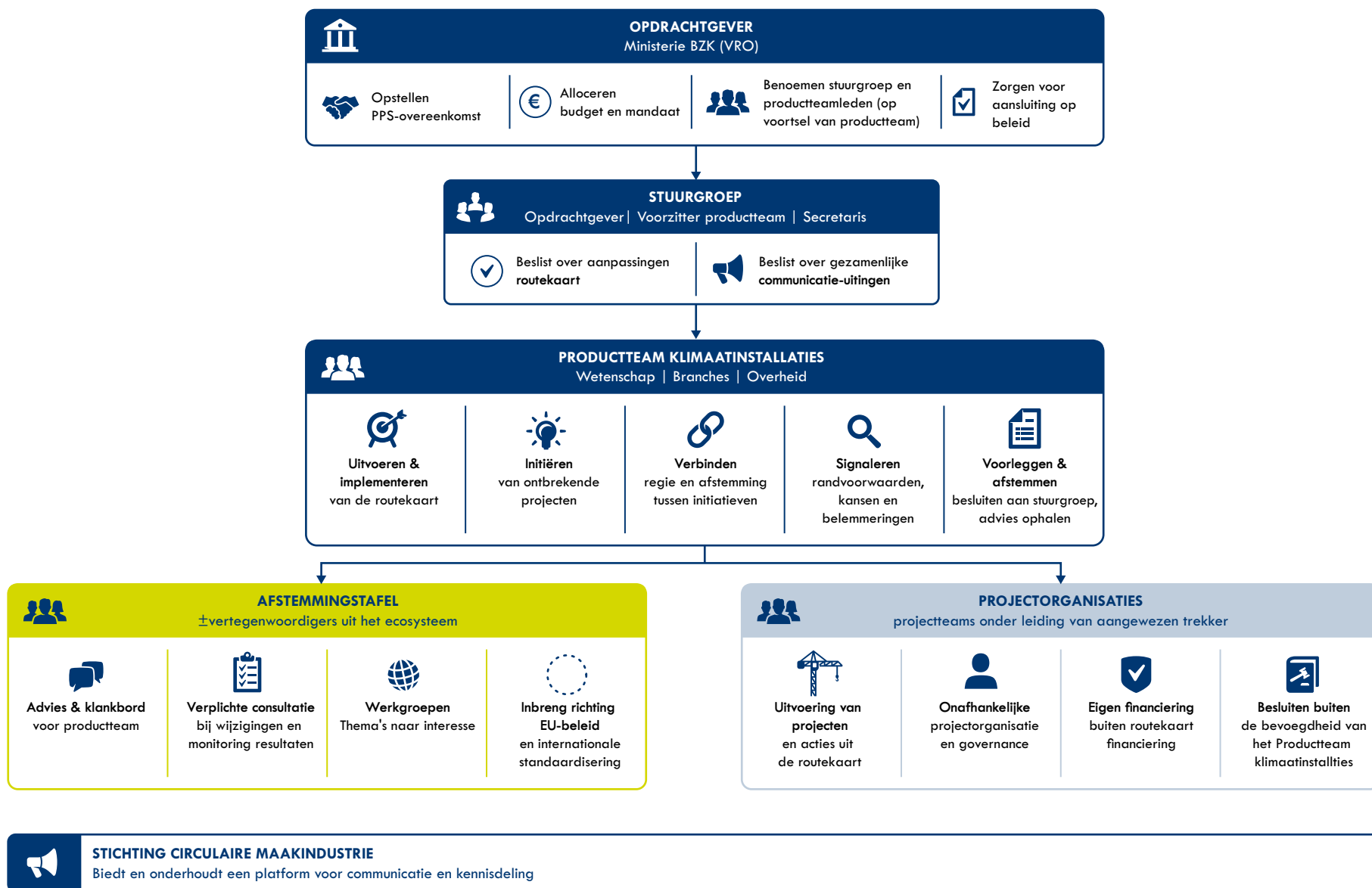
- Samenstelling: Groep van ongeveer 20 vertegenwoordigers uit het ecosysteem van klimaatinstallaties; groep is open voor toetreding; flexibele deelname rond een vaste kern; sub-werkgroepen op basis van interesse.
- Plenaire consultatie door productteam en eigen werkgroep gericht op EU-beleid/normalisering.
- Rollen: (1) Advies en klankbordfunctie voor het productteam; productteam legt verplicht alle aanpassingen aan de routekaart en monitoring resultaten van de routekaart voor aan afstemmingstafel (2) sub-werkgroepen gericht op input en/of ontwikkeling van een NL narratief richting EU-beleid en internationale standaardisering.

Projectorganisaties

- Initiatieven en acties worden uitgevoerd door ene projectteam onder leiding van de trekker die op de routekaart benoemd is en hiermee ingestemd heeft.
- Projecten hebben een onafhankelijke projectorganisatie. Projecten en initiatieven op de routekaart vallen buiten de routekaart financiering en beslisbevoegdheid van het productteam.

Stichting Circulaire Maakindustrie: Biedt en onderhoudt een platform voor communicatie.





Figuur 10: Governance routekaart klimaatinstallaties

7.3 Projecten in eigen regie

Het projectteam heeft prioritaire en strategische initiatieven benoemd die essentieel zijn voor de transitie naar een weerbare en circulaire sector. Oplossingen die als strategisch relevant zijn aangemerkt, zijn opgenomen in de routekaart in hoofdstuk 7.0. In deze routekaart zijn de strategische acties uitgezet op een tijdslijn en, waar mogelijk, voorzien van een trekker. In veel gevallen gaat het om bestaande initiatieven met een externe trekker en een onafhankelijke projectorganisatie.

Daarnaast heeft het projectteam op twee gebieden hiaten geïdentificeerd die door lopende initiatieven nog onvoldoende worden afgedekt. Deze projecten zijn noodzakelijk om (1) eenduidig te kunnen sturen op de doelen richting 2035 en (2) het stakeholderveld in staat te stellen op te schalen op basis van vergelijkbare en betrouwbare informatie. Het projectteam kan deze projecten in eigen regie uitvoeren of organiseren, in nauwe samenwerking met het bredere krachtenveld.

7.3.1 Productbenchmark

Doel: Een gevalideerde benchmark die producten en systeemoplossingen voor klimaatinstallaties onderling vergelijkbaar maakt op basis van (1) milieu-impact (MKI en/of WLC-GWP waar passend), (2) circulariteit (levensduur, repareerbaarheid, herbruikbaarheid, hoogwaardig verwerkingspotentieel), en (3) kritieke materialen/leveringszekerheid (CRMA-relevante componenten).

Scope (start): Warmtepompen, luchtbehandelings-/ventilatiesystemen en gebouwbeheersystemen (zoals in de routekaartanalyse).

Deliverables: (1) Indicatorenset + definities (incl. 'functionele eenheid'), (2) datamodel en minimale datavelden (EPD/DPP-koppeling), (3) reken-/scoremethodiek en handleiding, (4) pilotresultaten en validatieverslag, (5) implementatiepakket voor inkoop/ontwerp (templates, voorbeeldclausules).



Tijdpad

- 2026: Inventarisatie bestaande methoden en eisen (o.a. NMD/EPD, TU Delft-IDE, buitenlandse paspoorten/benchmarks) + keuze scope.
- 2027: Ontwikkeling v1.0 + governance (beheer/updates).
- 2028: Pilots en validatie (min. 3 pilots per productgroep).
- 2029: Opschaling via buyer groups en standaardisatie.
- Vanaf 2030: Koppeling met WLC/EPBD-implementatie en (waar beschikbaar) sectorspecifieke DPP-eisen.

7.3.2 Monitoring

Doel

Het ontwikkelen van een monitor die periodiek inzicht geeft in de voortgang van de sector ten opzichte van de 2035-doelen (Behouden–Vervangen–Besparen en leveringszekerheid), en die helpt om actielijnen gericht te prioriteren. Daarbij is er nadrukkelijk behoefte aan een beter onderbouwd en actueel beeld van de feitelijke stand van zaken in de keten, omdat voor een deel van de effectdoelen nog onvoldoende bekend is wat de huidige situatie is en wat op korte termijn technisch en economisch haalbaar is.

