CIRCULAIRE
MAAKINDUSTRIE

ROUTEKAART **CIRCULAIRE EN WEERBARE BATTERIJEN**

Inhoud

Leeswijzer 3

Management Samenvatting 4

1 Introductie 7
1.1 Ambitie Routekaart 7
1.2 Context 7
1.3 Productteam 8
1.4 Proces 10
1.5 Stakeholder betrokkenheid in het proces 10

2 Scope 11
2.1 Nieuwe batterij chemie - Safe and Sustainable by Design 13
2.2 Huidige batterijen - Levensduur verlenging en materiaal terugwinning 13
2.3 Waardeketen 14
2.4 Stand van zaken 15

3 Visie 17

4 Analyses 18
4.1 PESTEL 18
4.2 Leveringszekerheid risico's 20
4.3 Kritieke en strategische grondstoffen risico's 23
4.4 Circulaire potentie methodiek 25
4.5 Beleidsdoelen 26
Conclusie beleidsdoelen 28

5 Doelen 29

6 Oplossingsrichtingen en interventies 30
6.1 Inventarisatie van oplossingsrichtingen 30
6.2 prioritaire oplossingsrichtingen routekaart 31
6.2.1 Oplossing 1. Kennis & coördinatie overheden vergroten 31
6.2.2 Oplossing 2. Interne vraagmarkt naar duurzame batterijen 33
6.2.3 Oplossing 3. Stimuleren ontwikkeling duurzame materiaalchemie, batterijtechnologie en batterij concepten. 33
6.2.4 Oplossing 4. Market en business intelligence als "enabler" voor een duurzame waardeketen batterijen 34
6.2.5 Oplossing 5. Duurzame businessmodellen voor batterijen: levensduurverlenging en TCO benadering: 34
6.2.6 Bijdrage aan de doelen en relevante grondstoffen 36
6.3 Interventies routekaart 36

7 Actielijnen 38
7.1 Actielijn Nieuwe batterij chemie - Safe and Sustainable by Design 38
7.2 Actielijn Levensduurverlenging 39
7.3 Actielijn Recycling 40

Leeswijzer

Dit document bestaat uit 7 hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk beschrijft de bedoeling van de routekaart, het doorlopen proces en de afbakening ervan. Daarna volgt het hoofdstuk over de visie, analyse van omgevingsfactoren en reeds lopende initiatieven en beleid. Vervolgens beschrijven we de doelen die ten grondslag liggen aan deze routekaart. Daarna gaat de routekaart in op de verschillende overwogen en gekozen prioritaire circulaire oplossingen. Het laatste hoofdstuk beschrijft hoe de routekaart verder ten uitvoer wordt gebracht.

Status revisie
Versie 2
Datum 10 februari 2026

Management Samenvatting

Nederland streeft naar een volledige circulaire economie in 2050 en wil de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen vergroten, met name voor sleuteltechnologieën zoals batterijen. De Routekaart Circulaire en Weerbare Batterijen biedt een concreet plan voor de komende vijf tot zeven jaar, sluit aan bij Europese regelgeving, zoals de Batterijverordening en de Critical Raw Materials Act en bouwt voort op bestaande initiatieven, waaronder de Actieagenda Batterijsystemen, het Battery Competence Cluster-NL en het Nationaal Groeifonds. Door samenwerking tussen overheid, kennisinstellingen en bedrijfsleven beoogt de routekaart de circulariteit, weerbaarheid en het verdienvermogen van de sector te versterken.

Voor het opstellen van de routekaart is een productteam aangesteld door het Ministerie van I&W, bestaande uit experts die de overheid, kennisinstellingen en de sector vertegenwoordigen.
De vaste routekaart methodologie is gebruikt zodat de routekaarten voor verschillende prioritaire productgroepen vergelijkbaar zijn in aanpak en inhoud.

Batterijen zijn essentieel voor de transitie naar een duurzamer en schoner energie- en mobiliteitssysteem waarin we minder afhankelijk zullen zijn van fossiele brandstoffen. De wereldwijde batterijmarkt wordt momenteel gedomineerd door China voor grondstoffen, productietechnologie en productie van batterijcellen. Nederland heeft geen eigen capaciteit voor de winning en raffinage van grondstoffen, de productie van batterijmaterialen of de fabricage van batterijcellen. Deze afhankelijkheid brengt risico's met zich mee voor leveringszekerheid en verdienvermogen. Bovendien heeft Nederland een gebrek aan capaciteit voor recycling van batterijmaterialen. De verwachte sterke toename van afgedankte batterijen – van 890 ton in 2024 naar meer dan 11.000 ton in 2030 – vraagt om snelle opschaling van recyclingfaciliteiten en innovatieve oplossingen voor hoogwaardige terugwinning van kritieke materialen.

Nederland beschikt over unieke kansen dankzij haar expertise op het gebied van materiaal-wetenschap, innovatieve productietechnologieën en recyclingprocessen. Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen werken aan nieuwe batterijtechnologieën die minder afhankelijk zijn van kritieke grondstoffen. Daarnaast is er aandacht voor levensduurverlenging en hoogwaardige recycling, met als doel de waarde van batterijen optimaal te behouden en de milieuvoetafdruk te verkleinen. Deze innovaties bieden niet alleen kansen voor de Nederlandse markt, maar ook voor de Europese batterijwaardeketen.

De routekaart stelt hierbij drie hoofddoelen centraal: het vergroten van de strategische autonomie door diversificatie van technologie en recyclingcapaciteit, het versterken van de positie van de Nederlandse maakindustrie binnen Europa, en het verkleinen van de milieuvoetafdruk gedurende de hele levenscyclus van batterijen. Om deze doelen te bereiken, zijn vijf prioritaire oplossingsrichtingen geformuleerd. Allereerst is betere coördinatie en kennisdeling tussen overheden, bedrijven en kennisinstellingen essentieel, met name op het gebied van vergunningverlening, handhaving en de ontwikkeling van een robuuste recyclingketen. Daarnaast moet de interne vraag naar duurzame batterijen worden gestimuleerd, bijvoorbeeld via aanbestedingen en certificering. Een derde focus ligt op de ontwikkeling van duurzame materiaalchemie en batterijtechnologie, met nadruk op recycle-by-design en het gebruik van niet-kritieke materialen. Ook is continue markt- en business intelligence nodig om toekomstbestendige beslissingen te nemen. Tot slot zijn duurzame businessmodellen cruciaal, waarbij levensduurverlenging en een Total Cost of Ownership-benadering centraal staan.

Routekaart actielijnen batterijen

	2026 - 2027	2027-2030	> 2030
NIEUWE BATTERIJ CHEMIE	**KENNISOVERDRACHT** 1 Kennisopbouw bij overheden, vergunningverleners en aanvragers vergunningen **INNOVATIE** 1 Innovatieprojecten opzetten op duurzame chemie beyond Li and Na ion (in aanvulling op Na-ion en redox flow in NGF)	**KENNISOVERDRACHT** 2 Kennisuitwisseling en samenwerking in de keten, stimuleren met pilots, praktijkvoorbeelden op gebied van milieu en veiligheid **INNOVATIE** 2 Stimuleer de ontwikkeling van het Open Battery Industrialization Center (OBIC), hier kunnen Nederlandse innovaties worden gestest en hun prestaties worden gedemonsteerd. 3 Demonstrator and Scale up funding om innovaties naar de markt te brengen **KRITIEKE GRONDSTOFFEN** 1 Ontwikkel criteria voor aanbestedingen op basis van de Batterijenverordening - gebruik bewijsvoering batterijpaspoort (en voor nieuw te ontwikkelen batterijen) 2 Organiseer fondsen via financiële instellingen om maatschappelijk verantwoord inkopen door overheden mogelijk te maken 3 Organiseer maatschappelijk verantwoord inkopen via overheden 4 Marktcreatie voor “NL/EU” duurzame batterij (toekomstige markt)	
LEVENSDUURVERLENGING	**KRITIEKE GRONDSTOFFEN** 1 Neem TCO en restwaarde van batterijen bij einde levensduur op in aanbestedingen 2 Overheid als launching customer voor second life batterijen ter ondersteuning businesscase **KENNISOVERDRACHT** 1 Biedt ondersteuning bij de implementatie van EU- batterijpaspoort **REGELGEVING/STANDAARDISATIE** 1 Identificeren van ‘lekken’ en obstakels voor levensduurverlenging en organiseer goed toezicht en handhaving door kennisuitwisseling en kennisopbouw bij (regionale) overheden (VTH, omgevingsdiensten, Rijk-Regio Krachtenbundeling) 2 Europese regelgeving en beleid beïnvloeden ten behoeve van levensduurverlenging. **INNOVATIE** 1 Borg en ontsluit ontwikkelde kennis uit EU projecten 2 Identificeer vervolgprojecten (dmv overleg I&W, TU Delft, TNO) 3 Voer een marktverkenning uit voor traceersystemen van industriële batterijen **HUMAN CAPITAL** 1 Investeer in trainingen voor hoog voltage technici 2 Organiseer middelen voor oprichting van veilige refurbish-centra	**KRITIEKE GRONDSTOFFEN** 3 In 2030 bestaat er een betrouwbaar nationaal en EU-breed overzicht van end-of-life batterij feedstock (incl. timing, chemie, herkomst, restcapaciteit en restwaarde) voor EV-, consumenten- en industriële batterijen. Dit maakt investerings- en capaciteitsplanning mogelijk (ARN, StOPEN, RWS-L, BCC-NL business intelligence) **KENNISOVERDRACHT** 2 Stimuleer kennisuitwisseling en samenwerking in de keten met pilots, praktijkvoorbeelden en inzicht in welke partij wat nog kan inzetten tbv levensduurverlenging en terugkoppeling naar producenten/oem voor ontwerp 3 Vergroot bekendheid welke partij welk materiaal nog kan inzetten **INNOVATIE** 4 Ontwikkeling kennis en kunde van grootschalige recycling processen 5 Ontwikkel een ‘keurmerk’ voor certificering en auditing van bedrijven in de batterij keten	**REGELGEVING/STANDAARDISATIE** 3 In 2030 bestaan breed geaccepteerde protocollen en certificering methoden voor reparatie, remanufacturing en second-life batterijsystemen. Dit maakt veilige, betrouwbare en commercieel aantrekkelijke grootschalige toepassing mogelijk (Certificerende instanties (Dekra/SGS) met marktpartijen)
RECYCLING	**KRITIEKE GRONDSTOFFEN** 1 In 2030 zijn één of meer circulaire verwerkingsroutes voor Nederland gevalideerd en geselecteerd die a) batterij-grade materialen leveren, of b) efficiënt integreren in Noordwest-Europese raffinageketens ten behoeve van Europese (p)CAM industrie, op basis van TRL, financiële haalbaarheid, ruimtelijke eisen en commitment van industrie. (BCC-NL) 2 Kritieke voorraden van materialen opslaan (bij onvoldoende afzet binnen EU) (landelijke recyclage hubs met granulaat gesorteerd per afval stroom) en/of waarborgen dat materialen in handen van NL/EU blijven 3 Recycling bedrijven ondersteunen in de overbruggingsperiode tot NL feedstock serieus op gang komt. (voorwaarden scheppen voor investeringen door overheid en ARN oa door contracten met uitzicht op volumes) **KENNISOVERDRACHT** 1 Biedt ondersteuning bij de implementatie van EU- batterijpaspoort (TNO, TU-Delft, RDW, Douane, RWS/ILT, Circonnect) Creëer bewustwording bij bedrijven over het belang van materialen uit afgedankte batterijen Bedrijven wijzen op en ondersteunen bij het compliant zijn (producenten verantwoordelijkheid) met focus op kleinere bedrijven en industriële toepassingen. Zorgen dat bedrijven in de gehele keten toegang tot gegevens hebben en deze up to date houden. **INNOVATIE** 1 Zorgen voor doorontwikkeling van geautomatiseerde dismantling en discharging voor shreddingproces met oog op hoogwaardige terugwinning en behoud van materialen. (BCC-NL en bedrijven) 2 In 2030 richten Nederlandse R&D-programma’s zich op efficiënte en goedkope terugwinning van lithium en grafiet, met aantoonbare verbeteringen in rendement, kosten of zuiverheid t.o.v. de huidige stand van techniek.	**KRITIEKE GRONDSTOFFEN** 4 Organiseer ketensamenwerking en kennisuitwisseling tussen recycle bedrijven en leveranciers om hoogwaardige terugwinning van materialen te waarborgen. 5 NL feedstock managen tbv ondersteuning van de business case van first moving recyclers 6 Stimuleren dat afgedankte batterijen (bij voorkeur) in Nederland worden verwerkt tot grondstoffen (bij geschikte en beschikbare technologieën). **KENNISOVERDRACHT** 2 Kennisuitwisseling en samenwerking in de keten, stimuleren met pilots, praktijkvoorbeelden 3 Vergroot bekendheid welke partij welk restmateriaal nog kan inzetten	**KRITIEKE GRONDSTOFFEN** 7 Sturen op CO2 efficiency in recyclingproces **KENNISOVERDRACHT** 4 Overzicht creëren van ondoorzichtige markt industriële batterijen; 2. met LCA achtige modellering inzicht creëren wanneer feedstock available komt

De routekaart omvat drie concrete actielijnen: de ontwikkeling van nieuwe, duurzame batterijchemie; de realisatie van Nederlandse recyclingfaciliteiten voor hoogwaardige terugwinning van kritieke materialen; en het stimuleren van levensduurverlenging en refurbishment. Voor het slagen van deze actielijnen zijn overkoepelende randvoorwaarden noodzakelijk, zoals een sneller en voorspelbaarder vergunningstelsel, toegang tot betaalbare energie, een gunstig investeringsklimaat en de opleiding van toekomstig personeel in relevante vakgebieden.

Met deze gecoördineerde aanpak kan Nederland een belangrijke rol spelen in de Europese batterij-waardeketen, bijdragen aan een duurzame en circulaire economie, en de strategische afhankelijkheid van derde landen verminderen. De routekaart biedt daarmee niet alleen een antwoord op de huidige uitdagingen, maar legt ook de basis voor toekomstige economische groei.

1 Introductie

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 milieudruk te verlagen en leveringszekerheid te verhogen. Het Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie (UPCM) is gepositioneerd op het snijvlak van deze beleidskaders. Binnen het UPCM richt de routekaart zich op Batterijen. Daarmee levert de routekaart een uitvoerbare en actiegerichte bijdrage aan de doelstellingen van de NGS en het NPCE.

De Routekaart batterijen is, in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat opgesteld door het Productteam Circulaire en Weerbare Batterijen. In het productteam zijn kennis en ervaring uit materiaalkunde, investeringen, recycling, metallurgie en industrie 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 het Nederlands Normalisatie-instituut ('NEN') en het Nederlands Materialen Observatorium (NMO) zijn betrokken geweest bij de ontwikkeling van de routekaart.

De routekaart heeft een implementatiehorizon van 5 tot 10 jaar en beschrijft een visie op een toekomstbestendige Nederlandse batterijindustrie, de doelen, oplossingen en actielijnen voor de uitvoer van de routekaart. Deze actielijnen beschrijven lopende en mogelijkheden voor nog op te starten acties.

Nadrukkelijk is het niet de bedoeling om reeds geformuleerde en lopende initiatieven opnieuw te formuleren, maar zoeken we een structuur en visie. Door verschillende lopende initiatieven in verband te brengen, te bepalen welke ontwikkelingen vanuit verschillende trajecten daar aan bijdragen en wat er nog extra moet gebeuren. De reeds lopende initiatieven en R&D activiteiten vormen dan ook het hart van de routekaart.

Door de sectorbrede aanpak en door gecoördineerd aan gezamenlijke doelen te werken beoogt de routekaart meerwaarde te bieden. Dit door beleid van verschillende beleidsdirecties op te lijnen, regionale initiatieven te verbinden, de toeleverende maakindustrie te ontwikkelen en de strategische weerbaarheid van onze industrie te verhogen.

1.2 Context

Batterijen zijn een sleuteltechnologie voor de transitie naar een duurzamer en schoner energie- en mobiliteitssysteem, waarin we minder afhankelijk zullen zijn van fossiele brandstoffen en de levering daarvan door derde landen zoals OPEC en Rusland. Voor een betrouwbaar energiesysteem dat gebaseerd is op met name wind- en zonne-energie, zijn opslagmedia nodig om perioden van onbalans tussen vraag en aanbod te overbruggen. Batterijen zijn hierin essentieel. Batterijen zijn ook een belangrijke component voor de verduurzaming van de mobiliteitssector. Maar het toenemende gebruik van batterijen kent zelf ook nieuwe uitdagingen, onder meer op het gebied van strategische afhankelijkheid en duurzaamheid.

