RAPPORT

Evaluatie Actieagenda Batterijsystemen

Hoofdrapport

Klant: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Referentie: BK7946
Status: Definitief/01
Datum: 27 februari 2026

Haskoning
Enhancing Society Together

HASKONING NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
E-mail: info@haskoning.com
Website: haskoning.com

Titel document:	Evaluatie Actieagenda Batterijsystemen
Ondertitel:	Hoofdrapport
Referentie:	BK7946
Status:	Definitief/01
Datum:	27 februari 2026
Projectnaam:	Evaluatie Actieagenda Batterijsystemen
Projectnummer:	BK7946

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. Haskoning Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van Haskoning Nederland B.V. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat. Dit document kan zijn opgesteld met behulp van kunstmatige intelligentie (AI); alle door AI gegenereerde inhoud is beoordeeld en gevalideerd door onze experts.

Inhoud

Terminologie **3**

1 Inleiding **4**

2 Generieke bevindingen Nederlands Batterij-ecosysteem (2025) **5**

2.1 Algemene bevindingen uit evaluatie 5

2.2 Ecosysteem – ontwikkelingen in Nederland 5

2.2.1 Techniek en technologie – stand van zaken 6

2.2.2 (Benodigde) infrastructuur – van pilot naar productie 6

2.2.3 Vraag en aanbod – marktdynamiek 7

2.3 Generieke conclusies en aanbevelingen 7

2.3.1 Successen en sterke punten. 7

2.3.2 Knelpunten en zwakke punten. 8

2.3.3 Strategische aanbevelingen 9

3 Thema 1: Next-generation batterij(systemen) **10**

3.1 Ontwikkeling Ecosysteem 10

3.2 Belangrijkste ontwikkelingen 10

3.3 Evaluatie Moonshots Actieagenda 2022 11

3.4 Knelpunten 11

3.5 Succesfactoren 12

3.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda 12

4 Thema 2: Batterij(systemen) voor heavy duty **14**

4.1 Ontwikkeling Ecosysteem 14

4.2 Belangrijkste ontwikkelingen 14

4.3 Evaluatie moonshots Actieagenda 2022 15

4.4 Key knelpunten 15

4.5 Key succesfactoren 16

4.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda 16

5 Thema 3: Batterijsystemen voor netondersteuning **18**

5.1 Ontwikkeling Ecosysteem 18

5.2 Belangrijkste ontwikkelingen 18

5.3 Evaluatie moonshots Actieagenda 2022 19

5.4 Knelpunten 20

5.5 Succesfactoren 20

5.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda 21

6 Thema 4: Data, veiligheid en testen 22
6.1 Ontwikkeling Ecosysteem 22
6.2 Evaluatie moonshots Actieagenda 2022 22
6.3 Belangrijkste ontwikkelingen 23
6.4 Key knelpunten 23
6.5 Key succesfactoren 24
6.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda 24

7 Thema 5: Circulariteit in de batterijsector 26
7.1 Ontwikkeling Ecosysteem 26
7.2 Evaluatie moonshots Actieagenda 2022 26
7.3 Belangrijkste ontwikkelingen 27
7.4 Key knelpunten 28
7.5 Key succesfactoren 28
7.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda 29

8 Aanbevelingen voor vervolg 30
8.1 Voorstellen structuur (dwarsdoorsneden) van de nieuwe Actieagenda 30
8.1.1 Voorstel nieuwe structuur: Variant 1 30
8.1.1 Voorstel nieuwe structuur: Variant 2 31
8.2 Aanbevelingen m.b.t. organisatie en governance 31
8.3 Monitoring en bijsturing 33
8.4 Europese samenwerking 33
8.5 Nieuwe doorkruisende (sub)thema's: 34

Terminologie

Term	Definitie
BESS	Battery Energy Storage Systems
Black mass	Het poederachtige mengsel dat ontstaat na het mechanisch shredderen van afgedankte (lithium-ion) batterijen. Het bevat de waardevolle actieve materialen uit de elektroden, zoals: lithium, kobalt, nikkel, mangaan en grafiet.
BCC-NL	Battery Competence Cluster Nederland
CRMA	Critical Raw Materials Act
EMS	Energiemanagementsystemen
EUBR	De EU Battery Regulation
EoL	End-of-life
EV	Electric Vehicle
LDES	Long duration energy storage (> 8 uur opslag)
LFP	Lithium-ionbatterij op basis van lithiumijzerfosfaat
NGF	Nationaal Groeifonds
OBIC	Open Battery Innovation Center
OEM	Original Equipment Manufacturer
SALD	Spatial Atomic Layer Deposition
SDES	Short duration energy storage (meestal 1 tot 4 uur opslag)
TRL	Technology readiness level
V2G	Vehicle-to-grid (bidirectioneel laden)

1 Inleiding

Het Nederlandse batterij-ecosysteem bevindt zich op een belangrijk kantelpunt. De afgelopen jaren is met de Strategische Aanpak Batterijen en de Actieagenda Batterijsystemen een stevig fundament gelegd. Tegelijkertijd verandert de context waarin deze agenda opereert in hoog tempo. De mondiale batterijmarkt groeit explosief, technologische innovaties volgen elkaar snel op en internationale concurrentie – met name uit China en de Verenigde Staten – neemt verder toe. Tegelijkertijd ontwikkelt Nederland zich tot een Europese koploper. Ons land behoort inmiddels tot de top vijf in energieopslagcapaciteit. Tot slot is de roep tot “strategische onafhankelijkheid” van Nederland en de EU voor waardevolle grondstoffen en cruciale sectoren als energie, defensie en mobiliteit groter dan ooit. Deze dynamiek vraagt om hernieuwde aandacht, scherpe keuzes en een actualisatie van de koers.

Tegen deze achtergrond is de evaluatie en herijking van de Actieagenda Batterijsystemen geïnitieerd. Buck Consultants International (BCI) en Haskoning onderschrijven de noodzaak van deze evaluatie en herijking, passend bij een fase waarin het ecosysteem volwassen wordt en opschaling versnelt. De centrale vraag is hoe de Actieagenda heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van het Nederlandse batterij-ecosysteem, en welke richtinggevende punten nodig zijn om de komende jaren effectief te blijven. De evaluatie richt zich daarbij op vijf inhoudelijke thema’s die samen de kern vormen van de Nederlandse positie in de batterijwaardeketen:

1. Next generation batterijmaterialen en productietechnologie (H. 3)
2. Batterijsystemen voor heavy duty mobiliteit (H. 4)
3. Batterijsystemen voor netondersteuning (H. 5)
4. Data, veiligheid en testen (H. 6)
5. Circulariteit (H. 7)

De evaluatie en herijking bestaat uit twee delen:

1. Hoofdrapport
2. Achtergrondrapport

Dit document betreft het hoofdrapport waarin de bevindingen van de evaluatie van de Actieagenda zijn samengevat. In het achtergrondrapport zijn deze vijf thema’s inhoudelijk verder uitgewerkt

Deze twee rapporten zijn het resultaat van fase 1 van de evaluatie van de Actieagenda. De focus ligt daarbij op de ontwikkeling van het ecosysteem en het ophalen van nieuwe ontwikkelingen afgezet tegen de doelen en verwachtingen daaromtrent vanuit de Actieagenda. Dit vormt de basis voor aanbevelingen voor de nieuwe Actieagenda (herijking). In fase 2 werken de ministeries en het Battery Competence Cluster NL (BCC-NL) dit verder uit tot de nieuwe Actieagenda zelf.

Aanleiding en doel van de evaluatie

De Actieagenda bestaat inmiddels meer dan drie jaar en heeft aantoonbaar bijgedragen aan de versterking van het Nederlandse batterij-ecosysteem. Tegelijkertijd is de context waarin de agenda werd opgesteld inmiddels ingrijpend veranderd. Technologieën die in 2022 relevant waren, zijn vandaag deels ingehaald door nieuwe innovaties. Internationale spelers investeren op ongekende schaal in productiecapaciteit, grondstoffenketens en kennisontwikkeling. Om in deze snel evoluerende markt concurrerend te blijven, is het essentieel om te weten wat werkt, wat niet werkt en waar bijsturing nodig is.

Deze evaluatie heeft twee doelen. Enerzijds kijken we terug: liggen de geformuleerde *moonshots* (doelstellingen, ambities) binnen bereik en welke succes- en faalfactoren zijn zichtbaar? Anderzijds kijken we vooruit: is de huidige koers nog passend en welke bouwstenen zijn nodig voor een herijkte actieagenda?

2 Generieke bevindingen Nederlands Batterij-ecosysteem (2025)

Het Nederlands batterij-ecosysteem bevindt zich op een kantelpunt. De afgelopen jaren is met de *Strategische Aanpak Batterijen* en de *Actieagenda Batterijsystemen (2022–2030)* een solide basis gelegd voor de ontwikkeling van batterijen in Nederland. Op een aantal vlakken loopt Nederland voorop in Europa en op andere vlakken (zoals opgestelde batterijopslagcapaciteit) scoort Nederland gemiddeld.

Tegelijk groeit de wereldwijde batterijenmarkt exponentieel en verandert de sector razendsnel. China domineert de mondiale batterijproductie met ~80% van de celproductiecapaciteit, terwijl Europa slechts ~8% voor zijn rekening neemt [1]. Deze afhankelijkheid van buitenlandse partijen – vooral uit Azië – vormt een strategische kwetsbaarheid voor Europa en Nederland. Het versterken van een eigen batterij-industrie is dan ook cruciaal om de klimaattransitie te ondersteunen, economische kansen te grijpen en strategische autonomie te vergroten.

Overkoepelend beeld
De Nederlandse batterijsector heeft in korte tijd veel ontwikkeling doorgemaakt en staat nu op een omslagpunt richting opschaling en volwassenheid. Per thema zien we dat Nederland in bepaalde **marktsegmenten** kansen heeft (zoals anode-materialen, LDES-concepten en heavy duty toepassingen) en al initiatieven heeft ontplooid om die kansen te grijpen. Tegelijk zijn er ook **zwakke plekken** geïdentificeerd: vooral gebrek aan grootschalige productie en afhankelijkheid van buitenlandse toelevering in de kritieke schakels. De internationale concurrentie is hevig, maar Nederland kan door slim te focussen en samenwerking te intensiveren een onderscheidende positie verwerven.

In dit hoofdstuk komen aan bod:
- Algemene bevindingen uit de evaluatie (paragraaf 2.1)
  - Ontwikkelingen ecosysteem
  - Ontwikkeling techniek en technologie
  - Ontwikkeling benodigde infrastructuur
  - Ontwikkeling van vraag en aanbod
- Generieke conclusies en aanbevelingen (paragraaf 2.2)
  - Successen en sterke punten
  - Knelpunten en zwakke punten
  - Strategische aanbevelingen

2.1 Algemene bevindingen uit evaluatie

2.1.1 Ecosysteem – ontwikkelingen in Nederland

- **Bedrijvigheid en spelers**: Het Nederlandse batterij-ecosysteem groeit snel en omvat inmiddels zowel gevestigde industrieën (DAF, VDL, hightech machinebouwers) als een dynamische groep start- en scale-ups in materialen (LeydenJar, E-magy, LionVolt) en systeemintegratie (ELEO). Het aantal nieuwe spelers neemt toe, terwijl uitval beperkt blijft. Veel innovaties bevinden zich nu in TRL 3–6: *proof-of-concept* tot demonstratie. De grootste uitdaging is doorgroeien naar TRL 7–9 zonder dat opschaling en IP noodgedwongen naar het buitenland verplaatsen.

- **Samenwerkingscultuur:** Nederland heeft een sterk samenwerkend ecosysteem. Universiteiten, TNO/Holst, en consortia zoals BatteryNL en RUBY werken intensief samen met industrie. BCC-NL fungeert als verbindende schakel en voorkomt versnippering. De overheid stimuleert dit via de Actieagenda en Groeifonds-investeringen in onder meer pilotfaciliteiten en talentontwikkeling. Bedrijven benadrukken deze triple helix aanpak als een sleutel tot snelheid en kwaliteit.

[1] *ACEA. EU Battery Supply Chain & Import Reliance.*

- **Positionering en focus**: Nederland richt zich bewust op specifieke marktsegmenten en hoogwaardige componenten in plaats van massa-EV-productie. Grote kansen liggen in heavy duty toepassingen (bussen, trucks, maritiem) waar nog geen dominante batterijleveranciers zijn en prestaties belangrijk zijn. Nederlandse maakindustrie ontwikkelt bovendien apparatuur en materialen voor internationale celproducenten. Deze strategie biedt een realistisch en kansrijk pad om wereldwijd waarde toe te voegen.

2.1.2 Techniek en technologie – stand van zaken

- **Sterke R&D**: Nederland heeft een hoog kennisniveau op batterijtechnologie, met sterke posities in doorbraaktechnologieën zoals silicium-anodes (LeydenJar, E-magy), lithium-metaalconcepten (LionVolt) en alternatieve chemie zoals redox flowbatterij, zoutwater- en ijzer-luchtbatterijen. Universiteiten en TNO werken aan nieuwe elektrolyten en solide-state technologie. Hiermee innoveert Nederland op een breed front.

- **Trends volgen én creëren**: Nederlandse bedrijven ontwikkelen productieapparatuur en processen (nano-anodeproductie, geavanceerde coatingmethoden, SALD, digital-twin-gestuurde productie). Nieuwe labs bij Holst Centre en de UT versterken de positie voor celontwikkeling op TRL 4–6. Hiermee wordt hightech maakindustrie direct verbonden aan batterij-innovatie en blijft IP in Nederland.

- **Beperkingen en gaten**: Ondanks sterke R&D ontbreekt (aansluiting op Europese) grootschalige productiecapaciteit. Er is geen gigafabriek in Nederland zelf en pilotlijnen komen pas net op gang (OBIC). Daardoor moeten innovaties voor daadwerkelijke opschaling naar het buitenland. Nederland richt zich beperkt op kathodematerialen en importeert veel basiscomponenten. De innovatiekracht is sterk, maar de industrialiseringskracht blijft achter waardoor een deel van de potentiële waardecreatie buiten Nederland plaatsvindt.

2.1.3 (Benodigde) infrastructuur – van pilot naar productie

- **Pilot- en productiecapaciteit**: Nederland boekt vooruitgang: nieuwe assemblagelijnen voor heavy duty packs (VDL, ELEO), LeydenJar's 70 MWh demofabriek (op weg naar 1 GWh), labs bij Holst Centre en binnenkort UTwente. Deze infrastructuur vult belangrijke hiaten en ondersteunt opschaling. Toch ontbreken nog cruciale schakels, zoals een volledig operationele nationale pilotlijn (OBIC) en een flexibele mini-gigafabriek voor middelgrote volumes.

- **Verdere behoeften**: In Nederland zijn de mogelijkheden voor zware *abuse*-testen (veiligheidstesten onder extreme omstandigheden) beperkt, zowel door vergunningsvereisten als door de moeilijkheid om adequate verzekering voor de testapparatuur te verkrijgen. Abuse-testen vormen echter een essentieel onderdeel van certificering en van de verdere ontwikkeling van veilige batterijontwerp. Daardoor moeten uitgebreide veiligheidsproeven vaak in het buitenland worden uitgevoerd. Toegang tot een dergelijke faciliteit is essentieel om de technologie tot commerciële maturiteit te brengen.

