

ACTIEAGENDA BATTERIJ- SYSTEMEN



Holland High Tech
Global Challenges, Smart Solutions

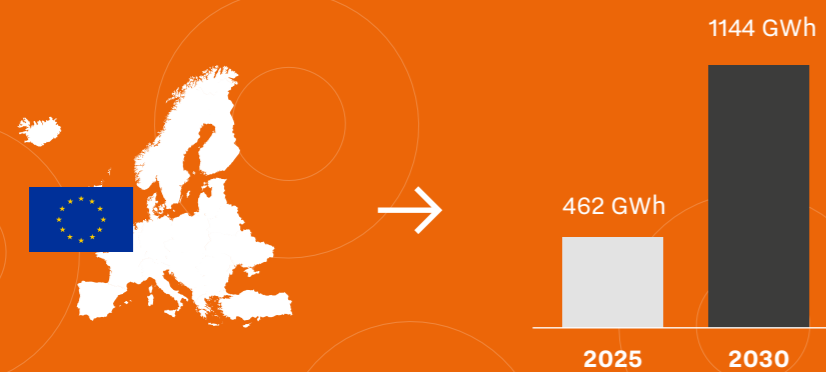
MANAGEMENTSAMENVATTING ACTIEAGENDA BATTERIJSYSTEMEN

EXPERTGROEP BATTERIJEN, SEPTEMBER 2022



Batterijen zijn een **onmisbare sleuteltechnologie** in de huidige **energietransitie**. Ze vormen een belangrijk middel voor verduurzaming van de mobiliteitsector en zorgen voor **stabilisatie van het elektriciteitsnet** met veel meer duurzame maar minder regelbare bronnen.

Verwachte jaarlijkse productie batterijcellen in **Europa**

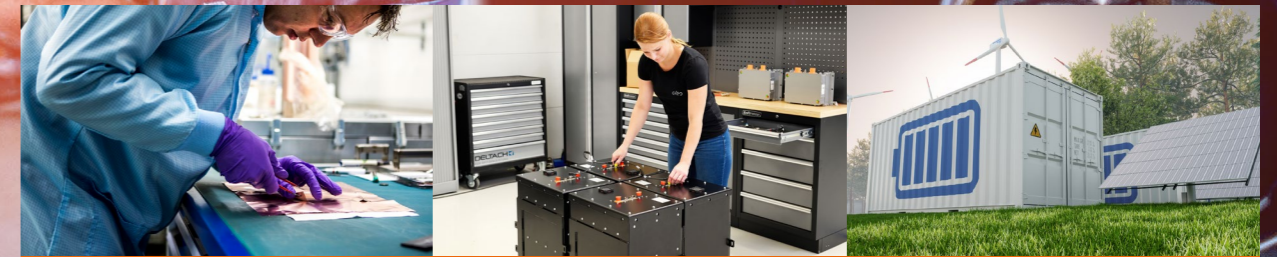


Enorme kansen batterijenwaardeketen in **Nederland**



MOONSHOTS

- Materialen en celontwerp → **TOP 5** Nederland staat in 2025 in de **top-5 voor het ontwikkelen van veilige en duurzame nieuwe materialen en cellen**
- Apparatuur voor cellen modules en pakketten → In 2030 leveren Nederlandse machinebouwers aan de **grote Europese gigafactories**



Batterijsystemen voor mobiliteit



In 2030 levert Nederland **internationaal onderscheidende batterijsystemen voor zwaar transport**

Batterijsystemen voor netondersteuning



In 2030 zorgen batterijen met **130 uur opslagduur** voor voldoende netcapaciteit en **regelbaar vermogen**

Data, veiligheid en testen



In 2030 is Nederland **koploper** op het gebied van batterijtesten voor **zwaar transport en systemen voor netondersteuning**

Hergebruik, tweede gebruik en recycling



In 2030 een **onafhankelijke Nederlandse infrastructuur** met toegang tot **gerecyclede grondstoffen**

GEZAMENLIJKE ACTIES

- 1** Goede faciliteiten voor de ontwikkeling en opschaling van batterijcellen en -pakketten
- 2** Bilaterale samenwerking, met name in Europa **focus op Duitsland**
- 3** Eind 2022 **nationaal batterijencompetentiecentrum, Battery Competence Cluster NL**
- 4** Aandacht voor **voldoende vakmensen**

NL

Holland High Tech
Global Challenges, Smart Solutions

MANAGEMENT SUMMARY

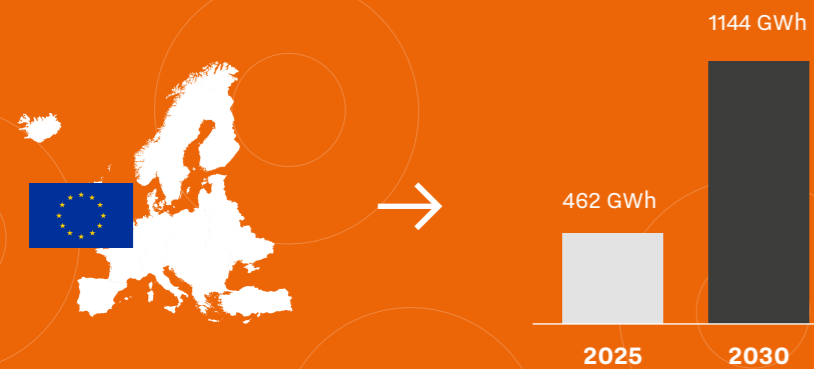
ACTION PROGRAMME BATTERY SYSTEMS

EXPERT GROUP ON BATTERIES, SEPTEMBER 2022



Batteries are an **indispensable key enabling technology** in the **energy transition**. They are a key tool in making the mobility sector more sustainable and support **stabilization of the energy grid** with more sustainable but less adjustable energy sources.

Europe and the local industries are investing significantly in developing an independent and sustainable European battery value chain. The expected yearly production of battery cells in Europe is **462 GWh annually in 2025**.



This provides great opportunities for the Dutch high-tech industry, and the mobility and energy sector



250

Currently, the Netherlands counts around **250 organizations (more than 13.000 FTE)** active in the battery value chain.

2.500

These have a potential earning capacity of **2500 million euros in 2030**.

MOONSHOTS

Materials and cell design

TOP 5

The Netherlands is amongst the **5 leading countries in developing safe and sustainable new battery materials and cells in 2025**.

Equipment for cells, modules and packs



Building on a strong heritage in developing complex (thin-film) production equipment, the Dutch high-tech industry will supply production equipment to **European gigafactories**



Battery systems for mobility



In **2030** the Dutch industry is recognized for its focus on battery technology for the heavy-duty mobility sector and will design, develop, produce and test **internationally renowned battery systems for heavy duty mobility**

Battery systems for grid support



In **2030** batteries with **130 hours** storage capacity will provide sufficient grid capacity and adjustable **power**

Data, safety and testing



In **2030** the Netherlands is **leading** in testing of **heavy duty batteries and battery systems for grid support**

Refurbishment, repurposing and recycling



In **2030**, an **independent Dutch infrastructure** with access to **recycled resources** is established

COLLABORATIVE ACTIONS

1



Establishing the necessary R&D- and test-facilities for developing and scaling new concepts for battery cells and packs

2



Bilateral cooperation, in Europe with a **focus on Germany**

3



At the end of 2022 a **national battery competence cluster called BCC-NL** will have been established

4



Establishment of a **joint human capital agenda and action plan**

NL

Holland High Tech
Global Challenges, Smart Solutions



Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	3
Management summary	5
1 Inleiding	10
2 Batterijlandschap: beschrijving waardeketen en huidige ontwikkelingen	14
2.1 Batterijtoepassingen	15
2.2 Batterijtechnologieën	16
2.3 Batterijwaardeketen	18
2.4 Beleidscontext	20
3 Toekomstige markt(schets) en de kansen voor Nederland	26
3.1 Materialen en celontwerp	26
Moonshots	26
Context en kansen	27
Samenhang met andere kansen	28
Speelveld nationaal, Europees en internationaal	28
Sterke/zwakke punten Nederland	30
Acties specifiek voor deze kans	30
3.2 Apparatuur voor cellen, modules en pakketten	31
Moonshots	31
Context en kansen	32
Samenhang met andere kansen	32
Speelveld nationaal, Europees en internationaal	33
Sterke/zwakke punten Nederland	34
Acties specifiek voor deze kans	35
3.3 Batterijsystemen voor mobiliteit	35
Moonshots	35
Context en kansen	36
Samenhang met andere kansen	37
Speelveld nationaal, Europees en internationaal	38
Sterke/zwakke punten Nederland	39
Acties specifiek voor deze kans	40
3.4 Batterijsystemen voor netondersteuning	40
Moonshots	40
Context en kansen	41
Samenhang met andere kansen	44
Speelveld nationaal, Europees en internationaal	45
Sterke/zwakke punten Nederland	46
Acties specifiek voor deze kans	47
3.5 Data, veiligheid en testen	48
Moonshots	48
Context en kansen	48
Samenhang met andere kansen	49
Speelveld nationaal, Europees en internationaal	50
Sterke/zwakke punten Nederland	50
Acties specifiek voor deze kans	51

3.6	Hergebruik, tweede gebruik en recycling	52
	Moonshots	52
	Context en kansen	52
	Samenhang met andere kansen	53
	Speelveld nationaal, Europees en internationaal	54
	Sterke/zwakke punten Nederland	55
	Acties specifiek voor deze kans	56
4	Prioritaire acties	60
4.1	Faciliteiten	61
4.2	Bilaterale samenwerking	64
4.3	Human Capital	64
4.4	Organiserend vermogen	65
4.5	Voorgestelde governance	65
4.6	Resultaten en Acties Programmabureau	66



Inleiding

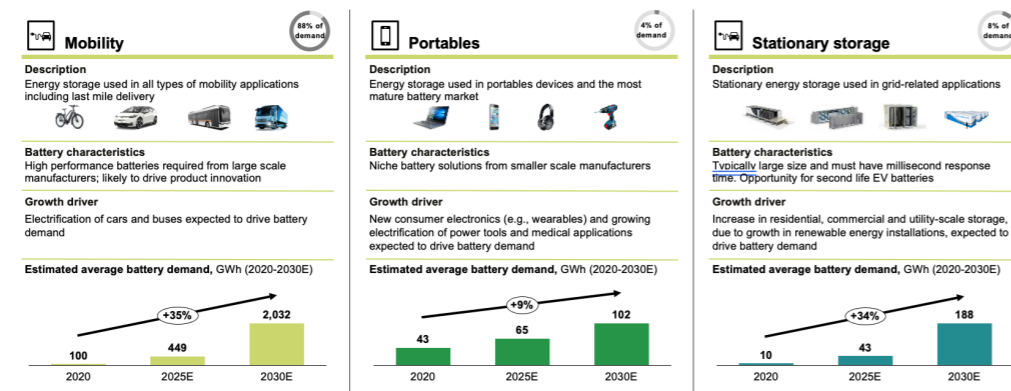
¹ Zie bijvoorbeeld rapport van Netbeheer Nederland, pagina 23 en 25: https://www.netbeheer-nederland.nl/_upload/Files/Samenvatting_rapport_Het_Energiesysteem_van_de_toekomst_198.pdf

² Zie bijvoorbeeld [rvo.nl/sites/default/files/2020/11/Trendrapport%20Nederlandse%20markt%20personenautos%20tot%20en%20met%202019.pdf](https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/11/Trendrapport%20Nederlandse%20markt%20personenautos%20tot%20en%20met%202019.pdf)

³ DeltaEnergie. Elektrisch rijden in 2021, dit zijn de trends. <https://nieuws.deltaenergie.nl/elektrisch-rijden/elektrisch-rijden-in-2021-dit-zijn-de-trends>

⁴ Zie bijvoorbeeld rapport Batterijlandschap (2019), <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/01/28/bijlage-2-baterijenstrategie-eindrapport-batterijlandschap/bijlage-2-baterijenstrategie-eindrapport-batterijlandschap.pdf>

Figuur 1: Ontwikkeling diverse markten voor batterijen.
Bron: PWC Strategy& (2021): *The business position and opportunities in the battery value chain for the Netherlands. Gebruik makend van BloombergNEF (2020): Electric Vehicle Outlook 2020, US DOE (2020): Energy Storage Grand Challenge: Energy Storage Market Report, IEA (2021): Global EV Data Explorer, WEF (2019): Global EV Data Explorer*



Voor een toekomst met meer duurzaam opgewekte energie vormen batterijen een steeds belangrijkere schakel in het regelen van onbalans tussen opwekking en gebruik, en daarmee het verlagen van de afhankelijkheid van elektriciteitscentrales¹. Daarnaast vormen geëlektrificeerde mobiliteitsoplossingen een duurzaam alternatief voor diesel en benzine². Ook consumenten raken hiervan overtuigd: zelfs in het voor de autobranche dramatische coronajaar was er nog een duidelijke stijging in het aantal verkochte elektrische auto's (62.000 naar 70.000)³. Door de toenemende elektrificatie van de maatschappij neemt het gebruik van batterijen nu en in de komende jaren sterk toe, tot een factor 100 tot 1.000 in 2040⁴.