Kern-KPI's

De monitor is opgebouwd rond een set kernindicatoren die zowel materiaalstromen als systeemontwikkeling inzichtelijk maken:

- Materiaalgebonden CO₂ (DMC) per functie (bijvoorbeeld brutovloeroppervlak); het moet nog onderzocht welke referentie parameter meest geschikt is om de 'functie(s)' van klimaatinstallatie(s) te karakteriseren.
- Levensduur en herinzet, uitgedrukt in aandeel hergebruik/refurbishment en gemiddelde levensduurverlenging in jaren.
- Dekking en toepassing van EPD's in ontwerp- en inkoopprocessen.
- Omvang, kwaliteit en waardebehoud van retourstromen (hergebruik, refurbishment en recycling), inclusief onderscheid tussen verschillende verwerkingsroutes en hun milieu- en CO₂-effecten.
- Leveringszekerheid, gemeten via stresstest-scores en afhankelijkheden in kritieke CRMA-materialen.

Daarbij is het van belang om, analoog aan inzichten uit andere technologiedomeinen, expliciet onderscheid te maken tussen generaties van systemen en hun materiaalopbouw. Technologische ontwikkelingen volgen elkaar snel op en kunnen leiden tot fundamenteel andere materiaalcomposities en recyclingmogelijkheden, waardoor aannames over hergebruik niet altijd één-op-één overdraagbaar zijn.

Databronnen

De monitor wordt gevoed door een combinatie van bestaande en nieuwe databronnen, waaronder NMD/EPD's, (pilot)productpaspoorten, assetmanagementdata (MJOP en conditiemetingen), UPV- en inzameldata, marktdata over installatievolumes, en analyses vanuit NMO- en CRMA-kaders. Waar mogelijk wordt aanvullende praktijkdata verzameld over materiaalstromen, processtappen en verwerkingsroutes om beter inzicht te krijgen in CO₂-impact, materiaalverlies en recyclingkwaliteit.

Tijdpad

- **2026 -2027:** specificeren KPI's en onderzoek naar passende databronnen.
- **2027:** Pilot-monitor.
- **Vanaf 2028:** Reguliere jaarlijkse monitoring rapporten.

Cadans

De monitoring kent een jaarlijkse actualisatie, aangevuld met een tweejaarlijkse verdiepingsanalyse per technologiecluster. In deze verdiepingsslag wordt specifiek gekeken naar verschillen tussen systeemgeneraties, materiaalstromen en verwerkingsroutes, om beter te kunnen duiden wat feitelijk hoogwaardig hergebruik of recycling oplevert. De resultaten worden gepubliceerd als routekaart-voortgangsrapportage met concrete aanbevelingen voor bijsturing van doelen en actielijnen.

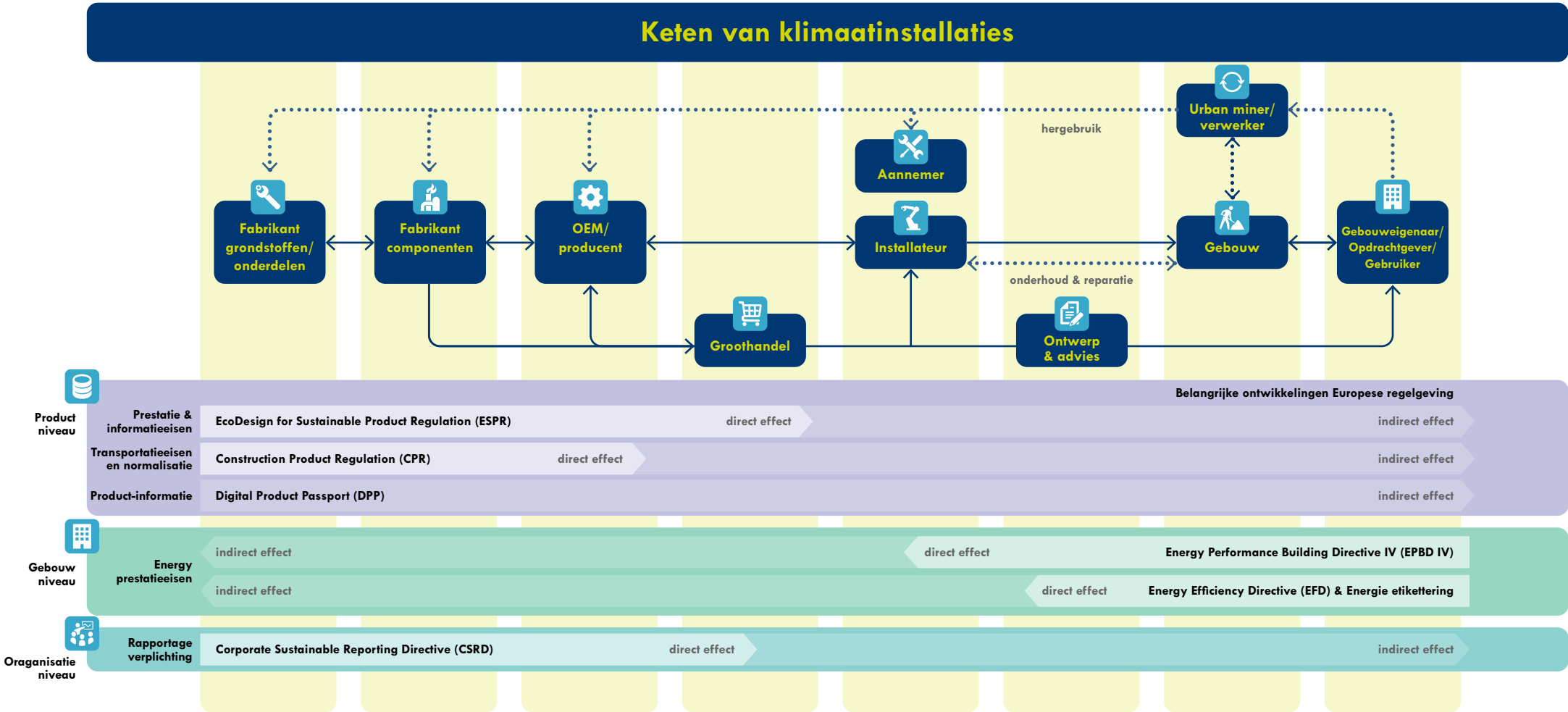
Bijlage 1:

Quick scan analyse producten

Rang	Product	Milieu-impact (MKI/WLC)	Kritieke materialen (NGS/CRM)	Schaal & groei	Circulariteits-potentieel	Regelgevings-hefboom
1	Warmtepompen & chillers (incl. VRF/airco)	5	5	4	5	5
2	Stationaire batterijsystemen (BESS/UPS)	4	5	4	5	5
3	Luchtbehandelingskasten & ventilatie-units (incl. EC-fans)	4	4	4	4	4
4	Frequentieregelaars/omvormers & power electronics (HVAC/PV/liften)	3	5	3	4	4
5	Gebouwbeheersystemen & regeltechniek (BMS, sensoren, actuatoren)	2	4	3	4	4
6	LED-verlichting & drivers (incl. noodverlichting)	3	3	3	4	4
7	Laagspanningsverdeel- & schakelinstallaties (switchgear, beveiliging)	4	2	4	3	3
8	Kabels & busbars (koper/aluminium)	5	1	5	3	2
9	Zonnepanelensystemen (PV-modules + bekabeling)	3	2	4	4	3
10	EV-laadinfrastructuur (AC/DC laders in gebouwen)	2	3	3	4	4
11	Hydronische appendages (pompen, kleppen, warmtewisselaars)	3	2	3	3	3
12	Liftinstallaties (aandrijving, besturing, kabels)	3	2	3	3	3

Bijlage 2:

Europese ontwikkelingen



Bijlage 3:

Circulaire Potentie Methode (CPM)

De routekaartmethodiek maakt gebruik van de Circulaire Potentie Methodiek (CPM) ^{9 10 11} om circulaire kansen te identificeren en per productgroep te bepalen in hoeverre producten en materialen in de kringloop gehouden kunnen worden, en welke 'knoppen' daarvoor het meest kansrijk zijn.