- **Laad- en keteninfrastructuur:** De uitrol van snellaad- en MW-laadstations groeit, en netbeheerders experimenteren met energy hubs en batterijen tegen netcongestie. Desondanks blijft netcapaciteit een beperkende factor—kritisch voor zowel mobiliteit als stationaire opslag. Aansluitvertragingen en nettarieven remmen implementatie. Tegelijkertijd biedt netcongestie kansen voor de ontwikkeling en toepassing van (nieuwe) opslagtechnieken die bijdragen aan netstabiliteit.

- **Recyclinginfrastructuur**: Ondanks goede inzameling en voorbewerking (sorteren, ontladen etc.) ontbreken faciliteit voor material recovery; de eerste fabriek wordt verwacht richting 2026. Tot die tijd gaat *black mass* naar het buitenland. Een recyclingfabriek is cruciaal om kritische grondstoffen binnen Nederland / EU te houden. Positief is dat buitenlandse recyclers interesse tonen zich in Nederland te vestigen.

2.1.4 Vraag en aanbod – marktdynamiek

- **Vraagzijde:** Beleidsmaatregelen zoals ZE-zones, emissievrije OV-doelen en afschaffing van de salderingsregeling zorgen samen met netcongestie voor een explosieve groei in de vraag naar batterijen. Elektrische bussen en trucks worden massaal ingekocht, en stationaire opslag groeit snel dankzij flexibiliteitsmarkten en prijsschommelingen. In 2024 stond ~1 GWh aan systemen, met >15 GWh in aanvraag. Sinds 2022 is de opgestelde opslagcapaciteit jaarlijkse verdubbeld (exponentiële groei). Voor lange termijn opslagsystemen (LDES) is er nog geen marktmodel in Nederland waardoor vraag naar LDES-oplossingen uitblijft.

- **Aanbodzijde:** Nederlandse aanbieders (VDL, DAF, ELEO, tweede-leven partijen) leveren steeds meer lokale systemen, maar afhankelijkheid van buitenlandse cellen blijft groot. Binnenlandse vraag groeit sneller dan binnenlandse productie – waardoor buitenlandse leveranciers veel marktaandeel vervullen. Nederland loopt voorop in de ontwikkeling van LDES-technologieën. Deze bevinden zich nu in TRL-fase 5 tot 7. Met de juist ondersteuning kan hiervoor tegen 2030 productiecapaciteit operationeel zijn.

- **Marktstructuur:** Nederlandse OEM's fungeren als *launching customers* voor innovaties voor batterijsystemen voor *heavy duty*, wat helpt om systemen te valideren. Tegelijk zoeken Nederlandse technologieontwikkelaars van batterijcelcomponenten partnerships met grote internationale spelers om op te schalen. Timing wordt bepalend: het ecosysteem moet innovaties tijdig op de markt krijgen om groei en strategische posities te behouden. Voor stationaire opslagsystemen voor netondersteuning zijn er meerdere verdienmodellen (energiehandel, balanshandhaving, verminderen curtailment, etc.) waar met name via SDES-systemen (1 tot 4 uurs opslag) wordt ingespeeld. Voor LDES is er nog geen passend verdienmodel.

2.2 Generieke conclusies en aanbevelingen

De evaluatie van het batterij-ecosysteem leidt tot een aantal overkoepelende conclusies. Samengevat: Nederland heeft een hoogwaardige kennisbasis en veel innovatieve initiatieven (kansen), maar kampt ook met opschalingsproblemen en afhankelijkheden (knelpunten).

2.2.1 Successen en sterke punten.

- **Hoog kennisniveau en innovatiekracht:** Nederland beschikt over sterke batterij-R&D dankzij langdurige investeringen bij universiteiten, TNO en instituten zoals DIFFER. We excelleren in materiaalkunde, onder meer in nano-siliciumanodes, en in hightech maakindustrie. Deze solide kennisbasis vormt een krachtig fundament voor verdere technologische ontwikkeling en opschaling.

- **Hecht ecosysteem en triple helix samenwerking:** De intensieve samenwerking tussen bedrijven, kennisinstellingen en overheid is een duidelijke kracht. Via BCC-NL en diverse consortia is versnippering verminderd en worden projecten sneller opgepakt. Dit netwerk zorgt voor snelle kennisuitwisseling, soepele organisatie van pilots en betere toegang tot talent.

- **Focus op specifieke marktsegmenten en flexibiliteit:** Nederland richt zich bewust op onderscheidende marktsegmenten in plaats van het kopiëren van gigafabrieken elders. Specialisaties zoals high-performance batterijen voor heavy duty toepassingen of hoogwaardige componentproductie (bijv. anodematerialen) zorgen voor effectieve inzet van middelen. Deze wendbaarheid stelt ons in staat kansen te benutten waar grote spelers minder snel op inspelen.

- **Ondersteunend beleid en momentum:** Strikte klimaatdoelen en Europese wetgeving – zoals de EUBR en de CRMA – stimuleren innovatie en investeringen in recycling en duurzame productie. Nationale instrumenten zoals MOOI en het Groeifonds helpen projecten versneld van de grond.

Tegelijkertijd zorgt netcongestie voor urgente implementatie van batterijen, waardoor Nederland op onderdelen functioneert als “living lab”, bijvoorbeeld rond de zes LDES-concepten die hier worden ontwikkeld.

- **Strategische positie in Europa:** Nederland heeft een sterke reputatie binnen Europese batterij-initiatieven dankzij zijn innovatieve industrie en actieve deelname aan de European Battery Alliance. Door onze focus op demonstraties – zoals heavy duty pilots en second-life integratie – positioneert Nederland zich als ontwikkelland. Dit vergroot internationale aantrekkingskracht voor investeringen in recycling, materialen en productie, en versterkt de mogelijkheid om Nederlandse innovaties Europees op te schalen.

2.2.2 Knelpunten en zwakke punten.

- **Opschalingskloof en kapitaalgebrek:** Het grootste knelpunt is het gebrek aan financiering en capaciteit om innovaties van lab naar fabriek te brengen. Scale-ups stranden in de “vallei des doods” doordat vervolginvesteringen en productiefaciliteiten ontbreken. Hierdoor groeien Nederlandse bedrijven te langzaam of worden ze vroeg overgenomen. Omdat opschaling vaak in het buitenland moet plaatsvinden, vloeien IP en economische waarde weg en verliest Nederland strategische positie.

- **Gebrek aan industriële productiecapaciteit:** Nederland is onvoldoende aangesloten op grootschalige Europese celproductiecapaciteit en heeft zelf beperkte module- en packproductie. Nieuwe pilotlijnen staan pas in opbouw, en recyclingcapaciteit op schaal ontbreekt volledig. Deze infrastructuurkloof verhindert dat R&D doorstroomt naar productie en maakt ons afhankelijk van buitenlandse partijen voor cruciale schakels, wat ecosysteemgroei en strategische autonomie belemmert.

- **Afhankelijkheid van buitenlandse leveranciers:** Voor grondstoffen, cellen en productiemachines is Nederland sterk afhankelijk van import, vooral uit China. Zo komt het merendeel van de stationaire batterijsystemen uit Chinese productie. Dit vergroot kwetsbaarheid bij schaarste of geopolitieke spanning en beperkt de waardecreatie in eigen land.

- **Trage procedures en complexe regelgeving:** Vergunningstrajecten voor opslagsystemen duren lang en veiligheids- en transportregels zijn complex. Dit remt pilots en commercialisering; een batterijcontainer kan jaren op goedkeuring wachten. Daarnaast zorgt inconsistent beleid – zoals onduidelijkheid over nettarieven voor opslag – voor terughoudende investeerders.

- **Tekort aan gespecialiseerd talent:** Door schaarste aan elektrochemici, batterij-engineers en productiespecialisten worden projecten vertraagd en blijft capaciteit onderbenut. Met de groei van buitenlandse gigafactories neemt bovendien het risico op brain drain toe.

- **Fragmentatie en gebrek aan regie:** Ondanks bestaande tripple helix samenwerking blijft versnippering zichtbaar. Overlappende initiatieven vanuit de markt en overheid en wisselende prioriteiten verminderen effectiviteit en focus. Zonder sterke regie en monitoring bestaat het risico dat belangrijke thema’s onderbelicht blijven of dubbel werk wordt gedaan. Met BCC-NL kunnen hier stappen in gezet worden.

2.2.3 Strategische aanbevelingen

De komende jaren moet "opschaalsnelheid" centraal staan. Om van "*call to action*" naar "*call to acceleration*" te gaan – om de sprong te maken naar 2030 – zijn de volgende strategische aanbevelingen geformuleerd:

- **Focussen en kiezen:** Gebruik de thema-analyses om scherpe keuzes te maken. Nederland hoeft niet overal koploper te zijn; richt middelen op domeinen met momentum of onderscheidend potentieel (zoals silicium-anodes, heavy duty toepassingen en LDES-concepten). Vermijd grote inzetten waar onze kans klein is, zoals een eigen EV-celgigafabriek zonder markt of kapitaal, focus daar op marktsegmenten waar de Nederlandse positie sterk is. Kies winnende specialisaties en excelleer daarin.
- **Opschalen en industrialiseren:** Overbrug de opschalingskloof met betere faciliteiten en financiering. Versterk pilot- en testinfrastructuur tot industriële schaal (bijvoorbeeld doorgroei van OBIC en een vervolgcapaciteit voor high-mix low-volume productie). Zorg dat bedrijven in Nederland kunnen blijven produceren (ruimte en stroom voor >1 GWh silicium-anodeproductie in 2029). Richt daarnaast een publiek-privaat Batterijfonds op voor TRL 6–8 projecten, via bijv. Invest-NL of Groeifonds. Dit voorkomt dat kansrijke scale-ups vroegtijdig vertrekken of worden overgenomen en zorgt dat IP in Nederland blijft.
- **Barrières verminderen (regulering en processen):** Maak vergunningen sneller en eenvoudiger, bijvoorbeeld via een fast-track voor strategische batterijprojecten of experimenteerruimte zonder volledige procedures. Harmoniseer regels en tarieven met buurlanden, ten behoeve van een level playing field. Stimuleer opslag als aparte categorie met aangepaste nettarieven. Faciliteer tijdige implementatie van Europese regels zoals het digitale batterijpaspoort via een nationaal platform.
- **Ketens integreren en ecosystemen verbinden:** Stimuleer kruisverbanden tussen thema's, zoals heavy duty pilots die second-life accu's gebruiken, of het benutten van testdata voor next-gen ontwikkeling. Betrek bredere hightech maakindustrie actief: semicon- en machinebouwbedrijven kunnen batterijproductie verbeteren met precisie- en automatiseringstechnologie. Richt bijvoorbeeld via BCC-NL een platform "Hightech meets Battery" op om samenwerking en innovatie te versnellen.
- **Overheid als enabler en launching customer:** Gebruik overheidsaankopen om Nederlandse bedrijven schaal en referenties te geven (emissieloze bussen, trucks, machines, opslag; defensie-orders; toepassingen door Rijkswaterstaat). Zet daarnaast gerichte subsidies en het Batterijfonds in om barrières weg te nemen. Zorg voor stabiel beleid (ZE-zones, recyclingquota, veiligheidsbeleid, financiering) zodat investeerders vertrouwen hebben in de richting tot 2030.
- **Human capital erkennen en benoemen als kernvoorwaarde voor de batterijketen:** De inzet op human capital (o.a. technisch geschoold personeel, hbo/wo kennis, mbo-technici en zij-instroom) is een voorwaarde om de ambitie van de batterijwaardeketen waar te maken. Tevens wordt in de sector aangegeven dat human capital tot de kritische knelpunten behoort. Investeringen in opleiding, omscholing, talentwerving en behoud van personeel zullen even belangrijk zijn als investeringen in technologie, infrastructuur of productiecapaciteit. Voor een integrale aanpak en een constructieve invulling van het human capital thema is het van belang een aantal van prioritaire activiteiten op te nemen zoals LLO Transitiehubs, 'Batterijbox' en instroomprogramma voor nieuw talent in de sector. Het gaat om activiteiten die al zijn opgestart, maar waar versnelling en opschaling nodig is.
- **Internationaal positioneren en samenwerken:** Profileer Nederland als Europees expertisecentrum op het gebied van nieuwe technologie, testen en veiligheid, met een coördinatie- of testcentrum. Bouw partnerschappen met Duitsland, Frankrijk en Noorwegen om productie, grondstoffen en toepassingen te verbinden. Werk in heavy duty volgens een "Team Europa"-aanpak waarin Nederland de innovatierol kan pakken. Gebruik EU-instrumenten optimaal en beïnvloed Europese standaarden zodat Nederlandse technologie vooroploopt.
- **Regie en monitoring:** Monitor voortgang met een helder dashboard (bedrijven, capaciteit, investeringen, TRL, skills). Bouw business intelligence op over de batterijsector in Nederland. Rapporteer jaarlijks en stuur bij waar knelpunten ontstaan, zoals achterblijvende recycling. Dit houdt focus, maakt succes zichtbaar en versterkt betrokkenheid in het ecosysteem.

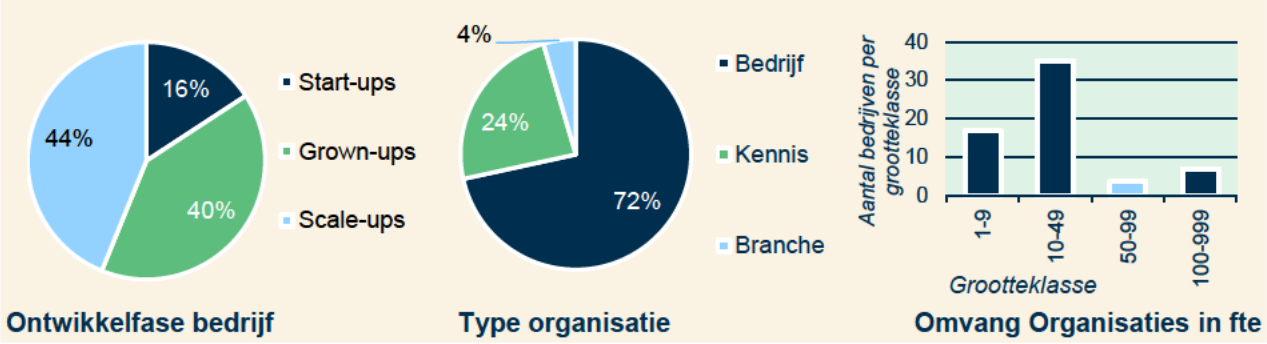
3 Thema 1: Next-generation batterij(systemen)

Next generation batterijmaterialen en -productietechnologieën omvatten de ontwikkeling en integratie van geavanceerde elektrochemische materialen en productiemethoden, die gericht zijn op het doorbreken van de beperkingen van de huidige generatie lithium-ion batterijen.