Voor Nederland liggen er volop kansen op het gebied van batterijsystemen. De mobiliteitssector (met name heavy-duty) in Nederland is een belangrijke potentiële eindklant (DAF, DAMEN, VDL, maar ook kleinere partijen zoals bijvoorbeeld Ebusco). De ruim 40.000 banen en € 20 miljard omzet in de automotive sector en 280.000 banen en € 70 miljard omzet in de maritieme sector maken deze sectoren van groot belang voor de Nederlandse economie. Nederland kent verder sterke sectoren met een duidelijk belang in toelevering van batterijtechnologie (bijvoorbeeld de machinebouw, de chemische industrie en ingenieursdiensten), en heeft bovendien een sterke kennisbasis – bijvoorbeeld op het gebied van systems engineering, fysica, materiaalkunde, circulaire technologieën en processen, interface en oppervlaktechemie en nano-elektronica, en specifiek voor batte-

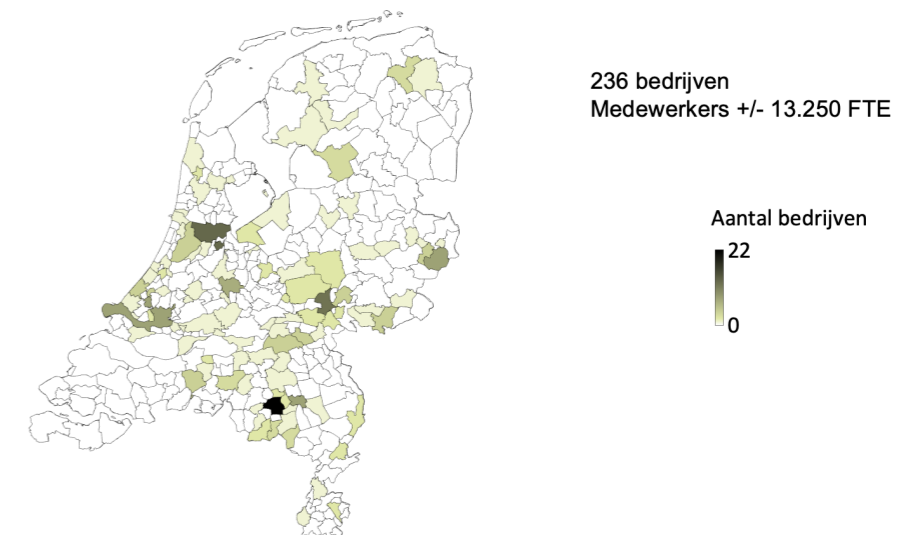
1

rijen op, testen, certificeren en veiligheid. Ook kent Nederland een aantal veelbelovende hoogtechnologische *scale-ups* (bijvoorbeeld LeydenJar, Delft IMP, E-magy, LionVolt, SALD BV) naast gerenommeerde machinebouwers en ingenieursbureaus (bijvoorbeeld VDL, Demcon, Sioux). Voorts kent Nederland ook enkele bedrijven die door middel van hun batterijen het elektriciteitsnet kunnen ondersteunen met grootschalige stationaire opslag. Denk hierbij aan een bedrijf als Elestor, dat in april 2021 een overeenkomst sloot met Vopak om hun Redox-Flow batterij op te schalen van 200 kWh naar 3.000 kWh in 2 jaar tijd⁵. *Last-but-not-least* ligt er een enorme uitdaging op het gebied van recycling en hergebruik, door ambitieuze wet- en regeling alsmede door de grote behoefte aan urban mining voor het veiligstellen van voldoende grondstoffen voor de productie van batterijen. PWC Strategy& schat het potentiële realiseerbare verdienvermogen voor Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen op ruim 2.500M euro in 2030. Volgens een analyse van de organisaties betrokken bij deze actieagenda zijn in totaal 236 bedrijven met 13.250 FTE actief op (onderdelen) van de batterijenwaardeketen: als ontwikkelaars van nieuwe concepten, toepassers in eindoplossingen of juist als end-of-life verwerkers. In figuur 2 is de geografische spreiding van deze bedrijven weergegeven.

De Nederlandse ambities sluiten aan bij de ambities in Europa, waarin investeringen in de ene na de andere Gigafactory over elkaar heen buitelen, zie figuur 3, met projecties

⁵ Elestor. ELESTOR enters cooperation with Vopak for scaling HBr Flow Battery Technology. <https://www.elestor.nl/elestor-enters-cooperation-with-vopak-for-scaling-hbr-flow-battery-technology/>

Figuur 2: Geografische spreiding van batterijenbedrijven in Nederland
Mogelijk gemaakt met Bing @ GeoNames, Microsoft, TomTom



⁶ CleanTechnica. 38 New EV Battery Gigafactories Planned In Europe. <https://cleantechnica.com/2021/07/03/europe-planning-38-new-ev-battery-gigafactories/>

⁷ European Parliament Think Tank. EU strategic autonomy in the context of Russia's war on Ukraine [What Think Tanks are thinking]. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2022\)729300](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2022)729300)

van 462 GWh productiecapaciteit in 2025 stijgend naar 1.144 GWh in 2030⁶. Deze investering worden gevoerd dan de Europese wens om autonoom te worden op het gebied van lithium-ion batterijenproductie. Hoewel het realiseren van Gigafactories in Nederland op korte termijn niet opportuun lijkt, kunnen Nederlandse spelers wel aanhaken op deze ontwikkelingen door nieuwe concepten te ontwikkelen voor de gigafactories van de toekomst, als toeleveranciers equipment aan de gigafactories voorzien en de geproduceerde cellen recycleren. Zo borgt Nederland voldoende strategische autonomie en leveringszekerheid op het gebied van de energietransitie, het belang daarvan temeer is versterkt door de recente Russische agressie in Oekraïne⁷.

Dat batterijen een grote rol spelen in de energiesystemen van nu en de toekomst is evident. Maar of Nederland in deze globale waardeketen een rol van betekenis kan spelen, hangt sterk af van of we nu durven te investeren teneinde een florerend nationaal batterij-ecosysteem te laten groeien. Deze actieagenda laat zien op welke manier dat de meeste kans van slagen heeft.

Deze actieagenda bouwt voort op een call-to-action die in 2021 is opgesteld door ROM Nederland, Brainport Development, RVO, NWO, I&W en EZK namens het brede veld. Op basis hiervan is een expertgroep met een vertegenwoordiging van batterijexperts aan

Figuur 3: Overzicht van Gigafactory ontwikkelingen in Europa.
Bron: <https://cicenergigune.com/en/blog/gigafactories-europe-commitment-economic-recovery-battery-factories>



de slag gegaan om de genoemde thema's verder uit te werken. De expertgroep wordt gevormd door Ardi Dortmans, Christian Rood, Guido Dalessi, Menno Kleingeld, Moniek Tromp en voorgezeten door Mark Huijben. De expertgroep geeft in deze actieagenda aan waar zij de kansen en uitdagingen op het gebied van batterijsystemen ziet. Deze actieagenda geeft invulling aan de motie van het CDA over een coördinerende rol bij de ontwikkeling van een concreet plan voor het batterijenecosysteem in Nederland⁸.

⁸ Detail 2021D26798 | Tweede Kamer der Staten-Generaal

De ambitie van deze actieagenda is daarmee om Nederland, en haar bedrijven en kennisinstellingen, sterker te positioneren op het gebied van batterijsystemen en de bijbehorende waardeketen. Zo creëren we kansen binnen de Europese waardeketens in een explosief groeiende markt en faciliteren we de omslag naar een CO₂ neutraal energiesysteem.

Het doel van deze actieagenda is om aan te geven:

- 1 Welke kansen er liggen voor Nederland
- 2 Wat de sector (bedrijfsleven + kennisinstellingen) daarvoor zelf gaat doen
- 3 Welke steun nodig is vanuit de topsectoren en de nationale en regionale overheid

Leeswijzer

Deze actieagenda bestaat uit drie delen. In hoofdstuk 2 gaan we in op de werking van een batterij, de voornaamste toepassingen, de waardeketen van cel tot end-of-life en de relevante beleidscontext, zowel in Nederlandse als Europese setting. In hoofdstuk 3 beschrijven we voor zes geïdentificeerde thema's de relevante moonshots, voorgestelde acties, relevante spelers in Nederland, en brengen we de sterktes en zwaktes in kaart. In hoofdstuk 4 beschrijven we de benodigde prioritaire acties, die het gehele ecosysteem aan bedrijven en kennisinstellingen voor batterijsystemen verder versterken.

Batterijlandschap: beschrijving waardeketen en huidige ontwikkelingen

Leeswijzer

Batterijsystemen zijn niet meer uit ons leven weg te denken. In dit hoofdstuk duiden we de werking van batterijsystemen en de componenten ervan, de voornaamste toepassingen van batterijsystemen, de relevante stappen in de batterijenwaardeketen (grondstoffen tot end-of-life) en de relevante beleidscontext zoals het Klimaatakkoord, de Green Deal en Europese gremia en initiatieven zoals IPCEI, Batteries Europe, etc.

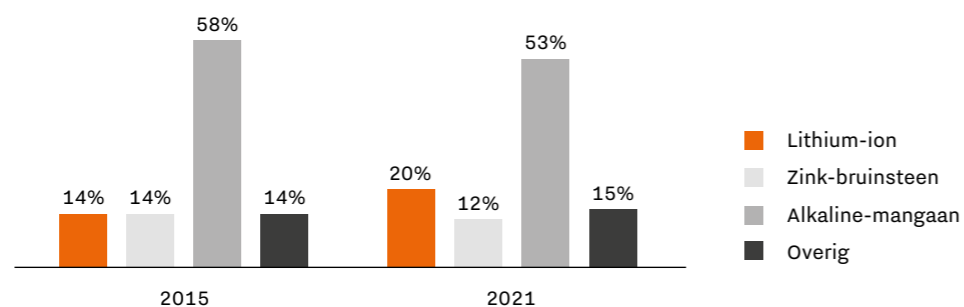
Er bestaat een grote verscheidenheid aan verschillende batterij technologieën. Deze kunnen opgedeeld worden in zogeheten primaire batterijen en secundaire batterijen. Primaire batterijen (bijvoorbeeld alkaline of zink-kool) zijn niet-oplaadbaar. Vanuit circulair en economisch perspectief zijn deze batterijen in toenemende mate minder aantrekkelijk dan secundaire batterijen, en hoewel ze nog volop toegepast worden, neemt het gebruik wel af. Deze zullen daarom niet verder meegenomen worden in deze actieagenda. Secundaire batterijen zijn oplaadbaar, en betreffen bijvoorbeeld nikkelmetaalhydride en lithium-ion batterijen.

De meest toegepaste secundaire-batterijtechnologie volgens de *put-on-market* (POM) van Stichting Stibat betreft op dit moment de lithium-ion batterij, zie ook figuur 4. Hoewel primaire batterijen zoals zink-bruinsteen en alkaline-mangaan nog het meeste gebruikt worden, is wel sprake van een sterk dalende trend. Lithium-ion batterijtechnologie vindt men terug in de meeste consumentenproducten (laptops, tablets, mobiele telefoons, etc.), de meeste mobiliteitstoepassingen (auto's, bussen, fietsen, etc.), en ook in een aanzienlijk deel van de voor de particulier verkrijgbare AA en AAA batterijen zijn van deze technologie voorzien. Lithium-ion batterijcellen worden gecombineerd

Figuur 4: Verdeling van batterijtypes op basis van toegepaste technologie.

Bron: Verkennend Onderzoek Inzameling Lithium-Ion Batterijen in Nederland. möbius, 2020.

Verdeling batterijtypes



2

met elektronica en ondersteunende software, zogenaamde batterijmanagementsysteem, tot uiteindelijke modules en pakketten voor energieopslag.

Batterijtoepassingen

Batterijtechnologie wordt op veel gebieden toegepast. Mobiliteit, ondersteuning van het elektriciteitsnet en consumentenproducten zijn de belangrijkste categorieën. Met name mobiliteit vormt een belangrijke driver, met een geschat aandeel van 88% in het totale aantal gevraagde batterijen in 2030, tegenover 4% ten behoeve van consumentenproducten en 8% voor stationaire opslag⁹.

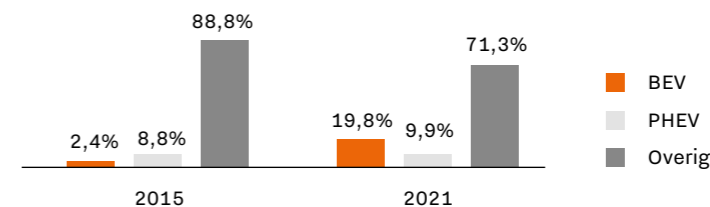
Bij mobiliteitstoepassingen kan onderscheid gemaakt worden tussen verschillende soorten mobiliteit: personenauto's (EV, electric vehicles), goederenvervoer over de weg (van de grote heavy duty vehicles tot kleinere last-mile delivery voertuigen) en overige vormen van personenvervoer, zoals fietsen en scooters. Maar batterijen bieden ook mogelijkheden voor het elektrificeren van de scheepvaart en luchtvaart, waarbij de huidige batterijtechnologie al geschikt is voor maritieme toepassingen (veerponten, binnenvaart, werkschepen, sleepboten en luxe jachten) maar nog onvoldoende geschikt is voor (grotere) vliegtuigen.

Met name bij stationaire toepassingen geldt dat deze getallen met enige onzekerheid omgeven zijn wat betreft de rol die batterijen gaan spelen in het energiesysteem van de toekomst. Zeker is dat batterijen op korte termijn nodig zijn om netcongestie tegen te gaan, en op de lange termijn om de onbalans in het energiesysteem veroorzaakt door duurzame energie te corrigeren. Ook bieden de ontwikkelingen rondom bi-directioneel laden een kans om op dit potentieel in te tappen, en kunnen batterijen op slimme wijze in de gebouwde omgeving geïntegreerd worden. De mate waarin het decentraal opwekken én opslaan van energie (thuis- en wijkbatterijen) een rol zal gaan spelen wordt met

⁹ PWC Strategy& (2021): The business position and opportunities in the battery value chain for the Netherlands

Figuur 5: Hierin wordt de ontwikkeling van het aantal verkochte personenauto's geduid, onderverdeeld naar BEV (Battery Electric Vehicle), Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) en overig. Deze laatste categorie bevat met name fossiel aangedreven auto's: het aandeel Fuel Cell Vehicles is verwaarloosbaar (0.04% in 2021). Bron: RVO (2022): <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/cijfers-elektrisch-vervoer>

Explosieve groei verkochte zero-emission vehicles



name bepaald door de variabele toename van duurzame energie in het net. Dit bepaalt uiteindelijk hoe groot de rol van batterijen zal zijn. Een inschatting van de explosieve groei van stationaire toepassingen wordt geboden door de LDES council, zie figuur 6.