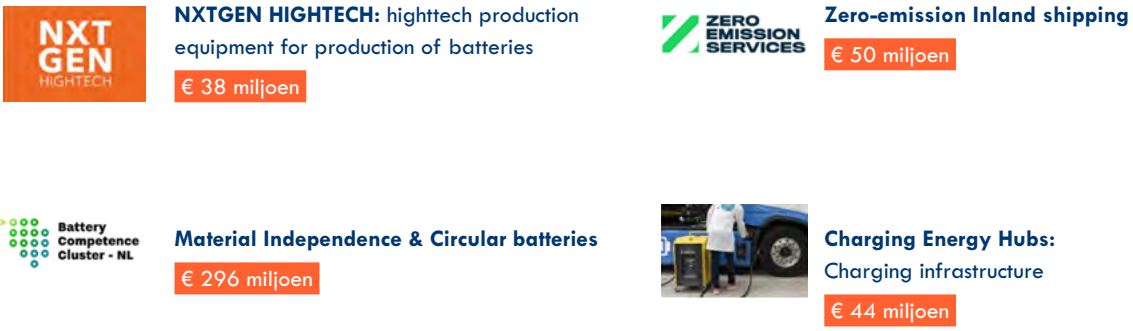
Gezien het belang van batterijen en de sterke strategische afhankelijkheid, investeert Europa sterk in batterijproductie met onder meer ruim 6 miljard Euro in 'Important Projects of Common European Interest'. Dit biedt kansen voor de batterij-waardeketen in Nederland. Nederland heeft bijvoorbeeld een aantal veelbelovende bedrijven en initiatieven waarmee Nederland kan bijdragen aan een circulaire en weerbare Europese waardeketen;

- bedrijven die innovaties ontwikkelen waarmee betere en duurzamere batterijen gemaakt kunnen worden;
- bedrijven die batterijsystemen (packs) maken voor de in Nederland belangrijke afzetmarkten zoals zwaar transport (vrachtwagens en scheepvaart), alsmede drones en stationaire energieopslag, waarvoor in de nabije toekomst duurzamere (Europese of Nederlandse batterij cellen gebruikt kunnen worden
- Initiatieven om de materialen die voortkomen uit end-of-life batterijen hoogwaardig terug te winnen.

De Nederlandse overheid is in 2020 met een strategische aanpak op batterijen gestart.
Deze Nederlandse batterijenstrategie heeft als doel de groeiende vraag naar batterijen te borgen, te zorgen dat het gebruik van batterijen veilig, verantwoord en duurzaam is, en dat de economische kansen die hieruit voortvloeien worden benut.

Om het Nederlandse batterijecosysteem en de bijbehorende waardeketen te versterken is in 2022 samen met de sector de Actieagenda Batterijsystemen opgesteld[1]. Hierop is het Battery Competence Cluster - NL (BCC-NL) als platform voor het ecosysteem opgericht. De uitvoering van de Actieagenda Batterijsystemen ligt bij de betrokken bedrijven en kennisinstellingen, maar wordt ondersteund door het Rijk. Een grote bron van financiële middelen voor de uitvoering van de Actieagenda zijn programma's uit het Nationaal Groeifonds (NGF). Zo wordt met de NGF-programma's Material Independence & Circular Batteries, NXTGEN Hightech, Zero-emission Inland Shipping en Charging Energy Hubs, door de overheid over een periode van 8 jaar € 428 miljoen geïnvesteerd in het Nederlandse ecosysteem (Fig. 1).

Figuur 1. Nationaal Groeifonds programma's en budget



Voor circulariteit en verduurzaming van de batterij(waardeketen) vormt de Europese Batterijverordening, naast de Critical Raw Materials Act, een belangrijk kader. Deze verordening bevat duidelijke eisen en doelen om de duurzaamheid, veiligheid en circulariteit van batterijen te bevorderen.

Deze routekaart circulaire en weerbare batterijen is dan ook expliciet opgesteld in de context van de bovengenoemde initiatieven en ontwikkelingen op het gebied van batterijen en beoogt hier een aanvulling op te zijn.

1.3 Productteam

Voor het opstellen van de routekaart circulaire en weerbare batterijen is een productteam aangesteld. Dit team bestaat uit experts die de overheid, kennisinstellingen en de sector vertegenwoordigen. Het proces voor het opstellen van de routekaart wordt begeleid door twee facilitators.

Het productteam:
- Moniek Tromp (Rijksuniversiteit Groningen) - Voorzitter
- Janet Kes (ARN, Battery Competence Cluster NL)
- Rene Vounckx (VDL-Nedcar)

Betrokken personen vanuit de Rijksoverheid
- Taco Bosdijk (Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, Directie Duurzame Mobiliteit)
- Tom van der Linden (RVO) - Secretaris

Procesbegeleiding:
- Jeannette Levels-Vermeer - Circonnect
- Bas Roelofs - Circonnect

1 Kamerstuk 31209, nr. 239.

Moniek Tromp - Voorzitter productteam
Prof. Moniek Tromp is hoogleraar Materiaalchemie aan de Rijksuniversiteit Groningen. Haar onderzoek richt zich op het verbeteren en de ontwikkeling van nieuwe batterijtechnologie, met name door fundamenteel inzicht in materialen en hun eigenschappen. Tromp was 'boegbeeld' en voorzitter van het Nationaal Groeifonds programma Materials Independence & Sustainable Batteries en zit in de adviesraad van het Battery Competence Cluster NL. Daarnaast maakt ze deel uit van de Nationale Wetenschapsagenda- en NWO Zwaartekracht-projecten op het gebied van batterijen en elektrochemie. Tevens is ze directeur van het Zernike Institute for Advanced Materials in Groningen en Captain of Science van het Topteam Chemie.

Janet Kes - Lid productteam
Janet Kes is werkzaam bij ARN (Auto Recycling Nederland als manager Innovatie en Batterijen. Vanuit die rol heeft ze expertise in circulariteit en recycling van batterijen, met name gericht op de invulling van de wettelijke doelstellingen uit de Europese Batterijenverordening. Daarvoor heeft ze een Europees netwerk opgebouwd waarmee een goed inzicht in de Europese ontwikkelingen rondom batterijrecycling bij haar aanwezig is.

Daarnaast is ze programmaleider second-use, recycling en materialen bij het Battery Competence Cluster (BCC-NL), waar ze onder andere actief bijdraagt aan het opzetten van recycling- en onderzoeksactiviteiten in Nederland.

René Vounckx - Lid productteam
ir. René Vounckx is de Chief Technology Officer (CTO) bij VDL Nedcar, de enige onafhankelijke autofabrikant van Nederland. Hij heeft een achtergrond als industrieel ingenieur Elektro-Mechanica (KIHL, 1986-1990) en bracht een deel van zijn carrière door bij Ford Motor Company voordat hij de overstap maakte naar VDL Nedcar. Als CTO is Vounckx verantwoordelijk voor de technologische strategie en innovatie binnen het bedrijf, dat onder meer elektrische en plug-in hybride voertuigen produceerde voor merken als BMW en MINI.

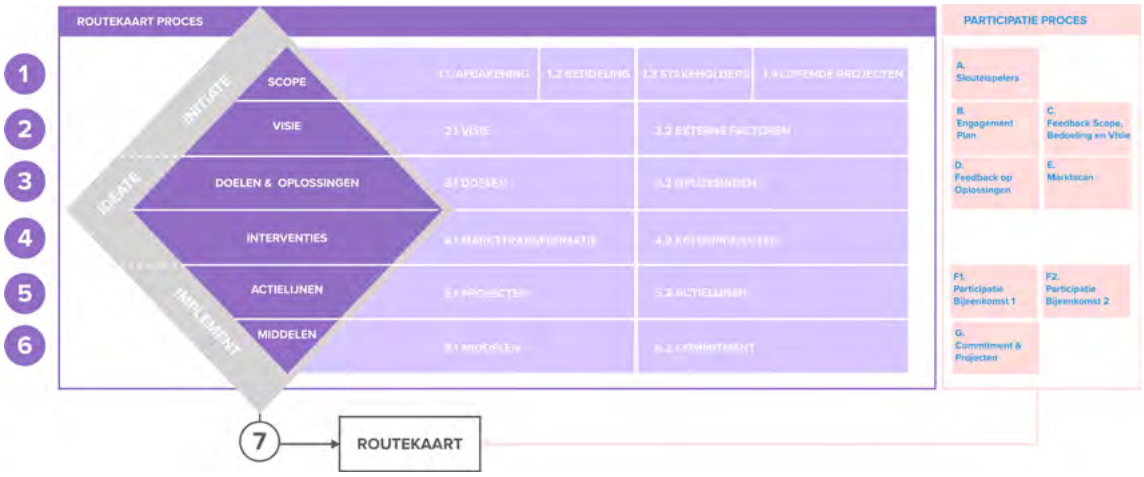
Tom van der Linden - Secretaris Productteam
RVO, team Duurzame industrie & Circulaire economie
Tom van der Linden is werkzaam bij de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), waar hij zich inzet voor de versnelling van de energietransitie en de ontwikkeling van een duurzame batterijsector in Nederland. Zijn werk richt zich op het bevorderen van een toekomstbestendige batterijketens, met aandacht voor veilige, verantwoorde en innovatieve oplossingen die bijdragen aan de klimaat-doelstellingen en de Nederlandse economie.

Taco Bosdijk - Beleidscoördinator - Nederlandse Batterijen Strategie
Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat
Taco Bosdijk is werkzaam als coördinerend beleidsmedewerker voor de Nederlandse batterijenstrategie bij het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Hij maakt deel uit van het programmateam Duurzame Energiedragers in Mobiliteit (DEM), dat zich richt op de overgang naar duurzame energie-dragers, waaronder batterijen. Zijn werk omvat het vormgeven en uitvoeren van de Nederlandse batterijenstrategie, met aandacht voor veilige, verantwoorde en duurzame toepassing van batterijen, en de samenwerking met overheid, bedrijven en kennisinstellingen

1.4 Proces

Om gelijksoortige routekaarten op te stellen voor de prioritaire productgroepen binnen de transitie is er een vaste routekaart methodologie gebruikt. In figuur 2 is de methodologie weergegeven in een routekaartproces en een participatieproces.

Figuur 2. Routekaart proces



Voor de routekaart batterijen zijn de stappen 1 tot en met 6 gezet in een gezamenlijk iteratief proces waarbij in werkbijeenkomsten de stappen inhoudelijk zijn uitgewerkt.

1.5 Stakeholder betrokkenheid in het proces

Door de productteam leden is in de uitwerking van de verschillende stappen actief contact onderhouden met verschillende stakeholders uit de eigen netwerken. Zo zijn de oplossingsrichtingen actief getoetst, de lopende projecten in beeld gebracht en de actielijnen afgestemd met de relevante actoren.

In een fysieke stakeholdersbijeenkomst, waarbij ruim 60 partijen hebben geparticipeerd, zijn oplossingsrichtingen gevalideerd en interventies bepaald. De opgehaalde inzichten zijn vermeld in hoofdstuk 6.3 Interventies.

2 Scope

De routekaart is opgesteld om vanuit een visie op een circulaire en weerbare economie een relevante positie voor Nederland op te bouwen binnen de Europese batterijen economie. De routekaart richt zich hierbij op nieuwe batterijtechnologie die “Safe & Sustainable by Design” is, op levensduurverlenging van de huidige generatie lithium batterijen en op materiaal terugwinning van diezelfde huidige generatie lithium batterijen.

In onderstaande tabel (Figuur 3) is weergegeven wat wel en niet binnen scope ligt met een onderverdeling in het marktsegment, de batterijtechnologie, de geografie en de levenscyclus van de batterij. Hierbij is ook aangegeven wat de implicaties zijn voor de strategie.

Figuur 3. Tabel in en buiten scope

	In scope	Buiten scope	Implicaties voor strategie
Marktsegment	• Batterijen voor special applications (low volume-high mix) voor de Nederlandse markt; Personal Vehicles, Commercial Vehicles (inc. Heavy Duty), Consumer Electronics (inc. Defensie) en Energie Opslag Systemen • Einde leven EV-batterijen	• Elektrisch personenvervoer	• De gekozen markt-segmenten zijn **strategisch belangrijk** voor Nederland. • Productie van huidige type NMC/LFP cellen valt buiten scope omdat deze markt gedomineerd wordt door Azië; de **Nederlandse invloed ligt vooral bij behoud en hergebruik van grondstoffen**. • Nieuwe batterijtechnologieën - ook nog onbekende - zijn wél binnen scope; via innovatie en het vervolgens opzetten van productieketens **kan Nederland een sterke positie opbouwen**. • Naast de primaire processen is ook **productieapparatuur** voor de diverse maakprocessen en apparatuur voor demontage, refurbishment en recycling binnen scope.
Batterij-technologie	• Duurzame batterij technologieën, Safe & Sustainable by design, op basis van niet kritische materialen • NMC/LFP: gebruiksfase & recycling	• NMC/LFP: productiefase • Oudere batterij technologieën (zoals Lood, zuur, NiMH)	
Geografie	• NL / EU	• Buiten EU	
Lifecycle	• NMC/LFP: gebruiksfase & recycling • Duurzame batterij technologieën: innovatie, productie, gebruik & recycling	• NMC/LFP: productiefase	

Voor het beschrijven van de relevante componenten van batterijen is aangesloten bij het NZIA[2].

- **Batterijpakk(en)** – Complete assemblage die modules mechanisch/elektrisch integreert.
- **Batterijmodules** – Subassemblages met meerdere cellen (serie/parallel) voor gewenste spanning/capaciteit.
- **Batterijcellen** – Individuele elektrochemische energie-opslageenheden.
- **Actief kathodemateriaal** – Positieve elektrode, neemt elektronen op (reductie) of staat elektronen af (oxidatie) tijdens respectievelijk ontladen en laden; voor metaal ion batterijen slaat de kathode teven ionen op of staat deze af (intercalatie en de-intercalatie) tijdens ontladen en laden.
- **Actief anodemateriaal** – Negatieve elektrode; staat elektronen af (oxidatie) en neemt elektronen op (reductie) tijdens ontladen en laden; staat ionen af en neemt ze weer op tijdens ontladen en laden.
- **Elektrolyten** – Ion-geleidend medium dat (Li)-ion transport tussen anode en kathode mogelijk maakt of kerncomponent bij bulk/flow batterij.

2 UITVOERINGSVERORDENING (EU) 2025/1178 VAN DE COMMISSIE van 23 mei 2025 tot vaststelling van uitvoerings-bepalingen voor Verordening (EU) 2024/1735 van het Europees Parlement en de Raad inzake de lijst van eindproducten met netto-nul-technologie en de voornaamste specifieke componenten daarvan voor de beoordeling van de bijdrage aan de veerkracht

- **Separatoren** – Poreuze, elektrisch isolerende laag die anode en kathode gescheiden houdt (tegen kortsluiting) en iontransport toelaat.
- **Stroomafnemers (incl. dunne koper-, aluminium-, nikkel- en koolstoffolie)** – Geleidende folies/lagen die elektronenstroom uit/in de elektroden verzamelen en afvoeren.
- **Batterijbeheersystemen (BMS)** – Meet/bewaakt en stuurt o.a. spanning, stroom, SOC/SOH en veiligheid (balanceren, beveiligingen).
- **Batterijtemperatuurbeheersystemen (BTMS)** – Koelt/verwarmt om cellen binnen veilig en efficiënt temperatuurbereik te houden.

In de volgende tabel (Fig. 4) de vier NGF programma's waarop de routekaart een aanvulling beoogd te zijn. In de tabel een samenvatting van batterijtechnologie, toepassing, Technology Readiness Level (TRL) en looptijd per programma.