De doelstelling binnen dit thema is het realiseren van batterijceloplossingen die hogere energie- en vermogensdichtheid, langere levensduur, verbeterde veiligheid en verminderde ecologische impact combineren, teneinde toekomstige toepassingen in elektrische mobiliteit (heavy duty toepassingen maar ook drones) stationaire energieopslag en (consumenten)elektronica mogelijk te maken. De inspanningen moeten er op gericht zijn dat verdienvermogen in Nederland blijft en dat verscheidene control points worden gerealiseerd in de wereldwijde next-gen batterijwaardeketen.

3.1 Ontwikkeling Ecosysteem

Het Nederlandse batterij-ecosysteem heeft zich de afgelopen jaren goed ontwikkeld en bevindt zich in een transitiefase van experiment naar opschaling. Veel Nederlandse next-gen innovaties bevinden zich nu op TRL 3–6 (van proof-of-concept tot begin demonstratiefase). De uitdaging ligt in doorgroeien naar TRL 7–9 (demonstratie en commerciële uitrol) zonder de innovaties naar het buitenland te laten wegvloeien.



In totaal zijn circa 60 organisaties actief in het next-gen veld met een totale werkgelegenheid van ongeveer 2.800 mensen. Passend bij een thema waar de nadrukt ligt op het ontwikkelen van nieuwe materialen en technologieën zijn er relatief veel R&D-/kennisinstellingen actief (22).

De overige 38 partijen zijn (producerende) bedrijven. De meerderheid (25 bedrijven) is actief in meer dan 1 veld. Vaak zijn andere activiteiten dominant, zoals bij AKZO NOBEL, VDL en Demcon. Veertien bedrijven zijn in de kern echte batterijbedrijven zoals Lionvolt, ELEO, E-Magy en Arkimedes. Het grootste aantal bedrijven is te vinden in de segmenten active-functional battery cell component manufacturing (11), en equipment suppliers (10). Module & pack volgt met 6 bedrijven.

Uitgebreide omschrijving van de ontwikkeling van het ecosysteem: Zie Achtergrondrapport paragraaf 3.2

3.2 Belangrijkste ontwikkelingen

- **Next-gen anode technologie:** bedrijven zoals LionVolt, LeydenJar CarbonX en E-magy hebben een leidende kennispositie opgebouwd op het gebied van innovatieve anode-technologie. Hiermee kan 50-70% meer energie worden opgeslagen dan in traditionele anodes met bovendien een energie-efficiënter productieproces (o.b.v. publiek gecommuniceerde bedrijfsambities). De eerste productielijnen zijn vanaf 2027 operationeel (LeydenJar).
- **ALD technologie**: er worden innovatieve producten, technologieën en machines geleverd door bedrijven als Powall (ontwikkeling en productie *ultra-thin coating materials*; R&D diensten voor derden),

SparkNano (ontwikkeling en verkoop van Spatial ALD technologie en machines) en Kalpana Systems (ontwikkeling en verkoop *thin-film* apparatuur).

- **Andere kennisvelden**: in verschillende kennisvelden worden stappen gemaakt (elektrolyt, kathodes, separators) maar is de stap naar productie op industriële schaal nog vrij groot
- **Open Battery Industrialization Center (OBIC):** OBIC is een concreet project geworden waarbij TNO de technologische basis legt voor de industrialisatie van batterijen, in nauwe samenwerking met de Brabantse hightech-industrie.

Uitgebreide omschrijving van de belangrijkste ontwikkelingen: Zie Achtergrondrapport paragraaf 3.3

3.3 Evaluatie Moonshots Actieagenda 2022

Moonshot	Stand van zaken 2025	Relevantie anno 2025
2023: Nationale pilotlijn voor het ontwikkelen, testen en karakteriseren van innovatieve batterijcellen.	Nog niet operationeel maar met het geplande Open Battery Industrialization Center (OBIC) op de Automotive Campus in Helmond wordt een belangrijke stap gezet	Zeer relevant: toegang hebben tot industriële pilot- en testinfrastructuur voor batterijtechnologie is voor bedrijven een belangrijke stap naar industrialisatie
2025: Nederland in de top vijf wereldwijd in veilige en duurzame batterijmaterialen en -cellen.	Niet bereikt (en moeilijk meetbaar).	Blijft relevant, maar het is lastig meetbaar of Nederland in de top-5 zit. Voor nieuwe moonshots moeten meetbare doelen worden opgenomen
2025: Geavanceerde assemblagelijnen voor (componenten van) innovatieve batterijcellen geleverd door Nederlandse bedrijven	Beperkte voortgang, Nederlandse machinebouwers die voor derden productielijnen leveren focussen vooral op andere industrieën. VDL is een machinebouwer die zich wel op deze markt beweegt, net als Demcon	Blijft een interessant veld. Verdienvermogen licht echter vooral bij het produceren van materialen.
2030: Flexibele, geautomatiseerde apparatuur voor productie van cellen, modules en pakketten voor diverse toepassingen wordt geleverd aan grote batterijbouwers in Europa en daarbuiten	Beperkte voortgang. Wel heeft onder andere VDL inmiddels een faciliteit voor packassemblage voor binnenlands gebruik. Voor cellen moeten nog stappen worden gezet	Relevant, IP en verdienvermogen moet wel in Nederland blijven.

Met name in het realiseren van een nationale pilotlijn voor het ontwikkelen testen en karakteriseren van innovatieve batterijcellen is een concrete stap voorwaarts gemaakt (OBIC). In de overige velden wordt voortgang geboekt. Soms concreet, denk aan LeydenJar die momenteel een fabriek bouwt voor puur silicium anodes. Veel bedrijven zitten op TRL-niveau 3–6 en moeten nog een stap maken voordat ze innovatieve batterijmaterialen, productielijnen of productieapparatuur op de markt kunnen brengen..

3.4 Knelpunten

- Er is (nog) geen **open-access productiefaciliteit** waar partijen hun batterijtechnologieën kunnen doorontwikkelen en opschalen van lab-schaal naar industriële productie.
  - Nederlandse scale-up bedrijven hebben (in Nederland) geen gelegenheid om hun innovatieve producten naar TRL-niveau 7 (prototype demonstratie in een operationele omgeving) of TRL 8 niveau (het systeem is compleet en gekwalificeerd (getest) in de uiteindelijke vorm) te brengen in een open-access (test/validatie) faciliteit. Dit kan ertoe leiden dat voor deze stappen naar het buitenland wordt uitgeweken, waarmee de kans groter is dat ook IP en verdienvermogen naar het buitenland verdwijnt

- **Geen flexibele celproductie-capaciteit op industriële schaal:** Een flexibele kennisgedreven celproductie-infrastructuur (*designed for purpose*, high-mix, low volume) maakt het mogelijk om tot productie te komen zonder een groot beroep te moeten doen op buitenlandse partijen. Met een dergelijke faciliteit zou de Nederlandse batterijenindustrie zich kunnen onderscheiden van Aziatische leveranciers.
- **Onvoldoende stabiele langjarige financiële ondersteuning:** De route van TRL 1 naar TRL 9 is langjarig en kostbaar. Zeker zolang de Nederlandse (en Europese) batterijenindustrie nog geen gearriveerde volwassen markt is, is financiële ondersteuning vereist om tot zelfstandige en levensvatbare bedrijven te komen
- **Energie:** Er is onvoldoende elektrische netcapaciteit voor het opschalen van productie in Nederland en bovendien zijn energiekosten niet concurrerend in het internationale veld

Uitgebreide omschrijving van de knelpunten: Zie Achtergrondrapport paragrafen 3.4 en 3.5

3.5 Succesfactoren

- **Europese beleidsdoelstellingen op de gebieden van autonomie en duurzaamheid:** Aangezien Europa een zelfstandige onafhankelijke batterij-industrie wil opbouwen, inclusief onafhankelijkheid op het gebied van kritieke materialen (grondstoffen) en met stevige eisen rond duurzaamheid, is er een stevige driver voor Europese bedrijven om te investeren in next-gen batterijtechnologie en het opbouwen van productiecapaciteit.
- **Wereldwijde groeimarkt (groeiprognose circa 15% per jaar):** De batterijenmarkt groeit naar verwachting sterk door de komende jaren. Er is behoefte aan innovatieve next-gen oplossingen voor energieopslag en aan op specifieke gebruikersprofielen afgestemde maatwerkoplossingen.
- **Sterke en creatieve Nederlandse kennisbasis**: Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven zijn sterk in het ontwikkelen van nieuwe materialen en het ontwerpen en bouwen van machines. Hiermee is er een stevige basis voor bedrijven om door te groeien naar de fase van productie op industriële schaal
- **Consortia:** Er zijn in Nederland sterke consortia actief om een coördinerende rol te spelen in ecosysteem ontwikkeling (BCC, Battery NL, NXTGEN Hightech Energy, NGF3 Circular Batteries)

Uitgebreide omschrijving van de succesfactoren: Zie Achtergrondrapport paragrafen 3.4 en 3.5

3.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda

Focus en koers richting 2030 (doelen)

- Marktsturing: richt de ontwikkeling van next-gen batterijen (cellen en packs; hoge energiedichtheid, duurzaam en veilig) op de specifieke gebruikersprofielen van Nederlandse en Europese eindgebruikers, bijvoorbeeld (defensie)drones, medische apparatuur heavy duty toepassingen. Werk ook aan commitment van deze eindgebruikers aan de (te ontwikkelen) maatwerkoplossingen zodat er reëel marktperspectief bestaat.
- Blijf zoeken naar afnemers van next-gen materialen, batterijcomponenten en productietechnologieën in de wereldwijde batterijenmarkt (zoals LeydenJar anodes gaat leveren aan het Chinese Highpower).
- Versnel:
  - de ontwikkeling van innovatieve productietechnologieën voor duurzame batterijproductie.
  - de realisatie van een flexibele kennisgedreven celproductie-infrastructuur (*designed for purpose*, high-mix, low volume).
  - de inzet van digitale en AI gedreven optimalisatie van productieprocessen.
- Ondersteun organisaties op alle TRL niveaus (langjarige financiering) zodat de pijplijn van innovatieve bedrijven gevuld blijft.
- Behoud IP in Nederlandse handen.

Bouwstenen voor activiteiten nieuwe Actieagenda

- Gericht op het thema Next-gen heeft TNO, in opdracht van KIA ST en parallel aan de uitvoering van de voorliggende studie, concrete innovatieprogramma's ontwikkeld die aansluiten bij de in deze rapportage geformuleerde doelstellingen. Daarmee heeft het thema Next-gen in de verdere uitwerking een voorsprong genomen ten opzichte van de overige vier thema's. Voor dit thema zijn inmiddels vier concrete innovatieprogramma's uitgewerkt die kunnen dienen als bouwstenen voor de nieuwe Actieagenda (zie voor een detailuitwerking de notitie *Actieagenda Energy Materials – Inzetten op Innovaties en Batterijcel- en Elektrolysetechnologie*, d.d. 16 december 2025).

Innovatieprogramma 1:	Versnelling van equipment-industrialisatie voor productie duurzame batterijmaterialen.
Innovatieprogramma 2:	Digitale optimalisatie van batterijproductieprocessen.
Innovatieprogramma 3:	Nederlandse celproductie-Infrastructuur opbouwen.
Innovatieprogramma 4:	Strategische Innovatieketen.

Uitgebreide omschrijving van de bouwstenen: Achtergrondrapport paragrafen 3.6 en 3.7.

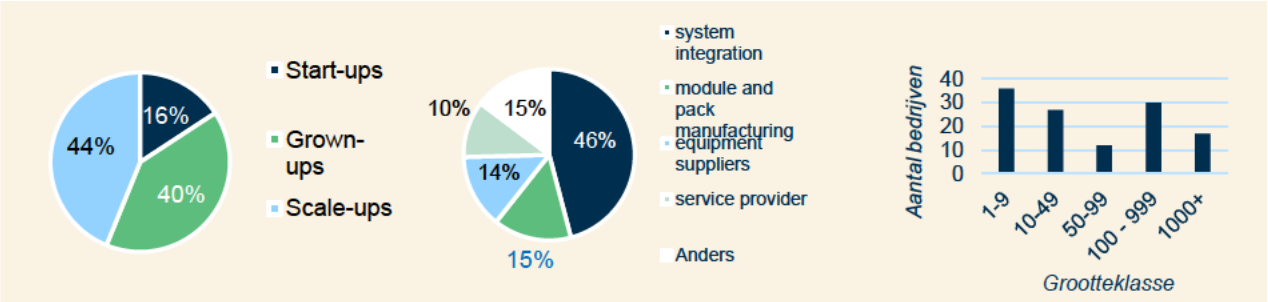
4 Thema 2: Batterij(systemen) voor heavy duty

In Nederland zijn vier sterke toepassingsvelden binnen heavy duty te herkennen: 1) Zwaar vervoer transport (bussen, touring cars & vrachtwagens) 2) Grote mobiele werktuigen (off-highway zoals grondverzet, kraanwagens, tractoren, etc.) 3) Scheepvaart en 4) Luchtvaart.

Hoewel er vanuit deze toepassingsgebieden concrete vraag bestaat naar batterijen die tegemoet komen aan de specifieke vereisten voor heavy duty gebruik (o.a. capaciteit, levensduur), worden in de praktijk voor deze deelmarkten nauwelijks op maat gemaakte batterijcellen/systemen ontwikkeld.

4.1 Ontwikkeling Ecosysteem

- In de afgelopen jaren is er een volledig geautomatiseerde productielijn gerealiseerd voor het omzetten van batterijmodules in pakketten. Dit vormt een belangrijke stap richting verdere opschaling en professionalisering van het ecosysteem.
- Het gehele ecosysteem rondom batterijen en Heavy Duty groeit verder door. Bedrijven, kennisinstellingen en overheden vinden elkaar steeds beter in gezamenlijke initiatieven. Binnen deze samenwerking ontstaat een open en constructieve business-to-business cultuur waarin bedrijven bereid zijn kennis te delen. Wel is er nog behoefte aan het aanhaken van de eindgebruikers om o.a. de adoptie te vergroten. Gespecialiseerde kennis/expertise ontstaat op het gebied van materiaalkennis (bijv. vanuit de RUG) en Battery Management Systems (BMS).



Oprichtingsjaar organisaties **Type organisaties** **Omvang Organisaties in fte**

Er zijn ruim 120 bedrijven/organisaties actief op het gebied van Heavy Duty. Dit betreft een mix van bedrijven die enkel actief zijn op het terrein van Heavy Duty, tot bedrijven/organisaties die een breed pallet aan producten, diensten of onderzoek aanbieden/uitvoeren.

Het ecosysteem bestaat uit ondernemingen uit klein- (waaronder start-ups) en middenbedrijf maar ook enkele grotere OEMs. 17 bedrijven hebben meer dan 1.000 werknemers en zijn maar deels gericht op het ontwikkelen van (kennis over) batterijen voor Heavy Duty-toepassingen, of plaatsing van batterijen in Heavy Duty-toepassingen.

Uitgebreide omschrijving van de ontwikkeling van het ecosysteem: Zie Achtergrondrapport paragraaf 4.2

4.2 Belangrijkste ontwikkelingen

Technisch: Belangrijke technische uitdagingen zijn o.a:

- Meer energie en vermogen leveren: De focus in R&D ligt daarom op het verhogen van energiedichtheid zodat het gewicht en volume van de batterijen beperkt blijven. Op korte termijn optimaliseren fabrikanten door celchemie te kiezen die past bij de toepassing.
- Snel kunnen laden en continu presteren: Technisch vereist dit batterijen die hoge laadsnelheden verdragen zonder overmatige slijtage. Daarnaast zijn geavanceerde BMS-en nodig, die de belasting slim spreiden en de cellen koel houden.