De CPM combineert (1) een theoretische potentiebepaling op basis van producteigenschappen (zoals o.a. technische/economische levensduur, complexiteit, modulariteit, slijtage, primair bestanddeel, kritieke grondstoffen en datavolwassenheid) met (2) expertinschattingen over drijfveren die bepalen welk deel van dat theoretische potentieel in de komende ~10 jaar realistisch kan worden benut (zie tabel 3).

Tabel 3: Producteigenschappen klimaatinstallaties, op basis van archetype opwekking voor warmte/koude en ventilatie

Productkenmerken Klimaatinstallaties					
Prijs per artikel	<1	1-10	10-100	100-1000	>1000
Volume / massa per artikel	<1	1-10	10-100	100-1000	>1000
Technische levensduur	<1	1-5	5-10	10-20	>20
Economische levensduur	<2	2-5	5-10	>10	
Paraatheid	>80%	30-80%	5-30%	<5%	
Data beschikbaar	Ja, in gebruik	Ja, in productie	Nee / beperkt		
Gereed voor volgend gebruik	Ja, direct	Ja, met activiteiten	Nee		
Complexiteit	Homogeen	Weinig complex	Complex		
Modulariteit	Nee	Semi, door professional	Ja, door gebruiker		
Slijtage	<10%	10-50%	50-90%	>90%	
Primair bestanddeel	Fossiel	Mineraal	Biomassa	Metaal	
Kritieke grondstoffen	Ja	Nee			
Recycling vergelijkbaar prijsniveau	< 1%	<10%	10-50%	50-90%	>90%

De producteigenschappen worden vervolgens gestructureerd gekoppeld aan de vier NPCE-strategieën **vermindering** (intensiever gebruik), **substitutie** (meer secundaire en biogene grondstoffen), **levensduurverlenging** en **hoogwaardige verwerking**; aanvullend worden twee strategieën meegenomen via expert judgement: **afzien** (gedragsverandering) en **efficiëntie** (proces-efficiëntie).

Het resultaat is een transparant, herhaalbaar 'potentieelprofiel' dat helpt om prioriteiten te stellen (waar zit de grootste hefboom) en om vervolgstappen te onderbouwen in data, ontwerpkeuzes en ketenafspraken.

Op basis van de CPM is voor klimaatinstallaties het theoretisch potentieel (de maximale, technisch/structureel haalbare ruimte, los van markt- en beleidsbarrières) indicatief bepaald ten opzichte van een nulpunt van 142 Mton DMI (Directe Materiaal Inzet). Waar het theoretisch potentieel de technische/structurele bovengrens aangeeft, laat het business-as-usual-scenario (BAU) zien welk deel daarvan in de praktijk in de komende periode zonder extra doorbraken in beleid, marktorganisatie en uitvoering realistisch wordt benut.

⁹ Inzet Circulaire Potentie Methodiek voor nationale doelen

¹⁰ De Circulaire Potentie Methodiek nu open source beschikbaar - Circonnect

¹¹ TNO-2021-R10860-1.pdf

Tabel 4 toont het resultaat van de analyse.

Tabel 4: Status en theoretische kansen voor circulaire warmtepompen

Strategie (CPM)	BAU (% t.o.v. nulpunt)	BAU (Mton)	Theoretisch potentieel (% t.o.v. nulpunt)
Vermindering grondstoffen (intensiever)	0%	0	0%
Levensduurverlenging	14%	9	46%
Substitutie / vervanging (secundair + kritieke grondstoffen)	6%	9	60%
Hoogwaardige verwerking (hoogwaardig recyclen)	24%	35	81%
Afzien (gedragsverandering)	3%	4	25%
Efficiënter (proces-efficiëntie)	1%	2	25%

Scenario 'business as usual' (benut potentieel).

De lage BAU-percentages sluiten aan bij de PESTEL-analyse (par. 4.1). Economische en sociale factoren (betaalbaarheid, beperkte investeringsruimte in de bestaande voorraad, energiearmoede) remmen de bereidheid om te kiezen voor oplossingen met hogere initiële kosten of langere terugverdientijden, wat met name de opschaling van levensduurverlenging (refurbishment, upgrade) en substitutie (gebruikte onderdelen voor reparatie) beperkt. De krapte op de arbeidsmarkt maakt daarnaast dat 'efficiënter' en 'intensiever' (ontwerp- en procesoptimalisatie, beter inregelen/commissioning) wel kansen hebben, maar in BAU slechts beperkt worden verzilverd doordat uitvoeringscapaciteit en standaardisatie nog onvoldoende zijn ingebed.

Aan de andere kant zorgen politieke en juridische ontwikkelingen (o.a. EPBD IV, MPG/WLC-GWP in ontwikkeling) en technologische trends (predictive maintenance, plug-and-play, digitalisering) juist voor een eerste basis onder hoogwaardige verwerking (via bestaande inzamel- en verwerkingsstructuren) en een deel van levensduurverlenging. Tegelijkertijd veroorzaakt de combinatie van nieuwe kaders, verschillende definities en implementatie-onzekerheid (par. 4.1) dat de markt in BAU vaak terugvalt op vertrouwde oplossingen, waardoor het gat tussen theoretisch potentieel en benutting groot blijft.

Theoretisch potentieel

Op basis van de CPM is voor klimaatinstallaties het theoretisch potentieel (de maximale, technisch/structureel haalbare ruimte, los van markt- en beleidsbarrières) indicatief bepaald ten opzichte van een nulpunt van 142 Mton DMI (Directe Materiaal Inzet).

Tabel 4 laat zien dat de grootste theoretische ruimte in deze productgroep zit in hoogwaardige verwerking (81%), gevolgd door substitutie (60%) en levensduurverlenging (46%). Het theoretisch potentieel voor afzien en efficiënter is elk 25%, terwijl intensiever gebruik (vermindering door intensivering) voor klimaatinstallaties in deze analyse op 0% uitkomt. Deze verdeling helpt om focus aan te brengen: de grootste 'technische' hefboom ligt bij ontwerp- en ketenkeuzes die hergebruik/refurbishment en hoogwaardige recycling mogelijk maken, aangevuld met inzet op secundaire materiaalstromen en levensduurverlengend beheer.

Bijlage 4:

Lopende Initiatieven

Zie ook Initiatieven Overzicht 'Circulaire Klimaatinstallaties' - Circulaire Maakindustrie

Uitvoeringsprogramma 2025-2026 Transitieteam Circulaire Bouweconomie

In het Uitvoeringsprogramma 2025-2026 zet het Transitieteam Circulaire Bouweconomie (CBE) de acties uit voor de komende periode. De ambitie is om een brug te slaan van de koplopers, die al actief bezig zijn met circulair bouwen, naar het peloton, dat grotendeels nog volgens traditionele lineaire principes bouwt. Vier werkgroepen hebben thema's uitgewerkt waarmee ze de komende twee jaar aan de slag gaan. De werkgroep Installaties kijkt naar installaties in de breedte als aandachtsgebied voor zowel de B&U als de GWW sector en heeft daarmee een bredere scope dan de Routekaart CKI. Wel is er nauwe samenwerking en afstemming met de opstellers van de Routekaart.

Betrokkenen: Transitieteam CBE, werkgroep Installaties.

Resultaten: Het Uitvoeringsprogramma 2025-2026 staat op circulairebouweconomie.nl.