Figuur 4. Samenvatting Nationaal Groeifonds programma's

Programma	Kerntype batterijtechnologie	Hoofdtoepassing	Indicatief TRL-bereik*	Looptijd (NGF)
NXTGEN Hightech (energie/batterijen)	Gen3b/Gen4 Li-ion, 3D Li-metaal, 3D Na-metaal, solid-state; Si-anoden, vaste elektrolyten, dunne films	Hightech apparatuur & pilot productielijnen voor next-gen batterijen	ca. TRL 4–7 (implementatie en test prototype t/m pilots/demos in operationele omgeving)	2023–2030 (programma); 2023–2027 (batterijprojecten) (NWO)
Material Independence & Circular Batteries	Recycling LFP/NMC, natrium-ion, bulkbatterijen voor LDES	Volledige batterijwaardeketen: grondstoffen, cellen, systemen	ca. TRL 1–7 (fundamenteel t/m pilots/demos in operationele omgeving)	2024–2031 (NGF)
Zero Emission Services (binnenvaart)	Modulaire container-batterijsystemen (ZES-packs) van 2–2,9 MWh per unit	Batterij-elektrische binnenvaartschepen	ca. TRL 8–9 (operationeel t/m marktintroductie)	2022–2026 (NGF)
Charging Energy Hubs	Stationaire batterij-opslag in energy hubs + integratie met laadinfrastructuur voor e-logistiek	Laadinfra voor trucks/bestelbusjes, netcongestie-mitigatie	ca. TRL 6–8 (demos in testomgeving t/m operationeel	2024–2028 (NGF)

2.1 Nieuwe batterij chemie - Safe and Sustainable by Design

Nederland heeft een belangrijke positie in materialen (chemie en materiaalwetenschappen). Door een focus op nieuwe batterijmaterialen, chemie en batterijtechnologie kan de routekaart bijdragen aan de opbouw van een strategische positie binnen de Europese batterijsector. Binnen het nationaal groeifonds wordt met name ingezet op de volgende generaties, duurzamere, Li-ion en Na-ion technologieën, wereldwijde markten die reeds door Azië beheerst worden, of waar Azië inmiddels al een grote voorsprong heeft. De routekaart wil daarom inzetten op alternatieven hierop die Safe and Sustainable by Design (SSbD) zijn. "*Dit betekent een fundamentele verandering in de aanpak, waarbij veiligheids- en duurzaamheidscriteria vanaf het begin in de productontwikkeling worden meegenomen, naast functionaliteit en kosten. Deze benadering maakt het mogelijk om tijdens het innovatieproces in een vroeg stadium kansen te identificeren om de veiligheid en duurzaamheid te verbeteren.*" [3] Naast duurzaamheid, circulariteit, en recycling-by-design, vereist de huidige geopolitiek ons om in te zetten op niet-kritische materialen, waarvoor we (voor levering daarvan) niet van andere continenten afhankelijk zijn, om onze onafhankelijkheid en weerbaarheid te waarborgen.

Relevante technologie, componenten en markt

- Technologie: Duurzame batterij technologieën met lagere afhankelijkheid schaarse materialen,
- Relevante componenten: ontwikkeling van nieuwe chemie en materialen, batterijcellen en batterijmodules
- Markt:
  - Batterijen voor special applications (low volume-high mix) voor de Nederlandse markt; Personal Vehicles, Commercial Vehicles (inc. Heavy Duty), Consumer Electronics (inc. Defensie) en Energie Opslag Systemen
  - Einde leven EV-batterijen
  - EU markt en export buiten de EU: Strategische posities binnen EU waardeketen, batterij-innovaties.

2.2 Huidige batterijen - Levensduur verlenging en materiaal terugwinning

In Nederland worden afgedankte batterijen volop ingezameld, daarna worden deze batterijen met name verwerkt in de ons omringende landen door een gebrek aan recyclingscapaciteit in Nederland. Door een focus op levensduurverlenging en hoogwaardige terugwinning van kritieke materialen uit de huidige generatie batterijen op de Nederlandse markt kan de routekaart bijdragen aan de circulariteit, de weerbaarheid en het verdienvermogen van Nederland.

Relevante technologie, componenten en markt

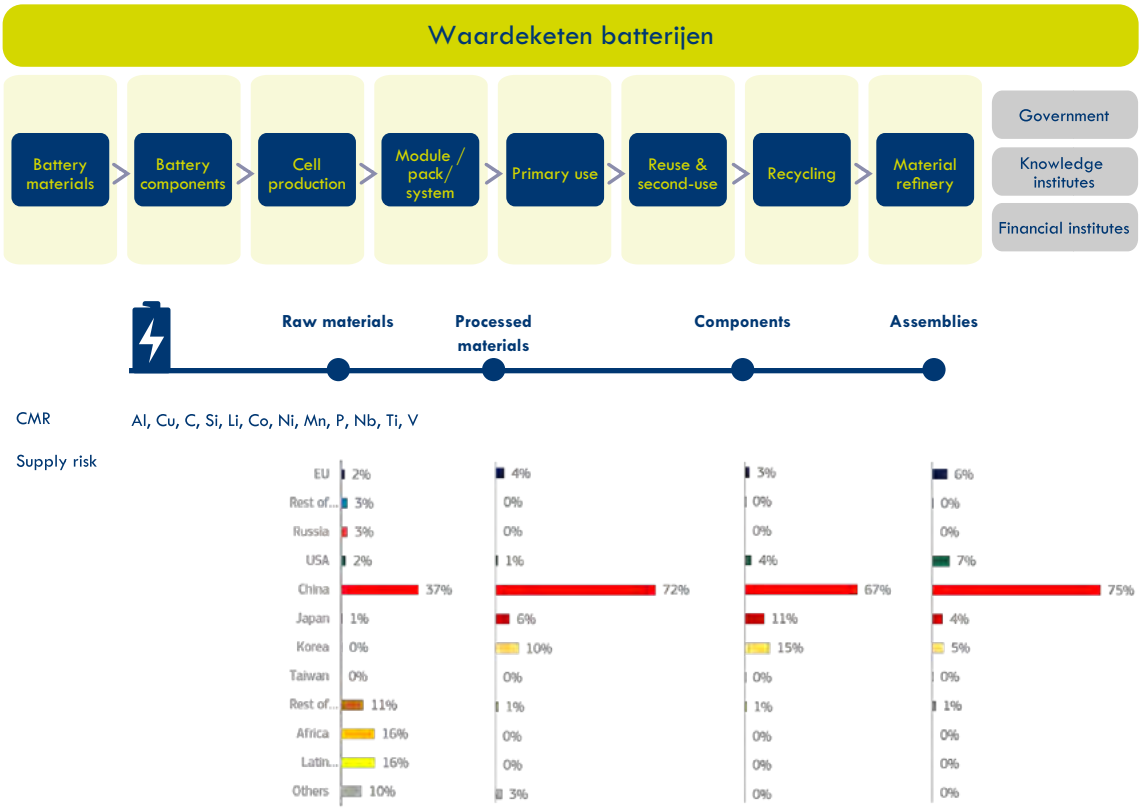
- Technologie: Huidige generatie Li-ion batterijenpakken en modules.
- Relevante componenten voor levensduurverlenging: vervangen van defecte batterijcellen in batterijmodules, repareren en verbeteren van BMS en BTMS
- Relevante componenten voor recycling: BMS en BTMS uitlezen voor veilige demontage, ontmanteling van batterij pakken en batterijmodules, pre-raffinage batterijcellen (black mass), recycling kathode en anode materialen.
- Markt:
  - NL thuismarkt voor levensduurverlenging en recycling;
  - EU markt en export buiten EU: apparatuur voor levensduurverlenging en materiaal terugwinning.

3 https://www.tno.nl/nl/safe-and-sustainable-by-design/

2.3 Waardeketen

China is de absolute marktleider in de productie van zowel lithium-ion- en inmiddels ook natrium-ion-batterijcellen en domineert daardoor de wereldwijde batterijwaardeketen. Nederland heeft geen eigen capaciteit voor de winning en raffinage van grondstoffen, de productie van batterijmaterialen of de fabricage van batterijcellen. Het land importeert complete producten met geïntegreerde batterijen en losse batterijmodules, die lokaal worden geassembleerd tot eindproducten. Slechts een beperkt aantal Nederlandse bedrijven importeert individuele batterijcellen, die vervolgens lokaal worden samengesteld tot complete batterijsystemen (stacks, packs) voor toepassingen zoals Heavy Duty en Energie Opslag Systemen.

Figuur 5. Sleutelspelers in de waardeketen van Li-ion batterijen



Knelpunten voor een weerbare en circulaire waardeketen:

- **Grondstoffen**: De winning en raffinage van kritieke grondstoffen zijn geconcentreerd in een beperkt aantal gebieden en worden gedomineerd door China.
- **Celproductie** vindt voornamelijk in Azië plaats (en deels door Aziatische fabrikanten in Europa), met name in China, waarbij de halfproducten en de productietechnologie hoofdzakelijk uit China komt. Europese fabrikanten hebben moeite met het opstarten van celproductie door de prijsdruk en technologische afhankelijkheid. Deze afhankelijkheid belemmert de ontwikkeling van circulaire cellen (samenstelling, opbouw en design for circularity).
- **Toepassing cellen in producten**: Europese fabrikanten nemen batterijcellen en -modules af van met name Aziatische producenten, maar ook complete producten zoals EV's of EOS die uit Azië komen.
- **End of Life**: Op termijn zal er een groot aanbod van einde-leven-batterijen in Nederland en Europa zijn, maar momenteel ontbreekt voldoende capaciteit voor hoogwaardige recycling, vooral voor de verwerking van black mass. De opbouw van deze capaciteit wordt bemoeilijkt door:
  - Gebrek aan feedstock: tot 2030 is er onvoldoende aanbod van end-of-life batterijen en black mass voor economisch rendabele recycling op grote schaal. Daarna neemt de feedstock toe maar moet Nederland concurreren met andere Europese landen.
  - Niet-rendabele business modellen: de kosten van recycling wegen niet op tegen de opbrengsten van teruggewonnen grondstoffen. De Europese batterijverordening moet dit verbeteren.
  - Technologie: De kennis voor hoogwaardige verwerking van black mass is nog in ontwikkeling, onder andere met pilotprojecten in samenwerking met Nederlandse kennisinstituten. Aansluiting creëren in de Europese waardeketen is hierbij essentieel.

Zonder een zelfstandige Europese waardeketen waarmee Europa in een deel van haar behoefte aan batterijen kan voorzien, zal de afhankelijkheid van Azië en met name China verder toenemen en onze concurrentie- en verdienvermogen verder verzwakken. Onze economische slagkracht ten opzichte van China en VS zal hiermee nog verder verminderen. Voor Nederland, om een rol te spelen in de Europese en internationale waardeketenketen, is een sterk Nederlands batterijecosysteem nodig.

2.4 Stand van zaken

Europa en Nederland zijn sterk afhankelijk van China, niet alleen voor de levering van batterijcellen, maar ook voor productietechnologie, verwerking van kritieke grondstoffen (koper, nikkel, kobalt en lithium) en halffabricaten. China controleert de grondstofstromen en -verwerking en beschermt haar technologische voorsprong met exportbeperkingen. De Chinese overproductie zorgt bovendien voor lage prijzen, waardoor het opstarten van Europese batterijproductie onder druk staat.

Europa streeft naar het verminderen van deze economische afhankelijkheid en zet in op duurzame oplossingen, onder andere via de Critical Raw Materials Act, de Net Zero Industries Act en de Batterijverordening. Deze regelgeving vereist dat een aanzienlijk deel van de gebruikte materialen in batterijen gerecycled moet zijn, en dat lokale verwerking, recycling en productie plaatsvinden. Daarnaast moeten nieuwe, duurzame batterijen vanaf het begin worden ontwikkeld met aandacht voor recycle-by-design, een lage totale CO^2-voetafdruk en laag energieverbruik.

Voor Nederland is een strategische positie in onderdelen van de waardeketen relevant. Voor delen van de waardeketen zijn reeds Nederlandse bedrijven actief (Fig. 6). Naast een positie in de primaire processen hoort daar nadrukkelijk ook de productieapparatuur voor de diverse maakprocessen bij, en voor levensduurverlenging en recycling de apparatuur voor demontage, refurbishment, en recycling.

Nederland heeft een aantal veelbelovende innovaties op het gebied van nieuwe cel-productie-technologieën en is internationaal sterk in materiaalwetenschap. De combinatie van materiaal en productie kennis en kunde zijn essentieel om Nederland en Europa binnen de energie- en grondstoffentransities onafhankelijk en autonoom te laten worden. Hiermee kan de strategische afhankelijkheid en concurrentievermogen van Nederland worden vergroot, en tegelijk worden bijgedragen aan de verduurzaming van de batterijwaardeketen. De inzet daarbij is om het Nederlands batterij-ecosysteem te laten ontwikkelen op haar sterke punten en hiermee bij te dragen aan een onafhankelijke en weerbare Europese waardeketen.

Na 2030 wordt verwacht dat de batterijwaardeketen wordt gediversifieerd door investeringen buiten China (VS, Europa). In de EU breiden verschillende landen (Duitsland, Frankrijk, maar ook Polen en Hongarije) productiecapaciteit uit. Tegelijkertijd is hierin een trend te zien dat deze landen voornamelijk inzetten op het naar Europa halen van bestaande (Li ion) batterijtechnologie.

Nieuwe batterijtechnologie

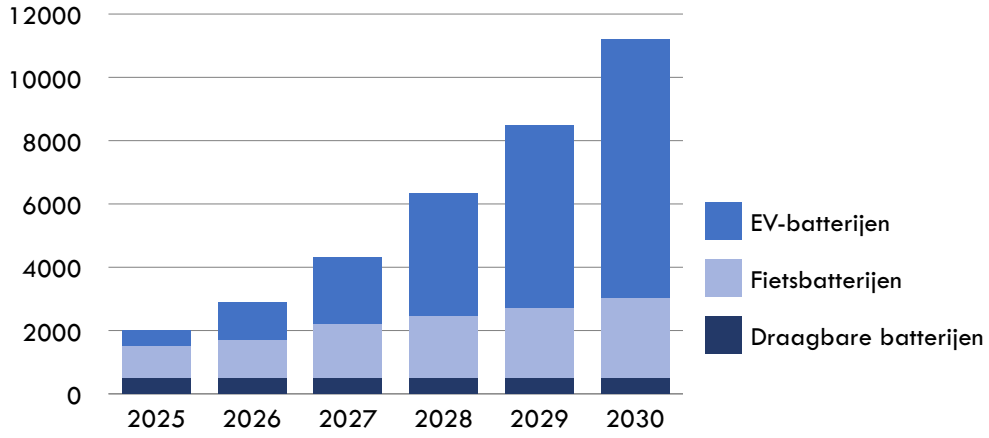
Hoewel veel Europese landen nu vooral inzetten op de opzet van productie van bestaande lithium-ion-batterijtechnologie, is het voor de langere termijn cruciaal dat Europa investeert in eigen, nieuwe batterijtechnologieën. Deze moeten duurzaam, circulair en zoveel mogelijk gebaseerd zijn op niet-kritische grondstoffen, en gebruikmaken van eigen productieapparatuur. Daarnaast zal er ingezet moeten worden op wet- en regelgeving om het vestigingsklimaat voor innovatieve bedrijven te verbeteren, bijvoorbeeld op het gebied van energiekosten, arbeidskosten, beschikbaarheid energie, vergunningen, financieringsmogelijkheden.

Nederland zet in op het hebben van een positie op het gebied van nieuwe cel productietechnologieën, zoals plasma ‘chemical vapour deposition’ voor puur silicium anodes en ‘spatial atomic layer deposition’. Daarnaast is Nederland internationaal sterk in materiaalwetenschap, wat mogelijkheden bied voor de ontwikkeling van nieuwe, duurzame en circulaire batterijmaterialen (elektrodes, elektrolyten, membranen) op basis van niet-kritische grondstoffen. Veel ontwikkeling en innovatie vindt plaats binnen grote initiatieven zoals het Nationaal GroeiFonds, EU-, NWA-ORC- en PPS-projecten. De combinatie van materiaalkennis en productie-expertise is cruciaal om Nederland en Europa onafhankelijk en autonoom te maken binnen de energie- en grondstoffentransities.

Batterijrecycling

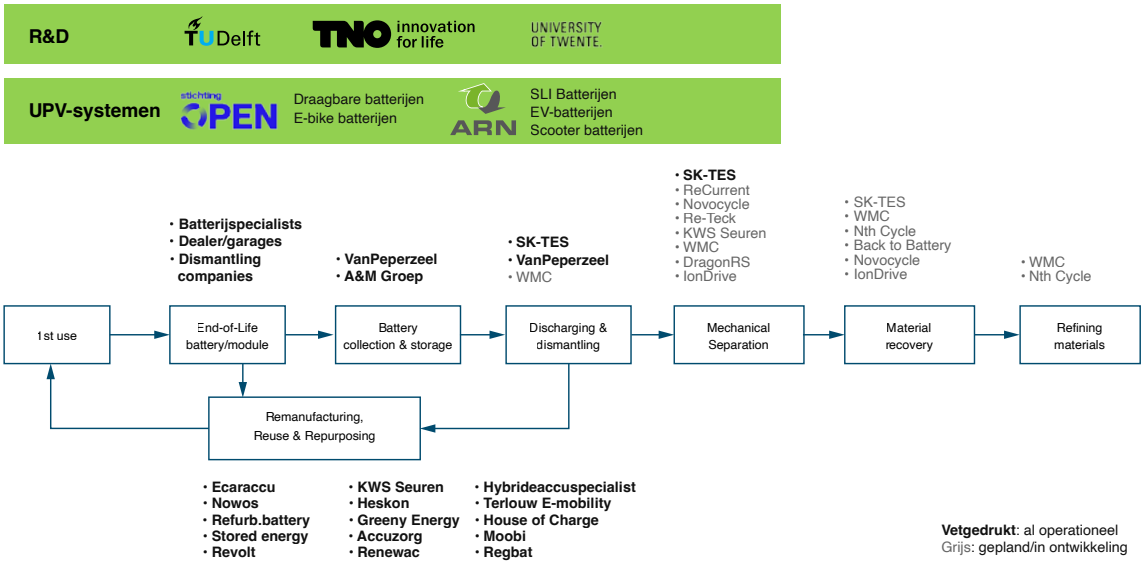
De inzameling en verwerking van batterijen in Nederland wordt gecoördineerd door Auto Recycling Nederland (ARN) en Stichting OPEN, in opdracht van auto- en batterijproducenten. In 2024 werd in Nederland 350 ton aan lithium-ion-batterijen uit voertuigen ingezameld, en 540 ton uit fiets- en draagbare batterijen. ARN en Stichting OPEN verwachten dat de volumes afgedankte lithiumbatterijen de komende jaren ongeveer elk jaar zullen verdubbelen, met name door de sterke groei van batterijen uit elektrische voertuigen. Vanwege het huidige gebrek aan recyclingcapaciteit in Nederland, brengen ARN en Stichting OPEN de end-of-life batterijen momenteel naar verwerkers in Duitsland, Frankrijk en Finland. Het is essentieel dat de materialen binnen de Europese waardeketen blijven. Maar voor Nederland is het minstens zo belangrijk om het economische potentieel zelf te benutten.