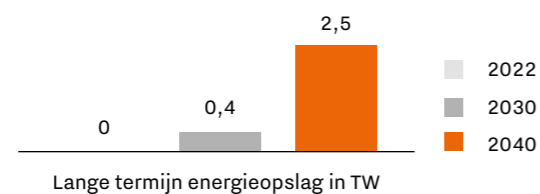
Mobiliteitstoepassingen en stationaire toepassingen vormen de focus van deze actie-agenda. Voor toepassingen aan consumentenproducten wordt, vanwege de beperktere maatschappelijke relevantie en marktomvang, geen uitgebreide aandacht besteed.

In de energietransitie vervullen batterijen een rol als middel voor chemische energie-opslag, enigszins vergelijkbaar met waterstof. In sommige toepassingen kan in ieder geval op het eerste gezicht dus sprake zijn van technologische concurrentie. Bijvoorbeeld in mobiliteitstoepassingen, waar gebruik gemaakt kan worden van een groot batterijpakket om de motor aan te drijven, of een waterstof verbrandingscel met een klein batterijpakket. Aan beide technologieën kleven voor- en nadelen. Aandrijving op basis van waterstof heeft een lagere energie-efficiëntie (25-40%^{10,11}), en voor mobiele toepassingen is nu geen goede laadinfrastructuur beschikbaar (in Nederland zijn er voor personenvervoer slechts enkele tankstations beschikbaar¹², afgezet tegen bijna 80.000 openbare elektrische laadpunten in totaal). Een groot voordeel van waterstof is een grotere actieradius voor vervoermiddelen^{13,14}, mogelijk gemaakt door een tot 100x hogere energiedichtheid¹⁵. Duidelijk is dat waterstof en batterijen beiden een rol hebben in de energietransitie, en de tijd zal uitwijzen hoe deze technologieën en in welke toepassingen ze elkaar complementeren.

Batterijtechnologieën

Bij het ontwerpen van nieuwe batterijtechnologieën zijn verschillende factoren van belang. Dit gaat in eerste instantie over het verhogen van de energiedichtheid en de vermogensdichtheid, maar ook kosten, gewicht, omvang en levensduur (waaronder ook garantievoorwaarden) spelen een cruciale rol. De energiedichtheid geeft aan hoeveel energie er per kilogram accu opgeslagen kan worden, en de vermogensdichtheid staat voor het vermogen dat de accu per kilogram kan leveren. Voor mobiliteitstoepassingen zijn deze begrippen van groot belang voor het rijbereik en de laadsnelheid van elektrische auto's. Daarnaast speelt Safe-and-Sustainable-by-Design, SSbD, een toenemende rol. Dit wordt mede gedreven door strengere Europese wetgeving en normstelling.

Verwachte capaciteit langetermijn energieopslag



¹⁰ FluxPower. Hydrogen Fuel Cell Efficiency: How Does it Compare to Lithium-Ion? <https://www.fluxpower.com/blog/hydrogen-fuel-cell-efficiency-how-does-it-compare-to-lithium-ion>

¹¹ Volkswagen AG. Hydrogen or battery? A clear case, until further notice. <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html>

¹² Toyota Waterstof. Waterstof tanken steeds meer waterstof tankstations. <https://www.toyota.nl/waterstof/tanken-prijzen.json>

¹³ Volkswagen AG. Hydrogen or battery? A clear case, until further notice. <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html>

¹⁴ FuelCellWorks. Volvo Trucks Ready To Electrify A Large Part Of Goods Transports: Hydrogen Trucks Coming Next. <https://fuelcellworks.com/news/volvo-trucks-ready-to-electrify-a-large-part-of-goods-transport-hydrogen-trucks-coming-next/>

¹⁵ Driving. Motor Mouth: These numbers decide whether hydrogen or electric cars win out. <https://driving.ca/column/motor-mouth/motor-mouth-the-numbers-that-decide-whether-hydrogen-or-electric-cars-win-out>

Figuur 6: Verwachte capaciteit lange-termijn energieopslag. Bron: LDES Council (2021). *Net-zero power. Long duration energy storage: for a renewable grid.*

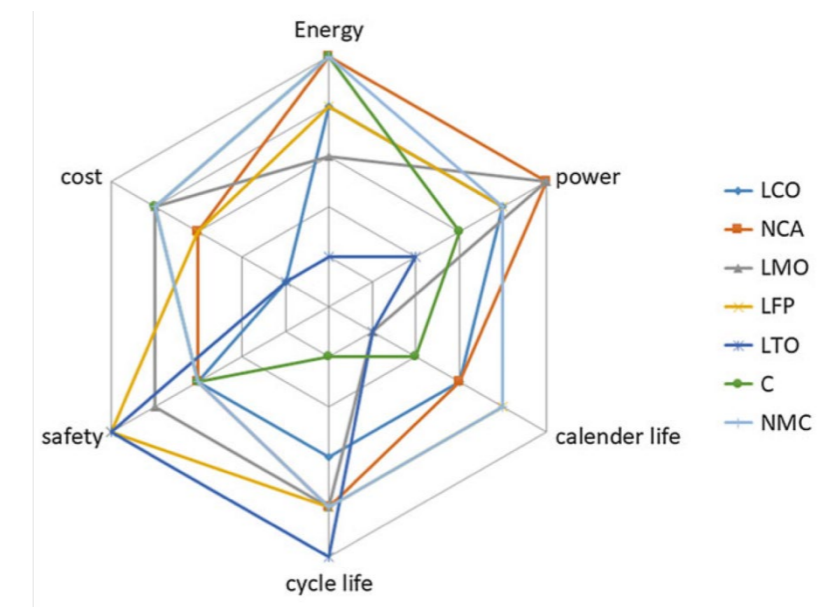
¹⁶ In EUR-Lex - 52020PC0798 - EN - EUR-Lex (europa.eu) wordt het gebruik van toxische chemische stoffen en materialen geadresseerd. Ook wordt onder de EU Chemicals Strategy for Sustainability benadrukt dat gestreefd moet worden naar *non-toxic/toxicfree environments* waarbij actief gezocht moet worden naar het gebruik van stoffen met een zo laag mogelijke toxiciteit (hazard).

Enkele batterijtechnologieën zijn in figuur 7 tegen elkaar afgezet; duidelijk is dat de lithium-ion technologie op vermogen- en energiedichtheid superieur is aan de beschikbare alternatieven, terwijl er beperkingen zijn qua kosten en levensduur.

Lithium-ion cellen bestaan uit verschillende onderdelen, waarvan de belangrijkste de *anode*, de *kathode* en het *elektrolyt* zijn. De anode is de minpool van de batterij, de kathode de pluspool. Het elektrolyt is een medium dat beide polen aan elkaar verbindt. Daarnaast is er altijd een *separator* aanwezig om direct elektrisch contact tussen beide polen, en dus kortsluiting, te voorkomen.

Allesbepalend voor de opslagprestaties van de batterij zijn hierbij de materialen die gebruikt worden. Batterijmaterialen zijn voor grofweg 30-40% verantwoordelijk voor de toegevoegde waarde van een batterij. In de huidige lithium-ion batterijen wordt grafiet toegepast als anodemateriaal, maar wordt er een grote diversiteit aan kathodematerialen gebruikt om een breed scala aan lithium-ion batterijen te realiseren met sterke verschillen in de eigenschappen (energie, laadsnelheid, levensduur, kosten, etc.). Zie ter illustratie figuur 7. Er kan dus niet gesproken worden over een lithium-ion batterij als één specifieke technologie met voor- en nadelen. De maximale energiedichtheid wordt behaald met een NMC-type lithium-ion batterij gebaseerd op kathodes met een samenstelling van nikkel, mangaan en kobalt, en is de huidige standaard voor elektrische auto's. Daarentegen wordt een verbeterde veiligheid behaald met een LFP-type lithium-ion batterij gebaseerd op kathodes met ijzer. Ondanks de gereduceerde energiedichtheid blijft deze nog steeds commercieel aantrekkelijk om in bijvoorbeeld trucks te worden toegepast.

Figuur 7: Een vergelijking van verschillende soorten Li-ion batterijtechnologieën op relevante eigenschappen. LCO = Lithium cobalt oxide, NCA = Lithium nickel cobalt aluminium oxides, LMO = Lithium ion manganese oxide battery, LFP = Lithium iron phosphate battery, LTO = Lithium-titanate battery, NMC = Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide Batteries
Bron: Sahana, M.B., Gopalan, R. (2019). *Recent Developments in Electrode Materials for Lithium-Ion Batteries for Energy Storage Application*. In: Mahajan, Y., Roy, J. (eds) *Handbook of Advanced Ceramics and Composites*. Springer, Cham.



Voor grootschalige, stationaire energieopslag van variabele, duurzame energiebronnen (bijvoorbeeld zon en wind) wordt er op dit moment ook gebruik gemaakt van lithium-ion gebaseerde batterijsystemen om stabilisatie van het elektriciteitsnet te realiseren. Daarnaast bestaan er ook zogenaamde bulkbatterijen die niet opgebouwd zijn uit individuele batterijcellen, maar als een groot, schaalbaar systeem. Een voorbeeld is de zogeheten *redox-flow* batterijtechnologie, waarbij het materiaal van verschillende batterijpolen in grote tanks wordt opgeslagen. Hiernaast wordt in Nederland ook gewerkt aan bulkbatterijen op basis van *zoutwater* technologie, *gesmolten metaal* en ook de bekende *loodzuur accu* valt onder het bulk type.

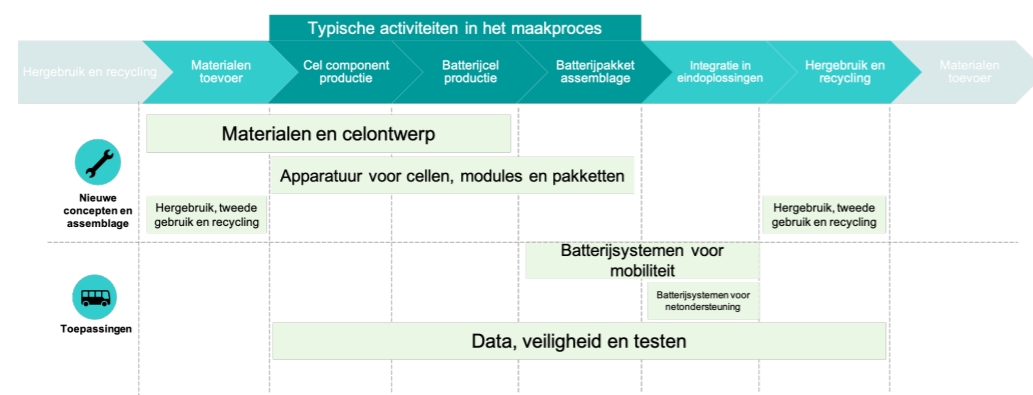
Deze actieagenda focust zich op batterijtechnologie voor de opslag van elektriciteit voor de realisatie van een succesvolle energietransitie. Dat betekent dat andere vormen van energieopslag, waaronder warmteopslag middels warmtebatterijen, buiten beschouwing worden gelaten.

Batterijwaardeketen

In deze actieagenda formuleren we een zestal thema's, die verschillende en deels overlappende stukken van de batterijwaardeketen omvatten. Zie ter illustratie figuur 8. Deze thema's zijn vastgesteld door de expertgroep. De keuze is tot stand gekomen op basis van de eerder geformuleerde call-to-action, de analyse van PWC Strategy&, de eerdere studie van TNO, en door de thema's zoals die in Europese context (met name IPCEI en BatteriesEurope en Batt4EU roadmaps) benoemd zijn. Deze thema's omschrijven de meest prioritaire onderwerpen voor Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven, ingegeven door de maatschappelijke relevantie (vanuit veiligheidsperspectief en relevante voor circulaire en energietransitie), economische relevantie (potentieel verdienvermogen voor Nederlandse bedrijven), wetenschappelijke relevantie (positie Nederlandse kennisinstellingen) en Europese raakvlakken.

Figuur 8: Thema's van deze actieagenda geplaatst op delen van de batterijwaardeketen.

Bron: PWC Strategy& (2021)



De batterijwaardeketen is een circulaire keten waarin alle onderdelen in de ontwikkeling van een batterijtoepassing met elkaar verbonden zijn; waarbij afgedankte batterijen aan het einde van de keten hergebruikt kunnen worden in nieuwe producten, of gerecycled worden om grondstoffen terug te winnen voor de productie van nieuwe batterijen. De verschillende stappen van de lithium-ion batterij waardeketen worden hieronder kort toegelicht. Met name voor bulkbatterijen, waarbij geen sprake is van individuele cellen die in pakketten worden geïntegreerd, ziet de keten er enigszins anders uit.