Transitieversnellers Circulaire Installaties

Vanuit verschillende invalshoeken wordt gewerkt aan de transitie naar een circulaire installatiebranche. Hierdoor ontstaat overlap, worden onderwerpen meerdere malen onderzocht en wordt essentiële kennis gemist. In het najaar van 2023 zijn vier expertsessies georganiseerd om de installatiesector sneller circulair te maken. De uitkomsten zijn samengebracht in de Actieagenda.

Betrokkenen: Techniek Nederland, kennisplatform TVVL en Dutch Green Building Council (DGBC).

Resultaten: Actieagenda Transitieversnellers Circulaire Installaties, Q4 2024.

PvE Klimaatinstallaties voor woningcorporaties

Samen met een aantal woningcorporaties, fabrikanten, installateurs en onderhoudspartijen is er een Programma van Eisen (PvE): een helder raamwerk om circulaire installaties concreet toe te passen in beleid, afspraken en projecten van woningcorporaties.

Betrokkenen: Een initiatief van Stroomversnelling, Squarewise en C-creators, in samenwerking met en mede gefinancierd door Techniek Nederland, Stichting Open, Bouwcampus, Verbouwstromen, Provincie Flevoland en Provincie Noord Holland.

Resultaten: Op 23 januari 2025 is het PvE gepresenteerd bij Inventum Houten.

PvE Klimaatinstallaties utiliteitsbouw

Dit Programma van Eisen (PvE) circulaire installaties is gericht op de utiliteitsbouw. Het doel is om kaders te stellen aan de milieubelasting, te werken met circulaire en biobased installaties en toekomstig hergebruik mogelijk te maken. In dit PvE worden minimale grenswaarden gegeven voor verschillende ambitieniveau op het gebied van circulariteit van installaties.

Betrokkenen: Merosch in samenwerking met ABB, Carrier, DWA, Orange Climate, RENSA, Stekerbaas, TU Delft en TVVL.

Resultaten:

- Q3 2024, versie 1.2 Utiliteitsbouw.
- 2025, versie 2.0 Utiliteitsbouw volgt.
- 2025, woningbouw volgt.

MOOI-missie: Circulaire Klimaatinstallaties

Met de regeling Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI) wordt ingezet op het realiseren van circulaire klimaatinstallaties met een gehalveerde WLC-GWP. Het streven op termijn is 78% reductie van de milieu-impact over de gehele levenscyclus van klimaatinstallaties.

Betrokkenen: Een breed consortium van 18 partijen uit de gehele keten, te denken aan producenten,

installateurs, ontwerpers, adviseurs en kennisinstellingen.

Resultaten: De doorlooptijd is van 2025 tot en met 2027. De eerste tussenresultaten worden in de tweede helft van 2025 verwacht.

Buyergroup Circulaire Klimaatinstallaties

De Buyer Group richt zich op het ophalen van praktijkervaringen over het gebruik van prestatiecontracten voor warmte- en ventilatie-installaties in gebouwen. Om vervolgens met die kennis een marktvisie en inkoopstrategie te ontwikkelen voor circulaire klimaatinstallaties.

Betrokkenen: Aanbestedende organisaties en brancheverenigingen Binnenklimaat Nederland en NVKL.

Resultaten: Q3-4 2025, Een gezamenlijke marktvisie en inkoopstrategie.

Lenteakkoord 2.0 – Themagroep Circulaire Installaties

De themagroep kijkt naar de kansen om de milieu-impact van installaties in nieuwbouwwoningen te minimaliseren. Ze onderzoekt hiertoe verschillende strategieën: van verlenging levensduur en circulair maken van onderdelen, tot installatie-arme klimatiseringsconcepten.

Betrokkenen: Koplopers uit de brancheverenigingen Aedes, Bouwend Nederland, BNA, NEPROM, IVBN en WoningBouwersNL.

Resultaten:

- Het Lente-akkoord 2.0 loopt tot eind 2025, met de mogelijkheid tot verlenging.
- Whitepaper Installatie armer bouwen, september 2024.

TVVL expertgroep Circulaire Installaties

Vanuit de markt is er veel aandacht voor circulaire bouwmaterialen, maar over circulaire gebouwinstallaties is nog weinig bekend. De expertgroep Circulaire Gebouwinstallaties ontwikkelt strategieën waarmee circulaire gebouwinstallaties ontworpen kunnen worden (vergelijkbaar met de trias energetica).

Betrokkenen: TVVL, Rijksvastgoedbedrijf.

Resultaten:

- ISSO-Rapport 110931 Sturen op circulair beheer en onderhoud (ten behoeve van ventilatiesystemen).
- Natuurlijke Installatieconcepten, in voorbereiding.

DigiGo, Digitale Gebouwde Omgeving 2027

Het Bestuursakkoord '27 is een overeenkomst van 40 partijen met een groot aantal concrete beleidsmaatregelen om digitaal te versnellen. Beleidsmaatregel 10 betreft de digitale uitwisseling van milieuproductdata. Door de milieuproductdata (EPD-data) digitaal op een uniforme veilige en betrouwbare manier uit te wisselen, worden gebruikers zoals architecten, adviseurs, installateurs en aannemers in staat gesteld om gemakkelijker toegang te krijgen tot de milieueffecten van producten, zodat deze informatie kan worden gebruikt in hun besluitvormingsprocessen en duurzaamheidsrapportages zoals CSRD.

Betrokkenen: digiGO, BZK-VRO, Stichting NMD, NVTB (vertegenwoordiging bouwmaterialenindustrie), Hibin, Techniek NL, Bouwend NL, Ketenstandaard (NL-Sfb – ETIM), VMRG, RVB/RWS.

Resultaten:

- Q4 2024, ondertekend Bestuursakkoord-Bijlage-A_versie_1.01.
- Q2 2025, routekaart milieuproductdata.
- Q3 2025, een datastandaard en uitwisselingsprotocol voor milieuproductdata.
- 2026-2027, uitrol/ implementatie.

Youtube-serie 'Circulair Installeren: hype of toekomst?'

Voor veel installateurs staat circulair installeren nog ver van ze af. In de Youtube-serie 'Circulair Installeren' onderzoekt Techniek Nederland-vlogger Joshua of er ondernemers zijn die tóch al circulair werken, hoe ze dat doen en wat het ze oplevert. Een inspirerend kijkje in de keuken van installerend Nederland.

Betrokkenen: Techniek NL

Resultaten: 15 korte Youtube-video's (3-6 min.) NMD - Witte Vlekken Bouwwerkinstallaties

Om het aantal categorie 1- en 2 milieuverklaringen in de Nationale Milieudatabase te vergroten, is de Stichting NMD gestart met de vergoedingsregeling Witte Vlekken. Doel is om het aantal verklaringen te vergroten van productgroepen die nu nog ondervertegenwoordigd zijn. Deze groepen zijn van belang om een MPG- of MKI-berekening te kunnen maken die zoveel mogelijk recht doet aan het uiteindelijke bouwwerk.

Betrokkenen: Stichting NMD in samenwerking met Techniek Nederland, FME, Dutch Green Building Council en RVO

Resultaten:

- 6 maart 2025, Conferentie Milieudata van installaties in de NMD - Nut en Noodzaak
- Meer categorie 1- en 2 milieuverklaringen in de NMD

NWO-onderzoek KIC Klimaatbestendige gebouwen met de natuur als inspiratie

Veel bestaande gebouwen moeten worden verduurzaamd. Dit biedt kansen om te kijken naar wat de natuur te bieden heeft in de vorm van materialen, processen en inspiratie voor de ontwikkeling van innovatieve oplossingen om gebouwen klimaatbestendig te maken. Dit programma beoogt een interdisciplinaire en integrale aanpak voor een duurzame gebouwde omgeving met aandacht voor circulariteit, wooncomfort, gezondheid en biodiversiteit. Hiervoor is een Call for proposals uitgezet. Doel is het stimuleren van vernieuwend onderzoek dat bijdraagt aan het realiseren van verduurzaming van de bestaande gebouwenvoorraad in Nederland. Het uitgangspunt is het energiegebruik in gebouwen - en daarmee de CO₂-uitstoot - te verlagen en de milieuvoetdruk van bouwmaterialen en verduurzamingsoplossingen terug te dringen door middel van op de natuur gebaseerde en door de natuur geïnspireerde oplossingen.