Figuur 6: Verwachte hoeveelheid end-of-life batterijen in Nederland (bron ARN en Stichting OPEN)



Meerdere bedrijven in Nederland ontwikkelen plannen voor batterijrecycling. Een aantal van deze bedrijven zet in op verbetering van (scheidings)technologie en terugwinning van kritieke materialen met hogere terugwinpercentages, energie-efficiëntere behandeling en lagere CO_2 emissies. Met deze innovaties liggen er kansen voor de Nederlandse markt, maar ook potentie voor de internationale batterij waardeketen. Onderstaand overzicht geeft een beeld van de bedrijven die momenteel op verschillende plaatsen in de keten circulaire en recyclingactiviteiten ontplooien of ontwikkelen (Fig. 9). Deze initiatieven bevinden zich in verschillende stadia van planvorming, waarvan sommigen zich al aan het voorbereiden zijn op de vergunningaanvraag.

Figuur 7: Nederlandse waardeketen: operationele en toekomstige spelers in levensduurverlenging en batterijrecycling anno 2026.



3 Visie

Visie 2035

We werken toe naar een sterk Nederlands batterijecosysteem dat posities heeft in de Europese en internationale waardeketen. Hiermee kan de strategische afhankelijkheid en verdienvermogen van Nederland worden versterkt, en tegelijk kan worden bijgedragen aan de verduurzaming van de batterijwaardeketen.

In 2035 hebben hebben we een toepassing gedreven waardeketen voor batterijen waarin Nederland **high mix**, **low volumes**, **high power batterijen produceert**, voor toepassingen in oa Heavy Duty, Maritiem, Air, Defensie en consumer elektronica, alsmede batterijen voor **long-term stationery toepassingen** die niet afhankelijk zijn van kritieke grondstoffen. De marktvraag en **next generation duurzame batterij-ontwikkeling** versterken elkaar en vormen een ecosysteem voor internationale groei. Ook wordt in 2035 de waarde van batterijen optimaal behouden door levensduurverlenging en zijn we in staat de volumes End of Life batterijen in Nederland hoogwaardig te verwerken en daarmee gerecyclede kritieke materialen te leveren aan de Europese batterijproducenten.

In deze waardeketens spelen duurzame materialen, componenten en productieprocessen een sleutelrol. Zo worden duurzame batterijcomponenten ontwikkeld, zoals kathodes en anodes zonder kritieke metalen, en coatings die de levensduur verlengen en de milieubelasting verminderen. Verder draagt Nederland bij aan de duurzame productie van batterijen door het ontwikkelen en leveren van productieapparatuur voor de Europese en internationale batterijfabrieken. Zoals met next generation depositie-apparatuur en -processen waarmee dunnere, efficiëntere en milieuvriendelijke lagen kunnen worden aangebracht, wat leidt tot betere prestaties en een langere levenscyclus.

Daarnaast ligt de focus op het ontwikkelen en produceren van circulaire batterij-cellen en -modules, waarbij modulair ontwerp, hergebruik en hoogwaardige recycling centraal staan. Dit maakt het mogelijk om batterijen langer te gebruiken en materialen terug te winnen voor nieuwe batterijen.

Ook krijgen duurzame bulkmaterialen – zoals gerecyclede metalen, biobased polymeren en alternatieve elektrolyten een steeds belangrijkere rol. Door deze innovaties te combineren, ontstaat een gesloten kringloop die niet alleen de milieu-impact vermindert, maar ook de afhankelijkheid van schaarse grondstoffen verkleint en de concurrentiekracht van de Nederlandse batterij sector versterkt.

Zo werken we toe naar een duurzaam en weerbaar Nederlands batterij ecosysteem in 2050 die kan voorzien in de Nederlandse vraag naar batterijen voor de maakindustrie & energievoorziening. Waarmee Nederland tevens bijdraagt aan een circulaire, duurzame en weerbare Europese batterijwaardeketen.

4 Analyses

4.1 PESTEL

Voor het in kaart brengen van de externe factoren die de transitie naar een circulaire en weerbare batterijsector bepalen is een PESTEL-analyse uitgevoerd. Door de politieke, economische, sociale, technologische, ecologische en juridische trends te analyseren is inzicht ontstaan in welke ontwikkelingen kansen bieden, welke risico's aandacht vragen en hoe ze richting geven aan de strategische keuzes in de routekaart.

Politiek

1. Beleid Continuïteit voor groene investeringen

Nederland heeft baat bij een consistente, langetermijnbeleid voor groene investeringen. Onder invloed van politieke verschuivingen kan het beleid veranderen en vormt daarmee een risico voor groene investeringen, innovatie en ons toekomstige verdienvermogen.

2. Vestigingsklimaat voor bedrijven

Nederland biedt een aantrekkelijk vestigingsklimaat door de goede infrastructuur, gunstige fiscale regelingen voor innovatie, het sterk ontwikkelde kennis-ecosysteem en EU-subsidies. Tegelijkertijd zijn de energieprijzen in Nederland hoog en spelen ruimtegebrek en trage vergunningsprocedures mee in de besluitvorming van bedrijven om zich in Nederland te vestigen.

3. Politiek klimaat ten opzichte van internationale studenten en werknemers

Toegang tot internationaal talent is belangrijk voor de innovatiekracht van bedrijven. Echter kunnen beleidswijzigingen zoals het beperken van Engelstalig onderwijs, strengere migratie-eisen en huisvestingsproblemen Nederland minder aantrekkelijk maken en de kennis instroom belemmeren.

4. Handhaving op export van materialen uit de EU

Beperking op de export van materialen biedt kansen om Nederlandse recyclingketen te stimuleren en de weerbaarheid te vergroten. De handhaving op exportbeperkingen blijft echter essentieel en handelsbeperkingen brengen ook risico's met zich voor de internationale handelsrelaties waarvan NL/de EU afhankelijk is.

5. Strategische weerbaarheid

In de geopolitiek turbulenter wordende wereld is het borgen van strategische weerbaarheid steeds belangrijker. Batterijen zijn gezien hun belang voor het energie- en mobiliteitssysteem een belangrijke focus.

Economisch

1. Energiekosten en beschikbaarheid van energie

Voor energie-intensieve processen zoals celproductie en recycling zijn energiekosten en de beschikbaarheid van energie cruciaal. Nederland kent hoge energiekosten door belastingen, heffingen en de afhankelijkheid van gasprijzen. Ondanks de groei van groene energie in Nederland zorgt netcongestie en de onvoorspelbare levering door weersafhankelijkheid ervoor dat de beschikbaarheid van groene energie niet vanzelfsprekend is. Batterijen kunnen een cruciale rol spelen in de opslag van energie en bijdragen aan de beschikbaarheid van groene energie.

2. Arbeidskosten

De arbeidskosten in Nederland liggen aanzienlijk hoger dan in Azië. Dit maakt massaproductie in Nederland (bijv. celassemblage) minder concurrerend. Nederland kan dit compenseren door hoogwaardige productie, automatisering en te focussen op specialistische toepassingen.

3. Prijseffect/marktafscherming

De zeer lage batterijcelprijzen, veroorzaakt door Chinese overcapaciteit en staatssteun, bemoeilijkt de opbouw van een Europese batterij-industrie. China beschermt bovendien haar technologie en positie met exportbeperkingen. Ook de verwerking van batterijen vindt vooral in China plaats, wat leidt tot

export van black mass naar Azië. Naar verwachting zal dat in 2026 door aangepaste EU-wetgeving op de export van gevaarlijke afvalstoffen uit de EU geremd worden.

4. Marktcreatie voor duurzame producten

Batterijen op basis van duurzamere batterijmaterialen en energie- en CO_2 armere productie processen en technologieën bieden een kans. Marktcreatie ondersteund door Europese en Nederlandse wet- en regelgeving, maar ook investeringen en incentives voor afnemers zijn hierin essentieel.

Sociaal

1. Tekort aan juiste arbeidskrachten op de juiste plek

Een groeiende batterijsector vraagt om de juiste arbeidskrachten. Vergrijzing zorgt voor een uitstroom van ervaren werknemers. In krimpregio's hebben bedrijven moeite om nieuwe krachten aan te trekken. Daarnaast is er een algemeen tekort aan mbo- en hbo-opgeleide technici terwijl de vraag naar praktijkgerichte vaardigheden groeit.

2. Maatschappelijke druk op MVO: arbeidsomstandigheden en transparantie

Maatschappelijke druk, certificeringen en wetgeving dwingen bedrijven om hun toeleveringsketens te verduurzamen en transparant te rapporteren over onder andere milieu- en klimaatimpact en arbeidsomstandigheden in de keten. Dit biedt kansen voor Nederlandse bedrijven om een onderscheidende propositie in de markt te zetten waarin dit geborgd is.

Technologisch

1. Grote technologische achterstand op Aziatische batterij-industrie

Aziatische landen hebben een grote technologische voorsprong en investeren op grote schaal in R&D en valorisatie, daarbij zijn zij beter in staat om innovaties te industrialiseren. Dit maakt investering in opschaling, kennisontwikkeling en samenwerking noodzakelijk.

2. Automatisering van processen: Efficiëntie en concurrentiekracht

Nederland heeft sterk ontwikkelde technische kennis op het gebied van robotica en AI. Dit biedt kansen voor de vergaande automatisering en optimalisatie van productie-, assemblage- en recyclingprocessen. Kosten kunnen gedrukt worden en de kwaliteit verhoogd. Deze ontwikkelingen zijn cruciaal om de hoge arbeidskosten te compenseren en concurrerend te blijven ten opzichte van Azië.

3. Innovatie financieren: Kapitaal voor opschaling en innovatie

Innovatie vereist grote investeringen die vaak moeilijk te financieren zijn. Verlaging van de drempels, zoals het delen van risico's en lange termijn denken, is nodig om technologische innovaties succesvol op de markt te brengen en op te schalen.

4. Bereidheid tot samenwerking en kennisdeling

Samenwerking en kennisdeling kunnen innovatie versnellen en Nederland heeft een sterk ecosysteem voor kennisdeling Toch zijn er barrières. Intellectueel eigendom kwesties en commerciële belangen kunnen vertragend werken. Het stimuleren van samenwerking met duidelijke kaders, vertrouwen en heldere afspraken zijn dan ook essentieel. Samenwerking moet ook op Europees niveau alsmede gelijkgestemde landen buiten de EU worden gezocht.

Environmental (milieu)

1. Ruimtegebrek en acceptatie

Batterijfabrieken en recyclingsbedrijven hebben grote terreinen nodig voor productiehallen, opslag van grondstoffen en logistieke hubs met de juiste milieu en veiligheidseisen, maar die zijn schaars en duur. Er is concurrentie om dezelfde schaarse ruimte met andere sectoren en vergunningsprocedures in combinatie met maatschappelijke weerstand kan een project doen vertragen of stranden. Afstemming tussen rijk, regio en de verschillende sectoren én het betrekken van omwonenden bij planvorming kan bijdragen aan acceptatie.

2. Grote groei van einde leven batterijen

Over een aantal jaren zal er een grote hoeveelheid EoL batterijen zijn, dit kan potentiële milieuproblemen opleveren. De batterijen bevatten naast 'kostbare' grondstoffen ook milieuschadelijke stoffen zoals Pfas. Goede inzameling en recyclingprocessen zijn nodig.

Legal (juridisch)

1. Knowledge Security

Nederland, met zijn open innovatie-ecosysteem, is kwetsbaar voor industriële spionage en oneerlijke concurrentie. In reactie daarop heeft de overheid wetgeving[4] aangescherpt om kennis te beschermen. De uitdaging is een balans vinden tussen open innovatie en bescherming van intellectueel eigendom.

2. Critical Raw Materials Act (CRMA) & Batterijverordening:

De Critical Raw Materials Act en de Europese Batterijverordening stimuleert onder andere verdergaande EU inzet in het veiligstellen en weerbaar maken van grondstoffenwaardeketens. Middels de onlangs aangekondigde RESourceEU zet het onder meer in op grote investering in raffinage en recyclingcapaciteit, strategische voorraadvorming en vraagaggregatie alsmede coördinatie in de keten. Terwijl de EU-Batterijverordening met doelen en eisen belangrijk regelgeving raamwerk is voor circulaire batterijwaardeketen met onder meer eisen op gebied van producentenverantwoordelijkheid, due diligence, inzamelingseisen, recycling-efficiency, recycled content in nieuwe batterijen, CO_2-en milieueisen, registratie en informatie via ettikitering van batterijen inclusief batterijpaspoort (inzicht in state of health).

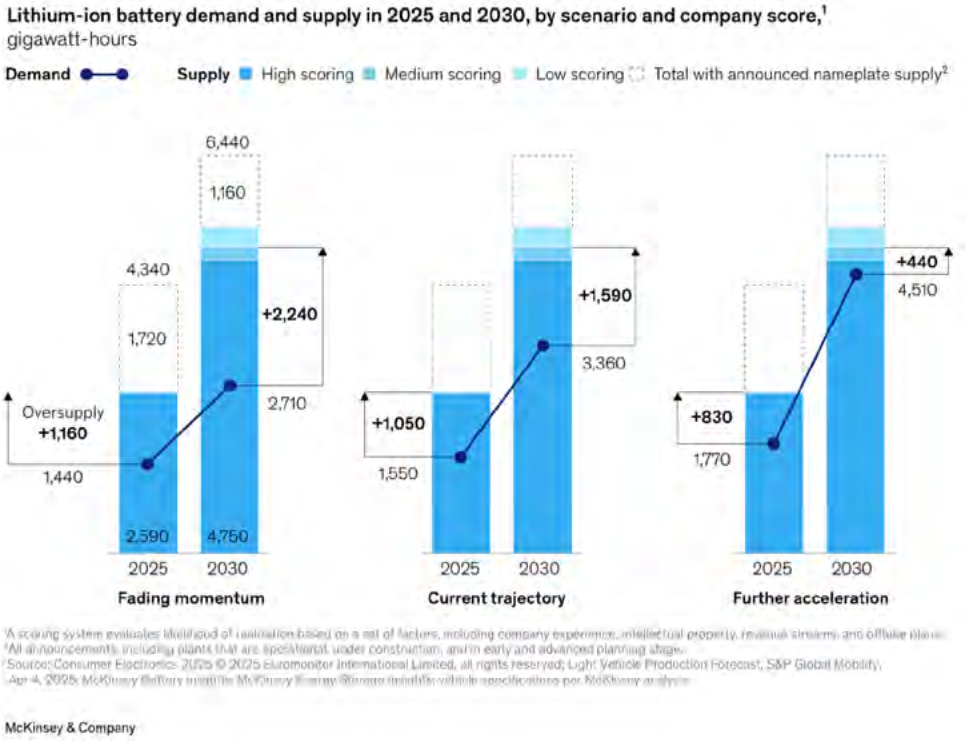
4.2 Leveringszekerheid risico's

Huidige situatie

Batterijen spelen een cruciale rol in de energietransitie. Niet alleen in de elektrificatie van mobiliteit en industrie, maar ook in het stabiliseren van het elektriciteitsnetwerk en het omgaan met het fluctuerende karakter van duurzame energiebronnen. De vraag verschuift wereldwijd van fossiele brandstoffen naar kritieke materialen zoals lithium en kobalt voor batterijen. De wereldwijd exploderende vraag naar (onderdelen van) batterijen, zichtbaar in figuur 10 vergroot de afhankelijkheid en prijsvolatiliteit van kritieke materialen, waardoor toegang tot mijnbouw en grondstoffen cruciaal wordt. Daarbij spelen batterijen een steeds belangrijkere rol in verschillende defensie toepassingen.