- Robuust en veilig zijn: De batterijtechnologie wordt hierop ontworpen met verstevigde behuizingen, schokabsorberende montagemethodes en minder brandbare materialen.
- Integratie met het voertuig: De locatie in het voertuig is sterk afhankelijk van de applicatie. Deze integratie vraagt om maatwerk en koeling.

Markt / maatschappelijk / regelgeving: Ontwikkelingen betreffen:
- China is nog altijd de belangrijkste producent en markt voor Heavy Duty, maar de vraag vanuit Europa stijgt. Binnen Europa is Nederland een van de voorlopers in adoptie van Heavy Duty, met name betreffende emissievrije bussen en mobiele bouwmachines.
- De relatief hoge adoptie is o.a. het gevolg van duurzaamheid als onderdeel van aanbestedingen en regelgeving (o.a. stikstof). Regelgeving rondom emissievrije binnensteden en de vrachtwagenheffing kan de vraag naar vrachtwagens in Nederland een impuls geven.
- Dergelijke maatregelen versnellen de verschuiving naar elektrische alternatieven. Ook stimuleert het de vraag naar betrouwbare infrastructuur en ondersteunende technologie.

Uitgebreide omschrijving van de belangrijkste ontwikkelingen: Zie Achtergrondrapport paragraaf 4.3

4.3 Evaluatie moonshots Actieagenda 2022

Moonshot	Stand van zaken 2025	Relevantie anno 2025
2025: eerste opschalingslijn waar bestaande batterijcellen worden gebruikt voor assemblage van specifieke batterijpakketten	Gedeeltelijk. Volautomatisch van module naar pakket is mogelijk (bij VDL Nedcar) maar niet van cel naar module.	Nog steeds relevant, nu verder opschalen.
2030: Nederland heeft een internationaal erkend batterij-ecosysteem dat maatoplossingen levert voor gebruikers in het heavy duty veld	Niet gerealiseerd.	Blijft relevant en markt begint tractie te krijgen.

In Nederland is inmiddels productiecapaciteit voor batterijpakketten beschikbaar, waarmee maatwerk geleverd kan worden voor toepassing in het Heavy Duty segment. Voor batterijcellen moet echter een beroep gedaan worden op buitenlandse leveranciers, die geen cellen leveren afgestemd op specifieke gebruikersprofielen. De realisatie van OBIC is een eerste stap voor (Nederlandse) bedrijven om batterijcellen productierijp te krijgen. Voor echte maatwerkoplossingen (cellen en pakketten) is ook celproductie op industriële schaal nodig en moeten nog stappen gezet worden.

4.4 Key knelpunten

- De *total-cost-of-ownership* (TCO) is (nog) hoog / wordt als hoog ervaren. Dit heeft enerzijds te maken met hoge kosten van arbeid en energie in vergelijking tot bijvoorbeeld China en Oost-Europa. Anderzijds is het voor veel eindgebruikers onduidelijk wat de precieze kosten zijn van laden, restwaarde, enz.
- Daarnaast is er momenteel sprake van beperkte productie-, test- en ontwikkelcapaciteit:
  - Voor de stap van module naar pakket heeft VDL een faciliteit beschikbaar, maar de stap van batterijcel naar module kan niet op grote schaal in een geautomatiseerd proces (met weinig tot geen handarbeid) worden gemaakt worden in Nederland.
  - Met OBIC wordt er weliswaar een testfaciliteit voor bedrijven gerealiseerd waar zij hun batterijonderdelen kunnen testen, maar voor grootschalige(r) productie moet een nieuwe faciliteit ontwikkeld worden.

- Daarnaast zijn veel submarkten nog relatief klein, waardoor het lastig is om voldoende volume en economische schaal te behalen.

Uitgebreide omschrijving van de knelpunten: Zie Achtergrondrapport paragrafen 3.4 en 3.5

4.5 Key succesfactoren

- In de huidige ontwikkelingsfase van de Nederlandse batterij-industrie zijn scherpe keuzes noodzakelijk
  - De beperkt beschikbare test- en productiecapaciteit en ook de ontwikkelinspanning moet op die toepassingsvelden gericht worden waar het snelst grotere volumes gevraagd worden.
  - Dit betreffen met name E-trucks, bussen/touring cars en off-highway toepassingen (voertuigen/machines niet bedoeld voor reguliere snelwegen zoals graafmachines, bulldozers of reachstackers).
  - De ervaring, kennis en competenties die met bovenstaande worden (door-)ontwikkeld kunnen vervolgens ook goed gebruikt worden om ook scheepvaart en luchtvaart aan te haken en ook op die toepassingsvelden een verdere positie op te bouwen.
- Het is niet per sé de doelstelling dat innovaties (op gebieden van materialen en productietechnologieën) volledig door Nederlandse partijen worden ontwikkeld:
  - Gebruik maken van kennis, technologie en productiecapaciteit elders in Europa kan de ontwikkeling fors versnellen.
  - Expertise op dit gebied moedigt externe partijen aan om in Nederland te investeren. Hierdoor blijven het IP en de verdiensten in Nederland
- Succes kan de opmaat zijn voor het verder opschalen van de productie van de in Nederland ontwikkelde batterijen voor complexe en intensieve mobiliteitsdoeleinden. Bij voldoende volume kan dit ook worden uitbesteed aan bestaande grotere batterijfabrikanten
- Tevens is het belangrijk dat er dienstverlening aanwezig is ten aanzien van beheer, onderhoud en levensduurverlengingstoepassingen van battery packs en modules. Dit borgt reguliere onderhoud en het instandhouden (verlengen van de levensduur) van batterijen welke in operatie zijn.

Uitgebreide omschrijving van de succesfactoren: Zie Achtergrondrapport paragrafen 4.4 en 4.5

4.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda

Focus en koers richting 2030 (doelen)
Voor Heavy Duty zijn de belangrijkste doelen voor de aankomende periode:

- **Verlagen TCO** (onzekerheid: informatie / data): Verlagen van de drempels die er momenteel duidelijk nog zijn voor grote logistieke partijen om op grote schaal hun diesel-voertuigen te vervangen door ZEHD voertuigen.
- **Dual-use applicaties i.s.m. defensie:** Ervoor zorgdragen dat de ontwikkelingen in ZEHD voor transport en personenvervoer ook in hoge mate voorbereid en afgestemd zijn op het gebruik voor niet-civiele toepassingen inclusief de daarvoor benodigde certificeringen.
- **Design-ontwikkeling t.a.v. circulair, duurzaam en standaardisering**: Bij het ontwerp van de batterij-oplossingen voor Heavy Duty toepassingen reeds de gehele life-cycle betrekken, inclusief servicing van de batterij tijdens operatie en verwerking van de batterij(-materialen) bij end-of-life in de recycling stream terug naar grondstoffen. Binnen de BCC-NL / maakindustrie is het verder belangrijk actief naar synergie te zoeken, zodat het aantal verschillende typen batterijcellen zo beperkt ('common') mogelijk blijft. Dit vergroot de kans op schaalbare productie en maakt circulaire verwerking eenvoudiger.

Bouwstenen voor activiteiten nieuwe Actieagenda

- **Verlagen onzekerheid TCO** - Open tools die eindgebruikers ondersteunen en makkelijk kunnen vinden. Duidelijke en eenduidige communicatie naar de eindgebruikers over de totale kosten, waarbij zaken als energieprijzen, laadinfra en belastingenbeleid vanuit overheidswege ook geen onzekere factor meer zijn in de toekomst, alsook de restwaarde van het voertuig. Voor long-haul ZEHD-transport is het op dit moment complex om een sluitende TCO op te stellen, vooral vanwege onzekerheden rond elektriciteitsprijzen, laadinfrastructuur en restwaarde. Met gunstige aannames (bijv. grotendeels depotladen via eigen opwek en/of tegen lage kWh-prijzen) en beschikbare subsidies (vb. AanZET, SPRILA, EIA) kan een business case positiever worden. Hiervoor zou een toegankelijk open-tool als platform dat eindgebruikers gemakkelijk kunnen vinden zeer geschikt zijn. Voor ZES (Zero-emissie Stadslogistiek) zijn er wel diverse tools beschikbaar welke ook bruikbaar zijn voor zwaar transport[2]. De TCO tools voor andere toepassingen van heavy duty zouden hierop een aanvulling kunnen zijn.

- **Defensie coöperatie platform** - Door middel van samenwerking en het vormen van een platform voor defensie-gerelateerde heavy duty toepassingen bij zowel vrachtvervoer, scheepvaart, off-highway alsook luchtvaart kan optimaal ingespeeld worden op de marktvraag in zowel het civiele deel van de eindgebruikersmarkt alsook op defensie-vraagstukken in de mobiliteit. In dit platform zouden alle meewerkende heavy duty partijen een aandeel moeten hebben/nemen zodat de normeringen / wet en regelgeving en specifieke eisen en certificeringen voor defensie-toepassingen ook eenduidig en makkelijker te behalen zijn voor alle partijen geïnvolveerd.

- **Nationale standaarden voor modulaire Batterijen & Battery Management Systems (BMS) –** Door standaarden voor zowel batterij(-modules / packs) alsook het BMS met elkaar af te spreken en af te stemmen in de heavy duty maak-industrie (anders dan een wettelijk afdwingbaar kader), kunnen kosten bespaard worden en kan voor alle toepassingen een echt circulaire oplossing gecreëerd worden. Hiervoor is verregaande samenwerking echter wel noodzakelijk. Veel bedrijven hebben ook niet de kennis en schaalgrootte om bijvoorbeeld zelf een eigen BMS te ontwikkelen, hetgeen hiermee ook getackeld wordt.

Uitgebreide omschrijving van de bouwstenen: Achtergrondrapport paragrafen 4.6 en 4.7

[2] *Overzicht ZES TCO tools: Rekentools - Op weg naar ZES*

5 Thema 3: Batterijsystemen voor netondersteuning

Onder het thema "batterijsystemen voor netondersteuning" vallen alle stationaire batterijsystemen en aanverwante producten en diensten die bijdragen aan de flexibiliteit, stabiliteit en leveringszekerheid van het elektriciteitsnet, in alle voltage- en vermogensklassen. Onderdelen van de Actieagenda zijn:

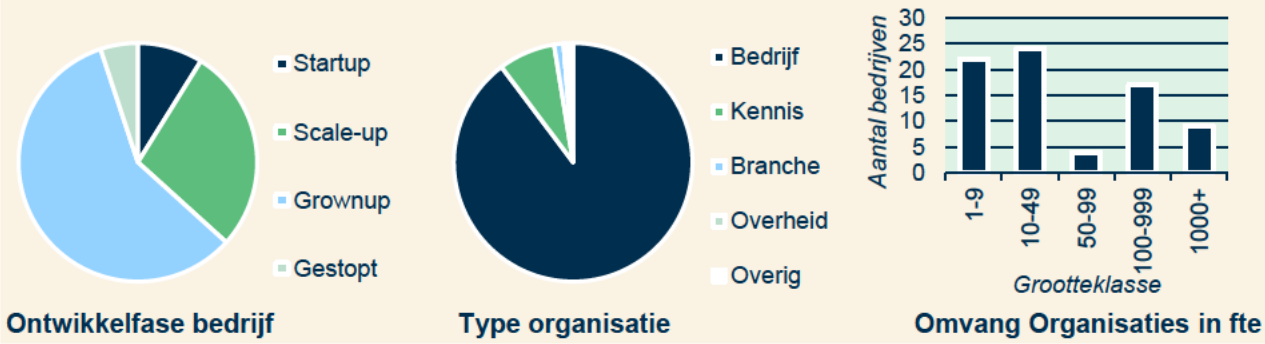
1. Stationaire opslag: SDES (met name voor korte termijn – meestal 1 tot 4 uur – opslag t.b.v. netstabiliteit), LDES (vooral bedoeld voor langere termijn opslag > 8 uur om periodes met te veel of te weinig energie te overbruggen) en kleinschalige systemen (zoals thuisbatterijen).
2. Mobiele en flexibele batterijsystemen.
3. Producten en diensten voor effectief energiemanagement (EMS).

5.1 Ontwikkeling Ecosysteem

De markt voor batterijopslag is in Nederland explosief gegroeid de afgelopen jaren. Hier zijn honderden Nederlandse spelers in actief waarbij er zo'n 80 zijn geïdentificeerd. Daarvan zijn er sinds 2015 zijn er 20 nieuwe organisaties/bedrijven bijgekomen waarvan 5 na 2020. Het aantal bedrijven waarvan bekend is dat ze de afgelopen jaren gestopt zijn/failliet zijn gegaan, is beperkt (minder dan 10%).

Ruim een kwart van de bedrijven ontwikkelt hardware voor batterijopslag. Nederland heeft een goede positie in de ontwikkeling van LDES-technologieën waarin ca 10-15 spelers in actief zijn (in verschillende rollen). Deze bevinden zich nog in de ontwikkelfase en zijn de komende 3 jaar nog niet marktrijp. De bedrijven in deze sector zijn vaak nog relatief jong (max 10 jaar) en zijn een MKB bedrijf. Het gaat onder andere om Elestor, Aquabattery, Exergy, Ore Energy, H2OVolt en Dr Ten.

Ook ca een kwart van de spelers zijn actief als serviceprovider (o.a de energieleveranciers en netbeheerders) en eveneens ca een kwart als system integrator (o.a. EMS). Dit zijn gemiddeld genomen grotere bedrijven (veel met 100+ werknemers).



Uitgebreide omschrijving van de ontwikkeling van het ecosysteem: Zie Achtergrondrapport paragraaf 5.2

5.2 Belangrijkste ontwikkelingen

De elektriciteitsopslag markt is een sterke groeimarkt waarbij het segment utiliteit en energiesysteem de grootste is met 1 tot 4 uurs opslag. Netcongestie is een drijvende kracht voor de implementatie van batterijsystemen. Het verdienmodel is om met energiehandel zo vaak mogelijk te laden en te ontladen om gebruik te maken van fluctuerende elektriciteitsprijzen. De batterijopslagcapaciteit in Nederland is de afgelopen jaren ieder jaar verdubbeld en is nu ongeveer 1,5 GWh en zal naar verwachting groeien tot ca 15 GWh in 2030. Op dit moment komt de grootste capaciteit van thuisbatterijen. De verwachting is dat vooral de capaciteit voor utiliteit hard zal groeien. De omvang van de batterijopslag projecten voor utiliteit wordt ook steeds groter: van enkele MWh naar >1.000 MWh.

De afgelopen jaren heeft LFP (lithium-ijzerfosfaat) de positie als dominante Lithium-ion techniek overgenomen van NMC (nikkel mangaan kobalt): het LFP marktaandeel is gestegen van ca 40% in 2020 naar >90% in 2025. De kostprijs van LFP-batterijen is de afgelopen jaren sterk gedaald (factor 10 in de afgelopen 10 jaar) en is nog steeds dalend. Hierdoor is het voor andere technologieën moeilijk concurreren. China levert ca 90% van de LFP-batterijen. Nederlandse en Europese batterijbedrijven kunnen op prijs en kwaliteit niet meer concurreren met Chinese Lithium-ion batterijen. Sodium-ion technologie ontwikkelt zich snel en kan op termijn een alternatief worden voor LFP. Chinese bedrijven als CATL beginnen dit jaar met de (massa) productie van sodium-ion batterijen.