- **Materialen toevoer:** Ruwe grondstoffen, bijvoorbeeld lithium en kobalt, worden gewonnen uit de aarde. Met name de winning van kobalt kent geografische beperkingen¹⁷, en voor zowel lithium als kobalt geldt dat er sprake is van ESG-uitdagingen (Environmental, Social en Governance)^{18, 19}. Dit soort grondstoffen wordt ook door de EU aangemerkt als critical raw materials (CRMs)²⁰. Ruwe grondstoffen dienen vaak verder bewerkt te worden voordat ze geschikt zijn voor gebruik in batterijen: lithium wordt bijvoorbeeld als lithium carbonaat aangeboden (Li_2CO_3) in de markt en dient omgezet te worden naar lithiumhydroxide ($\text{LiOH} \cdot (\text{H}_2\text{O})_n$).
- **Cell component productie²¹:** De cel onderdelen van lithium-ion batterijen bestaan uit een vloeibare substantie (een zogeheten slurry) waar ten minste twee ruwe materialen met elkaar gemengd worden. Naast de actieve materialen zoals lithium en bijvoorbeeld grafiet, worden ook additieven en bindmiddelen toegevoegd. De slurry wordt aangebracht op een folie (vaak van koper of aluminium) en vervolgens gedroogd. Het materiaal wordt verder bewerkt door rollers (calendering) en de folierol wordt in verschillende kleinere rollen opgesplitst (slitting). Uiteindelijk wordt de folie nog een laatste keer gedroogd, vaak in een vacuüm proces.
- **Batterij cel productie:** Afhankelijk van het type cel (cilindrisch, pouch, prismatisch) verschilt het exacte proces. In het geval van de bekende cilindrische cellen worden de folies rondom een staaf gesponnen. Dit geheel (de jelly rol) wordt in een metalen behuizing gestopt. Het elektrolyt wordt in de behuizing geladen onder vacuüm en daarna wordt de behuizing inclusief bovenkant met een terminal afgesloten. De cel wordt een eerste keer geladen en ontladen om een zogeheten *Solid Electrolyte Interphase* barrière tussen anode/kathode en elektrolyt aan te brengen, wat voor een goede werking van de batterij zorgt²². In de laatste fase van het productieproces, genaamd *aging* wordt de batterij enige tijd in rekken gemonitord om de kwaliteit ervan te kunnen garanderen.
- **Batterijpakketassemblage²³:** Met pre-assemblage worden cellen gecontroleerd op kwaliteit, schoongemaakt en aan elkaar bevestigd. Vervolgens worden ze tegen elkaar gedrukt, worden (plastic) lagen voor hittegeleiding aangebracht en de cellen in de verpakking gebracht. De diverse cellen worden met elektriciteitsdraden aan elkaar verbonden en de printplaat van het BMS wordt gepositioneerd, gemonteerd en getest. Als laatste wordt externe behuizing, bekabeling, bekabeling van het BMS en het koelsysteem aangebracht, en de module getest, waarna deze compleet is. Individuele modules worden geïntegreerd en bevestigd in de pakketbehuizing van een pakket, elektrische en thermische reguleringsmodules worden aangebracht en het pakket wordt verzegeld. Nadat de cel geladen is, worden diverse testen op het pakket uitgevoerd.

¹⁷ Mining.com. Why cobalt will struggle to free itself from the DRC: Andy Home. <https://www.mining.com/web/cobalt-will-struggle-free-drc-andy-home>

¹⁸ Ensia. Cobalt is critical to the renewable energy transition. How can we minimize its social and environmental cost? <https://ensia.com/features/cobalt-sustainability-batteries/>

¹⁹ Institute for Energy Research. The Environmental Impact of Lithium Batteries. <https://www.institute-forenergyresearch.org/renewable/the-environmental-impact-of-lithium-batteries/>

²⁰ EUR-Lex - 52020DC0474 - EN - EUR-Lex

²¹ RWTH Aachen University. Lithium-ion battery cell production process. https://www.pem.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaabdqbt

²² UPS Battery Center. The SEI Layer Inside Lithium Batteries Explained. <https://www.upsbatterycenter.com/blog/sei-layer-inside-lithium-batteries/>

²³ RWTH Aachen University. Battery module and pack assembly process. https://www.pem.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaabdqbt

²⁴ Autobatteries.com. Install the New Car Battery. <https://www.autobatteries.com/en-us/installation-and-recycling/car-battery-installation/step-4-install-new-replacement-battery>

²⁵ BioEnergyConsult. What is a Power Inverter and Why do I Need One? <https://www.bioenergyconsult.com/power-inverter/>

²⁶ Sommerville, R., Zhu, P., Rajaeifar, M. A., Heidrich, O., Goodship, V., & Kendrick, E. (2021). A qualitative assessment of lithium ion battery recycling processes. Resources, Conservation and Recycling, 165, 105219.

- Integratie in eindoplossingen: Afhankelijk van het daadwerkelijke eindproduct, wordt het pakket op bepaalde wijze geïnstalleerd. Batterijpakketten kunnen worden bevestigd in voertuigen²⁴ waarbij afhankelijk van de bevestigingswijze het plaatsen en bevestigen van bedrading voldoende is, bij stationaire oplossingen is in ieder geval ook het installeren van een omvormer noodzakelijk²⁵.
- Hergebruik en recycling: Batterijen dienen ingezameld te worden voor hergebruik en recycling. Wanneer een batterij van voldoende kwaliteit is kan deze gerepareerd en herbestemd worden. Indien dit geen optie is, dient een batterij gerecycled te worden. De batterij wordt ontmanteld waarbij op mechanische wijze elektrolyt, hulpstoffen en metaaloxiden van elkaar kunnen worden gescheiden. Bijvoorbeeld metaaloxiden moeten door middel van hydrometallurgie weer omgezet worden tot metaalzouten om geschikt gemaakt te worden voor gebruik in nieuwe batterijen²⁶.

Beleidscontext

Binnen de Nederlandse context is met name het klimaatakkoord relevant, waarin bedrijfsleven, overheden en maatschappelijke organisaties hebben aangegeven de uitstoot van broeikasgassen in Nederland in 2030 te halveren. Om invulling te geven aan de kennis en innovatievraagstukken passend bij het klimaatakkoord, is de IKIA (Integrale Kennis en Innovatieagenda Klimaat en Energie) geformuleerd, waaronder weer diverse MMIP's (Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's) vallen. De MMIP's geven invulling aan de zes missies van het klimaatakkoord, en elk MMIP schetst wat de verwachte bijdragen zijn aan de missies en welke kennis- en innovatieopgaven op korte termijn moeten worden opgepakt middels onderzoek, ontwikkeling, demonstratie en implementatie.

Hoewel er ruime aandacht binnen het klimaatakkoord is voor waterstof als energiedrager, worden batterijsystemen slechts in beperkte mate genoemd. Voor batterijsystemen zijn met name de zogeheten Missie D+, *Emissieloze en toekomstbestendige mobiliteit voor mensen en goederen in 2050* en het dwarsdoorsnijdende thema *Systeemintegratie* van belang. Onder deze missie en dit thema zijn twee MMIP's van belang, namelijk *MMIP 9: Innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit* en *MMIP 13: Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem*. Onder de laatste MMIP is ook expliciete aandacht voor energieopslag- en conversie als thema. Vanuit circulair perspectief is de missie CE van belang voor zowel technologische als niet-technologische innovaties die nodig zijn om de batterijenketen van de toekomst vorm te geven: circulair ontwerp (onder andere substitutie), circulaire productieprocessen (onder andere recycling) en vertrouwen, gedrag en acceptatie. Hieronder vallen ook zaken als materialenpaspoorten en kwaliteitscontrole van circulaire processen via meten en detecteren. Vanuit de MMIP's wordt gestuurd op diverse onderzoeksprogramma's, zoals de KIC-calls van NWO (bijvoorbeeld de recent gelanceerde NWO-KIC call op Emissieloze en Circulaire scheepvaart vanuit de missie CE en D+) en de aanstaande NWO-KIC call op Vertrouwen, Gedrag en Acceptatie of het programmeren van Publiek Private Samenwerkingen -toeslag door de diverse TKI's. In de tweede ronde van het Nationaal Groeifonds wordt ook geïnvesteerd in batterijen, middels de NXTGEN HIGHTECH en Zero-emissie binnenvaart batterij-elektrisch initiatieven.

²⁷ Europese Commissie. Een Europese Green Deal. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_nl

²⁸ ECEEE. EU says it could be self-sufficient in electric vehicle batteries by 2025. <https://www.eceee.org/all-news/news/eu-says-it-could-be-self-sufficient-in-electric-vehicle-batteries-by-2025/>

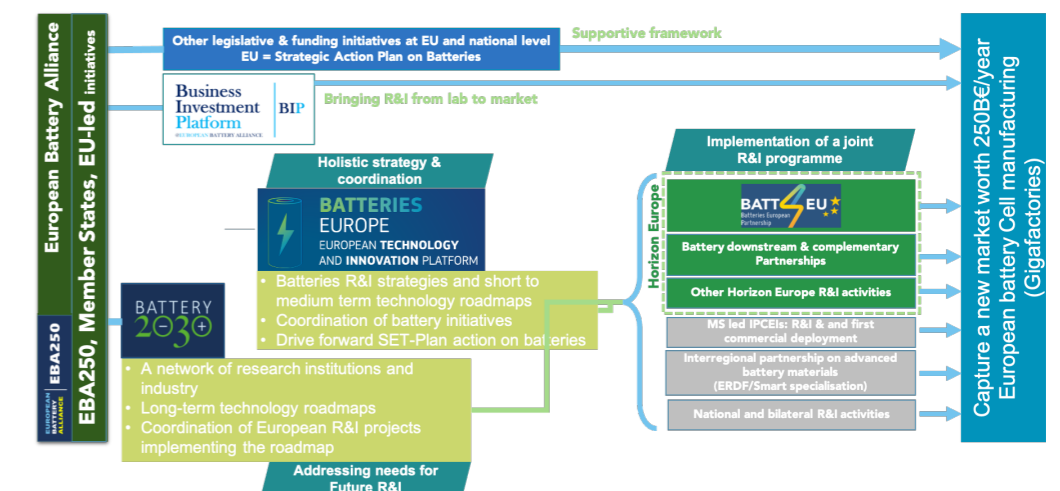
In de Europese context is met name de Green Deal²⁷ relevant. Dit programma is vorig jaar opgesteld met als doel Europa voor 2050 klimaatneutraal te maken, menselijk leven te beschermen, bedrijven te helpen wereldleiders te worden in schone producten en technologieën en een eerlijke en inclusieve transitie mogelijk te maken. Een belangrijke component hiervan is het Fit-for-55 package, waarmee beleidsmaatregelen zijn aangenomen om de uitstoot van broeikasgassen met 55% terug te dringen in 2030. Deze maatregelen betreffen aanpassingen aan het systeem van emissierechten (ETS), gereguleerde doelstellingen voor individuele lidstaten en een *Sociaal Klimaat Fonds* met name gericht op het assisteren van kwetsbare huishoudens bij de benodigde transitie.

Hiernaast heeft Europa ook specifiek de ambitie om zelfvoorzienend te worden op het gebied van de batterijenwaardeketen²⁸. Er zijn meerdere gremia opgericht die een bijdrage leveren aan deze ambitie – zie figuur 9. Vanuit de EBA 250 (de European Battery Alliance, met name een Europese netwerkorganisatie) is in 2018 een strategisch actieplan opgezet. De Battery 2030+ is een netwerk van kennisorganisaties en industrie dat met name kijkt naar de lange termijn doelen van vernieuwend batterijonderzoek, en het coördineert relevante kennisactiviteiten. Batteries Europe is het ETIP, een open platform waar alle stakeholders samen komen, en dat verantwoordelijk is voor het opstellen van de Strategische Onderzoeks- en Innovatieagenda welke in 2015 is gelanceerd. HorizonEurope is een van de belangrijkste implementatiemechanismen van al deze agenda's en doelstellingen, en onder HorizonEurope is het BATT4EU partnership gecreëerd. Het BATT4EU partnership geeft de werkprogramma's onder HorizonEurope mede vorm, en bestaat zowel uit een publiek gedeelte, als een privaat gedeelte waar bedrijfsleven en onderzoeksorganisaties vertegenwoordigd zijn. Vanuit Nederland zijn Delft IMP, E-magy, de Universiteit Twente en TNO aangesloten.

Naast de activiteiten die onder HorizonEurope worden vormgegeven zijn de twee IPCEI's voor batterijen een belangrijk financieringsmechanisme, waarmee respectievelijk 3.1 en

Figuur 9: Totaal overzicht van relevante organisaties in Europese context.