Betrokkenen: De aanvraag wordt gedaan door universiteit(en) met één of meer samenwerkingspartners.

Resultaten:

Bouwmaterialenakkoord – materiaalketen Installaties zie:

[Bouwmaterialenakkoord: Nederlandse bouwmaterialenindustrie en het Rijk zetten samen de stap naar een toekomstbestendige en efficiënte bouwsector](#) | [Home](#) | [Volkshuisvesting Nederland](#).

Ketenkracht NL

ROMs werken in opdrachten EZK samen aan een aanpak voor de circulaire maakindustrie. Hierbij wordt gewerkt vanuit de prioritaire productgroepen, waaronder met name klimaatinstallaties. Het doel van de samenwerking is om te komen tot een gestructureerde aanpak voor opschaling van circulaire productketens. De ketens luchtkanalen, LBI en WTC zijn hierin lopende productketens.

Bijlage 5:

Beschrijving oplossingen

Dit is de long-list van oplossingen zoals door het projectteam bepaald. Acties in zwarte zijn opgenomen op de routekaart. Acties in grijs zijn geïntegreerd in andere acties of voldoende belegd en daarom niet op de routekaart in hoofdstuk 7 opgenomen.

1 | Ontwerpen van circulaire en toekomstbestendige klimaatinstallaties in gebouwcontext

1.1 | Actualisatie functionele eisen aan installaties (private keurmerken en normen)

Private keurmerken en (semi-)private normen beïnvloeden ontwerpkeuzes sterk, omdat zij door financiers en opdrachtgevers worden gebruikt als proxy voor kwaliteit en risico. Wanneer eisen niet aansluiten op daadwerkelijk gebruik, ontstaat overdimensionering. Zo worden bijvoorbeeld specifieke temperatuurcriteria voor slaapkamers voorgeschreven, die vaak niet aansluiten bij het daadwerkelijke gebruik en niet per se leiden tot meer comfort voor bewoners. De oplossing is een herijking van functionele eisen op basis van meetdata, comfort/gezondheid en energie- én materiaalimpact. Werkgroep Transitieteam Circulaire Bouweconomie werkt aan het actualiseren van belemmerende normering en regelgeving, zowel via normbladen als privaatrechtelijke waarborgen zoals Woningborg, ISSO of Stichting Waarborgfonds Koopwoningen (SWK), met het doel om barrières te verminderen en het pad vrij te maken voor installatiearm bouwen.

Deliverable: aangepaste eisen en implementatiestrategie richting keurmerken en private normen. Uitwerken welke keurmerken/normen (Woningborg/SWK/ISSO/NEN) en welke concrete eisen prioriteit hebben.

1.2 | Bevorderen van installatiearm bouwen

Installatiearm bouwen richt zich op het creëren van extreem energiezuinige gebouwen met minimale installaties, door gebruik te maken van goede isolatie, luchtdichtheid, warmteterugwinning, hoogwaardige ramen en slimme zonoriëntatie. In Nederland wordt dit concept steeds vaker toegepast, vooral in nieuwbouw en sociale woningbouw, al blijft het aandeel nog beperkt in vergelijking met traditionele bouwmethoden. Architecten, bouwbedrijven, installatiebedrijven en certificerende organisaties werken samen om passiehuizen te ontwerpen, realiseren en toetsen. Echter, de bredere toepassing wordt vaak vertraagd door hogere initiële kosten, complexere bouwdetails en de beperkte ervaring bij aannemers. Toch zorgen subsidies, kennisdeling en de standaardisatie van ontwerpen ervoor dat deze energieneutrale bouwvorm steeds makkelijker schaalbaar wordt.

Daarnaast kan installatiearm bouwen ook op andere manieren gerealiseerd worden, bijvoorbeeld door het inzetten van collectieve systemen of het modulair en flexibel maken van installaties. Dit roept echter de vraag op hoe men voor een vergunning kan aantonen dat een 'installatie-arm' gebouw voldoet aan de comfort- en gezondheidseisen. Ook is het van belang dat er monitoring plaatsvindt van de uiteindelijke installaties in het gebouw. Als bijvoorbeeld later een airco wordt geplaatst, moet dit gemeten worden voor een nauwkeurige berekening van de daadwerkelijke milieuwinst.

Deliverables: (a) handreiking installatiearm ontwerpen (incl. ontwerpalternatieven), (b) set voorbeeldprojecten met evaluatie, (c) voorstel voor borging in PvE/contracten en waar mogelijk vergunningverlening. Invullen definitie 'installatiearm' en welke functionele eenheid wordt gebruikt in DMC-meting.

1.3 | Circulair ontwerpen van installatiesystemen

Installateurs, bouwers, adviseurs en architecten hebben beperkte ervaring met passief of installatie-arm bouwen om tot een gezond en aangenaam leefklimaat te komen. Verschillende en soms ook tegenstrijdige aspecten moeten tegen elkaar afgewogen worden: Systeemkeuzes worden vaak door een adviseur bepaald en vereisen specialistische kennis en moeten later getoetst worden op

maakbaarheid in het systeem. Circulaire aspecten komen in dit proces nog niet op een systematische manier aan bod of zijn niet voor alle spelers een logische keuze. Is er sprake van overdimensionering door prestatie- of comfort eisen? Moet de binnentemperatuur altijd hetzelfde zijn ten opzichte van de buitentemperatuur? Of draagt overdimensionering juist bij aan een flexibel en toekomstbestendig gebouw? Leidt installatiearm bouwen tot meer of een complexere regeltechniek? Nader onderzoek en goede voorbeeldprojecten zijn nodig om ontwerpprincipes uit te werken en het ontwerpproces integraal te laten verlopen. Naast technische inzichten is hierbij ook onderzoek nodig naar de belangen in dit proces en de prikkels voor partners in de keten om hier gezamenlijk in op te trekken. Het Programma van Eisen 'Gezonde woningen' en de ontwerprichtlijn woonhuisventilatie kunnen hierbij helpen.

Deliverables: criteriaset + meetmethodiek en toepassing in ontwerpprocessen (advies/engineering) en toetsing (commissioning/oplevering).

2 | Productontwerp van nieuwe, circulaire en toekomstbestendige, klimaatinstallaties

2.1 | Ontwikkelen van een product benchmark

Hoewel circulaire strategieën zoals levensduurverlenging, repareerbaarheid en mono-materiaalgebruik bekend zijn en deels zijn vastgelegd in twee Programma's van Eisen voor klimaatinstallaties, blijft het lastig om te bepalen welke strategie op het niveau van individuele componenten in een installatie het meest effectief is. Het kiezen van de juiste productontwerpstrategie is complex, en er bestaat nog geen benchmark die de verschillende principe-oplossingen vertaalt naar concrete productoplossingen en daar een concrete waarde aan toekent. Er zijn verschillende data en/of productgedreven onderzoeken en databases die mogelijk input kunnen leveren voor het ontwikkelen van een productbenchmark zoals bijvoorbeeld de IDE-methode van de TU Delft, de PEP-ecopassport Frankrijk, NMD Nederland etc.

Een combinatie van de Whole Life Cycle - Global Warming Potential aanpak aangevuld door circulaire indicatoren ligt voor de hand. De benchmark moet in eerste instantie een goede vergelijking mogelijk maken over de mate van circulariteit van een product of systeem. Een absoluut getal is niet direct van het begin af aan noodzakelijk. Een gefundeerde benadering zou voor het begin voldoende kunnen zijn.

Deliverables: benchmark met handleiding, pilots en een beheerorganisatie (updatecyclus).