In Nederland zijn er 10-15 vooral start- en scale-ups bezig met de ontwikkeling van diverse LDES-technologieën (voor 8-100 uur opslag) op basis van ruim beschikbare en niet-kostbare materialen. Daarmee heeft Nederland een goede positie in de ontwikkeling van LDES-technologie. De meeste initiatieven zitten nog in ontwikkelfase 5-7 waardoor het nog enkele jaren duurt voordat deze op commerciële basis beschikbaar zijn. LDES wordt wereldwijd nog weinig toegepast met een marktaandeel van minder dan 1%.

Uitgebreide omschrijving van de belangrijkste ontwikkelingen: Zie Achtergrondrapport paragraaf 3.3

5.3 Evaluatie moonshots Actieagenda 2022

Moonshot	Stand van zaken 2025	Relevantie anno 2025
Batterijen voor bulkopslag zijn doorontwikkeld om makkelijk 50 uur te overbruggen	**Niet gehaald.** De commerciële bulkbatterijen (LFP) voor SDES hebben momenteel tussen de 1 en 4 uur opslagcapaciteit. LDES-systemen met 8-100 uur opslag zitten om in de pilot fase (TRL5-7).	**Zeer relevant.** Focus leggen op doorontwikkeling meest veelbelovende next gen opslagtechnologie en realisatie productiecapaciteit richting 2030
Batterijen voor bulkopslag worden op grote schaal toegepast middels co-locatie bij PV en Wind	**Gehaald.** Door SDE++ eis vrijwel standaard bij zonprojecten. Bij windprojecten wordt het ook in toenemende mate toegepast	**Niet meer relevant.** Doel bereikt
Nederland is een belangrijke leverancier van het concept, levert technologie en ondersteuning wereldwijd	**Niet gehaald.** Nederland is innovatief in niche markten (LDES-flow-batterijen, digitalisering, systeemintegratie) Er is echter beperkt sprake van wereldexport van hardware/producten.	**Relevant.** Focus voor ondersteuning leggen op next gen stationaire opslagtechnologie
Nederlandse bedrijven hebben zich ontwikkeld als belangrijke spelers op vlak van dataverwerking en energie	**Deels gehaald.** EMS/aggregators spelen groeiende rol (AI, FCR/aFRR, V2G), maar zijn niet leidend in Europa. V2G projecten blijven hangen in pilotprojecten	**Minder relevant.** Indruk is dat het minder noodzakelijk is dat hier focus voor ondersteuning vanuit de Actieagenda voor moet komen
Nederlandse bedrijven hebben zich ontwikkeld als belangrijke spelers op vlak van Bi-directionele laadoplossingen	**Deels gehaald.** Meerdere pilots als V2G/smart charging. Fabrikanten van hardware vaak internationaal	**Minder relevant.** Indruk is dat het minder noodzakelijk is dat hier focus voor ondersteuning vanuit de Actieagenda voor moet komen
Nederlandse bedrijven hebben zich ontwikkeld als belangrijke spelers op vlak van Thuis- en buurtbatterijen	**Deels gehaald.** Markt thuisbatterijen groeit zeer snel. Fabrikanten van hardware vaak internationaal	**Minder relevant.** Indruk is dat het minder noodzakelijk is dat hier focus voor ondersteuning vanuit de Actieagenda voor moet komen

In de afgelopen drie jaar zijn er op alle moonshots stappen gezet. Het (grotendeels) behalen van moonshots is vrijwel volledig te danken aan de inzet van beleidsinstrumentarium (SDE++ eis en einde salderings-regeling). Omdat het behalen van strategische onafhankelijkheid en toepassing van circulaire materialen centraal staan in de Actieagenda, is het voorstel om in de volgende Actieagenda een sterke focus aan te brengen op de ontwikkeling van de volgende generatie stationaire opslagtechnologie.

5.4 Knelpunten

De volgende knelpunten zijn leidend voor de ontwikkeling van Europese/Nederlandse opslagtechnologie:

Afhankelijkheid van niet-Europese technologie en materialen: Nederland en Europa zijn voor de levering van stationaire batterijopslagsystemen (LFP) op dit moment vrijwel volledig afhankelijk van China. Datzelfde geldt voor de belangrijkste grondstoffen hiervoor, zoals Lithium en grafiet. Omdat batterijopslagsystemen onmisbaar zijn voor de energietransitie (verdere elektrificatie), maakt dit Europa kwetsbaar op vlak van leveringszekerheid van techniek en veiligheid (o.a. cybersecurity).

Sterke prijsdaling Lithium-ion: onder andere vanwege overcapaciteit bij Chinese producenten worden LFP-batterijen voor zeer lage prijzen op de (Europese) markt gebracht. Dit is gunstig voor de realisatie van batterij-opslagprojecten, maar maakt het voor Europese batterijproducenten moeilijk om een concurrerend alternatief te bieden. Gevolg is dat er weinig (massa) productiecapaciteit voor LFP-batterijen in Europa aanwezig is .

Onaantrekkelijke marktcondities Nederland: Voor batterijopslagsystemen in het algemeen geldt dat de marktcondities in Nederland onaantrekkelijk zijn. Dit komt door de hoge (dubbele) nettarieven die er in de buurlanden niet of minder zijn. In de businesscase van een batterijopslag project vormen de nettarieven tot de helft van de totale kosten. Hierdoor is het aantrekkelijker om opslagsystemen in buurlanden te realiseren.

Geen verdienmodel voor LDES: voor lange termijn elektriciteitsopslag is er geen verdienmodel. Harde doelen voor LDES-opslagcapaciteit ontbreken. Zonder verdienmodel zullen er in Nederland geen LDES-projecten worden gerealiseerd. Voor een succesvolle marktintroductie en wereldwijde uitrol is de Nederlandse markt als launching customer een belangrijke succesfactor.

Geen grootschalige productiecapaciteit voor LDES: Nederlandse LDES-ontwikkelaars zitten in TRL 5-7 en zijn nog minimaal 3 tot 5 jaar verwijderd van productie op commerciële schaal. LDES-systemen zijn dus voorlopig niet leverbaar. Om de technologische race naar de winnende LDES-techniek(en) te winnen is snelle doorontwikkeling en realisatie van productiecapaciteit van cruciaal belang.

Uitgebreide omschrijving van de knelpunten: Zie Achtergrondrapport paragrafen 3.4 en 3.5

5.5 Succesfactoren

De belangrijkste succesfactoren voor batterijsystemen voor netondersteuning zijn:

Netcongestie als “blessing in disguise”: het volle net heeft Nederland gedwongen voorop te lopen in flexdenken. Nederland voelde eerder en scherper de pijn van netcongestie en dat heeft innovaties versneld. Ook heeft congestie geleid tot unieke (triple helix) samenwerkingen. Deze urgentie werkt als succesfactor: het creëert een *sense of purpose* en snelle leercurves.

Sterke kennisbasis en diversiteit in R&D: Nederland herbergt disproportioneel veel kennisinitiatieven op energieopslaggebied. De aanwezigheid van minimaal 5 LDES-concepten in één land is uniek en geeft een kennescluster effect – experts van verschillende bedrijven wisselen deels uit, talent wordt opgeleid dat tussen bedrijven kan rouleren, etc. Ook op softwaregebied bevordert onze *fintech*/IT-scene de ontwikkeling van slimme energiediensten. Dit divers en hoogwaardig kennisklimaat is een succesfactor dat ook investeerders aantrekt.

Sterke beleidsprikkels werken: de praktijk laat zien dat sterke beleidsprikkels werken. Een voorbeeld is de aangekondigde afschaffing van de salderingsregeling voor kleinverbruikers. Hierdoor is de verkoop van thuisbatterijen gestegen van 12.000 in 2022 naar ruim 90.000 in 2025. Het verplichten van een netaansluiting op 50% van het piekvermogen (aftopping) in de SDE++-regeling heeft een sterk stimulerend effect op de plaatsing van batterijen bij zonneparken.

Uitgebreide omschrijving van de succesfactoren: Zie Achtergrondrapport paragrafen 3.4 en 3.5

5.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda

Focus en koers richting 2030 (doelen)

Voor de nieuwe Actieagenda stellen we voor vol te focussen op het zo snel mogelijk verder ontwikkelen van de volgende generatie batterij-opslagtechnieken (met een focus op LDES) om de concurrentie van buiten Europa voor te blijven en zo minder afhankelijk te worden van niet-Europese technologie. Snelheid is geboden om zo snel mogelijk productiecapaciteit te realiseren. Om dit te bereiken, moeten de meest veelbelovende technologieën geselecteerd worden (bijv. 5). Vervolgens moeten deze technologieën langjarig en breed ondersteund worden (financieel, vergunning, locatie, marktvraag, etc).

Bouwstenen voor activiteiten nieuwe Actieagenda

Om de boven genoemde ambitie te bereiken, is het volgende gewenst:

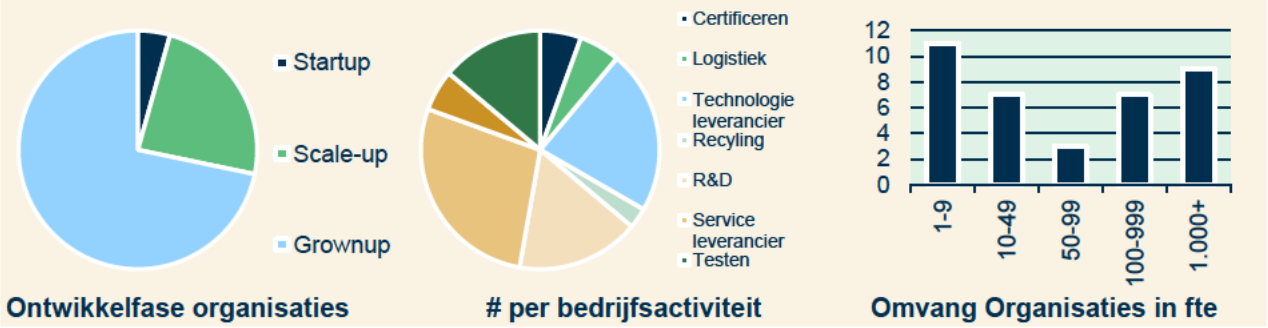
- Creatie aantrekkelijke marktcondities: de marktcondities voor batterijsystemen moeten aantrekkelijker worden gemaakt (verlaging nettarieven) inclusief een verdienmodel voor LDES-systemen.
- Inrichting langjarig ondersteuningstraject: een langjarig, meerdere ontwikkelfasen overbruggend en breed ondersteuningstraject dient te worden ingericht om de bedrijven die de meest veelbelovende volgende generatie batterij-opslagtechnieken ontwikkelen te ondersteunen met als doel om z.s.m. tot realisatie productiecapaciteit te komen.
- Harmonisatie en versimpeling regelgeving elektriciteitsnetten: wet- en regelgeving voor het aansluiten van batterijopslag op elektriciteitsnetten in EU-lidstaten moet worden geharmoniseerd en versimpeld, zodat nieuwe Europese batterijsystemen snel kunnen opschalen.
- Vaststelling bindend implementatieplan batterijopslag: er moet een bindend plan komen in Nederland met harde doelstellingen en bijbehorende beleidsinstrumenten om de doelen te behalen voor (ook lange termijn) batterijopslag en opwek van duurzame elektriciteit om marktvraag te bevorderen.
- Vaststelling Europese strategie voor toeleveringsketen: voor strategische onafhankelijkheid is het belangrijk dat er in Europees verband ook grip komt op de toelevering van grondstoffen en materialen.

Uitgebreide omschrijving van de bouwstenen: Achtergrondrapport paragrafen 3.6 en 3.7

6 Thema 4: Data, veiligheid en testen

Dit thema richt zich op de veiligheid van batterijen en batterijsystemen voor eindgebruikers, het testen van veiligheid en prestaties, en de rol van dataontwikkeling en -uitwisseling. Veiligheid en testen zijn geen op zichzelf staande onderwerpen, maar vormen essentiële voorwaarden voor het functioneren van de batterijsector. Het thema omvat investeringen in testfaciliteiten, kennisontwikkeling op het gebied van veiligheid en data-analyse, en het bevorderen van kennisuitwisseling binnen het ecosysteem.

6.1 Ontwikkeling Ecosysteem



Nederland heeft een divers palet aan organisaties die zich met batterijdata, -veiligheid en -testen bezighouden. Er zijn 35+ Nederlandse organisaties die actief zijn op het thema. Daarvan heeft bijna de helft meerdere focusgebieden. Zij richten zich niet alleen op de veiligheid en testen van batterijen, maar ook op andere marktthema's uit de Actieagenda of geheel andere markten (buiten de batterijsector). Het aantal spelers is afgelopen jaren stabiel gebleven; er zijn geen belangrijke partijen weggevallen of erbij gekomen.

Uitgebreide omschrijving van de ontwikkeling van het ecosysteem: Zie Achtergrondrapport paragraaf 6.2

6.2 Evaluatie moonshots Actieagenda 2022

Moonshot 2022	Voortgang per 2025	Relevantie anno 2025
2025: Uitbouw test- & kennisinfrastructuur (veiligheid)	**Gedeeltelijk behaald**. Het aantal spelers is de afgelopen jaren stabiel gebleven; er zijn sinds 2022 geen belangrijke partijen bij gekomen. Een sectorbreed dataplatform of kennisnetwerk ontbreekt nog.	**Zeer relevant.** Zonder volledige infrastructuur blijft NL afhankelijk van het buitenland voor cruciale tests. Ook gestructureerde data/kennisdeling is onverminderd belangrijk om innovaties te versnellen. Deze moonshot behoudt prioriteit.
2030: NL behoort tot de top-3 van Europa op het gebied van batterijtesten en -veiligheid	**Niet op koers**. Momenteel is Nederland nog niet in de top-3; Duitsland en Frankrijk liggen ver voor. Wel hebben we enkele specialisaties. Om top-3 te bereiken is een versnelling in investeringen en samenwerking nodig. Voorshands is deze ambitie dus vooral een stip op de horizon.	**Onverminderd relevant**. Gezien de internationale concurrentie is deze moonshot juist nu van belang: opschaling elders zet druk. Top-3 is de stip aan de horizon, niet het heilige doel. Het betekent dat NL zich specialiseert en op die specialisaties aansprekende faciliteiten en expertise moet hebben – dat is tegelijk een graadmeter voor ons ecosysteem. De relevantie blijft dus hoog, al moet de weg ernaartoe wellicht worden herzien (meer focus op specifieke specialisaties).

De moonshots blijven relevant, maar de bijbehorende acties lopen niet volledig volgens plan. De inventarisatie van Nederlandse testfaciliteiten is weliswaar afgerond en publiek beschikbaar, maar het is onvoldoende duidelijk of deze actueel wordt gehouden, terwijl dit cruciaal is voor inzicht, samenwerking en prioritering. Landelijke coördinatie en specialisatiestrategie blijft achter: afstemming gebeurt vooral bilateraal en mist centrale regie, waardoor overlap en inefficiëntie dreigen.