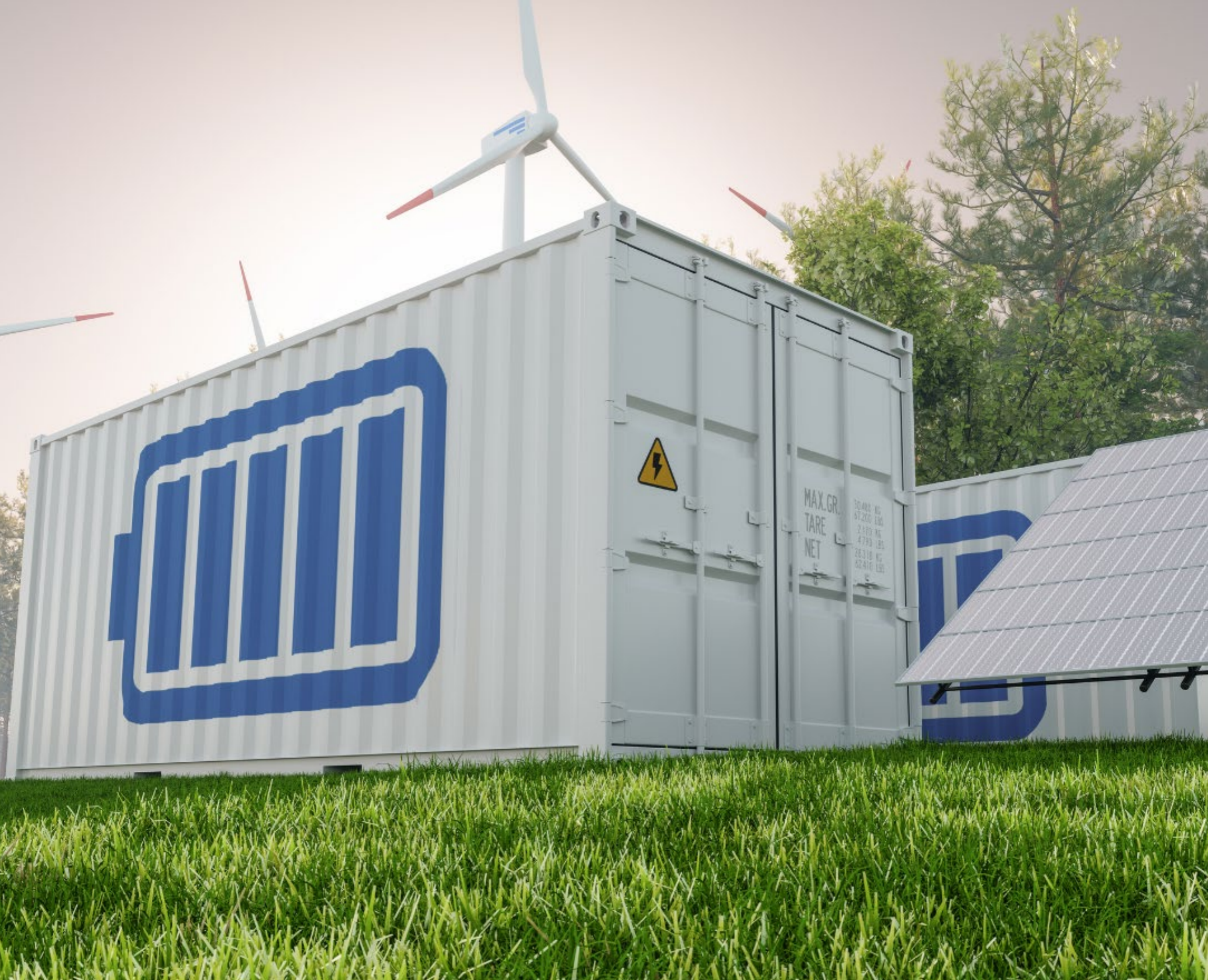
Bron: BEPA



2.9 miljard euro uit verschillende lidstaten wordt geïnvesteerd in de gehele batterijenwaardeketen. Deze IPCEI's zijn als het ware grote projecten waarmee staatssteun kan worden verleend aan het bedrijfsleven in vooraf gedefinieerde sub projecten. Aan deze IPCEI's doet Nederland niet mee; er is een call-for-proposals door RVO uitgezet in 2019, maar vanwege een zeer beperkt animo op dat moment is toen besloten niet te participeren.

Onderzoeksprogrammering wordt separaat door Batteries Europe en Batt4EU uitgevoerd. Batteries Europe heeft Roadmap Topics gedefinieerd, zijnde *New and emerging technologies*, *Raw materials and recycling*, *Advanced materials*, *Cell design and manufacturing*, *Application and integration: mobile* en *Application and integration: stationary*. Voor Batt4EU zijn de topics *Raw materials and recycling*, *Advanced Materials and Manufacturing*, *Battery end-uses and operations*, *Safety*, *Sustainability* en *Coordination*.

Mobiliteits-
toepassingen en
stationaire
toepassingen
vormen de focus
van deze
actieagenda.



MAX.GR. 30480 KG
TARE 21870 KG
NET 28310 KG



Toekomstige markt (schets) en de kansen voor Nederland

3

Leeswijzer

Om het nationale batterijenecosysteem te versterken en zo Nederland beter internationaal te positioneren zijn een zestal kansrijke thema's uitgewerkt. De zes thema's worden in de navolgende subhoofdstukken nader toegelicht. De zes thema's bevinden zich op verschillende en soms deels overlappende stukken van de waardeketen (zie ook figuur 8 in hoofdstuk 2).

De thema's zijn vastgesteld in acht nemend de kansrijke business opportunies en ecosystemen zoals geïdentificeerd door PWC Strategy& in hun marktstudie en de thema's zoals die in Europese context (met name IPCEI en BatteriesEurope en Batt4EU roadmaps) geïdentificeerd zijn.

De kansrijke thema's zijn als volgt:

1. Materialen en celontwerp
2. Apparatuur voor cellen, modules en pakketten
3. Batterijsystemen voor mobiliteit
4. Batterijsystemen voor netondersteuning
5. Data, veiligheid en testen
6. Hergebruik, tweede gebruik en recycling

3.1

Materialen en celontwerp

Moonshots

- **2023** Het ontwikkelen van een nationale pilot lijn en testfaciliteit voor het produceren van 5 Ah pouch cellen om zo de stap te maken van materialen tot batterij. Op deze lijn worden innovatieve Nederlandse cellen en componenten ontworpen, geproduceerd en getest. De cellen hebben verbeterde batterijprestaties, lagere kosten en zijn op schonere wijze geproduceerd. In deze pilotlijn en testfaciliteit zijn alle benodigde specialistische apparatuur aanwezig om de materialen en cellen te karakteriseren en te testen op hun relevante eigenschappen en stabiliteit. De faciliteit biedt tevens eindgebruikers van batterijen (zware industrie) de mogelijkheid om bestaande celtechnologie te testen. Vanwege tekorten aan personeel in de gehele waardeketen dient de nationale faciliteit ook als een opleidingsplek. Ten slotte

wordt de nationale faciliteit ook een ontmoetingsplek waar gebruikers en bezoekers van het centrum van elkaar kunnen leren en de basis wordt gelegd voor samenwerking. Vanwege de noodzaak van deze faciliteit en het snelle karakter van innovatie is dit moonshot gezet op 2023.

- **2025** Nederland zit wereldwijd in de top vijf van landen die veilige en duurzame nieuwe materialen en cellen ontwerpt en ontwikkelt voor batterijen. In dit celontwerpen worden circularity-by-design en safe and sustainable-by design criteria in acht genomen. Er zijn meerdere demo's ontwikkeld met nieuwe duurzame materiaal combinaties voor verschillende batterijen. Om mee te doen met de top is het van belang hier snel naar te handelen, daarom is dit moonshot naar voren gehaald.

Context en kansen

Batterijmaterialen bepalen voor een belangrijk deel de prijs en prestaties van batterijcellen. Batterijmaterialen zijn echter schaars en geografisch sterk geconcentreerd (met ook substantiële zorgen over ESG-factoren) waardoor de druk op toevoer toeneemt. Dit is zichtbaar in de prijs van lithiumcarbonaat die sinds begin vorig jaar verdrievoudigd is²⁹. Tegelijkertijd verwacht McKinsey dat deze vraag nog tot 700% kan gaan toenemen gegeven de verwachte toename in gebruik van batterijen³⁰. Bestaande batterijfabrikanten zoeken daarom nu al naar alternatieven die kosten-efficiënter zijn vanwege de beschikbaarheid van materialen³¹. Daarnaast moet er kritisch gekeken worden naar duurzaamheid en het effect van materiaalkeuze op de eigenschappen van een batterij.

Door het combineren van hoogwaardige materiaal kennis met nieuwe productietechnologieën kunnen nieuwe elektrolyten, anodes, kathodes, separatoren en cel architecturen worden ontwikkeld en geproduceerd. Zo kunnen de huidige Li-ion batterijen worden verbeterd maar kunnen ook componenten voor nieuwe batterijtypen worden geleverd zoals vaste-stof batterijen of bijvoorbeeld zwavel-metaal batterijen. De belangrijkste nieuwe batterijmaterialen en wanneer deze commercieel verwacht worden is geschetst in de *roadmap on new and emerging technologies* van Batteries Europe, zie figuur 11. De belangrijkste Nederlandse roadmap op het gebied van batterijen zit in Duurzame MaterialenNL (Groeifondsvoorstel 2e ronde) en BatteryNL (NWO-ORC call) en focust zich met name op interface engineering.

De verbetering van batterijen langs de eigenschappen genoemd in hoofdstuk 2 (zie figuur 7) is cruciaal om grootschalig gebruik van batterijen te verhogen – zowel van batterijen voor stationaire oplossingen als voor EV's. Zo blijkt uit onderzoek naar elektrisch rijden dat voor 51% van de respondenten de prijs de belangrijkste reden is om niet elektrisch te rijden. Vervolgens geeft 29% aan dat de capaciteit van de EV's onvoldoende

²⁹ Trading Economics. Lithium. <https://tradingeconomics.com/commodity/lithium>

³⁰ McKinsey. The raw-materials challenge: How the metals and mining sector will be at the core of enabling the energy transition. <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/the-raw-materials-challenge-how-the-metals-and-mining-sector-will-be-at-the-core-of-enabling-the-energy-transition>

³¹ Wood Mackenzie. Will sodium-ion battery cells be a game-changer for electric vehicle and energy storage markets? <https://www.woodmac.com/news/opinion/will-sodium-ion-battery-cells-be-a-game-changer-for-electric-vehicle-and-energy-storage-markets/>

is. Naast de eisen van de consument is er de verplichting vanuit de Europese Commissie om gebruik te maken van duurzame materialen die recyclebaar zijn. Hierbij wordt de focus naar een *veilig en inherent duurzame* benadering bewerkstelligd en is Europa minder afhankelijk van materialen uit het buitenland. Dit is voor Nederland een grote uitgelezen kans om batterijcomponenten te ontwikkelen die een kostenreductie en CO₂-reductie voorstaan.

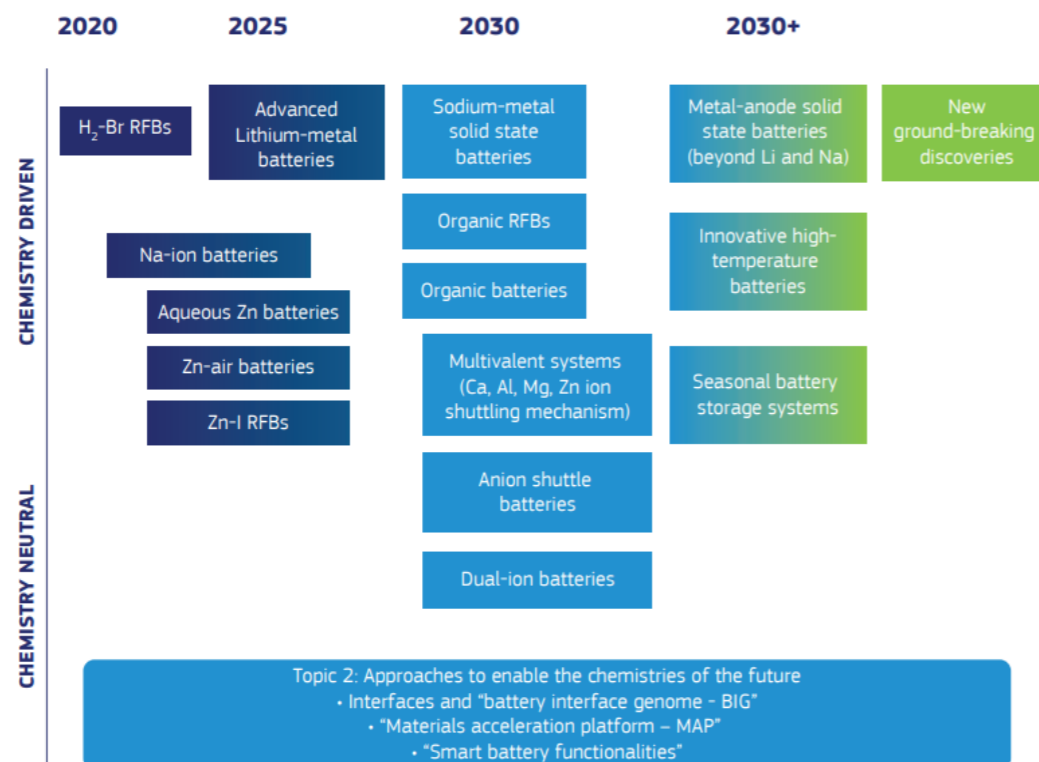
Samenhang met andere kansen

Het ontwikkelen van nieuwe materialen en celontwerpen voor batterijen is een thema dat samenhangt met veel van de andere kansen besproken in dit document. Zo ligt er een omvangrijk strategisch voordeel in het gebruik van niet-schaarse/groene of circulaire materialen volgens het zogenoemde *circulair-by-design* principe. Bijvoorbeeld hybrid of solid state batterijen; het gebruik van kobaltvrij elektroden; 3D architecturen. Materialen en celontwerpen worden gemaakt met nieuwe productieapparatuur (thema 2), en worden toegepast in mobiliteitsoplossingen (thema 3) of om het net te ondersteunen (thema 4).