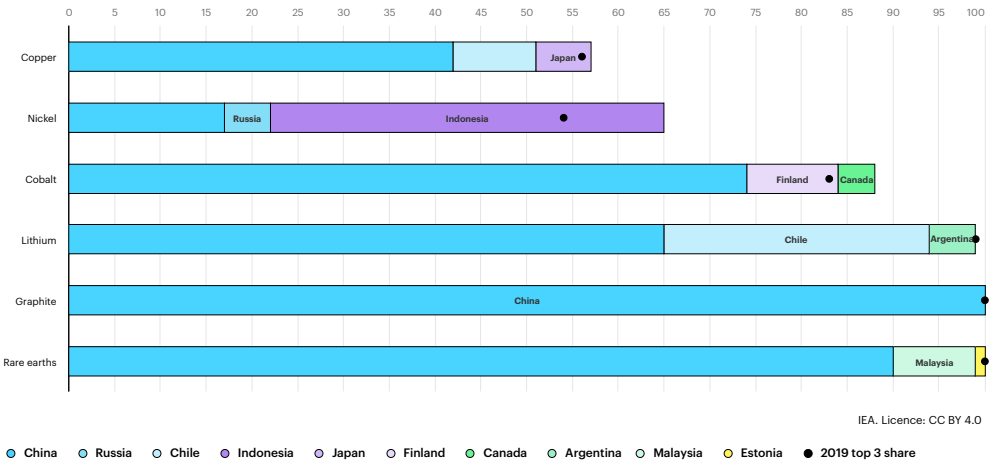
4 zoals de Wet bescherming bedrijfsgeheimen (2019), die diefstal van IP strafbaar stelt, de screening van buitenlandse investeringen (bijv. via de Wet veiligheidstoets investeringen, 2023), om strategische overnames door niet-EU-partijen te blokkeren (Bron: ACM, 2023) en middels de EU-verordening buitenlandse subsidies (2023), die oneerlijke concurrentie door gesubsidieerde buitenlandse bedrijven moet tegengaan (Bron: Europese Commissie, 2023)

Figuur 8: Vraagontwikkeling lithiumbatterijen [McKinsey 2023 Battery 2030: Resilient, sustainable, and circular]



China domineert momenteel de markt voor materiaalraffinage van batterijgrondstoffen, wat Europa en Nederland afhankelijk maakt van de toeleveringsketen en kritieke materialen. Ook Rusland speelt een rol van betekenis in de winning en raffinage van kritieke materialen (zie Fig. 11). Dit maakt Europa en Nederland geopolitiek kwetsbaar en afhankelijk van derden in het behalen van onze klimaatdoelstellingen en industriële belangen. Leveringen aan de Nederlandse industrie staken wanneer de strategische belangen van de exporterende landen niet overeenstemmen met de Nederlandse.

Figuur 9: Een overzicht van een selectie van kritieke materialen met voor ieder materiaal de drie belangrijkste producerende landen. [bron IEA (2023), Critical Minerals Market Review 2023, IEA, Paris, https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-top-three-producing-countries-in-processing-of-selected-minerals-2022 License: CC BY 4.0]



Door de zich zeer snel ontwikkelende markt is actuele kennis cruciaal om op tijd in te kunnen spelen op ontwikkelingen. Goed op de hoogte zijn kost echter veel capaciteit en niet alle organisaties beschikken daarover.

Deze constatering is niet nieuw en heeft op EU niveau geleid tot een aantal plannen en reguleringen, zoals de Critical Raw Materials Act, Action Plan on Critical Raw Materials, het opnemen van toegang

tot kritieke materialen in de ‘Strategic Action Plan on Batteries’ en de Batterijverordening die eisen stelt aan recycling en batterijproductie. Zo wordt bijvoorbeeld gesteld dat batterijen die nieuw op de Europese markt worden gebracht met ingang van 2031 een verplichte hoeveelheid gerecycled materiaal bevatten. Dit heeft tot gevolg dat de vraag naar gerecyclede materialen zeer groot gaat zijn, terwijl er in Europa nog niet of nauwelijks beschikbare productie is van deze secundaire grondstoffen.

Nederland zelf heeft momenteel geen sluitende keten voor batterijrecycling en ook geen mijnbouwcapaciteit. We zijn daarmee afhankelijk van derde landen met soms tegengestelde belangen en zijn momenteel ook niet in staat om te voldoen aan de EU-vereisten op gebied van grondstoffen en recycling. Overheden in ons omliggende landen hebben reeds besloten te investeren in deze nieuwe sector en bedrijvigheid.

Goede uitgangspositie

Nederland kan haar expertise op het gebied van materiaalkunde en recyclingprocessen inzetten om een strategische positie te verwerven in de batterijwaardeketen. De groeiende vraag naar en het gebrek aan productie van secundaire grondstoffen voor nieuwe batterijen genereert grote kansen voor de Nederlandse batterijrecyclingindustrie waar nu nog op geanticipeerd kan worden. Het biedt kansen om zich tot een hoogwaardige recycler van batterijen te ontwikkelen. Specifiek lithium gezien als het fundamentele element omdat het voor zowel bestaande als toekomstige batterijen nodig is (oa solid state en LFP batterijen). Lithium is wel één van de weinige kritieke batterijgrondstoffen waarvoor er in de EU voorraden zijn. Plannen zijn in ontwikkeling om deze te delven, maar nog onvoldoende om aan totale Europese vraag te voldoen.

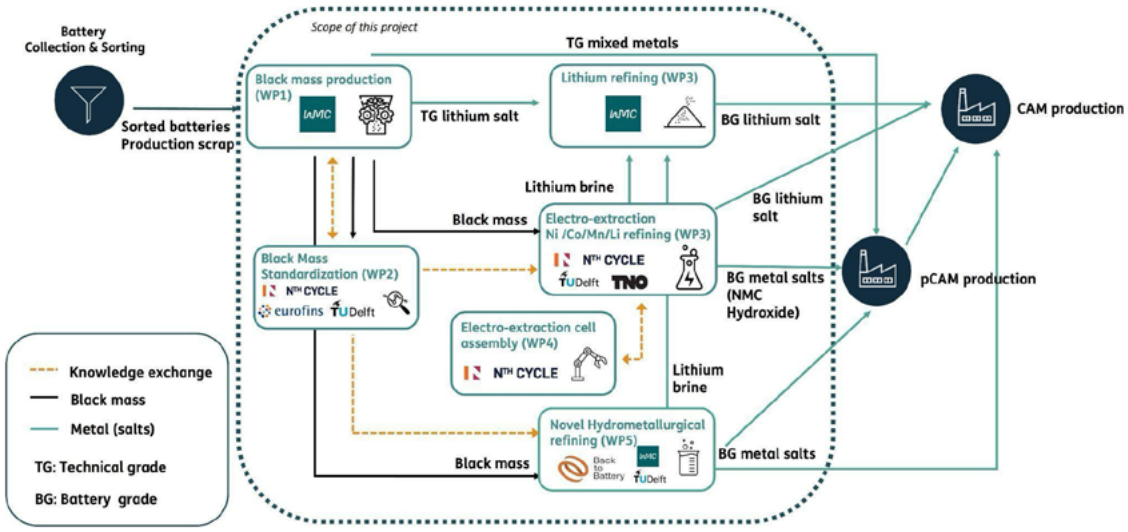
Bovendien zit Nederland, door de voortrekkersrol die het heeft in de elektrificatie van mobiliteit, op een Urban Mine. Nederland beschikt dan ook binnen 10 jaar over een significant aanbod aan end of life batterijen in de vorm van batterijen voor elektrische voertuigen zoals auto’s, trucks en bussen, maar ook e-bikes en e-scooters. Ook kan Rotterdamse haven kan een belangrijke rol spelen in de invoer en verwerking van grondstoffen voor Europese batterijmakers. Dit sluit goed aan op de wens en ambitie van de Rotterdamse haven in de transitie naar een meer duurzame en circulaire industrie.

De kansen worden echter nog onvoldoende benut. Dat komt deels door nog onvoldoende (publiek-private) samenwerking binnen schakels in de waardeketen. Samenwerking die benodigd is voor opschaling en verbeteren van recyclingprocessen en vergroten van de leveringszekerheid van kritieke en strategische materialen.

Momenteel is de terugwinning van lithium in Europa nog niet economisch interessant, ondanks dat het technisch wel haalbaar is. Om Europese batterijen na 2031 mogelijk te maken is het van essentieel belang dat de batterijrecyclingindustrie op gang komt en dat de materialen hieruit kunnen worden opgewerkt tot battery grade materiaal.

Voor Lithium kan Europa tot maximaal 37% van de behoefte in Europa zelfvoorzienend worden en terugwinning speelt hierin een belangrijke rol. Het recyclingproces voor Li-ion batterijen vindt over het algemeen plaats in drie stappen: voorbehandeling, materiaalterugwinning en materiaalraffinage. In het Nationaal groeifonds programma wordt ingezet op voorbehandeling (demontage, ontladen en shredden batterij) en materiaalterugwinning (behandeling van Black Mass). In 2025 is vanuit dit programma 13,5 miljoen euro toegekend aan bedrijven die dit gaan doen.

Figuur 10. Overzicht van de werkpakketten binnen het CRM Lion project.



4.3 Kritieke en strategische grondstoffen risico's

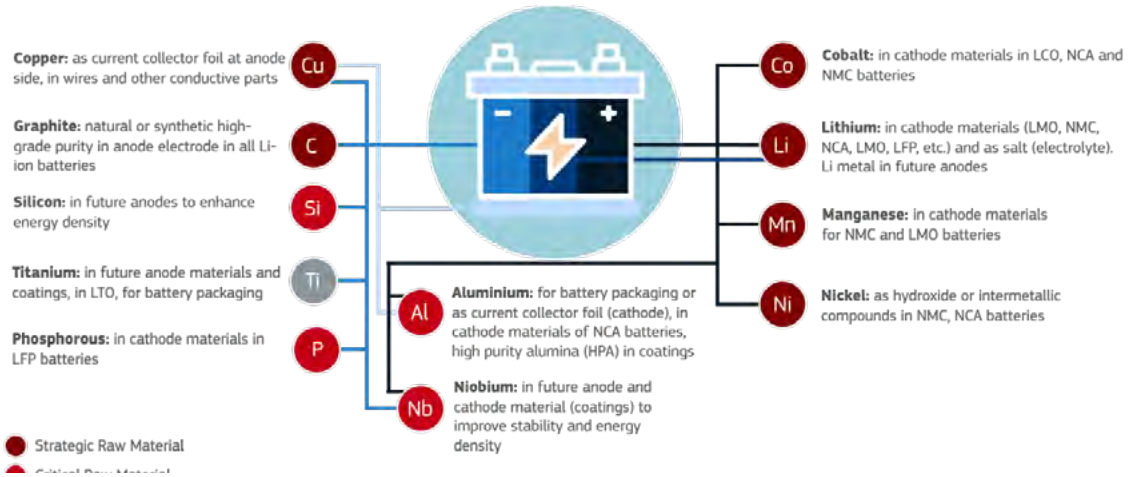
Op basis van de bijlage I en II van de Critical Raw Material Act en de beschikbare analyses van het Joint Research Centre (JRC) is een overzicht gemaakt (fig. 13) van de bestaande batterijtechnologie binnen de scope van de routekaart. In het overzicht staat per materiaal aangegeven op welk componentniveau en bij welke batterijtechnologie deze toegepast wordt met daarbij of het een strategische of kritieke grondstof betreft.

Figuur 11: Overzicht kritieke en strategische materialen in batterijen naar component en batterijtechniek.

Materiaal	Batterijcellen	Actief kathodemateriaal	Actief anodemateriaal	Elektrolyten	SRM (CRMA)	CRM (CRMA)
Aluminium (Al)	Celbehuizing (prismatisch) / pouch-laminaat (deel)	(indirect) als drager/ constructie, niet als actief materiaal	—	—	Ja	Ja
Koper (Cu)	Tabs/verbindingen (cel-afhankelijk)	—	—	—	Ja	Ja
Grafiet / koolstof (C)	—	—	**Li-ion anode (grafiet); Na-ion vaak koolstof ("hard carbon", afhankelijk)**	—	Ja (battery grade graphite)	Ja
Silicium (Si)	—	—	**Gen3b/Gen4 Li-ion: Si-anode of Si-additief**	—	Ja (silicon metal)	Ja
Lithium (Li)	—	**In Li-kathodes (LFP/NMC/NCA/ LMO etc.)**	**Li-metaal anode** (3D Li-metaal / solid-state, afhankelijk)	**Li-zouten** in (vloeibare/ vaste) elektrolyten	Ja (battery grade)	Ja
Kobalt (Co)	—	**NMC/NCA/ LCO-kathodes** (afhankelijk van keuze)	—	—	Ja	Ja
Nikkel (Ni)	—	**NMC/NCA-kathodes** (afhankelijk van keuze)	—	—	Ja (battery grade)	Ja (battery grade)

Materiaal	Batterijcellen	Actief kathodemateriaal	Actief anodemateriaal	Elektrolyten	SRM (CRMA)	CRM (CRMA)
Mangaan (Mn)	—	**NMC/LMO-kathodes** (afhankelijk van keuze; ook mogelijk in Na-ion kathodes)	—	—	Ja (battery grade)	Ja
Fosfor (P)	—	**LFP-kathode** (fosfaatchemie)	—	—	Nee	Ja
Niobium (Nb)	—	(afhankelijk) als **coating/additief** voor stabiliteit (R&D)	(afhankelijk) als **coating/additief** (R&D)	—	Nee	Ja
Titanium (Ti)	(afhankelijk) coatings	(afhankelijk) coatings	(afhankelijk) anodeconcepten/ coatings (bv. LTO-ecosysteem; niet expliciet NGF-chemie)	—	Ja (titanium metal)	Ja (titanium metal)
Vanadium (V) *(mogelijk bij LDES "bulkbatterijen" indien gekozen voor VRFB/flow)*	—	—	—	**Flow/VRFB: actief redox-species in elektrolyt** (indien die keuze gemaakt wordt)	Nee	Ja

Figuur 12. Selectie van grondstoffen gebruikt in Li-ion batterijen en hun functie (Bron: JRC Analysis)



4.4 Circulaire potentie methodiek

Voor de productgroep batterijen is door een expert, in samenwerking met het productteam, het theoretisch circulaire potentieel bepaald. Voor de productgroep batterijen zijn, aan de hand van de SBI6 indeling, twee finale productgroepen uitgelicht, te weten: 1) niet gebruikte Li-ion Accumulatoren en 2) gebruikte elektrische elementen en gebruikte elektrische batterijen, elektrische loodaccumulatoren.

De circulaire potentie is het vermogen van een productgroep om (de materialen van) producten binnen de economische kringloop te houden. De circulaire potentie wordt gebaseerd op het theoretische potentieel op basis van 11 producteigenschappen (zie figuur 13) en een inschatting van hoe drijfveren in de komende 10 jaar het theoretische potentieel kunnen benutten. Voor de drijfveren is de PESTEL analyse als input gebruikt. Het circulaire potentieel is vervolgens per circulaire strategie als volgt uitgedrukt:

- **Vermindering grondstoffen** - hoeveel minder grondstoffen er over 10 jaar nodig zijn ten opzichte van het basisjaar 2016 door intensiever gebruik van grondstoffen en producten.
- **Substitutie** - hoe groot het aandeel secundaire (gebruikte) grondstoffen plus bio-grondstoffen over 10 jaar kan zijn ten opzichte van het totaal aantal benodigde grondstoffen.
- **Levensduurverlenging** - Hoeveel minder grondstoffen er over 10 jaar nodig zijn ten opzichte van het basisjaar 2016 door langere levensduur van grondstoffen en producten.
- **Hoogwaardige verwerking** – hoe groot het aandeel van afval dat hoogwaardig gerecycled kan worden over 10 jaar is.