Het uitbreiden van testcapaciteit kampt met structurele uitdagingen zoals financiering, onzeker marktperspectief, personeel en netcongestie, terwijl moderne faciliteiten essentieel zijn voor veiligheid en technologische vooruitgang. Er is sprake van subsidies en regionale steun, maar langetermijnborging ontbreekt en EU-programma's blijven complex en productiefocus gedreven; voortdurende nationale en Europese inzet is noodzakelijk om de strategische positie van Nederland verder uit te bouwen.

6.3 Belangrijkste ontwikkelingen

In Nederland en Europa ontwikkelt de markt voor batterijen zich snel. Deze groei gaat gepaard met nieuwe technische, economische en regulatoire uitdagingen. Om veiligheid, innovatiekracht en marktordening te waarborgen, is een strategische inzet nodig op datastandaarden, testcapaciteit, cybersecurity en kennisinfrastructuur. Hieronder staan ontwikkelingen die richtinggevend zijn voor beleid.

- Groeiende vraag naar test-, veiligheids- en datadiensten. Industrie, verzekeraars, hulpdiensten en netbeheerders vragen steeds meer om testen, certificaten, incidentdata en monitoring. Publieke en politieke aandacht voor batterijveiligheid versnelt deze vraag en vraagt om een schaalbare nationale infrastructuur.
- Toename van regelgeving en dataverplichtingen (EU-Batterijenverordening). Nieuwe Europese verplichtingen – waaronder het batterijpaspoort, datastandaarden en certificatie-eisen – dwingen tot betere datasystemen en geharmoniseerde testprocedures. Nederlandse voorzieningen moeten naadloos aansluiten op internationale normen om exportkansen te behouden.
- Mogelijk capaciteitstekort voor specialistische testen. Nederlandse labs kunnen de meeste standaardtesten uitvoeren, maar extreme of grootschalige *abuse*-tests (tests onder extreme omstandigheden) zijn onvoldoende beschikbaar. Hierdoor wijken bedrijven uit naar het buitenland, wat leidt tot kennisverlies en een zwakkere internationale positie. Investeren in testfaciliteiten is nodig.
- Dreigend tekort aan gespecialiseerd personeel. Een structureel tekort aan batterij-experts en testingenieurs beperkt de groei van laboratoria en adviesdiensten. Dit vormt een knelpunt voor de gehele keten. Gerichte opleidingsprogramma's en doorstroompaden zijn nodig om capaciteit en expertise op te bouwen.
- Real-time monitoring, data-analyse en AI. BMS-en genereren steeds meer operationele data en worden ondersteund door AI-modellen die degradatie en risico's kunnen voorspellen. Deze ontwikkelingen vergroten de mogelijkheden voor predictive maintenance en veiligheid, maar vragen om verdere standaardisatie en betere toegang tot data.
- Steeds beter inzicht in celchemie. Onderzoek naar celchemie, degradatie en thermal runaway leidt tot nauwkeuriger voorspellende modellen. Digital Twins verbeteren de mogelijkheid om prestaties en veiligheid te voorspellen, maar het reguleren op individueel celniveau is technisch nog niet haalbaar.
- Cybersecurity vs. ketentransparantie. Batterijsystemen zijn verbonden en aanstuurbaar, daardoor, nemen risico's op cyberaanvallen toe. Overheid en markt verlangen tegelijkertijd meer inzicht in herkomst, veiligheid en duurzaamheid. Transparante data-infrastructuren en strengere cybersecurity-eisen zijn hierdoor essentieel.

6.4 Key knelpunten

- Nederland heeft een gebrek aan abuse-testfaciliteit: Er is geen vergunde locatie voor grootschalige veiligheidstesten. Hierdoor wijkt men uit naar het buitenland, met hogere kosten, logistieke uitdagingen en gemiste leerkansen als gevolg.

- Er is beperkte data-uitwisseling en kennisborging, bijvoorbeeld rondom incidenten, testresultaten en degradatiegedrag. Er ontbreekt een centrale plek voor batterijdata en incidentinformatie. Door het ontbreken van standaardformaten en terughoudendheid van bedrijven ontstaat fragmentatie, waardoor partijen kennis dubbel ontwikkelen en fouten kunnen herhalen.
- Er dreigt een tekort aan specialistisch personeel: Het aantal experts in batterijtesten en lithium-ionveiligheid is beperkt, terwijl de vraag snel groeit. Hierdoor ontstaan vertragingen en afhankelijkheid van dure buitenlandse specialisten. Zonder actie wordt dit een structurele bottleneck.
- Trage en complexe vergunningstrajecten: Innovatieve projecten lopen vertraging op door lange procedures en beperkte vergunningsruimte bij bestaande labs. Voorbeelden zoals de Safety Campus Twente illustreren dat Nederland minder flexibel is dan landen die strategische vrijstellingen kunnen toepassen.

6.5 Key succesfactoren

- Sterke faciliteiten en expertise: Nederland beschikt over internationaal erkende testlabs en kennisinstituten met een solide, geaccrediteerde infrastructuur. Deze gevestigde 'installed base' biedt vertrouwen aan industrie en toezichthouders en vormt een duidelijk concurrentievoordeel.
- Nederland heeft een effectieve triple helix samenwerking: Overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen werken intensief samen, zoals bij PGS 37 en gezamenlijke brandoefeningen. Dit voorkomt versnippering, versnelt innovatie en zorgt dat beschikbare kennis optimaal wordt benut.
- Er is een sterk veiligheidsbewustzijn in Nederland: Veiligheid is diep verankerd in de Nederlandse praktijk. Strenge normen en bedrijven die vaak verder gaan dan vereist creëren een robuust en betrouwbaar innovatieklimaat.

6.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda

- **Ontwikkel een plan voor gespecialiseerd tests (concreet: imaging testing).** Het focussen op niche-specialisaties is voor Nederland aantrekkelijk omdat *low-volume, high-quality* markten aansluiten bij de nationale sterktes. Door te excelleren in specifieke testtechnologie kan Nederland een onderscheidende internationale positie opbouwen, strategisch onmisbaar worden in de wereldwijde batterijketen. Met name imaging testmethoden op basis van computertomografie – een domein waarin Nederland expertise heeft –maken een niet-destructieve, snelle en zeer nauwkeurige identificatie van defecten en faalmechanismen op verschillende batterijschalen mogelijk. De integratie van deze technieken in het batterijproductieproces legt directe verbanden tussen productieparameters en faalmechanismen. Dit leidt tot procesoptimalisatie en reductie van productie-afval. Daarnaast maakt beeldvormende testtechnologie, in combinatie met complementaire methoden, een efficiënte beoordeling en selectie van cellen en modules voor second-life-toepassingen mogelijk.

- **Ontwikkel een plan voor een veiligheidscentrum e/o voor extreme batterijtests (abuse tests).** Het veiligheidscentrum moet volledige systemen onder worst-caseomstandigheden kunnen testen en fungeert tevens als trainingslocatie voor hulpdiensten. Een versnelde vergunningprocedure of een AMvB kan dit mogelijk maken. Dit vereist samenwerking tussen overheid (vergunningen, mogelijke co-financiering) en bedrijven/defensie (locatiekeuze).

- **Regelgeving versnellen en versoepelen:** Introduceer experimenteerregelingen en tijdelijke ontheffingen voor tests op het nieuwe centrum. Werk daarnaast aan gebruiksvriendelijke implementatie van EU-normen, inclusief standaardformats voor het batterijpaspoort. Betrek Nederlandse experts intensief bij Europese normontwikkeling.

- **Investeringsprogramma testlabs:** Zet een gerichte investeringslijn op voor uitbreiding van testcapaciteit en realisatie van niche-opstellingen. Er dient dan enkele tientallen miljoenen

co-financiering te worden gereserveerd voor cruciale apparatuur (bijv. 2MW-cycler, extreme temperatuur- en hoogtekamers).

- **Kennisnetwerken en transparantie bevorderen***:* BCC-NL heeft een platform ontwikkeld waarop bedrijven, kennisinstellingen en overheden hun contacten kunnen delen. Het is van belang om dit platform actief te blijven benutten zodat inzichtelijk blijft welke partijen welke activiteiten ontplooien en welke behoeften er spelen. Dit platform faciliteert de uitwisseling en verzameling van kennis over prestaties, degradatie en storingen. Kennisdeling moet in dit kader in het teken staan van het verkrijgen van marktontwikkelingen uit de andere marktthema's van de actie-agenda en het onderling delen van (wetenschappelijke) inzichten en ervaringen. Kennisdeling moet expliciet niet in het teken staan van het delen van bedrijfsgevoelige informatie. Door regelmatig overleg te organiseren, kunnen het bedrijfsleven en de overheid investeringsprioriteiten bepalen. Daarnaast kan via een onafhankelijke partij, zoals TNO, een vertrouwelijk meldpunt worden ingericht waar incidenten (functionaliteitsproblemen, afwijkend gedrag of situaties waarbij de veiligheid van mensen of omgeving in het geding komt) anoniem gedeeld kunnen worden, zonder risico op handhaving, ter bevordering van gezamenlijke leerprocessen.

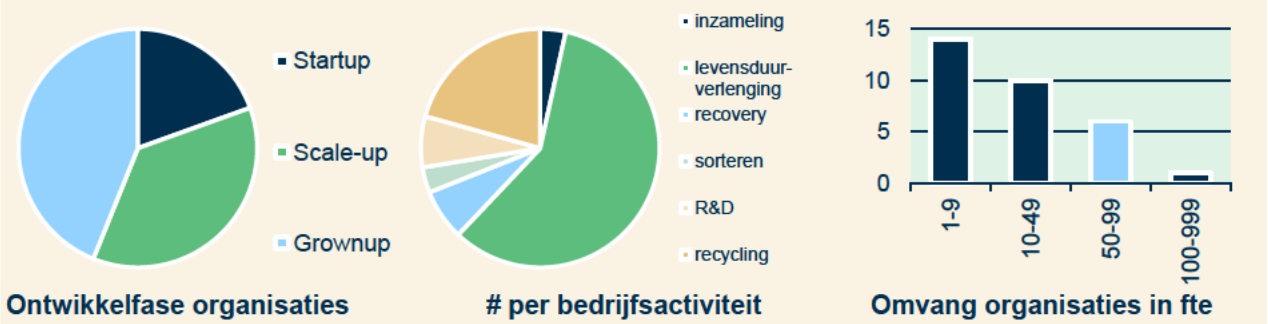
7 Thema 5: Circulariteit

Dit thema betreft alle inspanningen om batterijen en hun materialen op duurzame wijze te recyclen of de levensduur te verlengen. Het draait om het minimaliseren van primair grondstoffengebruik en afval door:

- *Recycling:* materiaalterugwinning uit afgedankte batterijen (bijv. terugwinnen van lithium, kobalt, nikkel).
- *Toepassingen t.b.v. levensduurverlenging:* Hergebruik, herbestemming, herfabricage en reparatie van batterijen of componenten die nog restcapaciteit hebben, bijvoorbeeld als stationaire opslag.

De achtergrond is dat in de komende decennia zowel de behoefte aan batterijen explosief toeneemt alsook de hoeveelheid afgedankte batterijen sterk groeit. Met name de EUBR en CRMA geven richting: zo moeten batterijfabrikanten vanaf 2027 alle batterijen terugnemen en in 2030 moet 25% van kritieke materialen uit recycling komen.

7.1 Ontwikkeling Ecosysteem



Uitgebreide omschrijving van de ontwikkeling van het ecosysteem: Zie Achtergrondrapport paragraaf 7.2

Het ecosysteem rondom circulariteit van batterijen in Nederland is in opbouw, met goed functionerende schakels aan de begin van de keten maar een ontbrekende eindschakel (*material recovery* en *refinery*). Daar komt mogelijk verandering in: Eind 2025 is het 4-jarige project CRM Lion gestart. Het project focust op het verbeteren van processen voor *black mass* productie en materiaalterugwinning. Typerend in het ecosysteem is verder de vele kleine organisaties (qua personeelsopvang) actief in levensduurverlenging.

7.2 Evaluatie moonshots Actieagenda 2022

Moonshot 2022	Voortgang per 2025	Relevantie anno 2025
2025: Keten organiseren (inzameling, registratie, ontladen) en pilots met EoL-strategieën (recycling en hergebruik)	**Gedeeltelijk bereikt**: Door functionerende UPV-systemen en operationele ontlaadstations is inzameling, registratie en ontladen geregeld (m.u.v. industriële batterijen). Een pilot voor daadwerkelijke recycling is nog niet operationeel in 2025. Wel zijn er concrete plannen; verwachting is een eerste installatie in 2026.	**Zeer relevant**: Het organiseren van de keten is de basis gebleken voor verdere stappen. Dankzij deze georganiseerde keten kunnen vervolgstappen richting materiaalterugwinning en recycling worden gezet.
2030: Volledig circulaire batterijketen in NL (sluitende inzameling, hoogwaardige recycling, brede hergebruikstoepassing)	**Nog niet bereikt**; Nederland heeft eind 2025 nog geen "closed loop" recycling. Wel zijn bouwstenen in ontwikkeling (wetgeving, pilots, consortia). Er is nog geen grootschalige faciliteit in het vooruitzicht. Er is significante voortgang nodig komende jaren om 2030-doel te halen.	**Onzeker**: Gezien EU-verplichtingen (25% kritieke materialen uit recycling tegen 2030) is een sluitende keten eigenlijk een noodzaak. Maar het is onvoldoende duidelijk of Nederland hier zelf invulling aan moet geven, maar mogelijk beter kan samenwerken met (Benelux/Duitsland/EU) voor schaal.

Vanaf 18 februari 2024 zijn de wettelijke eisen in de verordening officieel van toepassing in alle EU-lidstaten. Circulariteit staat in de verordening centraal. De Europese Commissie richt zich nu op de praktische uitwerking van de verordening, door diverse uitvoerings- en gedelegeerde handelingen in meer uitgewerkte regels om te zetten. Ook in het Nederlandse recht moeten bepalingen worden geïmplementeerd via een uitvoeringsbesluit. Het ontwerp van een uitvoeringsbesluit ter implementatie van de Batterijenverordening zal in het eerste kwartaal van 2025 aan de Kamer worden gestuurd.

Daarnaast is er blijvende inzet op het verbeteren van de producentenverantwoordelijkheid en het verminderen van batterijbranden bij afvalverwerkers. De Europese Batterijenverordening vormt een goed startpunt om tot circulaire batterijen te komen. Om te zorgen voor een goede invulling en uitvoering in de praktijk is er dit jaar gewerkt aan levensduurverlenging, het ontwikkelen van recyclingcapaciteit en innovatie om de hoeveelheid benodigde kritieke grondstoffen te verminderen. Zo worden Batterijen als productgroep uitgewerkt in de context van het Nationaal Programma Circulaire Economie en de Nationale Grondstoffenstrategie. Hiervoor is een expertteam geformeerd met vertegenwoordigers uit het bedrijfsleven en wetenschap. Dit team ontwikkelt een routekaart op circulaire en weerbare batterijen, inclusief concrete stappen in samenwerking met de batterijensector. Dit wordt gedaan in samenhang met het dit jaar gestarte Nationaal Groeifonds (NGF)-programma Material Independence & Circular Batteries. Onder het NGF-programma wordt bijvoorbeeld materiaalraffinage en recyclingtechnologie ontwikkeld. Met de Voorjaarsnota 2024 zijn door de voormalig minister van Economische Zaken en Klimaat middelen toegekend om deze innovaties te ondersteunen.