Speelveld nationaal, Europees en internationaal

In Nederland zijn verschillende toonaangevende bedrijven gevestigd die zich richten op het toepassen van nieuwe materialen en celontwerpen. Deze vallen als volgt te clusteren:

Figuur 11: Roadmap on new and emerging technologies.
Bron: Batteries Europe

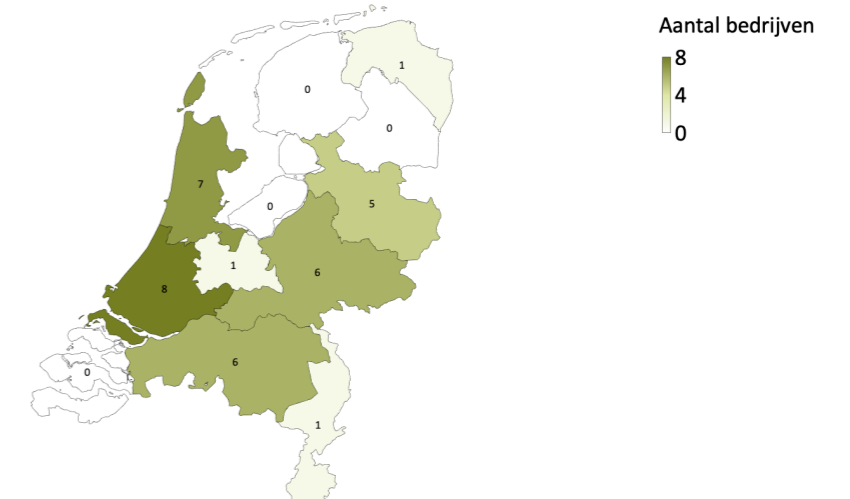


- Leveranciers van elektrode materialen: bijvoorbeeld EuroSupport (vl. kathode materialen), Avantium (anode), Shell (kathode), Akzo Nobel (coatings en membranen), BASF (kathodes), WMC Energy (kathodes en anodes) e.a.
- Platformtechnologie voor materialen: bijvoorbeeld SALD BV en Delft IMP leveren platformtechnologie om met dunne laagjes batterijmaterialen te verbeteren, Eureka levert keramische vezels om batterijen te verbeteren, e.a.
- Cel-type batterijen, en component daarvan, voortbouwend op huidige architectuur: bijvoorbeeld de silicium-anode technologie van LeydenJar en E-magy welke substantiële verbeteringen oplevert ten opzichte van huidige anodes op basis van bijvoorbeeld grafiet.
- Cel-type batterijen, en componenten daarvan, voortbouwend op nieuwe (solid-state) architectuur: bijvoorbeeld LionVolt, die met 3D-architectuur batterijcellen kan ontwikkelen. Ook bovengenoemde anodes en platformtechnologieën van bovenstaande partijen kunnen gebruikt worden voor nieuwe cel-type batterijen.
- Bulk-type batterijen. Hier gaat het over Elestor welke redox-flow batterijen produceert en overige innovatieve bulk oplossingen, bijvoorbeeld de Battolyser, de Aquabattery en de zeezout batterij van Dr. Ten.

Figuur 12 geeft de regionale spreiding van bedrijven actief op dit thema aan. In Nederland zijn in totaal 35 bedrijven actief op het gebied van materialen en celontwerp, met name in Noord-Holland, Zuid-Holland, Brabant, Gelderland en Overijssel.

Bij verschillende universiteiten in Nederland (RUG, TU Delft, TU Eindhoven, UT, etc.) maar ook andere kennisinstellingen zoals bijvoorbeeld het TNO Holst Centre in Eindhoven.

Figuur 12: Geografische spreiding van bedrijven actief op Materialen en celontwerp
Mogelijk gemaakt met Bing © GeoNames, Microsoft, TomTom



ven wordt onderzoek gedaan naar nieuwe materialen voor batterijen. De expertise in Nederland ligt voornamelijk in de materiaalkunde, thin-filmtechnieken en nanotechnologie en focust zich op nieuwe materialen voor kathodes, elektrolyten, vaste stof elektrolyten en het gebruik van polymeren in batterijen. Daarnaast worden in de Nederlandse (chemische) industrie veel anorganische en katalytische materialen geproduceerd en ontwikkeld die gebruikt kunnen worden in batterijen.

Internationaal gezien komen belangrijke spelers – gemeten in het aantal patenten, en productie van materialen voor nieuwe elektroden en elektrolyten – voornamelijk uit de Verenigde Staten, Japan, China en Duitsland³³. In hoofdstuk 2 staat beschreven bij welke internationale initiatieven Nederland dusver is aangesloten.

Sterke/zwakke punten Nederland

Sterke punten:

- Expertise in thin film technieken en nanotechnologie³⁴ (bijvoorbeeld PLD bij de Universiteit Twente en ALD bij TU Eindhoven)
- Expertise in materiaalkunde (en karakteriseren) in Nederland en de daaropvolgende opschalings- en productiestap³⁵, versterkt door onderzoeksprogramma BatteryNL³⁶
- Verschillende toonaangevende spin-offs die ontstaan vanuit de universiteiten en TNO³⁷
- Een kennisintensieve polymeer/chemie industrie
- Expertise in duurzaamheid, circulariteit, milieuwetenschappen en *life cycle analysis* (LCA) (voor het berekenen en vergelijken van ecologische voetafdrukken om beslissingen te sturen waaronder, investeringen, beleid en technologieontwikkelingen (Universiteit Utrecht, Universiteit Leiden, TNO/ECN)

Zwakke punten:

- Weinig grote eindgebruikers of afnemers van batterijen in Nederland³⁸
- Vanwege kleine en niet breed toegankelijke testfaciliteiten in Nederland afhankelijkheid van buitenlandse testfaciliteiten (bijvoorbeeld Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff, Fraunhofer Research Institution for Battery Cell Production FFB)
- Het ontbreken van een toeleverancier van ruwe materialen voor de productie van batterijen in Nederland
- Er is op dit moment geen productie van batterijcellen in Nederland
- Weinig risicokapitaal en beperkte overheidsfinanciering voor industrialisatie en opschaling.

Acties specifiek voor deze kans

Het creëren van de benodigde infrastructuur voor een nationale centrale testfaciliteit/pilotlijn, aangevuld met hubs van specifieke pilotlijnen voor andere type structuur batterijcellen (Holst Centre/LionVolt en Twente). Deze nationale testfaciliteit/pilotlijn moet modulair zijn en open staan voor eindgebruikers en ontwikkelaars van nieuwe batterijen, om zo zowel bestaande als nieuwe concepten te kunnen testen. Hierdoor

³³ PWC Strategy&. The business position and opportunities in the battery value chain for the Netherlands.

³⁴ Nano4Society. Nanovision 2030. <https://nano4society.nl/wp-content/uploads/sites/2/2021/02/Nano4Society-NanoVision-2030.pdf>

³⁵ TNO. Verkenning Batterijen 2: Positie NL in de waardeketen. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/01/28/bijlage-3-batterijenstrategie-eind-rapportage-batterijverkenning-ii>

³⁶ NWO. Toekenningen NWA-ORC 2020/21. <https://www.nwo.nl/onderzoeksprogrammas/nationale-wetenschapsagenda-nwa/onderzoek-op-routes-door-consortia-orc-2>

³⁷ TNO. Verkenning Batterijen 2: Positie NL in de waardeketen. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/01/28/bijlage-3-batterijenstrategie-eind-rapportage-batterijverkenning-ii>

³⁸ TNO. Verkenning Batterijen 2: Positie NL in de waardeketen. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/01/28/bijlage-3-batterijenstrategie-eind-rapportage-batterijverkenning-ii>

kan right-to-play makkelijker in Nederland zelf worden georganiseerd alvorens de stap richting grootschalige productie wordt gemaakt. Er zal een kwartiermaker worden aangesteld om deze fysieke locatie en de (onafhankelijke en overkoepelende) organisatie daar omheen op te zetten. Om een community rondom de faciliteit op te bouwen kan er gedacht worden aan een lidmaatschap model.

Er worden door universiteiten en bedrijven nieuwe batterij demo's opgezet voor cel-ontwerpen en materialen die duurzaam en betaalbaar zijn. Denk hierbij aan zwavel-metaal en redox-flow batterijen.

Het organiserend vermogen moet beter. Zo zouden een paar grote spelers/eindgebruikers (bijvoorbeeld vanuit de heavy-duty of stationaire hoek) proactief een ecosysteem om zich heen kunnen aantrekken. Vanuit de samenwerking voor de Nationale Wetenschapsagenda, het Nationaal Groeifonds en deze actieagenda hebben veel partijen elkaar nu gevonden, het is noodzakelijk dit vast te houden en verder uit te breiden.

Het belang van publiek-private samenwerkingen in het realiseren van toekomstige innovaties op het gebied van materialen en celontwerp mag niet worden onderschat. Om vernieuwend te blijven is het van belang dat er subsidies specifiek voor de lage TRL's en industrialisatie en opschaling fase beschikbaar komen. In het verlengde daarvan is het van belang dat er gerichte hulp komt voor het vinden van de juiste subsidies voor bedrijven.

3.2

Apparatuur voor cellen, modules en pakketten

Moonshots

- **2025** *Apparatuur voor cellen*: Nederlandse machinebouwers leveren hun assemblage lijnen voor (componenten van) *cellen* aan internationale batterijleveranciers, met een focus op nieuwe technologie (bijvoorbeeld LeydenJar, SALD BV, E-magy, Delft IMP, in samenwerking met machinebouwers zoals VDL, Demcon). *Apparatuur voor modules en pakketten*: Daarnaast leveren Nederlandse machinebouwers voor *modules en pakketten* productiemachines en productielijnen op basis van bestaande (Li-ion-) cellen (bijvoorbeeld VDL, Demcon), met een focus op grote aantallen gelijke eindproducten.
- **2030** *Apparatuur voor cellen, modules en pakketten*: er bestaan in Nederland machinebouwers, die, op basis van eigen R&D, gedragen door de overheid en het Nederlandse ecosysteem, toeleveranciers zijn van de grote batterijbouwers in Europa en daarbuiten. Voor *modules en pakketten* geldt aanvullend: de nadruk ligt op specifieke toepassingen, gekenmerkt door lage(re) volumes en hoge diversiteit. De uitdaging zit in verregaande flexibilisering van de productielijnen (automatisering/robotisering)

dat leidt tot verschillende eindproducten in vorm en functionaliteit (Smart Industry/ Industry 5.0). (Bijvoorbeeld VDL, ELEO, Intercel, Demcon, ACES Energy).

Context en kansen

Apparatuur is noodzakelijk voor de productie op schaal van batterijonderdelen. Hoewel aanspraak wordt gemaakt op veel van dezelfde kennis met betrekking tot productietechniek en automatisering kan onderscheid gemaakt worden tussen apparatuur, die bestemd is voor cellen, en apparatuur, die bestemd is voor modules en pakketten.

Zeker op de kortere termijn lijkt de markt voor heavy duty (automotive/maritiem) batterij module- en pakketproductie eenvoudiger te bereiken dan andere markten. De toepassing eist een complexer product, waardoor specifiekere kennis van het product en het proces nodig is. Deze high mix-low volume markt is bekend bij een aantal grote spelers, en het Nederlandse marktaandeel is daar al substantieel (bv aandeel VDL in elektrische bussen in West-Europa is ca 13%). Er liggen daar mogelijkheden om zowel machinebouwer te zijn als gebruiker van de machines.

De korte termijn vraagt ondersteuning van de overheid: investeringen zijn serieus van omvang en noodzakelijk om van pilot naar productie te komen. Ook level playing field speelt een rol: andere industriespelers, in zowel Europa als daarbuiten, worden van overheidswege gefaciliteerd in het rendabel maken van nieuwe investeringen in een markt die sterk groeit. Door middel van een IPCEI wordt door andere lidstaten van de EU respectievelijk 3.1 en 2.9 miljard Euro aan publieke middelen vrijgemaakt, gematcht met respectievelijk 5 en 9 miljard aan private financiering door spelers uit die landen.

Nu de eerste fabrieken voor batterijcellen in EU up and running zijn, zijn deze op zoek naar een volgende generatie technologie, wat de jonge Nederlandse batterij cel-industrie grote kansen geeft. Equipment voor batterijcellen en componenten bepaalt grofweg 5-15% van de waarde van de batterij (PWC Strategy&, 2021). Voor bestaande types cellen lijkt het leveren van equipment niet kansrijk, omdat dit nagenoeg een commodity vanuit bestaande met name Aziatische spelers is geworden. Nederlandse technologie kan gebruikt worden voor drop-in op de gigafactories die nu (gaan) draaien, maar alleen als dit een significante verbetering betekent in het eindproduct, ten opzichte van de investering in apparatuur.

Voor de langere termijn kan bovenstaande verbreed worden naar andere afnemers en de machines breder ingezet worden voor andere sectoren, of ter vervanging van complete productielijnen. Een andere kans bestaat voor de productiemachines van specifieke batterijpakketten voor netondersteuning.

Samenhang met andere kansen

Deze kans hangt vooral samen met *Batterijsystemen voor mobiliteit* (thema 3), omdat Nederland daar al grotere spelers actief heeft, zoals VDL, maar ook potentieel grote elektrische spelers als DAF en Damen, en met *Materialen en celontwerp* (thema 1), voor

het ontwerpen van de nieuwe cel technologieën. Er is ook een relatie met *Batterijsystemen voor netondersteuning* (thema 4) en de pakketten die daar specifiek voor geschikt zijn (bijvoorbeeld Elestor). Ook daar zijn kansen voor productie-apparatuur.

Grip op de onderlinge samenhang tussen design, materiaalgebruik en mechanische constructie geeft ook mogelijkheden om design for recyclability toe te passen, het (makkelijk) kunnen ontmantelen van pakketten na (eerste) gebruik naar herbruikbare materialen. Hier speelt opschaling/piloting een rol.

Speelveld nationaal, Europees en internationaal

De EU en sommige lidstaten lopen steeds harder, omdat het een essentiële sleuteltechnologie is voor de nabije toekomst. De urgentie is nu duidelijk. Sommige landen investeren fors, vooral gedreven door de automotive sector, en in toenemende mate ook door de elektriciteitssector.