2.2 | Substitutie van kritieke grondstoffen (permanente magneten en koudemiddelen)

Hoewel er nog beperkt inzicht is in het voorkomen van kritieke en strategische grondstoffen in klimaatinstallaties en digitale productpaspoorten nog niet structureel worden toegepast, lijkt substitutie van permanente magneten in aandrijfsystemen, ventilatoren en compressoren van warmtepompen een no-regretmaatregel. Ook koelmiddelen op basis van fluoride zouden in principe vervangbaar moeten zijn, voor zover ze nog worden toegepast. Elektromotoren zonder permanente magneten maken gebruik van elektrisch opgewekte magnetische velden in plaats van vaste magneten, waardoor de afhankelijkheid van zeldzame aardmaterialen afneemt. Veelvoorkomende typen zijn asynchrone (inductie)motoren, synchrone reluctantiemotoren (SynRM) en gewikkelde synchrone motoren (EESM), die robuust, vaak kostenefficiënt en beter recyclebaar zijn. Tegelijkertijd kennen deze alternatieven nadelen, zoals grotere afmetingen, complexere aansturing en soms een lagere efficiëntie. Ook kan hergebruik of recycling bemoeilijkt worden. Een zorgvuldige afweging van voor- en nadelen moet onderzocht worden.

Deliverables: (1) overzicht technische alternatieven en randvoorwaarden, (2) pilotcases met prestatie- en materiaalimpact, (3) aanbevelingen voor ontwerp en inkoop.

2.3 | Standaardisatie, modulariteit en reprogrammeerbaarheid regeltechniek

Binnen de regeltechniek en elektronica zijn bedrijven zich bewust van afhankelijkheden en leveringsrisico's, maar directe materiaalvervanging is beperkt. Kritieke materialen zitten in lage concentraties verspreid over componenten, waardoor rendabele terugwinning nauwelijks haalbaar is. Zelfs als dit technisch mogelijk is, ontbreekt vaak de keten om kringlopen te sluiten. Dit geldt niet alleen voor klimaatinstallaties, maar voor elektrische componenten en systemen (ECS) in het algemeen.

De grootste impact ligt daarom in standaardisatie van modules, betere uitwisselbaarheid en langdurige softwareondersteuning, zodat hardware langer meegaat en hergebruik wordt vergemakkelijkt.

Deliverables: (1) modulaire referentie-ontwerp (interfaces), (2) richtlijnen voor firmware/software support en herprogrammeerbaarheid, (3) koppeling met productpaspoort-ontwikkeling.

2.4 | Ketenstrategieën voor kritieke grondstoffen en componenten

Veel maatregelen om leveringsrisico's te beperken liggen primair bij bedrijven (multi-sourcing, leverancierskwalificatie, verticale integratie, service-integratie). Multi-sourcing is een veelgebruikte strategie, waarbij meerdere leveranciers worden ingezet om risico's te spreiden. De routekaart ondersteunt door kennis, gezamenlijke monitoring (stresstest) en – waar relevant – het agenderen van knelpunten richting beleid. Het handelingsperspectief ligt vooralsnog primair bij bedrijven zelf. Pas wanneer sprake is van structurele en urgente knelpunten kan een rol voor de overheid ontstaan, bijvoorbeeld via grondstoffendiplomatie.

Deliverables: ketenrisicoanalyse per componentcluster, 'no-regret' ketenmaatregelen en escalatiepad bij structurele risico's (koppeling met CRMA/NGS).

3 | Waardebehoud van geïnstalleerde producten door hergebruik, beheer en onderhoud

3.1 | Technische betrouwbaarheid en garanties (privaat)

Er bestaat nog veel onbekendheid met en wantrouwen ten aanzien van de kwaliteit van refurbished onderdelen, waardoor in de praktijk vaak snel wordt gekozen voor nieuwe componenten. Om het marktaandeel van hergebruik te vergroten, is het essentieel dat het vertrouwen in refurbished onderdelen toeneemt. Keurmerken spelen hierbij een belangrijke rol: producten met het Keurmerk Refurbished worden getest op tientallen punten en voorzien van minimaal twee jaar garantie, wat bijdraagt aan kwaliteitsborging en zekerheid voor de gebruiker.

Om dit verder te versterken, is het nodig om het Keurmerk Refurbishment uit te breiden naar een bredere groep producten binnen klimaatinstallaties en naar meer bedrijven die volgens deze standaard werken. Initiatieven vanuit onder andere Techniek Nederland, Binnenklimaat NL en Stichting SMR en het transitieteam binnen CBE kunnen hierin een belangrijke rol spelen.

Daarnaast laten bestaande projecten en marktplaatsen zien dat hergebruik in de praktijk goed mogelijk is, wat kan bijdragen aan verdere acceptatie in de markt.

Deliverables: (1) toets- en testprotocol (productgroep-specifiek), (2) governance voor keurmerk/garantiefonds, (3) richtlijnen voor toepassing in contracten.

3.2 | Installed base van installaties als strategische voorraad (urban mine) & marktplaatsen

Om vraag en aanbod van refurbished onderdelen, ook voor onderhoud, beter op elkaar af te stemmen, is het nodig de kansen en mogelijkheden voor circulaire marktplaatsen voor installaties verder te onderzoeken. Via dergelijke platforms kunnen naast nieuwe producten ook refurbished en onderhoudscomponenten langdurig beschikbaar worden gesteld, zowel fysiek als digitaal. Een concreet voorbeeld is de samenwerking vanuit Oost NL: 'Ketenkracht NL', en het initiatief Circohvac (de circulaire keten voor HVAC-techniek), een samenwerkingsverband van acht circulaire pompleveranciers (zie www.circohvac.nl). Om dit verder te brengen, is een inventarisatie nodig van bestaande marktplaatsen voor (klimaat)installaties, zoals Stichting Insert (innovatief, circulair platform), Depot4, DuSpot en het Rijksvastgoedbedrijf. Vervolgens kunnen de mogelijkheden worden verkend om deze platforms verder te ontwikkelen binnen het kader van DigiDeal Circulaire Marktplaatsen, waarbij de productgroep CKI, in samenwerking met het Rijksvastgoedbedrijf en brancheverenigingen, als actiehouders optreedt.

Deliverables: inventarisatie bestaande marktplaatsen + roadmap opschaling (incl. datastandaard voor onderdelen, logistiek/retour, rol groothandel).

3.3 | Integratie van circulaire strategieën in onderhoudsprocessen

Het goed installeren en inregelen van klimaatinstallaties draagt bij aan comfort, een langere levensduur en een lagere milieu-impact. Door circulaire strategieën op te nemen in bestaande onderhoudsprocessen, zoals meerjarenonderhoudsplannen (MJOP), conditiemetingen en comissioning, kunnen installaties tijdens de gebruiksfase optimaal functioneren. Circulaire MJOP's en contractactualisaties zorgen daarbij voor structurele borging, terwijl correcte comissioning in onderlinge afspraken garandeert dat installaties voldoen aan ontwerp- en prestatie-eisen bij oplevering en gebruik.

Het ISSO-rapport *Circulair Installeren* ondersteunt dit proces door inzicht te bieden in circulaire principes, meetmethoden, verantwoordelijkheden, samenwerkingsvormen, garanties en benodigde kwalificaties, en vormt zo een brug tussen innovatie en praktijk voor professionals, beleidsmakers en opleiders.

4 | Markontwikkeling en opdrachtgeverschap

Opdrachtgevers kunnen een belangrijke rol spelen voor de vraag naar circulaire en toekomstbestendige installaties. Tegelijk kan de markt worden gestimuleerd door het inzetten van de juiste prijsprikkels.

4.1 | Ontwerp van circulaire inkoop- en contractvoorwaarden

Bij circulair inkopen en aanbesteden is het belangrijk om alle fasen van de levenscyclus in overweging te nemen. Voor het onderhoud kan de ISSO-publicatiereeks *Duurzaam Beheer en Onderhoud (DB&O)* als leidraad dienen. Circulair slopen en de verwerking van *Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparatuur (AEEA)* spelen eveneens een belangrijke rol, vooral wanneer het gaat om producten aan het einde van hun levensduur en het terugkrijgen van retourestromen.