7.3 Belangrijkste ontwikkelingen

- **Hergebruik en terugwinnen van secundaire batterijmaterialen van strategisch belang.** Nederland heeft het wettelijk vastgelegde doel om in 2050 klimaatneutraal te zijn. Het bereiken van dit doel vergt een transitie naar hernieuwbare-energietechnologieën waaronder batterij(systemen) voor mobiliteit en de energietransitie. Door de toename van de verkoop van elektrische auto's, licht elektrisch vervoer en het gebruik van batterijsystemen voor netondersteuning, neemt vanaf 2030-2035 de hoeveelheid End-of-Life (EoL)batterijen toe. Dat is relevant omdat voor de productie van deze grote hoeveelheden materialen, metalen en kritieke grondstoffen nodig. Het terugwinnen en toepassen van secundaire grondstoffen en het hergebruik van gebruikte batterijsystemen moeten de afhankelijkheid van kritieke grondstoffen verminderen.

- **Meer verplichtingen om batterijmaterialen te recyclen.** Internationale regelgeving met betrekking tot EoL-wetgeving voor elektr(on)ische apparaten, auto’s en batterijen speelt hierbij een rol. Voor batterijsystemen vormt de EUBR een belangrijke factor voor recycling en levensduurverlenging, doordat producenten verplicht worden alle op de markt gebrachte batterijen terug te nemen en te verwerken. Complementair is de Europese Critical Raw Materials Act (CRMA) van kracht, waarin staat dat 25% van de kritieke grondstoffen in 2030 afkomstig moeten zijn van recycling.

- **Batterijpaspoort op komst: belangrijke randvoorwaarde.** De komst van het Europese batterijpaspoort als onderdeel van de EUBR biedt kansen om grip om materialen en gebruik van batterijen te verbeteren in de keten. Het batterijpaspoort is een verplicht digitaal document voor industriële en EV-batterijen, bedoeld om transparantie, veiligheid en circulariteit te vergroten. Het biedt inzicht in herkomst, samenstelling, milieu-impact en prestaties. Naast het bouwen van een digitale infrastructuur hiervoor is het noodzakelijk dat toegang tot noodzakelijke data in de waardeketen ook mogelijk gemaakt wordt. Niet alleen voor de marktpartijen in de keten, maar ook voor autoriteiten (denk aan douane, handhaving, ILT, RWS-L) voor de uitoefening van hun taken.

7.4 Key knelpunten

- Strategisch onafhankelijkheid voor Nederlandse keten blijft uit: Ondanks inzameling verlaat waardevolle *black mass* Nederland (en Europa), voornamelijk naar Oost-Azië. Hierdoor blijft strategische onafhankelijk uit. Eigen raffinage is noodzakelijk om afhankelijkheid te verminderen. Nederland mist faciliteiten voor *material recovery* en *refinery*. Secundaire grondstoffen verdwijnen daardoor naar het buitenland. Dit gaat ten koste van strategisch onafhankelijkheid van (primaire) grondstoffen. Faciliteiten zijn cruciaal om, in eigen land en in Europa, echt circulair te worden. Het ontbreken van adequate faciliteiten heeft grotendeels te maken met de punten hierna.
- Onvoldoende schaal en feedstock voor recycling: Omdat de huidige volumes voor recycling nog te laag zijn voor een rendabel businessmodel, is privaat kapitaal lastig aan te trekken. Om de periode tot de verwachte EV-hausse in 2035-2040 te overbruggen en een strategische positie voor Nederland te realiseren, is rijkssteun essentieel. Het inzicht in de hoeveelheid EoL-batterijen dat in Nederland vrijkomt is bovendien niet compleet. Hoewel bij EV-batterijen (via ARN) en SLI- en LMT-batterijen in consumentenelektronica (via Stichting OPEN) al goed zicht is op de staat van batterijen, ontbreekt dit overzicht bij industriële batterijen.
- Vergunningen en regelgeving remmen circulaire activiteiten: Procedures zijn traag en complex (milieu- en veiligheidsnormen zoals PGS37). Lange doorlooptijden kunnen investeringen afremmen of naar het buitenland verplaatsen. Het is bevorderlijk als strategisch ruimte wordt gereserveerd voor recyclingactiviteiten op plekken waar voldoende milieuruimte lijkt, zoals in de Rotterdamse haven, Moerdijk of Chemelot.
- Onzekere businesscase toepassingen rondom levensduurverlenging: Bedrijvigheid rondom hergebruik, herbestemming en herfabricage is commercieel fragiel en lijkt niet in staat om op te schalen. Veel blijft op kleinschalig niveau en het is onduidelijk of toekomstige strengere regelgeving t.a.v. productveiligheid en marktconformiteit leidt tot een businessmodel die concurrerend is met nieuwe producten. De activiteiten m.b.t. levensduurverlenging van batterij(system)en uit consumentenelektronica, zoals e-bike- en smartphone-accu's, zijn mogelijk wel kansrijker.

7.5 Key succesfactoren

- Europese beleids- en regelwind mee**:** EU-regels (EUBR, CRMA) maken circulaire modellen rendabeler en creëren een level playing field. Nederland heeft actief invloed uitgeoefend en profiteert van vastgelegde koers richting circulariteit.
- Nederland heeft een sterke inzamelstructuur ontwikkeld: Nederland profiteert van bestaande inzamelsystemen voor producentenverantwoordelijkheid (Stichting OPEN voor draagbare batterijen, fietsbatterijen en kleine industriele batterijen <1kg en ARN voor EV batterijen en scooterbatterijen). NL heeft verder de beschikking tot eigen ontlaad- en demontagecapaciteit. Zonder veilige ontmanteling kan recycling niet starten. Nederland beschikt over kennis en faciliteiten om op te schalen. Deze head-start maakt effectieve inzameling van EoL-batterijen mogelijk.
- Innovatieve pilots en kennis**:** Circulariteit wordt als ketenvraagstuk benaderd. BCC-NL verbindt industrie, kennisinstellingen en overheid. Dit ecosysteem voorkomt geïsoleerde ontwikkeling en bevordert een sluitende waardeketen. Nederland werkt verder aan frontier-technologieën (elektrochemische en directe cathode recycling) en levensduurverlenging. Dit innovatieklimaat vergroot de kans op eigen nichetechnologie en vermindert afhankelijkheid van buitenlandse oplossingen.

7.6 Bouwstenen en focus voor de nieuwe Actieagenda

- **Verbeteren inzicht in feedstock, vooral bij industriële batterijen:**
  Verkrijg helder zicht op waar, wanneer en in welke samenstelling EoL-batterijen vrijkomen, inclusief restwaarde en capaciteit. Bij EV- en SLI/LMT-batterijen is dit inzicht er al, maar bij industriële batterijen nog niet. Dit is nodig voor betere voorspellingen, investeringen en marktontwikkeling.

- **Structurele ondersteuning en versnelling van faciliteiten voor *material recovery* en *refinery*:**
  Vergroot investeringen in infrastructuur voor *material recovery* en *refinery* zodat Nederland klaar is voor de verwerking van toekomstige EoL-volumes en mogelijk productieafval. Onderzoek daarbij alternatieve overheidssteun (zoals garanties, co-financiering, minimumtarief). Daarbij is de aanbeveling scherpe keuzes voor de meest kansrijke innovaties te maken en aan te sluiten bij NGF-initiatieven, zoals CRM Lion. Kies in ieder geval voor concurrerende, geavanceerde technologie die óf direct battery-grade materiaal levert, óf bewust inzet op vervolgverwerking elders in Europa. Beide opties vragen financiering; een faciliteit zal in het eerste decennium niet rendabel zijn. Toets kansrijke technieken op haalbaarheid, TRL, ruimtebeslag en bedrijfsinteresse.

- **Versnel vergunningen en regelruimte en/of wijs geschikte locaties aan voor circulaire activiteiten**
  Creëer een versneld vergunningspad voor batterijrecycling, wijs geschikte locaties aan en bied Rijksprojectstatus. Maak experimenteerruimte mogelijk via tijdelijke ontheffingen voor opslag en R&D. Dit voorkomt dat projecten naar het buitenland uitwijken.

- **Stimuleren van levensduurverlenging**
  Ontwikkel standaarden, protocollen en certificering voor BMS/EMS-toepassingen en breid testcapaciteit uit. Laat overheid en semipublieke partijen *launching customers* zijn voor refurbished systemen en ontwikkel een keurmerk. Indien toepassingen van levensduurverlening niet economisch rendabel en/of duurzaam genoeg zijn is, dient recycling prioriteit te krijgen.

- **Stimuleren van substitutie van kritische materialen**
  Om de autonomie van Nederland te vergroten, is het essentieel dat de overheid blijvend inzet op een geïntegreerde aanpak die materiaal- en ontwerpinnovatie verbindt met het thema circulariteit: Dit vraagt om gerichte R&D-investeringen in alternatieve batterijchemieën — zoals silicon-anodes, natrium-ion, geoptimaliseerd LFP en solid-state varianten — die minder of geen kritieke grondstoffen vereisen. Hiervoor kan geput worden uit de thema's next-generatie en batterijsystemen voor netondersteuning.

  Nederland dient hierin haar kennisbasis te benutten door onderzoeksfaciliteiten (TNO, Holst Centre, de TU's en start/scale-ups) te ondersteunen en pilots te stimuleren, zodat nieuwe materialen en ontwerpen sneller naar industriële toepassing kunnen opschalen en eenvoudiger invulling kan worden gegeven aan het thema circulariteit. De EUBR en eisen t.a.v. voor design-for-reuse/repair, CO_2-footprint-normen en materiaalpaspoorten helpen hierbij.

8 Aanbevelingen voor vervolg

In dit hoofdstuk staan enkele suggesties voor de volgende Actieagenda:

- Structuur van de Actieagenda (paragraaf 8.1)
- Governance en organisatie (paragraaf 8.2)
- Monitoring en bijsturing (paragraaf 8.3)
- Europese samenwerking (paragraaf 8.4)
- Nieuwe (doorkruisende) thema's (paragraaf 8.5)

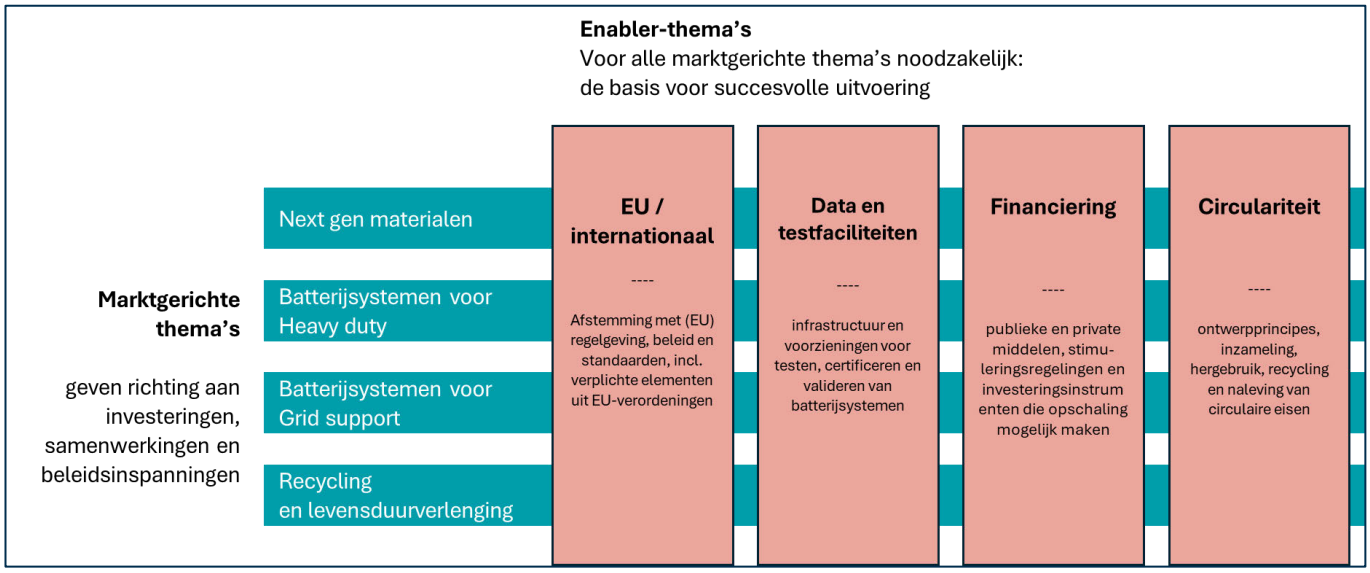
8.1 Voorstellen structuur (dwarsdoorsneden) van de nieuwe Actieagenda

De huidige Actieagenda gaat uit van 6 (inmiddels 5) kernthema's. We bevelen in de herijking een vernieuwde structuur te hanteren die onderscheid maakt tussen drie of vier *marktthema's*, waar de Nederlandse batterijsector directe economische en maatschappelijke waarde creëert, en drie of vier *enablers*, die als randvoorwaarden fungeren om deze marktthema's te kunnen realiseren. Deze opzet zorgt voor een sterkere aansluiting van marktgerichte activiteiten op (nationale en Europese) verplichtingen.

We voorzien twee reële varianten, die ieder redelijk vergelijkbaar zijn. De structuren moeten de samenhang tussen de thema's vergroten en prioritering eenvoudiger maken. De gekozen varianten ondersteunen een programmatische aanpak waarin thema's elkaar versterken en randvoorwaarden systematisch worden ingevuld.