In Europa zijn de relevante machinebouwers bijvoorbeeld Buhler, COMAU, Weiss-Technik, Coatema+Kronert, Manz, ElringKlinger, ThyssenKrupp)

In Nederland wordt via projecten REACT-EU (EFRO) en GTD-E (RDM) aandacht gegeven aan pilot lines en opschaling voor productie van pakketten. Daarnaast wordt het Advanced Manufacturing Center (Twente) ontwikkeld vanuit REACT-EU (EFRO) project als testfabriek voor de maakindustrie gericht op smart industry aspecten van onder andere batterijproductie.

In Nederland wordt apparatuur ontwikkeld door startups of scale-ups (onder andere LeydenJar, LionVolt, Elestor, Delft IMP) in combinatie met grote machinebouwers en engineering bureau's zoals DEMCON, VDL, Solmates, of in het geval van pakketten door pakkettenbouwers (bijvoorbeeld ELEO) of eindgebruikers vanuit de zware transportsector (bijvoorbeeld DAF en DAMEN).

Figuur 13 geeft de regionale spreiding van bedrijven actief op dit thema aan. In Nederland zijn in totaal 30 bedrijven actief op het gebied van apparatuur voor cellen, modules en pakketten, met name in Noord-Brabant en in mindere mate in Zuid-Holland, Overijssel en Limburg.

Sterke/zwakke punten Nederland

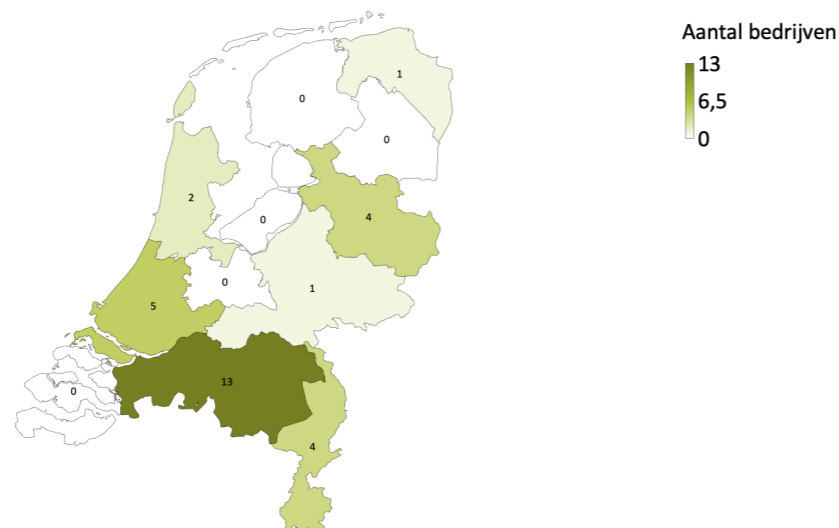
Sterke punten:

- High Tech machinebouw is stevig verankerd in het Nederlandse DNA; de uitgangssituatie voor machinebouw voor productie van cellen, pakketten of modules is uitstekend.
- Positie in bijvoorbeeld roll-to-roll productieprocessen (PECVD (E-magy, LeydenJar op een fundament van TNO (ECN)), sALD (langjarige kennis- en economische positie in verschillende sectoren) voor nieuwe cel technologieën.
- Positie in robotiseren van assemblagelijnen in bijvoorbeeld autoassemblage (bv VDL, Philips Drachten).
- Sterke connectie met de wetenschappelijke wereld, waardoor vroege toepassing van nieuwe technologie en kennis snel getest kan worden en niet 'lekt' naar buitenlandse industrie.

Zwakke punten:

- Nederlandse aanwezigheid of zichtbaarheid in Europa en daarbuiten is in het algemeen te gering, specifiek voor de machinebouw. Dit geldt voor bedrijvigheid als ook de overheid.
- Organiserend vermogen: De verschillende partijen (bedrijven, kennisinstellingen en overheid) in het Nederlandse ecosysteem weten elkaar te slecht te vinden. Er wordt te weinig gesproken in waardeketens.
- Lokale productie van batterijcellen- en systemen is beperkt tot een paar spelers. Meer lokale afnemers van productielijnen versterken de waardeketen; deze hebben een trekkende rol in het hele ecosysteem.

Figuur 13: Geografische spreiding van bedrijven actief op Apparatuur voor cellen, modules en pakketten
Mogelijk gemaakt met Bing © GeoNames, Microsoft, TomTom



Acties specifiek voor deze kans

Organiserend vermogen: inzetten op een langjarige organisatie van het ecosysteem, ondersteund door de overheid en getrokken door het veld. Te denken valt aan een overkoepelende organisatie, als een brancheorganisatie of een *BatteryDelta*. Deze organisatie spreekt namens het bredere veld, onderhoudt goed contact met de overheid en organiseert publieke en private middelen op weg naar verdere volwassenheid van het ecosysteem. Deze organisatie ziet toe dat de waardeketen met elkaar in verbinding staat: van kennis naar uiteindelijke toepassing in productiemachines.

Organiserend vermogen: positie veroveren in Europa en belang van het produceren van machines in Europa uitdragen. Duitsland is het eerste focusland, als buur en grote investeerder in batterijproductie capaciteit. Publiek-private samenwerking in het benutten van buitenlandse kansen, gebaseerd op onze gedeelde sterktes.

Onderzoek de mogelijkheden voor het investeren in fabriekslijnen en de ondersteuning daarvan door de overheid. Er kan daarbij gedacht worden aan een financieringsinstrument zoals IPCEI. Dit is een publiek-private inspanning: wat is het probleem, hoe uniek is dat en wat zou daarvoor nodig zijn? Dit vraagt ook een (bestuurs-)politieke afweging.

Onderzoek de mogelijkheden voor het investeren in een pilot Roll-to-Roll (R2R) faciliteit en de ondersteuning daarvan door de overheid. Deze R2R faciliteit is gericht op productieapparatuur en -machine ontwikkeling en testen voor nieuwe generatie batterijmaterialen en -cellen, aanvullend op de nationale faciliteit voor pilot productie van pouch cellen. (bestuurs-)politieke afweging.

3.3

Batterijsystemen voor mobiliteit

Moonshots

- **2025** Nederland heeft de eerste opschalingslijnen neergezet om op basis van bestaande batterijcellen geautomatiseerd specifieke batterijpakketten voor het zwaarder vervoerssegment te kunnen assembleren en aangetoond dat de productie van batterijpakketten in Nederland concurrerend is.
- **2030** Nederland kent een internationaal erkend batterij-ecosysteem dat toepassingsgericht onderscheidende batterijtechnologie ontwikkelt voor specifieke toepassingen in het zwaarder vervoerssegment. Hierbij wordt gebruik gemaakt van zowel bestaande als nieuwe batterijcel-technologieën. De Nederlandse industrie heeft hiermee toegang tot concurrerende batterijsystemen en kan onafhankelijker opereren in de internationale keten. Dit leidt ertoe dat de transportoplossingen van de bestaande maakindustrie emissievrij en concurrerend zijn, en dat producenten van batterijtechnologie en -componenten onderscheidende producten internationaal kunnen vermarkten.

Context en kansen

In het ontwikkelen van elektrische voer- en vaartuigen is veel winst te behalen in het optimaliseren van het batterijsysteem voor de specifieke toepassing, en in het efficiënt en autonoom produceren van de batterijsystemen. De kansen voor Nederland zijn daarmee tweeledig: (1) OEM's zijn in staat om, met het batterijsysteem als kerncomponent, onderscheidende eindproducten op de markt te (blijven) brengen en (2) de maakindustrie kan hoogwaardige batterijpakket productiecapaciteit en -processen bieden aan OEM's in nichemarkten met te lage volumes om eigen productie op te zetten.

1. Concurrerende eindproducten in het zwaardere mobiliteitssegment

Aangezien Nederland een toonaangevende maakindustrie heeft in het zwaardere voer- en vaartuigsegment (bijvoorbeeld bussen, trucks en schepen), is het van cruciaal belang dat het de benodigde kennis en competenties in huis heeft om met de batterij als (nieuwe) kerncomponent een onderscheidend eindproduct te blijven ontwikkelen. Het batterijsysteem is in hoge mate bepalend voor de prestaties van het voertuig waarin deze is geïntegreerd. Dit vergt een behoorlijke transitie van bestaande kennis en competenties op de verbrandingsmotor naar de ontwikkeling, productie en integratie van batterijsystemen. Echter liggen hier ook enorme marktkansen.

De investeringen in Europese buurlanden liggen met name op het realiseren van (mega)fabrieken waar grote hoeveelheden batterijcellen geproduceerd worden. De verwachting is dat deze cellen steeds meer een commodity gaan worden. In de daaropvolgende processtappen, waar individuele cellen worden geïntegreerd in pakketten, wordt veel toegevoegde waarde gecreëerd. Ter indicatie: volgens Tesla draagt de integratie van de batterij in het voertuig voor bijna 15% bij aan de toename in maximale rijafstand van het voertuig³⁹. Innovatie vindt plaats in de samenstelling van de verschillende componenten ten behoeve van een geoptimaliseerd batterijsysteem voor een specifieke toepassing. Zo heeft de samenstelling van celtypes, het gewicht, de vorm, het koelsysteem en de elektronica invloed op de actieradius, vermogen, kosten, laadtijd etc.

De niche waar Nederlandse bedrijven een positie kunnen verwerven is het maken van batterijsystemen voor specifieke toepassingen waarvan wereldwijd de productieketen nog niet georganiseerd is. Denk hierbij aan batterijpakketten voor bussen, trucks, industriële voertuigen/machines, vliegtuigen en schepen. In al deze markten kent Nederland toonaangevende spelers (OEM's en toeleveranciers)⁴⁰. Door vanaf celniveau de modules en pakketten zelf te produceren, verplaatst een groot deel van de toegevoegde waarde naar Nederland. Het Battery Competence Center (BCC) schat dat hiermee een toegevoegde waarde van €82 miljoen in 2025 en €275 miljoen in 2030 gecreëerd kan worden^{41, 42}. PWC Strategy& schat in dat Nederland vanaf 2030 jaarlijks rond de €1.000 miljoen omzet kan behalen in het ontwikkelen en produceren van batterijpakketten voor het zwaardere vervoerssegment.

³⁹ InsideEVs. Tesla: Significant Range Increase (30%) Possible Without New Chemistry.

⁴⁰ PWC Strategy&. The business position and opportunities in the battery value chain for the Netherlands.

⁴¹ Projectplan REACT-EU BCC project en Bijlage I bij het projectplan – Berekening Toegevoegde Waarde

⁴² VDL Battery proposition - Roland Berger. Targetlanden: Nederland, België, Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Frankrijk, Oostenrijk, Zwitserland, Polen en Tsjechië.

2. Gezamenlijk profiteren van schaalvoordelen bij module- en pakketproductie

Zoals aangegeven kent Nederland veel bedrijven die opereren in nichemarkten van de mobiliteitssector. Huidige productieapparatuur en -processen zijn gericht op een hoog volume mono-product (bijvoorbeeld batterijpakketten voor beperkt aantal types personenvoertuigen). Niet alle Nederlandse MKBers en OEMers (met beperkt eigen volume) bezitten de eigen kritische massa die een investering in een eigen productielijn rechtvaardigt. Met de combinatie van OEM's in nichemarkten en de hoogwaardige productieproceskennis van Nederland voor complexe systemen, zijn er marktkansen om batterijvolumes te bundelen en vanuit de maakindustrie productieprocessen en -capaciteit aan te bieden.

Dit vraagt om het realiseren van *high-mix low-volume* productieprocessen met een hoge mate van flexibiliteit van de productielijn zonder dat dit ten koste gaat van efficiëntie. Dergelijke productieprocessen waarin meerdere type batterijpakketten voor verschillende applicaties op één productieproces gecombineerd worden met de voordelen van schaalgrootte, zijn nog niet aangetoond op de Europese markt. De markt voor de productie van batterijmodules en -pakketten wordt hierbij geschat op jaarlijks €4,6 miljard in 2025, waarbij er jaarlijks voor €600 miljoen aan productie van batterijmodules en -pakketten wordt uitbesteed door bedrijven uit de doellanden om Nederland heen. Naast de marktkansen voor de maakindustrie, biedt dit de OEM's in groeimarkten een opschalingsmodel.

Daarnaast stelt deze proceskennis de bedrijven in staat om continu de nieuwste trends en ontwikkelingen bij te benen en integreren. Zo zijn er ontwikkelingen om van de assemblage van cellen in modules en pakketten, cellen direct in het systeem of in het voertuig te assembleren (cell-to-chassis). Hiermee zou de energiedichtheid verhoogd kunnen worden.

Concluderend ontstaat door samenwerking van de OEM's in Nederland en de technologie-ontwikkelaars toegepaste batterijkennis op specifieke applicaties in het zwaardere vervoerssegment: zowel voor de grotere als de kleinere OEM's. Dit biedt Nederland de potentie om een wereldwijd unieke propositie te realiseren voor een geïntegreerde keten op specifieke applicaties.

Samenhang met andere kansen

Deze kans hangt samen met *Materialen en celontwerp* (thema 1), omdat het ontwikkelen van een nationale kennisbasis ervoor zorgt dat voertuigontwikkelaars in staat zijn nieuwe ontwikkelingen en technologieën (zoals nieuwe generatie batterijmaterialen en -cellen) te adopteren en integreren in hun eigen producten. Dit versnelt ook de leercurves en applicatiekennis van veelbelovende startups en MKB'ers op innovatieve batterijtechnologie, zoals LeydenJar en LionVolt.