Figuur 13 Producteigenschappen

Niet gebruikte lithiumionaccumulatoren					
Price/article (EUR)	<1	1-10	10-100	100-1000	>1000
Service life	<1	1-2	5-10	10-20	>20
Volume/weight per article	<1	1-10	10-100	100-1000	>1000
Technical dynamics	<2	2-5	5-10	>10	
Availability in use	>80%	30-80%	5-30%	<5%	
Data availability	Ja	Nee			
Possible reuse	Ja	Nee			
Modular (more than 5 components)	Ja	Nee			
Recycling value	<1%	1-5%	5-10%	10-50%	>50%

Gebruikte elektrische elementen en gebruikte elektrische batterijen, elektrische loodaccumulatoren					
Price/article (EUR)	<1	1-10	10-100	100-1000	>1000
Service life	<1	1-2	5-10	10-20	>20
Volume/weight per article	<1	1-10	10-100	100-1000	>1000
Technical dynamics	<2	2-5	5-10	>10	
Availability in use	>80%	30-80%	5-30%	<5%	
Data availability	Ja	Nee			
Possible reuse	Ja	Nee			
Modular (more than 5 components)	Ja	Nee			
Recycling value	<1%	1-5%	5-10%	10-50%	>50%

De theoretische circulaire potentie voor batterijen in de Nederlandse economie is berekend op;

S Substitute	VG Vermindering Grondstoffen	LV Levensduurverlenging	HV Hoogwaardige Verwerking
0,81	0,7	0,67	0,29

Uit een nadere beschouwing met het productteam is geconcludeerd dat de finale producten niet een representatief beeld geven voor de scope van de routekaart. Door het ontbreken van relevante productie en de exponentiële groei is de dataset niet passend, op basis hiervan zijn dan ook geen verdere potentieel bepalingen in scenario's gedaan. Wel zijn de scores meegenomen in de identificatie van de oplossingsrichtingen als zwaartepunten voor de strategieën.

4.5 Beleidsdoelen

Nederland streeft naar een volledige circulaire economie in 2050 en wil minder kwetsbaar worden voor geopolitieke schokken en meer zelfvoorzienend zijn. Diverse beleidsdoelen zijn uitgewerkt in het Nationale Programma Circulaire Economie (NPCE), de Critical Raw Materials Act (CRMA) en de Nationale Grondstoffenstrategie (NGS). Sinds 2024 is de Batterijverordening van kracht die concrete eisen stelt aan de circulariteit en verduurzaming van batterijwaardeketen.

Nationaal Programma Circulaire Economie

Het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) bevat maatregelen om de transitie naar een circulaire economie te versnellen. Recent is de actualisatie (2025) van het NPCE voor de jaren 2023-2030 gepubliceerd. Hierin zijn voor de korte termijn drie nieuwe doelen geformuleerd, gericht op het behouden van grondstoffen in de economie, het vervangen van grondstoffen door biogrondstoffen en secundaire grondstoffen en het besparen van grondstoffen. Deze doelen voor 2035 vervangen de doelstelling voor halvering van het grondstoffengebruik in 2030.

Doelen uit het NPCE[1]

- Het behouden van grondstoffen in de economie,
  - In 2035 wordt minimaal 82% van het Nederlandse afval gerecycled en minimaal 15% wordt hoogwaardig gerecycled
  - Tussendoel 2030: In 2030 wordt minimaal 80% van het Nederlandse afval gerecycled en minimaal 11% wordt hoogwaardig gerecycled.
- Het vervangen van primaire en abiotische grondstoffen
  - Het aandeel duurzame biogrondstoffen en secundaire grondstoffen binnen ons grondstoffengebruik is in 2035 minimaal 55%.
  - Tussendoel 2030: Het aandeel duurzame biogrondstoffen en secundaire grondstoffen binnen ons totale grondstoffengebruik is in 2030 minimaal circa 50%. (In 2016 bedroeg het aandeel biogrondstoffen en secundaire grondstoffen 39%).
- Het besparen van grondstoffen. (in NPCE gekoppeld aan de circulariteits strategieën 'efficienter grondstoffengebruik' en 'levensduurverlenging')
  - In 2035 is ons grondstoffengebruik 15% lager dan in 2016
  - Tussendoel 2030: Het grondstoffengebruik in 2030 is 6% lager dan in 2016.

Critical Raw Materials Acts

De energietransitie is sterk afhankelijk van kritieke grondstoffen: natuurlijke metalen en mineralen die essentieel zijn voor onze economie en samenleving, maar waarvoor de leveringszekerheid onder druk staat. Om deze afhankelijkheid te beheersen, heeft de EU de Critical Raw Materials Act (CRMA) opgesteld. Deze wet noemt 34 kritieke grondstoffen die van groot economisch belang zijn en waarvoor het risico op leveringsproblemen het grootst is. 17 daarvan zijn strategisch, omdat ze cruciaal zijn voor de energietransitie, digitalisering, ruimtevaart en defensie. De CRMA stelt concrete doelen, zoals weergegeven in figuur 16: tegen 2030 moet de EU 10% van de strategische grondstoffen zelf winnen, 40% verwerken en 25% recyclen.

Het onlangs aangekondigde RESourceEU ondersteunt de CRMA dat alleen beleidsdoelen stelt. Het verankert verdergaande EU-inzet in het veiligstellen en weerbaar maken van grondstoffenwaardeketens. Het plan zet onder meer in op grote investering in raffinage en recyclingcapaciteit, strategische voorraadvorming en vraagaggregatie alsmede coördinatie in de keten.

1 Bron: Nationaal Programma Circulaire Economie 2025

Figuur 14. CRMA doelstellingen voor 2030

Winnen van grondstoffen in de EU: ten minste **10%** van het jaarlijkse verbruik van de EU moet in de EU worden gewonnen

Verwerken van grondstoffen in de EU: ten minste **40%** van het jaarlijkse verbruik van de EU moet in de EU worden verwerkt

Recyclen van grondstoffen in de EU: ten minste **25%** van het jaarlijkse verbruik van de EU moet bestaan uit in de EU gerecyclede grondstoffen

Externe bronnen: voor elke strategische grondstof geldt dat niet meer dan **65%** van het jaarlijkse verbruik in de EU uit één derde land afkomstig mag zijn, in elk stadium van de verwerking

Nationale Grondstoffenstrategie

Aanvullend op de CRMA heeft Nederland de **Nationale Grondstoffenstrategie** (NGS). Beide strategieën streven naar meer inzicht in waardeketens en verminderde afhankelijkheid, maar de NGS richt zich specifiek op de Nederlandse situatie, zoals meer inzicht in de Nederlandse maakindustrie en de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen te vergroten, strategische afhankelijkheden te verminderen, en de negatieve milieu- en sociale effecten van winning, verwerking en transport te beperken.

- Doelen uit de NGS
  - Vergroten van de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen op middellange termijn, om de afhankelijkheid van andere landen te verminderen en de Nederlandse economie en industrie veerkrachtiger te maken.
  - Zorgen voor voldoende beschikbaarheid van kritieke mineralen en metalen, met name voor de energietransitie en andere grote maatschappelijke transities
  - Stimuleren van circulariteit en het sluiten van materiaalkringlopen, door het bevorderen van recycling, hergebruik en het vinden van minder schaarse alternatieven.
  - Versterken van de Nederlandse positie binnen de Europese waardeketen voor grondstoffen, onder andere door innovatie, economische diplomatie en internationale samenwerking.
  - Verkleinen van de milieubelasting en het bevorderen van maatschappelijk verantwoord ondernemen, zowel binnen als buiten de EU.

Batterijverordening

De Batterijverordening (Verordening (EU) 2023/1542) is een Europese regelgeving die als doel heeft de duurzaamheid, veiligheid en circulariteit van batterijen te bevorderen. De verordening is sinds 18 februari 2024 van kracht en vervangt de oude Batterijrichtlijn (2006/66/EG) en legt daarmee nieuwe verplichtingen op aan producenten en importeurs.

De verordening omvat:

- de volledige levenscyclus van batterijen met regels voor grondstoffenwinning, productie, gebruik, inzameling, hergebruik en recycling.
- het stimuleren van circulariteit moet een duurzame batterij-industrie bevorderen en afhankelijkheid van import verminderen.
- Een verplichte registratie voor producenten om zich in elke EU lidstaat te registreren waar ze batterijen op de markt brengen.
- Vereisten voor duidelijke etikettering met eisen voor informatievoorziening over gebruik en afdanking.
- Een verplichting voor een digitaal batterij paspoort, te beginnen met EV in 2027.
- Een verplichting dat batterijen een minimum gehalte gerecycled materiaal bevatten.
- Een verplichting voor het inzamelen van einde leven batterijen en het recyclen van batterijen.

Conclusie beleidsdoelen

Batterijen zijn essentieel voor de transitie naar een duurzamer en schoner energie- en mobiliteitssysteem waarin we minder afhankelijk zullen zijn van fossiele brandstoffen en de levering daarvan door derde landen zoals OPEC en Rusland. Echter, de batterijwaardeketen kent eigen uitdagingen op het vlak van strategische afhankelijkheid en duurzaamheid. Het doel is te komen tot een duurzame, circulaire en weerbare Europese batterijwaardeketen in 2050, waarin het Nederlandse batterijecosysteem sterke posities heeft. Waarmee in de Nederlandse vraag naar batterijen voor de maakindustrie & energievoorziening kan worden voorzien en we niet te sterk afhankelijk zijn van derde landen buiten de EU.

De Europese batterijverordening vormt het belangrijkste kader om te komen tot een circulaire batterij-waardeketen, door hieraan te voldoen komen de doelstelling van NPCE en grondstoffenstrategie in zicht. In aanvulling moet ingezet worden op versterken van het Nederlandse ecosysteem en vergroten van toegang tot kritieke grondstoffen deze laatste in gezamenlijkheid met de EU. Hiervoor is het belangrijk dat:

- Nederland een sterke rol speelt in Europese batterij-recycling keten
- Het Nederlandse ecosysteem een sterke positie heeft in de productie en innovatie van circulaire batterijen, onder meer door innovatie op materialen, componenten en productietechnologie.
- Er een beeld is over welke rol Nederland kan spelen als grondstoffenhub voor de Europese batterijwaardeketen voor primaire en gerecyclede grondstoffen.

5 Doelen

Het productteam heeft de doelen uit het NPCE, de grondstoffenstrategie en de beleidsdoelen die door de beleidsdirectie zijn meegegeven voor het opstellen van de routekaart circulaire en weerbare batterijen geprioriteerd. Bij het bepalen van de prioriteiten zijn twee criteria leidend geweest:

- Hoe belangrijk is het doel voor het realiseren van de visie van de routekaart?
- Hoeveel draagvlak is er nu of kan er worden opgebouwd binnen de sector?

Op basis van deze prioritering zijn de volgende doelen vastgesteld, gerangschikt op volgorde van belang:

1. Vergroten van de strategische autonomie door inzet op diversificatie van technologie, recycling- en raffinagecapaciteit.
    a. Het verkleinen van de Europese en Nederlandse afhankelijkheid van derde landen buiten de EU voor kritieke en strategische batterijgrondstoffen, in lijn met de CRMA en NGS.
    b. Het substantieel vergroten van recycling-, raffinage- en verwerkingscapaciteit voor batterijgrondstoffen in Nederland en de EU, passend bij de CRMA-doelstellingen richting 2030 en 2050.
    c. Het versterken van de rol van Nederland binnen de Europese batterijrecyclingketen, inclusief hoogwaardige recycling en terugwinning van kritieke metalen.
    d. Het verbeteren van inzicht in en grip op batterijwaardeketens (primair en secundair), zodat kwetsbaarheden tijdig worden gesignaleerd en strategisch kunnen worden geadresseerd.
    e. Het bijdragen aan een weerbare Europese batterijwaardeketen die in staat is om (een groot deel van) de Europese en Nederlandse vraag naar batterijen te bedienen.

2. Creëren van een relevante positie voor de NL maakindustrie binnen het EU ecosysteem.
    a. Het versterken van de concurrentiekracht van de Nederlandse maakindustrie binnen de Europese batterijwaardeketen, met focus op hoogwaardige productie, innovatie en industriële toepassing.
    b. Het positioneren van Nederland als relevante schakel in de ontwikkeling en productie van circulaire batterijtechnologie, inclusief materialen, componenten en productietechnologieën.
    c. Het ontwikkelen van een helder beeld van de rol die Nederland kan spelen als knooppunt (hub) voor primaire en gerecyclede batterijgrondstoffen binnen Europa.
    d. Het stimuleren van innovatie en valorisatie in het Nederlandse batterij-ecosysteem, onder andere via samenwerking tussen industrie, kennisinstellingen en overheid.
    e. Het borgen van toegang tot kritieke grondstoffen voor de Nederlandse maakindustrie, in samenhang met Europese samenwerking en strategische initiatieven.

3. Verkleinen van de milieuvoetafdruk in de productie, gebruik en recycling van batterijtechnologie.
    a. Het structureel verlagen van de milieu- en klimaatimpact van batterijen over de volledige levenscyclus, in lijn met de eisen en ambities van de Europese Batterijverordening.
    b. Het versnellen van de transitie naar een circulaire batterijwaardeketen door hergebruik, levensduurverlenging en hoogwaardige recycling van batterijen.
    c. Het vergroten van het aandeel secundaire en duurzame grondstoffen in batterijen, conform de doelstellingen uit het NPCE en de Batterijverordening.
    d. Het beperken van negatieve milieu- en sociale effecten van winning, verwerking en transport van batterijgrondstoffen, zowel binnen als buiten de EU.
    e. Het ondersteunen van transparantie en traceerbaarheid in de keten, onder andere via het digitaal batterijpaspoort en duidelijke informatievoorziening.

6 Oplossingsrichtingen en interventies

Voor het realiseren van de doelen van de routekaart heeft het productteam op basis van de matrix strategische oplossingen (Fig 15.) een inventarisatie gemaakt van oplossingsrichtingen. Deze longlist is vervolgens geprioriteerd naar het belang voor het behalen van de doelen van de routekaart en het verwachte draagvlak binnen de sector. Op basis daarvan zijn 5 prioritaire oplossingsrichtingen uitgewerkt.

Figuur 15. Matrix strategische oplossingen

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
	Investeringen NL verwerking
PARTNERSCHAPPEN	Diversificatie
	Vraagbundelen
	Verticale Integratie
	Innovatie Orchestreren
VERDUURZAMING INTERNATIONALE KETENS	Grondstoffen diplomatie leveranciersland
	Handelsbeperkingen
	Verticale Integratie
ANALYSE	Monitoring van eigen supply chain
	Monitoring algemene verstoringen keten

6.1 Inventarisatie van oplossingsrichtingen

De inventarisatie van oplossingen is in onderstaande lijst weergegeven. Vastgesteld is welke oplossingen reeds onderdeel zijn van de lopende groeifonds projecten (zie tekstblok) Materials Independence & Sustainable Batteries en NXTGEN Hightech, zodat de routekaart hierop goed kan aansluiten, welke oplossingen aanvullend zijn en wat bovenliggende aandachtspunten zijn.

Groeifonds projecten

De onderliggende basis voor de groeifondsprojecten is de in 2022 uitgevoerde PWC studie naar de sterktes van Nederland voor de batterijwaardeketen en de op basis daarvan opgestelde actieagenda. De acties en projecten opgenomen in de groeifondsprojecten volgen rechtstreeks uit het Nationaal Actieplan Batterijen. De kern van de actieagenda is het creëren van een solide batterij-ecosysteem en het innemen van een onderscheidende positie in de Europese en internationale batterijwaardeketen. De geïdentificeerde sterktes en kansen liggen op het gebied van veilige en duurzame nieuwe materialen en cellen, het leveren van apparatuur voor de productie van cellen, modules en pakketten, de ontwikkeling van batterijsystemen voor zware mobiliteit, batterijsystemen geïntegreerd in het net voor net ondersteuning, en toegang creatie tot gerecycled grondstoffen. Daarnaast wordt samenwerking met naburige landen, training van mensen en gedeelde testfaciliteiten als belangrijke, gezamenlijke acties geïdentificeerd. Alle onderwerpen zijn direct terug te vinden in de verschillende programmalijnen van de groeifondsprojecten. De actieagenda en NGF projecten zijn opgesteld in nauwe samenwerking met het ecosysteem en hebben vooral economische impact (groei), maar niet altijd duurzaamheid en circulariteit als insteek. Voor deze routekaart is natuurlijk het laatste de drijvende factor.