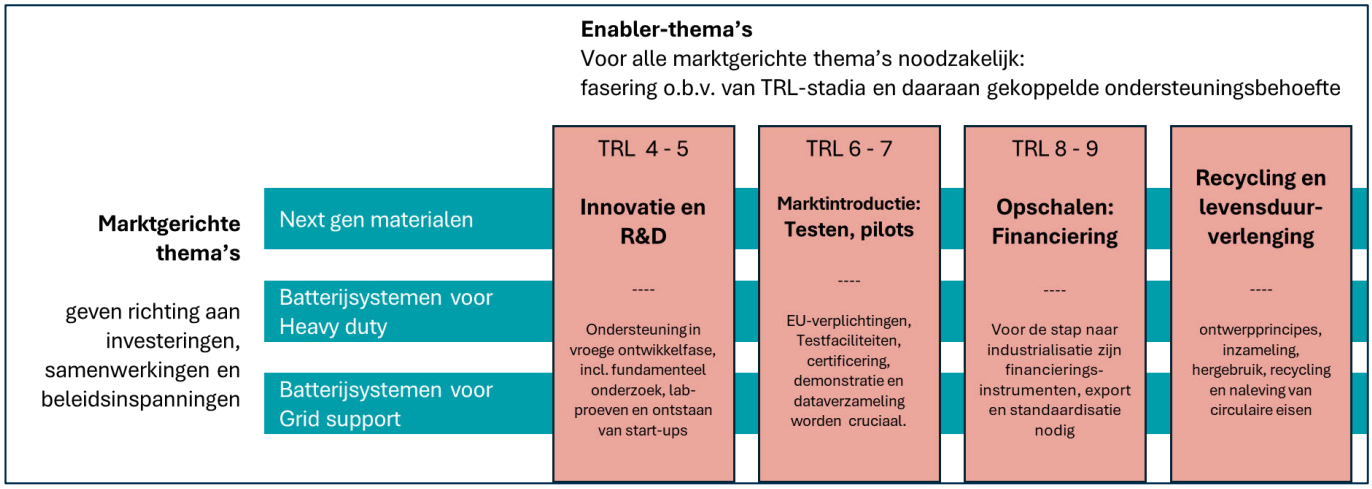
8.1.1 Voorstel nieuwe structuur: Variant 1

Variant 1 bestaat uit vier marktgerichte thema's. Deze geven richting aan de investeringen, samenwerkingen en beleidsinspanningen die Nederland wil stimuleren. Zij vertegenwoordigen de markten waarop Nederland kan excelleren en concurrerend kan blijven in de Europese batterijwaardeketen. Parallel aan de marktgerichte thema's is sprake van een set enablers die voor alle thema's noodzakelijk zijn. Deze enablers vertegenwoordigen de 'verticale' bouwstenen van de agenda: zij lopen door elk marktthema heen en vormen de basis voor succesvolle uitvoering. De *enablers* fungeren als toegangspoorten: voorwaarden die aantoonbaar op orde moeten zijn om voortgang binnen elk marktthema te waarborgen. Sommige hiervan zijn bovendien wettelijk verplicht te realiseren, onder andere door de EUBR.



8.1.1 Voorstel nieuwe structuur: Variant 2

Variant 1 bestaat eveneens uit vergelijkbare marktgerichte thema's, de *enablers* zijn gekoppeld aan de productfase. De fasering volgt de logica van product- en technologieontwikkeling (TRL's).



8.2 Aanbevelingen m.b.t. organisatie en governance

Interdepartementale samenwerking

Vanuit de Rijksoverheid is interdepartementale samenwerking rondom de Nederlandse batterijenstrategie. Hiermee is in 2020 begonnen. Dit is in de tijd uitgegroeid tot elf ministeries die hierbij samenwerken en deelnemen aan een interdepartementale werkgroep. Naast de ministeries bestaat de werkgroep ook uit andere organisaties, zoals de veiligheidsregio's (brandweer), RIVM, NVWA en provincies. Vier ministeries trekken de Nederlandse batterijstrategie:

- IenW – coördinator (bij elkaar brengen), veiligheid en circulariteit.
- EZK (voorheen: EZ / KGG) – versterken economische ontwikkeling ecosysteem, energiesysteem en netcongestie.
- BHO (vallen onder BZ) – grondstoffenonafhankelijkheid.

De urgentie van de Nederlandse batterijenstrategie is de afgelopen jaren groter geworden, omdat batterijen als sleuteltechnologie wordt beschouwd vanwege geopolitieke ontwikkelingen, verdienpotentieel van de sector en knelpunten in het Nederlandse energiesysteem. Het Draghi-rapport en het Wennink-rapport omtrent het veiligstellen van de economische positie en verdienvermogen van respectievelijk Europa en Nederland zorgen ook voor extra aandacht en urgentie voor de Nederlandse batterijenstrategie.

Beleid en verantwoording

De belangrijkste (beleids)documenten vormen de Actieagenda batterijsystemen en de jaarlijkse kamerbrief[3] over de voortgang strategische aanpak batterijen. Om de doelstellingen van de strategische aanpak te bereiken zijn er vijf pijlers waarlangs diverse activiteiten worden ondernomen: (1) grondstoffen, (2) circulariteit, (3) veiligheid, (4) economische perspectieven en (5) het energiesysteem.

Wat gaat goed

- Er is een goede interdepartementale samenwerking met werkgroep die periodiek bij elkaar komt.
- Er is een Rijksbrede visie: de Nederlandse batterijenstrategie.
- Ondersteuning van het ecosysteem via BCC-NL (veel landen hebben dat niet) en NGF.

[3] *Bron: IenW, 2025. Kamerbrief Voortgang strategische aanpak batterijen 2025.*

Wat kan beter

- De aansluiting op Europese initiatieven vanuit de Nederlandse overheid kan beter. Dat geldt bijvoorbeeld voor het binnenhalen van Europese fondsen. Over het algemeen doet Nederland het goed op dat vlak, maar specifiek voor batterijen blijft dat achter.
- De interne coördinatie en vertegenwoordiging van Nederland in Europa kan beter. Er loopt veel in Brussel op vlak van batterijen. Daar is momenteel nog niet voldoende zicht op.

Hoe verder richting 2030

- Verdere Europese aansluiting krijgen om nieuwe technieken toe te passen. Waardeketen batterijtechnologie in Europa dekkend krijgen.
- Ontwikkeling veiligheidsbeleid. Iedere transitie kent nieuwe veiligheidsrisico's. Een overheid moet daar goed op inspelen (bewustwording/voorlichting, wet- en regelgeving).
- Inzetten op duurzame batterijen. Dit creëert kansen om als Europese batterijwaardeketen onderscheidend te zijn. Juist bij het opzetten van nieuwe activiteiten is er een kans om deze via het principe van Safe and Sustainable by Design in te richten, zodat vervelende verrassingen achteraf worden voorkomen.

Battery Competence Cluster – NL (BCC NL)

In de Actieagenda uit 2022 is opgenomen een duurzame programmastructuur te op te zetten om de lange termijn ambities te realiseren: het Battery Competence Cluster – NL (BCC NL). Dit om niet enkel afhankelijk te zijn van projectafhankelijke financiering en in-kind bijdragen vanuit de samenwerkingspartners. BCC-NL is formeel opgericht als stichting in december 2024 door Brainport Development, RAI-Industries, Oost-NL (namens de gezamenlijke Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen) en ARN, die gezamenlijk het statutaire bestuur vormen.

BCC-NL is het programmabureau voor het Nationaal Groeifonds programma (NGF) voor batterijen. BCC-NL zelf wordt ook grotendeels (>95%) gefinancierd vanuit het NGF. Daarnaast voert BCC-NL nog enkele andere projecten uit vanuit separate financiering (bijvoorbeeld voor provincies). Vanuit het groeifonds is geld gereserveerd voor in totaal 8 jaar. Het gaat om een bedrag van ca € 7,6 miljoen voor 4 jaar. Het NGF-programma Material Independence & Circular Batteries (met budget € 292 miljoen) richt zich op het versterken van de positie van de Nederlandse maakindustrie in de mondiale batterijketen, waarbij duurzaamheid en circulariteit centraal staan. Het programma bestaat uit drie programmalijnen:

1. Duurzame materiaalvoorziening (leveren van grondstoffen door raffinage en batterijrecycling).
2. Ontwikkelen en opschalen van duurzame batterijtechnologie (materialen, componenten en equipment).
3. Circulaire batterijsystemen voor vervoerstoepassingen en netstabiliteit.

Capaciteit en middelen

Het uitvoeringsteam met de programmaleiders is verantwoordelijk voor de realisatie van de verschillende programma's en projecten binnen BCC-NL. Het uitvoeringsteam bestaat uit personen die vaak 50-50 werken voor BCC-NL en een samenwerkingspartner.

Wat gaat goed

- De inzet van BCC-NL heeft geleid tot intensievere en meer structurele samenwerking binnen het batterij-ecosysteem.
- Er is sprake van een groeiende collectieve oriëntatie, waarbij partijen vaker gezamenlijk optrekken in initiatieven en consortia.
- De aanwezigheid van een publiek-private uitvoeringsorganisatie draagt bij aan focus, versnelling en onderlinge afstemming.
- Het ecosysteem laat groei en verbreding zien over meerdere schakels van de waardeketen.

Wat kan beter

- De omvang en complexiteit van de opgave vragen om verdere versterking van capaciteit en continuïteit van BCC-NL. Met name het uitvoeringsteam heeft onvoldoende capaciteit.
- De huidige financieringsstructuur via NGF beperkt de flexibiliteit om snel in te spelen op nieuwe kansen en ontwikkelingen. Er zijn geen “vrij” te besteden middelen voor nieuwe kansen/initiatieven.
- Verdere professionalisering van monitoring en informatievoorziening is wenselijk (opbouw van business intelligence) om goed zicht te hebben op het ecosysteem en te kunnen bijsturen.
- Heldere communicatie over rollen en verwachtingen richting beleidsdepartementen blijft aandacht vragen.

Deze aandachtspunten dienen te worden gezien als ontwikkelopgaven binnen de uitvoering van de Actieagenda Batterijen en als input voor verdere doorontwikkeling strategie richting de periode 2026–2030.

Hoe verder richting 2030

- **Beschikbaar maken human capital**: Op dit moment betreft het *human capital* in de sector veel internationale mensen. Nederland moeten nu ook beginnen met het opleiden van mensen uit Nederland zelf. Dit is een brede maatschappelijke opgave in de cleantech industrie. Deels kan dit worden opgelost met een verschuiving in de economie: in de automotive sector kan bijvoorbeeld een shift worden gemaakt van het maken van motor (onderdelen) naar (onderdelen van) batterijen.
- **Het Open Battery Innovation Center (OBIC)**: deze industrialisatie hub waar partijen uit de hele keten samenwerken aan gedeelde faciliteiten en innovatie stond ook al in de NGF plannen. Het OBIC opent op zijn vroegst in 2027.
- **Realisatie batterijcelfabriek**: innovatie kan uiteindelijk alleen als je ook een stukje industrialisatie hebt. Daarom is het belangrijk dat de 1 GWh batterijcelfabriek er komt (beoogde bouw tussen 2027 en 2031).

8.3 Monitoring en bijsturing

Periodieke voortgangsmonitoring en bijsturing

Dit betrof de eerste evaluatie en herijking van de in 2022 opgestelde Actieagenda. Gezien de snelle ontwikkelingen (ecosysteem, techniek, wet- en regelgeving, etc.) adviseren wij om jaarlijks de voortgang goed in beeld te brengen en bij te sturen waar nodig. De wereld van energietransitie beweegt snel: een lerende en flexibele aanpak is essentieel om knelpunten op te lossen en kansen te pakken. Dit dient plaats te vinden per thema, de Actieagenda als geheel en BCC-NL als coördinerende organisatie.

Opbouw business intelligence met name rondom batterij ecosysteem

Daarnaast raden wij aan business intelligence (BI) op te bouwen rondom het batterij ecosysteem in Nederland en samen met partners ook in Europa. Dit impliceert het verzamelen van data rondom spelers in het ecosysteem. Dit kan ook per thema plaatsvinden. Goede data over het ecosysteem leidt tot betere inzichten, identificeren van trends, potentiële kansen en knelpunten wat kan helpen om het ecosysteem met gerichte maatregelen te ondersteunen om succesvol te worden en op te schalen. Dit zou een taak kunnen zijn voor BCC-NL.

8.4 Europese samenwerking

De Europese batterijenindustrie streeft naar strategische autonomie, een ambitie die geen enkel Europees land zelfstandig kan realiseren. Het bereiken van voldoende schaalgrootte, technologische diversiteit en effectieve markttoegang vereist daarom intensieve samenwerking in Europees verband.

Voor Nederland betekent dit dat duidelijk moet worden vastgesteld welke rol het land wil innemen binnen de batterijwaardeketen en op welke onderdelen samenwerking met buitenlandse partijen noodzakelijk is. Voor een deel is deze positionering reeds helder – Nederland heeft bijvoorbeeld een voortrekkersrol op het gebied van innovatieve anodematerialen en veel start en scale ups die werken aan LDES-innovaties – maar op andere onderdelen is verdere afbakening vereist.

Uitgangspunt daarbij is dat de regie over, en het verdienvermogen voortvloeiend uit, in Nederland ontwikkelde en met publieke middelen gefinancierde kennis en technologie zoveel mogelijk in Nederlandse handen blijft.

8.5 Nieuwe doorkruisende (sub)thema's:

Verbinden hightech maakbedrijven (binnen next gen)
Nederland beschikt over een sterke, internationaal concurrerende hightech maakindustrie die substantieel kan bijdragen aan de ontwikkeling van een autonome Europese batterijwaardeketen. Diverse ondernemingen die hun technologie momenteel toepassen in andere sectoren – waaronder semicon en hightech equipment – beschikken over relevante kennis en competenties die de batterijenindustrie kunnen versterken. Het betreft onder meer expertise op het gebied van precisie-engineering, systeemintegratie, automatisering en digitale kwaliteitscontrole. Een groeiend aantal hightechbedrijven uit aanpalende sectoren toont inmiddels concrete belangstelling voor een rol binnen de batterijenindustrie.

BCC-NL plant in 2026 een haalbaarheidsstudie om het potentieel van het koppelen van technologieën van Nederlandse hightech maakbedrijven aan de batterijenindustrie expliciet in kaart te brengen. Daarbij worden zowel gevestigde partijen met relevante ervaring als start-ups met disruptieve innovaties betrokken. Het doel is dit potentieel breed te mobiliseren en te vertalen naar concrete consortia, ter voorbereiding op een volgende NGF-fase.

Eerste ideeën over inbreng van 'niet-batterijen bedrijven' worden gezien in drie velden: (1) Bijdrage aan het ontwikkelen van flexibele celproductie in kleine volumes met hoge kwaliteit, (2) ontwikkeling van een nieuwe generatie equipment met lager energieverbruik en geschikt voor circulaire materialen en (3) *inline quality assurance* en *digital twins* voor procesoptimalisatie.

Human Capital
Wij bevelen *human capital* aan als extra doorkruisend thema. Goed opgeleid technisch personeel mbo-, hbo- en wo-niveau is een randvoorwaarde voor groei, veiligheid en innovatie van het Nederlandse ecosysteem. Zonder versterkt human-capitalbeleid is er een aanzienlijk risico dat de opschaling van R&D, productie, testen, certificering en incidentrespons stokt. Concreet gelden binnen dit nieuwe thema de volgende aanbevelingen:

- **Versnelling en opschaling:** Bestaande initiatieven zoals de LLO-Transitiehubs, de 'Batterijbox' en instroomprogramma's bieden een waardevolle basis, maar vragen om structurele versnelling en opschaling om de benodigde instroom en doorontwikkeling van gespecialiseerd personeel te realiseren. Een nationaal opleidingsprogramma, ontwikkeld met universiteiten, hogescholen en de Brandweeracademie, verdient prioriteit. Dit programma dient te worden ondersteund met subsidies voor bedrijven die medewerkers bijscholen én met structureel opleidingsbudget voor hulpdienste
- **Expertise op veiligheid en testen:** Daarnaast blijft expertise op het gebied van batterijveiligheid en testen schaars, ondanks aangepaste technische opleidingen en vernieuwde brandweertrainingen. Daarom wordt aanbevolen om de ontwikkeling van een breed gesteunde BatterijAcademie te versnellen. Deze moet zich richten op specialistische opleidingen voor hulpdiensten, batterijtesten, veiligheid en incidentrespons.