Opdrachtgevers in de gebouwde omgeving kunnen al vanaf de vroege fase van projecten sturen op circulariteit door standaardisatie en het opnemen van circulaire eisen in programma's van eisen (PvE) voor scholen, kantoren en woningen. Het programma *Circonnect* heeft bestaande PvE's in kaart gebracht en werkt aan de actualisatie ervan, evenals aan nieuwe PvE's die specifiek gericht zijn op circulariteit, zoals het PvE voor bestaande utiliteitsbouw op basis van het *Merosch*-concept en het PvE van CE Delft voor nieuwbouw en woningbouw. Het PvE voor *Circulaire Installaties* wordt momenteel toegepast door de *Buyer Group Circulaire Klimaatinstallaties*, die onderzoekt hoe circulaire klimaatinstallaties en bijbehorend onderhoud ingekocht kunnen worden door aanbestedende diensten. De praktijkervaringen van de markt en aanbestedende diensten vormen de basis voor het ontwikkelen van een gezamenlijke marktvisie en inkoopstrategie. Zodra deze is ontwikkeld, zal de aanpak breed toegepast worden door meerdere aanbestedende diensten, waardoor de opgedane kennis en ervaringen op grote schaal gedeeld kunnen worden.

Deliverable: set 'bestek-/PvE-bouwstenen' en voorbeeldcontracten, getest in buyer groups.

4.2 | Uitwerking van circulaire businessmodellen

Werken aan prikkels en businessmodellen (service, prestatiecontracten, verdeling kosten/baten) om hergebruik en levensduurverlenging financieel logisch te maken. Uitwerken welke prikkels (subsidie/BTW/financiering) haalbaar zijn binnen bestaande kaders.

5 | Generieke interventies

Naast bovengenoemde specifieke oplossingen zijn er ook nog generieke interventies nodig op het gebied van kennisdeling, bewustzijn, data, normering en beleid. Goede regie en samenwerking tussen betrokken partijen zijn essentieel om de implementatie van circulaire strategieën in klimaatinstallaties effectief te ondersteunen.

5.1 | Bewustzijn

Een doorlopende campagne vergroot het bewustzijn van grondstofrisico's en kansen in klimaatinstallaties. Kennis bij installateurs, bouwers, adviseurs en architecten is nog beperkt. Deze moet worden ontwikkeld en actief gedeeld, onder meer via fabrikanten en groothandels. Zo krijgen opdrachtgevers vroeg inzicht in circulaire keuzes bij nieuwbouw en renovatie. Aansluiting bij bestaande initiatieven en samenwerking met partijen als DGBC, TVVL, NEN, ISSO en Circonnect is essentieel.

5.2 | Kennis over kritieke grondstoffen

Zoals beschreven in hoofdstuk 4, is er nog beperkte kennis over de kritieke en strategische grondstoffen in klimaatinstallaties en de langetermijnsrisico's daarvan. Bedrijven zijn meestal bekend met de risico's tot Tier 1 in de toeleveringsketen, maar hebben minder inzicht in de diepere lagen. De verplichting vanuit de ESPR om een Productpassport op te stellen kan hierin verandering brengen, maar het zal nog enige tijd duren voordat een specifieke standaard voor klimaatinstallaties beschikbaar is en de onderliggende data voldoende inzichtelijk zijn voor fabrikanten. Een gerichte verkenning, in samenwerking met het NMO en Stichting Open, is noodzakelijk om een robuust fundament te leggen voor verdere acties. Daarbij dient de wisselwerking met de NMD onderzocht te worden. Klimaatinstallaties bieden ook een kans om de complexe situatie rond kritieke materialen in elektrische componenten en systemen (ECS) te verkennen en een eerste stap te zetten in het verlengen van de levensduur van printplaten.

Er moet echter een onderscheid gemaakt worden tussen de huidige woningvoorraad en wat er al in de gebouwde omgeving aanwezig is, versus de producten die nieuw geïnstalleerd worden. Het verschil is groot in de beschikbaarheid van data over gebouwen die nu ontworpen worden, vergeleken met gebouwen die 30 jaar geleden zijn gebouwd.

5.3 | Stresstest leveringszekerheid

Het ontwikkelen van een stresstest voor de leveringszekerheid in de keten van klimaatinstallaties, zoals warmtepompen, luchtdelingskasten en regeltechniek, is essentieel voor ondernemers. Deze test identificeert kwetsbaarheden van de toeleveringsketen, zoals afhankelijkheden van leveranciers, productiefouten, en vertragingen in de levering van essentiële componenten. Welke componenten of materialen kritiek zijn, kan door de tijd heen veranderen. Daarom moet de stresstest regelmatig worden herhaald om nieuwe risico's tijdig te ontdekken, zoals verstoringen in de toeleveringsketen of afhankelijkheden van specifieke leveranciers. Dit maakt de keten veerkrachtiger en versterkt het vermogen van ondernemers om verstoringen te anticiperen en te beheersen.

5.4 | Beschikbaarheid milieudata

De milieu-impact en CO₂-footprint van klimaatinstallaties zijn nog onvoldoende inzichtelijk, waardoor sturen en rapporteren lastig is, terwijl de behoefte hieraan groeit door onder andere de MPG. Dit vraagt om duidelijkheid over Europese ontwikkelingen, betere datastromen en intensievere samenwerking in de keten. Door een directere aansluiting van op de Europese EN15804 basisnorm, zonder extra nationale bepalingen, zouden ook andere bronnen (PEP Ecopaspoort, maar ook Scandinavische bronnen) bruikbaar worden. Andere belangrijke stappen zijn het beter ontsluiten van milieuproductdata via DSGO-datadiensten en het uniform beschikbaar stellen van EPD's door DigiGO. DigiGO is een Nederlands platform dat zich richt op de digitalisering van de gebouwde omgeving. Het is een samenwerkingsverband van bedrijven, brancheorganisaties en overheden dat werkt aan het verbeteren van data-uitwisseling en digitale samenwerking in de bouw- en installatiesector. Daarnaast is het nodig om specifieke Product Category Rules voor klimaatinstallaties te ontwikkelen en het gebruik van categorie 1 en 2 milieuverklaringen te stimuleren. Tot slot is een volledige set generieke categorie 3-milieuverklaringen nodig om installatieconcepten goed te kunnen vergelijken en beoordelen.

5.5 | Implementatie WLC-GWP

De herziene EPBD verplicht lidstaten om de WLC-GWP (whole life cycle – global warming potential) van gebouwen te berekenen en te rapporteren. Per 1-1-2028 geldt voor alle nieuwe gebouwen groter dan 1000m² een rekenplicht, waarbij de uitkomst op het energielabel komt te staan. Vanaf 2030 geldt er een eis (grenswaarde) voor alle nieuwe gebouwen. In 2025 heeft de Europese Commissie een kadermethodiek vastgesteld, die als Europees raamwerk dient voor het berekenen van de levenscyclusimpact van gebouwen. Dit kader moet door lidstaten verder worden uitgewerkt in nationale methoden, inclusief een roadmap en implementatiestappen richting invoering. Van de Nederlandse overheid wordt verwacht dat zij deze vertaling maakt, bestaande instrumenten aanpast en de toepassing in regelgeving en praktijk faciliteert. Het productteam kan de uitrol en kennisontwikkeling in Nederland ondersteunen.