- Reeds beschreven in groeifonds
  - Ontwikkeling en innovatie tot een meer duurzame, hogere performance, Li-ion batterij (Li metaal anode, Si anode, C anode, solid state electrolyte, oplossingsmiddelvrije productie en cellen)
  - Ontwikkeling en innovatie Na ion batterijen (opschaling met partners in een latere stap)
  - Ontwikkeling nieuwe redox-flow technologien stationaire opslag
  - LFP recycling, i.,e..lithium terugwinning, fosfaattoepassing
  - Black mass verwerking: ontwikkelen karakterisering methoden en duurzame verwerkingsmethoden door onder andere andere oplosmiddelen en/of elektro- chemische technologie
  - Duurzaam refinen van primair Lithium
  - Refining na terugwinning van Lithium en toepassing in nieuw (p)CAM productie (stond oorspronkelijk in de NGF aanvraag, wordt nu uitgevierd onder IMKE regeling)
  - Een gezamenlijke batterij test faciliteit (OBIC) – van nieuwe materialen tot cellen en 1e opschaling
  - Scholing nieuwe workforce (MBO/HBO/WO) op batterijtechnologie
  - Opzetten van samenwerkingen met strategische internationale partners

- Aanvullend op groeifonds
  - Creëren van een interne vraagmarkt naar duurzame batterijen
  - Ontwikkelen nieuwe, duurzame, veilige, circulaire batterijtechnologie (non Li-ion, non Na-ion, stationary storage) op basis van niet-kritische materialen: materiaal ontwikkeling (recycle-by-design), cell, opschaling en productie-ontwikkeling.
  - Onderzoek en coördinatie naar de verschillende energie -opvang en -opslag systemen, validiteit (wat, waar en wanneer), complementariteit bijvoorbeeld PV/Battery/Electrolyser/green H2/ green chemistry (kleine en grote schaal)
  - Bewustwording risico's en kansen batterijen (breed maatschappelijk)
  - Beschikbaarheid ruimte en benodigde energie voor bedrijven (incl aanvoer grondstoffen, afvoer producten)
  - Professionaliseren/ontwikkelen standaarden diagnosticeren batterij
  - Europese binnenlandse markt: waardering circulariteit in prijs/aanbesteding, als mede het juiste type batterij voor de juiste toepassing (i.e. niet altijd Li ion)
  - Recycling: betere afstemming binnen keten, materialen binnen EU houden; aansluiting op productie (p)CAM/cellen.
  - Direct recycling zonder eerst te vermengen tot black mass
  - Market en business intelligence; aan de voorkant bepalen waar op in te zetten, op basis van de ontwikkelingen in de markt.

- Bovenliggende aandachtspunten
  - Kennis vergroten en coördinatie binnen en tussen (lokale) overheden
  - Hoe kan recyclingketen in NL er uitzien als leidraad voor: overzicht, coördinatie op nationaal en Europees niveau, knelpunten in beeld
  - Bewaken uitwerking Europese en nationale regelgeving, dat deze recycling business case ondersteund en stoffen (CRM) binnen EU blijven
  - Beschreven in batterij verordening
  - Design voor recycling (SSbD, safe and sustainable by design) als internationale standaard.

6.2 prioritaire oplossingsrichtingen routekaart

De volgende vijf geprioriteerde oplossingsrichtingen zijn door het productteam uitgewerkt, waarbij de oplossing "nieuwe batterijen", een technologische uitwerking heeft in het Nationaal Groeifonds.

6.2.1 Oplossing 1. Kennis & coördinatie overheden vergroten

Coördinatie in de ontwikkeling van de keten voor de inzameling en verwerking van end-of-life-batterijen blijft essentieel. De komende jaren neemt het volume afgedankte batterijen sterk toe, vooral door de groei van elektrische voertuigen. Rond 2050 wordt een 'steady state' verwacht. Het is daarom belangrijk dat duidelijk is welke batterijen in Nederland op de markt worden gebracht, wie daar de producenten van zijn en welke behoefte hieruit voortkomt aan inzamelings- en verwerkingscapaciteit. Dit geldt in het bijzonder voor industriële batterijen buiten de bestaande collectieve systemen, omdat hier nog weinig inzicht in is.

In Nederland ligt de primaire verantwoordelijkheid voor de organisatie van inzameling en verwerking bij de producenten en de producentenverantwoordelijkheidsorganisaties. Hiervoor bestaan twee collectieve

systemen; ARN (EV-, LMT- (scooter), SLI- batterijen) en Stichting OPEN (draagbare batterijen, LMT- (fiets) en industriële batterijen <1kg). Voor overige industriële batterijen is geen collectief systeem ingericht. Juist voor deze categorie is beter zicht nodig op de marktontwikkeling en de bijbehorende capaciteitsbehoefte.

De overheid kan een belangrijke rol spelen bij het versneld opzetten van een robuuste verwerkingsketen. Bedrijven die nieuwe inzamel- en verwerkingscapaciteit willen ontwikkelen, lopen momenteel regelmatig tegen langdurige vergunningsprocedures aan. Versnelling op dit punt helpt de keten vooruit en voorkomt knelpunten zodra de volumes batterijen verder toenemen.

Daarnaast is het noodzakelijk dat de overheid voorkomt dat er een tweedeling ontstaat tussen bedrijven die professioneel werken en bedrijven die zich minder strikt aan de regels houden. De regels voor behandeling en opslag zijn inmiddels vastgelegd in de Batterijverordening en de PGS-richtlijnen 37-1 en 37-2. Lokale overheden beschikken echter vaak nog niet over de kennis en ervaring om bedrijven goed te begeleiden bij vergunningverlening, toezicht en handhaving. Ook de handhavende instanties zijn nog onvoldoende toegerust om hier consequent op te kunnen controleren.

Dit leidt tot een markt die zich enerzijds professioneel ontwikkelt en anderzijds wordt gedreven door snelle marktkansen waarbij de regelgeving niet altijd wordt gevolgd. Ondersteuning vanuit de rijksoverheid kan lokale overheden helpen om met de juiste tools, kennis en expertise te werken, zodat batterijactiviteiten overal in Nederland veilig en conform wet- en regelgeving plaatsvinden.

Tot slot biedt de groeiende stroom afgedankte batterijen een kans voor Nederland. Door de materialen in Nederland te verwerken kunnen Nederlandse bedrijven een waardevolle positie innemen in de internationale waardeketen van batterijgrondstoffen. Nu worden veel batterijen elders in Europa verwerkt. Niet alle stappen in de waardeketen zullen zich in Nederland kunnen vestigen, maar Nederland kan wel een sterke positie verwerven in samenwerking met andere Europese landen. De door de verwerkingsketen geproduceerde gerecyclede grondstoffen zullen hun afzet moeten vinden bij (pre)CAM producenten elders in Europa. Dit vraagt om een gezamenlijke inzet op het ontwikkelen van voldoende en veilige verwerkingscapaciteit binnen onze landsgrenzen.

Om de leveringszekerheid en weerbaarheid van de Nederlandse industrie en economie te waarborgen, is het cruciaal om regie te voeren over de grondstoffen die vrijkomen uit deze batterijen. Nederland beschikt hiermee over potentieel grote hoeveelheden kritieke en strategische grondstoffen.

Een gezamenlijke Nederlandse strategie voor de ontwikkeling van deze keten is nodig, met een heldere visie op welke capaciteit waar nodig is, welke positie Nederland wil innemen in deze keten maar ook waarin Nederland niet actief hoeft te zijn.

Om deze keten succesvol te ontwikkelen, is het volgende essentieel:
- Voor industriële batterijen een beeld van hoe de toekomstige recyclingketen, inclusief de benodigde faciliteiten en infrastructuur, er in Nederland uit kan zien in aanvulling op het gezamenlijke beeld dat er reeds is voor de overige categorieën batterijen;
- De kennis die overheden nodig hebben om beleidsbeslissingen te nemen, gebaseerd op het beeld van de recyclingketen;
- De kennis die overheden nodig hebben om hun taken op het gebied van vergunningverlening, toezicht en handhaving uit te voeren;
- Betere afstemming tussen de verschillende Ondernemers Maatschappijen (zoals ROM, BOM, LEA, enzovoort) om de keten efficiënt en effectief te organiseren.

Betrokken partijen en hun rol
- ROM (Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen):
  - Afstemmen van regionale doelen in lijn met de geschetste hoofdkaders voor batterijen;
  - Creëren van een vestigingsklimaat en kansen voor ondernemingen;
  - Primair functiegerichte besluitvorming (in plaats van primair financieel gericht);
- Omgevingsdiensten, Vereniging Nederlandse Gemeenten, Inspectie Leefomgeving en Transport, Inter Provinciaal Overleg:
  - Sneller en efficiënter beoordelen van vergunningaanvragen (door kennis te delen);
  - Handhaving en kennisdeling;
- Ministeries van Economische Zaken, Klimaat en Groene Groei en Infrastructuur en Waterstaat:
  - Coördinerende rol: overzicht behouden;

- Faciliterende rol (kennis, financiering, aanpassen regelgeving, etc.);
- Visie en promotierol voor batterijsystemen (benadrukken van het belang van batterijen naast andere systemen);

- Kennispartijen:
  - RWS: batterijen register
  - TNO, universiteiten etc.:
  - BCC-NL: Inhoudelijke kennis aanbrengen en bundelen (kennis van aangesloten partijen over de recyclingketen);
  - Producentenorganisaties (Stichting OPEN en ARN): Kennis en ervaring inbrengen over de verwerkingsketen.

6.2.2 Oplossing 2. Interne vraagmarkt naar duurzame batterijen

Technologische innovatie zorgt voor batterijen met een lagere milieu-impact en biedt kansen voor de Nederlandse maakindustrie. Een Europese vraag naar duurzamere batterijen vormt hierbij een belangrijke stimulans voor het opbouwen van een Europese waardeketen met een relevante positie voor de Nederlandse economie.

Een aantrekkelijk investeringsklimaat is nodig met een stabiele en voorspelbare marktvraag. Cruciaal is dat de meest duurzame oplossingen niet alleen milieuvriendelijk, maar ook economisch haalbaar en schaalbaar zijn.

Om deze keten succesvol te ontwikkelen, is het essentieel om te onderzoeken:
- Welke instrumenten het meest effectief zijn om de vraag naar Europese batterijen te versterken;
- Hoe duurzaamheid binnen deze vraag gestimuleerd kan worden.
- Rol EU verordening en andere relevante regelgeving en uitwerking in de praktijk

Betrokken partijen en hun rol
- Overheid (Rijkswaterstaat, Vereniging van Nederlandse Gemeenten, Interprovinciaal Overleg): Kennis opbouwen over hoe vraag naar duurzame batterijen gestimuleerd kan worden via aanbestedingen.
- Aanbieders (ESNL, bedrijven)
- Ervaringsdeskundigen:
  - Kennis verzamelen over wat klanten gaan vragen.
  - Beeld schetsen van Total Cost of Ownership (TCO) en identificeren waar knelpunten zitten.
  - Kennis delen over toekomstplannen en marktontwikkelingen.
- Gebruikers (Bouwbedrijven, industrie partijen, mobiliteit (maritiem & weg), exploitanten energieparken, energiemaatschappijen)
  - Afname/inkoop van duurzame batterijen.
  - Kennis delen over het te verwachten vermogen (kWh) en toepassingsbehoeften.
- Kennisinstituten en Notified Bodies: Onafhankelijke beoordeling, kwantificatie en certificering van duurzaamheid, onder andere op basis van Life Cycle Assessments (LCA).

6.2.3 Oplossing 3. Stimuleren ontwikkeling duurzame materiaalchemie, batterijtechnologie en batterij concepten.

Nederland beschikt over een sterke positie in materialen en chemie, die verder benut en versterkt kan worden. Tegelijkertijd neemt de vraag naar batterijen door de Nederlandse industrie snel toe, terwijl de invloed op de toeleveringsketen beperkt blijft. De oplossing richt zich op het opbouwen van een strategische positie voor Nederland in de internationale, bij voorkeur Europese, waardeketen in onderdelen van de batterij waardeketen.

Focusgebieden voor stimulering:
- Duurzame materiaalontwikkeling volgens het principe ‘recycle-by-design’, op basis van niet-kritische materialen/grondstoffen, gericht op heavy-duty, maritieme, defensie, stationaire en off-road toepassingen;
- Ontwikkeling van duurzame (modulaire) batterijtechnologie voor stationaire opslag.

Vereisten voor een succesvolle ontwikkeling:
- Samenbrengen van kennis uit het versnipperde onderzoek, om synergie en focus te creëren;
- Strategische keuze voor een ‘vlucht voorwaarts’, met een heldere visie en ambitie;
- Starten van fundamenteel onderzoek dat aansluit op de langetermijnvisie voor 2050;

- Creëren van een positief investeringsklimaat voor de afnemende industrie: meer zekerheid over duurzame batterijsystemen zal de investeringsbereidheid vergroten en een stabiele keten bevorderen.

Betrokken partijen en hun rol
- Kennisinstellingen: Onderzoeken welke technologieën optimaal en haalbaar zijn voor de beoogde toepassingsgebieden;
- Overheid (OCW, EZ/KGG/I&W, EU): Financiering van fundamenteel onderzoek;
- Industrie (gebruikers): Leveren input over benodigde functionaliteiten en specificaties; medefinanciering.
- Investeerders (InvestNL, RVO, SNN, etc.): Financiering van start-ups, scale-ups en innovatie bij bedrijven;
- Onder het Nationaal Groeifonds is een programma ontwikkeld om in Nederland strategische posities in de batterijwaardeketen te ontwikkelen. Dit programma loopt sinds 2025 en is open voor o.a. de eerste commerciële toepassingen van natrium-ion batterijen, grondstoffenchemie en toepassing van technologie.

6.2.4 Oplossing 4. Market en business intelligence als “enabler” voor een duurzame waardeketen batterijen

Om toekomstbestendige en gedragen keuzes te maken, is het van belang om continu kennis te verzamelen en beschikbaar te stellen over wereldwijde trends en technologische ontwikkelingen. Dit omvat inzichten in batterijtechnologie, recycling, marktvolumes, marktbehoeften, nieuwe toepassingen, professionalisering en ontwikkelingen van standaarden.

Deze market en business intelligence fungeert als enabler voor een duurzame waardeketen, door bedrijven, overheden en kennisinstellingen te voorzien van actuele, betrouwbare data. Hiermee kunnen strategische beslissingen worden genomen, innovaties versneld, en risico’s in de toeleveringsketen geminimaliseerd.

Betrokken partijen
- BEPA;
- BCC-NL;
- European Battery Alliance;
- TNO.

6.2.5 Oplossing 5. Duurzame businessmodellen voor batterijen: levensduurverlenging en TCO benadering:

Een Total Cost of Ownership (TCO) benadering en levensduurverlenging zijn essentieel om de waarde van batterijen optimaal te behouden en onnodige of vroegtijdige vervanging (en daardoor te snelle recycling) te voorkomen. Automatisering, AI en machine learning kunnen hier een belangrijke bijdrage aan leveren.

Kernpunten zijn:
- Borgen optimaal behoud van waarde door onnodige en vroegtijdige vervangen van batterijen te voorkomen;
- Ontwikkelen van uniforme, economisch haalbare en veilige methoden voor diagnose, handeling, reuse en repurpose methodieken van batterijen, inclusief heldere afspraken over certificering, garantie en aansprakelijkheid;
- Innovatieve diagnostische methoden ontwikkelen.

Betrokken partijen en hun rol
- ARN, TNO, DNV:
  - Ontwikkelen en valideren van testprotocollen voor batterijen voor het einde van hun levenscyclus;
  - Life Cycle Assessments;
  - Certificering;

- Stichting OPEN:
  - Opstarten van een traject voor een Nederlandse Technische Afspraak (NTA) over veilige diagnose, refurbishment en repurposing, met name voor fietsbatterijen;
  - Samenwerking en kennisdeling met andere partijen;

- opschalingsvisie ontwikkelen voor een bredere toepassing op andere batterijtypen;

- Nowos, Refurb:
  - Refurbishment van gebruikte batterijen, nieuwe toepassingen verkennen voor second use batterijen, businesscase ontwikkeling en validatie;

- Academische partners:
  - LCA, learning lines, socio economic studies, novel technique approaches for online monitoring, test protocols.

6.2.6 Bijdrage aan de doelen en relevante grondstoffen

Overzicht van de bijdrage aan de doelen en de betrokken grondstoffen per oplossing.

Figuur 16. Oplossingen aan doelen en betrokken grondstoffen

Oplossing	Doelen NPCE			Doelen NGS					Doelen CRMA				Grondstoffen
	Behouden van grondstoffen in de economie	Vervangen van primaire en abiotische grondstoffen	Het beperken van grondstoffen	Vergroten van de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen op middellange termijn	Zorgen voor voldoende beschikbaarheid van kritieke grondstoffen en metalen	Stimuleren van circulariteit en het sluiten van materiaalkringlopen	Versterken van de Nederlandse positie binnen de Europese waardeketen voor grondstoffen	Verkleinen van de milieubelasting en het beroderen van maatschappelijk verantwoord ondernemen	Winnen van grondstoffen in de EU	Verwerken van grondstoffen in de EU	Recyclen van grondstoffen in de EU	Niet meer dan 65% van strategische grondstoffen uit derde land	
1. Kennis & coördinatie overheden vergroten	X		X	X	X	X	X				X	X	Lithium, Kobalt, Nikkel, Koper, Grafiet, Mangaan, Fosfor
2. Interne vraagmarkt naar duurzame batterijen		X					X	X				X	Lithium, Kobalt, Nikkel, Koper, Grafiet, Mangaan, Fosfor
3. Stimuleren ontwikkeling duurzame materiaal-chemie, batterijtechnologie en batterij concepten.		X		X		X		X				X	Lithium, Kobalt, Nikkel, Koper, Grafiet, Mangaan, Fosfor
4. Market en business intelligence als "enabler" voor een duurzame waardeketen batterijen				X	X	X	X						Lithium, Kobalt, Nikkel, Koper, Grafiet, Mangaan, Fosfor
5. Duurzame businessmodellen voor batterijen: levensduurverlenging en TCO benadering	X		X			X		X			X	X	Lithium, Kobalt, Nikkel, Koper, Grafiet, Mangaan, Fosfor

6.3 Interventies routekaart

Tijdens een bijeenkomst voor belanghebbenden is aan de hand van het TransMissie-raamwerk en begeleid door NewForesight gewerkt aan mogelijke interventies om vier oplossingsrichtingen te versnellen.

De rode draad uit de sessie is dat versnelling in de batterijketen nu vooral vraagt om gezamenlijke standaarden en betere business cases voor recycling en levensduurverlenging, zodat investeringen aantrekkelijker worden en kwaliteit geborgd is. Voor duurzame batterijen ligt de sleutel in het vergroten van hun markterkenning: zichtbaarder maken hoe en waar ze worden toegepast, én het verankeren van duurzaamheid in inkoopcriteria, zodat vraag en aanbod elkaar daadwerkelijk versterken.[5]

Het TransMissie-raamwerk onderscheidt oplossingen en fasen van een transitie. Elke fase vraagt om andere interventies: urgentie creëren, leren en experimenteren, koplopers belonen, samenwerken voor opschaling en institutionaliseren. Dit helpt bepalen wat nú nodig is en wie daarbij aan zet is.

Oplossing Hoogwaardige recycling-installaties

Hoogwaardige recycling-installaties bestaan uit pre-treatment (black mass) en black mass treatment (extractie materialen). Bepaald is dat de oplossing zich in marktfase 2 bevindt; 2: technisch haalbaar, maar met een zwakke businesscase. Oorzaken hiervan zijn onvoldoende instroom doordat veel batterijen naar het buitenland verdwijnen (ondanks verboden export), hoge energiekosten door gebrek aan netaansluitingen, en lage vraag naar gerecyclede producten door gebrek aan zichtbaarheid in de markt.

5 050925_Workshopverslag Batterijen.pdf

Oplossing	Fase	Barrière	Interventies die we hebben te organiseren
Hoogwaardige recycling-installaties	2	Urgenie	• Breng probleem van **toekomstige volumes end-of-life batterijen** onder de aandacht
		Vraag en aanbod	• Creëer een financiële prikkel (bv. **Statiegeld**) voor behoud van end-of-life batterijen in NL • Subsidieer hoge **energiekosten** van hoogwaardige recycringinstallaties • Ontwikkel een **label** voor onderscheidend vermogen van gerecyctede batterijen • Organiseer **maatschappelijk verantwoord inkopen** door overheden
		Middelen	• Organiseer **fondsen via financiële instellingen** om maatschappelijk verantwoord inkopen door ovefheden mogelijk te maken

Oplossing Traceersystemen

Traceersystemen leggen herkomst en bestemming van batterijen vast en borgen behoud in Nederland. Voor EV's bestaat dit al; voor industriële batterijen gebruikt men losse systemen, zonder sectorbrede standaard. De oplossing bevindt zich eind fase 2 of begin fase 3: er is behoefte aan gezamenlijke kaders en afspraken die aansluiten bij de aankomende EU-batterijverordening.

Oplossing	Fase	Barrière	Interventies die we hebben te organiseren
Traceersystemen	2	Kennis	• Ontwikkel **kennis over het EU-batterijpaspoort** en of er aanvullende (nationale) behoeftes zijn
		Vraag en aanbod	• **Benchmark bestaande systemen**. breng voor en nadelen en praktische haalbaarheid in kaart
		Sector	• Organiseer sectorsamenwerking om tot een **uniforme set afspraken** te komen

Marktsegmenten duurzame batterijen

Marktsegmenten met duurzame batterijen omvatte toepassingen zoals bussen (heavy duty) en energieopslag (stationary). Deze bevinden zich begin fase 2: de technologie is beschikbaar, maar vraag naar duurzame batterijen blijft achter. Oorzaken zijn dat duurzaamheid onvoldoende wordt meegewogen in inkoopbeslissingen, en toepassing van duurzame batterijen is nog te weinig zichtbaar. Versnelling vraagt ook om meer zichtbaarheid én samenwerking en kennisdeling in de keten.

Oplossing	Fase	Barrière	Interventies die we hebben te organiseren
Marktsegmenten met duurzamen batterijen	1 → 2	Vraag en aanbod	• Ontwikkel een **label voor bussen** om zichtbaar te maken dat ze rijden op duurzame batterijen • Neem **Total Cost of Ownership** en restwaarde van batterijen bij einde levensduur op in aanbestedingen • Organiseer **maatschappelijk verantwoord inkopen** via overheden
		Sector	• Organiseer **ketensamenwerking tussen recyclebedrijven en leveranciers,** om recyclebaarheid vanaf ontwerp zichtbaar te maken

Levensduurverlenging

Levensduurverlenging: refurbish & repurpose bestaat uit onderhoud & reparatie, refurbishment (opknappen voor zelfde doel, door andere gebruiker) en repurpose (ombouwen voor ander doel, bv. tweede leven EV-pack in stationaire opslag). Bepaald is dat de oplossing zich in marktfase 2 bevindt. Belangrijkste uitdagingen zijn een onvoldoende onderscheid tussen kwalitatief goede en minder goede producten, een gebrek aan uniforme kwaliteits- en veiligheidsstandaarden, en een tekort aan geschoold personeel en veilige werkfaciliteiten.

Oplossing	Fase	Barrière	Interventies die we hebben te organiseren
Refurbish en repurpose	1 → 2	Kennis	• Onderzoek **criteria voor kwaliteit en veiligheid** voor 'goed' refurbishen en repurposen • Deel kennis onder bedrijven en overheden over deze critena
		Vraag en aanbod	• **Benchmark** op basis van criteria, maak "green products" zichtbaar • Vraag stimuleren via **maatschappelijk verantwoord inkopen**: inkoopcriteria o.b.v. de benchmark • **Btw-tarieven verlagen** voor green products
		Middelen	• Investeer in **trainingen voor hoog voltage-technici** en organiseer middelen voor oprichting van veilige refurbish-centra

7 Actielijnen

Op basis van de geprioriteerde oplossingen, interventies en lopende activiteiten heeft het productteam een routekaart opgesteld met 3 actielijnen. Voor elke actielijnen is een duidelijk doel vastgesteld en zijn tijdgebonden activiteiten bepaald die bijdragen aan het behalen van dat doel met daarbij de noodzakelijke randvoorwaarden.

De set aan actielijnen beoogd bij te dragen aan de gedefinieerde doelen van de routekaart; het vergroten van de strategische autonomie door de inzet op diversificatie van technologie, recycling- en raffinage capaciteit, het creëren van een relevante positie voor de Nederlandse maakindustrie binnen het EU ecosysteem, en het verkleinen van de milieuvoetafdruk in de productie, gebruik en recycling van batterijtechnologie.

Overkoepelende randvoorwaarden

Naast de specifieke randvoorwaarden per actielijn zijn er overkoepelende randvoorwaarden.
De economische randvoorwaarden en het investeringsklimaat zijn helder in het onlangs gepresenteerde Rapport Wennink, de route naar toekomstige welvaart, geanalyseerd en benoemd. Voor het batterij-ecosysteem zijn vooral van belang:

- Vergunningstelsel sneller en voorspelbaarder, impasses doorbreken (stikstofslot, ruimte voor bedrijven)
- Toegang tot betaalbare energie
- Economische infrastructuur (mainports, innovatie-ecosystemen, digitale infrastructuur)
- Talent en arbeidsmarkt: opleiden en trainen toekomstig personeel (in chemische technologie, materiaalkunde, batterijtechniek, hoog voltage techniek). (NGF en competentie onderzoek EZ en I&W)
- Gunstig investeringsklimaat, aangevuld met publieke investeringen in de randvoorwaarden voor investeerbare proposities

7.1 Actielijn Nieuwe batterij chemie - Safe and Sustainable by Design

Doel

De actielijn nieuwe batterijen heeft tot doel te komen tot productiecapaciteit voor (onderdelen van) de batterijcel die safe and sustainable by design zijn.

Randvoorwaarden

- Financiële ondersteuning ook na demo fase ten behoeve van opschaling;

Actielijn Nieuwe batterij chemie	2026- 2027	2027 – 20230	> 2030
CRM / Markt-ontwikkeling		• Ontwikkel **criteria voor aanbestedingen** op basis van de Batterijenverordening - gebruik bewijsvoering batterijpaspoort (en voor nieuw te ontwikkelen batterijen).	• Organiseer **fondsen via financiële** instellingen om maatschappelijk verantwoord inkopen door overheden mogelijk te maken • Organiseer **maatschappelijk verantwoord inkopen** via overheden • Marktcreatie voor “NL/EU” duurzame batterij (toekomstige markt)
Kennisoverdracht	• Procedures versnellen en versimpelen. • Kennisopbouw bij overheden, vergunningverleners en aanvragers vergunningen	• Kennisuitwisseling en samenwerking in de keten, stimuleren met pilots, praktijkvoorbeelden op gebied van milieu en veiligheid	
Innovatie	• Innovatieprojecten opzetten op duurzame chemie beyond Li and Na ion (in aanvulling op Na-ion en redox flow in NGF)	• Stimuleer de ontwikkeling van het Open Battery Industrialization Center (OBIC), hier kunnen Nederlandse innovaties worden getest en hun prestaties worden gedemonsteerd. • Demonstrator and Scale up funding om innovaties naar de markt te brengen	

7.2 Actielijn Levensduurverlenging

Doel

De actielijn levensduurverlenging heeft tot doel de levensduur van het eerste, tweede en derde gebruik te verlengen en te komen tot een volwassen markt in termen van kwaliteit en standaardisatie.

Randvoorwaarden

- Het openstellen van of toegang krijgen tot de data van de batterijen op celniveau en monitoring op celniveau.
- Prioriteit is de veiligheid; gereguleerd en gecertificeerd veilig en verantwoord werken.

Actielijn Levensduur-verlenging	2026 - 2027	2027 - 2030	> 2030
CRM / markt-ontwikkeling	• Neem **TCO en restwaarde** van batterijen bij einde levensduur op **in aanbestedingen** • **Overheid als launching customer voor second life batterijen** ter ondersteuning businesscase	• In 2030 bestaat er een betrouwbaar nationaal en EU-breed **overzicht van end-of-life batterij feedstock** (incl. timing, chemie, herkomst, restcapaciteit en restwaarde) voor EV-, consumenten- en industriële batterijen. Dit maakt investerings- en capaciteitsplanning mogelijk (ARN, StOPEN, RWS-L, BCC-NL business intelligence)	
Kennis-overdracht	• Biedt **ondersteuning** bij de **implementatie van EU- batterijpaspoort**	• Stimuleer **kennisuitwisseling en samenwerking in de keten met pilots, praktijkvoorbeelden en inzicht in welke partij wat nog kan inzetten** tbv levensduurverlenging en terugkoppeling naar producenten/oem voor ontwerp • Vergroot bekendheid welke partij welk materiaal nog kan inzetten	
Regelgeving/ Standaardisatie	• In 2030 bestaan breed geaccepteerde protocollen en certificering methoden voor reparatie, remanufacturing en second-life batterijsystemen. Dit maakt veilige, betrouwbare en commercieel aantrekkelijke grootschalige toepassing mogelijk (Certificerende instanties (Dekra/SGS) met marktpartijen) • **Identificeren van 'lekken' en obstakels** voor levensduurverlenging en **organiseer goed toezicht en handhaving door kennisuitwisseling en kennisopbouw** bij (regionale) overheden (VTH, omgevings-diensten, Rijk-Regio Krachtenbundeling) • Europese regelgeving en beleid beïnvloeden ten behoeve van levensduurverlenging.		
Innovatie	• **Borg en ontsluit ontwikkelde kennis** uit EU projecten • **Identificeer vervolgprojecten** (dmv overleg I&W, TU Delft, TNO) • Voer een **marktverkenning uit voor traceersystemen** van industriële batterijen	• **Ontwikkeling kennis en kunde van large scale recycling processen** • Ontwikkel een '**keurmerk' voor certificering en auditing** van professionele handlers	
Human Capital	• Investeer in **trainingen voor hoog voltage technici** • Organiseer middelen voor oprichting van **veilige refurbish-centra**		

7.3 Actielijn Recycling

Doel

De actielijn recycling heeft tot doel faciliteiten in Nederland te realiseren om kritieke materialen zo zuiver mogelijk terug te winnen.

Randvoorwaarden

- Het opslaan (stockage) van materialen die vrijkomen tussen nu en 2030 (bundelen volumes);
- Spelers helpen om periode met weinig volume van vraag en aanbod te overbruggen;
- Materialen beschikbaar houden in Europa.

Actielijn Recycling	2026 - 2027	2027 - 2030	> 2030
CRM / Markt-ontwikkeling	• In 2030 zijn één of meer **circulaire verwerkingsroutes voor Nederland gevalideerd en geselecteerd** die a) batterij-grade materialen leveren, of b) efficiënt integreren in Noordwest-Europese raffinageketens ten behoeve van Europese (p)CAM industrie, op basis van TRL, financiële haalbaarheid, ruimtelijke eisen en commitment van industrie. (BCC-NL) • Kritieke **voorraden van materialen opslaan** (bij onvoldoende afzet binnen EU) (landelijke recyclage hubs met granulaat gesorteerd per afval stroom) en/of **waarborgen dat materialen in handen van NL/EU blijven** • Recycling **bedrijven ondersteunen in de overbruggingsperiode** tot NL feedstock serieus op gang komt. (voorwaarden scheppen voor investeringen door overheid en ARN oa door contracten met uitzicht op volumes)		
		• Organiseer **ketensamenwerking en kennisuitwisseling tussen recycle bedrijven en leveranciers** om hoogwaardige terugwinning van materialen te waarborgen. • **NL feedstock managen** tbv ondersteuning van de business case van first moving recyclers • Stimuleren dat **afgedankte batterijen** (bij voorkeur) **in Nederland worden verwerkt** tot grondstoffen (bij geschikte en beschikbare technologieën) door informeren over belang voor Nederland en afspraken hierover in de Stockholm conventie (Overheid, I&W).	• **Sturen op CO_2 efficiency** in recyclingproces
Kennis-overdracht	• Biedt **ondersteuning** bij de implementatie van **EU- batterijpaspoort** (TNO, TU-Delft, RDW, Douane, RWS/ ILT, Circonnect) – Creëer **bewustwording** bij bedrijven over het **belang van materialen** uit afgedankte batterijen – Bedrijven **wijzen op en ondersteunen bij het compliant zijn** (producenten verantwoordelijkheid) met focus op kleinere bedrijven en industriële toepassingen. – Zorgen dat bedrijven in de gehele keten **toegang tot gegevens** hebben en deze **up to date houden.**	• **Kennisuitwisseling en samenwerking in de keten**, stimuleren met pilots, praktijkvoorbeelden • Vergroot bekendheid welke partij welk restmateriaal nog kan inzetten	• Overzicht creëren van ondoorzichtige markt industriële batterijen; 2. met LCA achtige modellering inzicht creëren wanneer feedstock available komt

Actielijn Recycling	2026 - 2027	2027 - 2030	> 2030
Regelgeving/ Standaardisatie	• Stimuleer snelle vergunningprocedures en goed toezicht en handhaving door kennisuitwisseling en kennisopbouw bij (regionale) overheden (VTH, omgevingsdienste, Rijk/Regio Krachtenbundeling) • Subsidieer hoge **energiekosten** van hoogwaardige recycling installaties • In 2030 bestaan breed geaccepteerde protocollen en certificeringmethoden voor repair, remanufacuring en second-life batterijsystemen. Dit maakt veilige, betrouwbare en commercieel aantrekkelijke grootschalige toepassing mogelijk (Certificerende instanties (Dekra/SGS) met marktpartijen)		
Innovatie	• Zorgen voor doorontwikkeling van **geautomatiseerde dismantling en discharging** voor shreddingproces met oog op hoogwaardige terugwinning en behoud van materialen. (BCC-NL en bedrijven) • In 2030 richten Nederlandse R&D-programma's zich op efficiënte en goedkope terugwinning van lithium en grafiet, met aantoonbare verbeteringen in rendement, kosten of zuiverheid t.o.v. de huidige stand van techniek.		

Deze routekaart is opgesteld door de productgroep **Circulaire en Weerbare Batterijen in opdracht** van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in samenwerking met het Ministerie van Economische Zaken (EZ), onder begeleiding van Circonnect en de Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO).

Redactie:
Vormgeving:
Fotografie:
Website:

Publicatiedatum:
mei 2026