5.6 | Gidsland bij EU-standaarden

De Europese verordeningen ESPR en CPR zetten stappen richting harmonisatie van milieudata en producteisen. Voor de internationaal opererende installatiesector is het belangrijk om hier tijdig op aan te sluiten. Dit vraagt om een gezamenlijk langetermijnperspectief, gericht op zowel aansluiting bij als betrokkenheid bij de verdere ontwikkeling van EU-standaarden (CEN produceert EN standaarden als uitwerking van mandaten van de Europese Commissie). Nederlandse stakeholders kunnen hierin samen optrekken met een gedeeld narratief richting Europa. Op die manier kan Nederland een constructieve rol spelen en bijdragen aan werkbare en ambitieuze standaarden. De afstemmingstafel is op 20 april 2026 bij elkaar gekomen om kerntema's te benoemen. Bijlage 7 toont eerste bevindingen uit het veld.

5.7 | UPV en hoogwaardig hergebruik

Het Transitieteam Circulaire Bouweconomie (CBE) onderzoekt de uitbreiding van de UPV met een (inspannings)verplichting om end-of-life installaties beschikbaar te stellen voor hergebruik of refurbishment. Op dit moment richt de UPV zich op hergebruik, maar nog onvoldoende op hoogwaardig hergebruik. Daarnaast is het van belang om meer duidelijkheid te creëren over de definitie van 'afval' bij klimaatinstallaties en te verkennen welke alternatieven mogelijk zijn om producten niet direct als afval te verwerken. Actiehouders zijn de werkgroep installaties van het transitieteam Circulaire Bouweconomie, Stichting OPEN, EZK en Stichting SMR.

5.8 | Regie en samenwerking

Bijlage 6 laat de samenhang tussen de voorgestelde oplossingen zien. Binnen het domein van klimaatinstallaties zijn momenteel veel initiatieven gaande en verschijnen veel nieuwe studies. Dit vraagt om een goede afstemming en regie tussen Nederlandse stakeholders. Het is daarbij essentieel dat kennis en opgedane lessen effectief worden gedeeld met betrokken partijen. Tegelijkertijd overlappen verschillende agenda's, zoals het Bouwmaterialenakkoord, de werkgroep installaties van het Transitieteam Circulaire Bouweconomie, agenda's van brancheorganisaties met de acties van de routekaart. Dit onderstreept het belang van een duidelijke governance-structuur, met gezamenlijke doelen en een uitvoeringsstructuur die in staat is om voortgang te monitoren danwel barrières te signaleren.

5.9 | Monitoring van doelstellingen

Effectieve monitoring is essentieel om voortgang en impact van de routekaart te borgen. Dit vraagt om een set heldere KPI's op het gebied van materiaalgebruik, CO₂-reductie, levensduurverlenging en hergebruik. Monitoring moet periodiek plaatsvinden en aansluiten bij bestaande instrumenten en rapportageverplichtingen. Eenduidige definities en meetmethoden zijn hierbij cruciaal. De resultaten worden gebruikt om bij te sturen, prioriteiten aan te scherpen en succesvolle maatregelen op te schalen. Een centrale coördinatie en duidelijke rolverdeling tussen stakeholders zijn nodig om consistentie en vergelijkbaarheid te waarborgen.



Bijlage 6:

Oplossingen en NGS pijlers

In volgende tabel zijn de oplossingen van de long-list geplot over de pijlers van de NGS-strategie.

Tabel 5: Oplossingen en hun verhouding met de pijlers van de NGS-strategie

			Circulariteit	EU-miljnbouw & raffinage, ind voorradvorming, opbouw van productiecapaciteit	Partnerschappen, diversificatie, verticale integratie, Vraagbundeling	Internationale keten & grondstoffen-diplomatie	Kennis & Innovatie
6.1 Oplossingen (longlist)							
Ontwerp klimaatinstallaties in gebouwcontext / installatiearm bouwen	1.1	Actualisatie functionele eisen aan installaties vanuit 'Woningborg'	x				
	1.2	Bevorderen van installatiearm bouwen	x				
	1.3	Losmaakbaarheid, modulariteit, adaptief vermogen bij systeemkeuzes	x				
Productontwerp nieuwe klimaatinstallaties	2.1	Ontwikkelen van een product benchmark	x		x	x	x
	2.2	Substitutie kritieke grondstoffen in PMM			x		x
	2.3	Standardisatie, modulariteit en reprogrammeerbaarheid regeltechniek	x				x
	2.4	Supply-chain strategieën voor kritieke grondstoffen en componenten			x		
Waardebehoud van geïnstalleerde producten	3.1	Technische betrouwbaarheid en garanties voor gebruikte onderdelen en refurbished installaties	x	x			x
	3.2	Uitbreiden van circulaire marktplaatsen voor installaties	x	x			
	3.3	Integratie van circulaire strategieën in onderhoudsprocessen	x				
Marktontwikkeling en opdrachtgeverschap	4.1	Ontwerp van circulaire inkoop- en contractvoorwaarden	x	x	x	x	x
	4.2	Uitwerking van circulaire businessmodellen	x				x
Generieke interventies	5.1	Bewustzijn	x	x	x	x	x
	5.2	Kennis over kritieke en strategische grondstof risico's in klimaatinstallaties			x	x	x
	5.3	Ontwikkelen van een stresstest voor toetsen van leveringszekerheid		x	x	x	x
	5.4	Beschikbaarheid van data over de keten en tijdens de gehele levenscyclus van producten	x		x		x
	5.5	Implementatie van Whole Life Cycle-Global Warming Potential	x				x
	5.6	Gidsland bij EU-standaarden	x				x
	5.7	UPV voor hoogwaardige verwerking	x	x			
	5.8	Regie en samenwerking	x				x
	5.9	Monitoring	x	x	x	x	x

Bijlage 7:

Punten voor nadere samenwerking n.a.v. afstemmingstafel 20 april 2026

1. Standaardisatie

- Veel maatwerk en concurrentie op (private) specifieke kwaliteitsaspecten van de installatie.
- Gebrek aan standaard maatvoeringen wat hergebruik bemoeilijkt.
- Afspraken over standaard maatvoeringen en standaardisatie van modules zou relevant kunnen zijn. Nederland zou hier het voortouw in kunnen nemen naar Europa.
- Koppeling maken naar PvA's en deze werkbaar krijgen voor standaardisatie.

2. Verantwoordelijkheid gebruik en einde gebruiksfases

- **Gebruiksfase:** heldere definities over de verantwoordelijkheid van producenten.
 - Impact van de installatie in de gebruiksfase bepaald door de energiemix op de locatie van gebruik.
 - Producent in ontwerp verantwoordelijk voor het energieverbruik, maar m.b.t. milieuprestatie op gebouwniveau is de producent afhankelijk van de context van gebruik.
 - Refurbishment verandert eigendom van de machine, heldere verantwoordelijkheden vastleggen. Bv in product veiligheidsverordening. Ook daar kunnen repareerbaarheidseisen in worden vastgelegd (right to repair).
- **Einde levensfase:** betere voorschriften voor maximaliseren hergebruik.
 - Einde-gebruiksfase richtlijnen (hergebruik en verwerkingsroutes).

3. Aansluiting CPR, ESPR, EU taxonomy, WLC-GWP

- EPD's: berekeningen op bouwwerk niveau in lijn met WLC-GWP / MPG de standaard laten zijn. Harmonisatie van databronnen.
- c-PCR's implementeren.
- Integraal (opwek, distributief, afgifte).
- Onderscheid tussen ontwerp op bouwwerk niveau en productniveau.
- Verduidelijking in welke elementen waar gaan vallen (industriële ventilatoren, ventilatie units, luchtverwarming en koeling producten worden onder ecodesign eisen gevat / herzien).
- Vanuit een helder tijdspad communiceren naar achterban.
- Richtlijnen hoe om te gaan met niet gelijklopende implementatie van CPR en ESPR.

Dit is een publicatie van

Productteam Circulaire Klimaatinstallaties

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van de Ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) en Economische Zaken en Klimaat (EZK), onder begeleiding van Circonnect, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Voorzitter:

Olaf Oosting (Groen & Aldenkamp)

Secretariaat:

Roel Hofstra (RVO)

Nicole Schaffroth (RVO)