Deze kans hangt verder samen met *Apparatuur voor cellen, modules en pakketten* (thema 2) omdat er nationaal een markt wordt gecreëerd voor Nederlandse machinebouwers voor assemblage lijnen/productiemachines voor huidige en toekomstige batterijtechnologieën.

Als laatste hangt deze kans ook samen met *Hergebruik, tweede gebruik en recycling* (thema 6) en *Batterijsystemen voor netondersteuning* (thema 4) omdat verantwoordelijkheid van de verwerking van batterijen uit applicaties ligt bij de voertuigfabrikanten. Het niet goed organiseren van dit proces brengt hoge kosten en veiligheidsrisico's met zich mee. Bij een goede recycling keten geeft het nationaal organiseren hiervan ook weer toegang tot schaarse materialen. Daarnaast kunnen de batterijen een tweede leven krijgen in stationaire toepassingen.

Speelveld nationaal, Europees en internationaal

Internationaal Voorsprong voor Aziatische landen waar de meerderheid van de batterijcellen geproduceerd worden en met staatssteun elektrisch vervoer een vlucht neemt. Zowel in China en de VS zijn een groot aantal OEMs die producten in het zwaardere vervoerssegment produceren zoals Paccar (Kenworth, Peterbilt) en BYD. BYD produceert ook eigen batterijcellen en heeft goede toegang tot de toeleverketen. Paccar investeert daarnaast in langetermijn samenwerkingen met Amerikaanse batterijpakketleveranciers als Romeo Power.

Europees Op het gebied van heavy duty mobiliteit wordt door OEMs geïnvesteerd in het realiseren van eigen batterijpakket assemblage in nabijheid (Daimler, Scania, Volvo)

Nationaal Via het BCC wordt een nationaal ecosysteem gevormd waarbij middels projecten (BCC REACT-EU en GTD-E) gezamenlijke *roadmaps* tot uitvoering worden gebracht. Deze eerste twee projecten richten zich met name op het realiseren van batterijmodule en -pakket ontwikkeling en productie competenties in Nederland. Relevante spelers zijn onder andere VDL, DAF, Damen, ELEO, EST Floattech, NXP, Elaad en Cleantron. In het BCC worden andere bedrijven betrokken in de (online) community ten behoeve van kennisdeling en ontwikkelen nieuwe projecten (onder andere Spierings Cranes, Portliner, Intercel, Aces Energy, PowerBattery, Hyster Yale, E-laad).

Figuur 14 geeft de regionale spreiding van bedrijven actief op dit thema aan. In Nederland zijn in totaal 108 bedrijven actief op het gebied batterijsystemen voor mobiliteit, met name in Noord-Brabant en in mindere mate in Zuid-Holland en Gelderland.

Sterke/zwakke punten Nederland

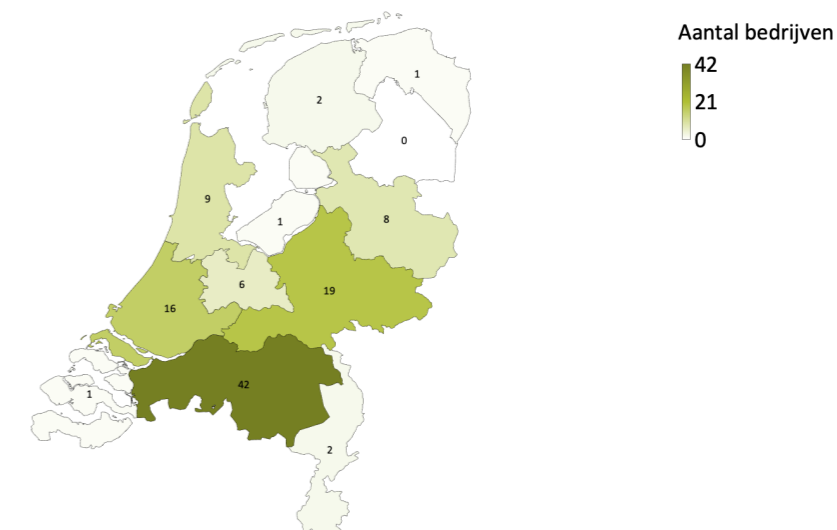
Sterke punten:

- Sterke heavy duty sector met *state of the art* productie van trucks, bussen en schepen. VDL is daarbij voorloper op het gebied van elektrische bussen en DAF heeft een groot marktaandeel in (met name) de Europese truckmarkt. Ook in de scheepvaart (binnenvaart, offshore en luxe jachten) heeft Nederland een koploperspositie en veel aanwezige OEMs die al elektrische vaartuigen ontwikkelen.
- Nederland heeft een vooraanstaand logistiek netwerk met bijbehorende hoogwaardige infrastructuur en kennis, wat belangrijk is voor het toepassen van batterijen in het transport.
- Sterke relaties en samenwerking tussen partners over de hele batterijketen, inclusief sterke verbinding met de wetenschap in Nederland.
- Nederland is koploper in zowel realisatie, ontwikkeling als productie van laders (Alfen, Heliox, EVBox, Allego, Venema Tech etc.) maar ook op het gebied van installatie van zwaardere laders (laadhubs voor OV, etc.). Daarmee worden belangrijke drempels verlaagd voor potentiële gebruikers en klanten.
- Sterke maakindustrie met machinebouw en positie in robotiseren van assemblage lijnen.

Zwakke punten:

- Geen grote (personenwagen) automotive industrie en cel kennis/productie.
- Batterijkennis is nog verspreid over spelers en sectoren. Daarbij is er een trage besluitvorming in de publiek-private samenwerking. Internationaal gaat de competitie sneller.

Figuur 14: Geografische spreiding van bedrijven actief op Batterijsystemen voor mobiliteit.
Mogelijk gemaakt met Bing © GeoNames, Microsoft, TomTom



Acties specifiek voor deze kans

De *Valley of death* moet nog overkomen worden voor electric (heavy duty) applicaties. Vanwege industriepolitiek in de landen om ons heen staat de Nederlandse concurrentiepositie onder druk. Er is geen gelijk speelveld-principe. Het aanjagen van nieuwe en duurzamere technologieën is nodig om de energietransitie te versnellen en bedrijven te faciliteren in het opschalen van kleine naar grote volumes (tegen lage kosten). Hier is niet alleen financiering voor R&D en pilots, maar ook financiering voor opschaling nodig. Concrete acties die nodig zijn:

Realiseren (vroeg-fase) R&D-omgevingen en -projecten voor het ontwerpen, testen en ontwikkelen van innovatieve prototype batterijmodules en -pakketten (link met thema 1). Dit moet tevens een basis vormen om nieuwe generatie batterijcellen (van eigen bodem) in de toekomst snel te kunnen testen en adopteren.

Realiseren opschaling naar (geautomatiseerde) serieproductie van batterijsystemen middels pilotproductielijnen (link met thema 2) en het opschalen van pilot naar (pre-)serie.

Realiseren testfaciliteiten voor kwaliteitscontrole en certificering Denk aan klimaatkamers, snel laad faciliteiten en equipment voor het testen van batterijcycli en de eigenschappen van de batterijcellen, -modules en -pakketten (link met thema 5).

Organiserend vermogen Inzetten op een meerjarige organisatie van het ecosysteem, ondersteund door de overheid (met zowel beleid als middelen) en getrokken door het veld. Middels nationale publiek-private coördinatie positie veroveren in Europa, zowel met betrekking tot bedrijvigheid als politieke betrokkenheid en invloed richting bijvoorbeeld IPCEI.

3.4

Batterijsystemen voor netondersteuning

Moonshots

- **2025** Batterijen voor bulkopslag zijn doorontwikkeld om makkelijk 50 uur te overbruggen en worden op grote schaal toegepast middels co-locatie bij PV en Wind. Zo dragen ze bij aan het oplossen van netcongestie, het verminderen van *curtailment* en leveren zij elektriciteit op momenten dat anders de meest vervuilende centrales moeten worden ingezet. Nederland is een belangrijke leverancier van het concept, levert technologie en ondersteuning wereldwijd.
- Hieraan ondersteunend ontwikkelen Nederlandse bedrijven zich als belangrijke spelers voor oplossingen rond:

- Dataverwerking en energie: ontwikkelen van managementsystemen en algoritmen om stationaire en mobiele opslag te integreren in het net en om middels opslag dagelijkse operatie af te stemmen met beschikbaar en gevraagd vermogen vanuit netbeheerders (door bijvoorbeeld Zebra (zbr.nu) en Hanzenet).
- Bi-directionele laadoplossingen. Nederlandse bedrijven (bijvoorbeeld Elaad, EVBox, Shell Recharge, Allego, Scholt en Heliox) ontwikkelen en exporteren oplossingen voor bi-directioneel laden.
- Thuis- en buurtbatterijen. Zij dragen bij aan het ontlasten van het net en aan het oplossen van netcongestie (bijvoorbeeld StoredEnergy, Gigastorage en Bredenoord).
- **2030** Batterijen vormen een integraal onderdeel van het energienet en zijn daarmee een belangrijk onderdeel van de oplossing voor de onbalans in het fossielvrije energiesysteem. Batterijen voor bulkopslag zijn in 2030 verder doorontwikkeld om 130 uur te overbruggen. Nederland is een belangrijke leverancier van dit type batterijen als volwaardige vervangers van de huidige kolen- en gascentrales. Vanuit de sterke positie in de thuismarkt wordt een sterk exportproduct voor het buitenland gecreëerd.
- Meer en meer exploitanten zien mogelijkheden in het dynamische regelvermogen van opslagsystemen door koppeling van marktmodellen aan opbrengstmodellen, energiemanagement en handelssystemen. Hierdoor wordt het bieden van flexibiliteit een handelsmerk, geënt op Nederlandse praktijkmodellen.

Context en kansen

Op termijn moet er een fossielvrij energiesysteem zijn. Voor Nederland zal energieopwekking middels met name wind en in mindere mate zon dominant zijn⁴³. Nog meer dan in het huidige systeem zijn er oplossingen nodig voor de stabiliteit en flexibiliteit van het systeem. Om de fluctuaties in energieopwekking door zowel dag- en nachtritme als door weers- en seizoen veranderingen op te vangen is een buffercapaciteit nodig. Daarbij is tevens verdergaande flexibiliteit nodig om de pieken in de vraag op te kunnen vangen⁴⁴. De energietransitie zal daarom gepaard gaan met toenemende elektrificatie, een sterk stijgende vraag naar elektriciteit, en dit zal ook meer vergen van het elektriciteitsnet dan in het verleden het geval was. Nu al vormt netcongestie een barrière voor verdere elektrificatie, zie ook figuur 15, bijvoorbeeld bij het aansluiten van nieuwe bedrijven, woonwijken, laadinfrastructuur voor de mobiliteit, de overgang van industrie van gas naar elektrificatie maar ook voor het kunnen aansluiten van de benodigde windturbines en zonnepanelen. Netverzwaring en demand-side-response zijn nodig, maar dienen aangevuld te worden met opslagoplossingen. Ook zullen de huidige kolen- en gascentrales, die nu zorgen voor balans en flexibiliteit, op termijn (wereldwijd) moeten worden vervangen.

Om flexibiliteit en netcongestie op te lossen zal een combinatie van opslagoplossingen zoals batterijen, *power-to-chemicals* (vb. waterstof, methanol, mierenzuur) en *power-to-heat* (warmteopslag) nodig zijn. In de oplossing kunnen batterijen een grote rol spelen door het voorzien in buffercapaciteit en flexibiliteit in het energiesysteem. Er is zowel een rol voor cel-type batterijen als voor bulkbatterijen, waarbij geldt dat het celtype geprefereerd is voor kortstondige opslag van beperkte omvang, en het bulktype voor langdurige opslag

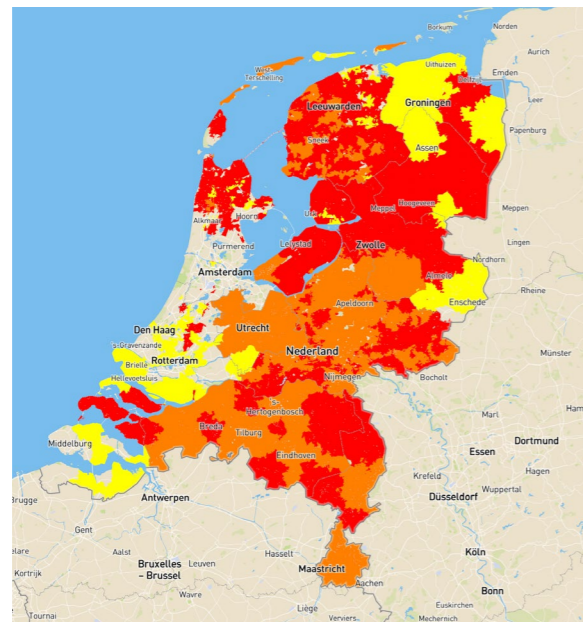
⁴³ Statista. Forecasted electricity generation in the Netherlands in 2040, by energy source. <https://www.statista.com/statistics/1190017/netherlands-energy-production-outlook-by-source/>

⁴⁴ McKinsey. Net-zero power: Long-duration energy storage for a renewable grid. <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/net-zero-power-long-duration-energy-storage-for-a-renewable-grid>

met onbeperkte omvang. Vehicle-to-grid en second-use van EV-batterijen kunnen hier ook een rol in spelen. Met de inzet van batterijen kan een hogere en snellere CO₂-reductie worden bereikt, door verlies (curtailment) op momenten van overcapaciteit in piekperiode te voorkomen (door opslag) en door de mogelijkheid om meer duurzame energie opwek, zoals zonnepanelen, aan te sluiten op het net door co-locatie met batterijen⁴⁵.

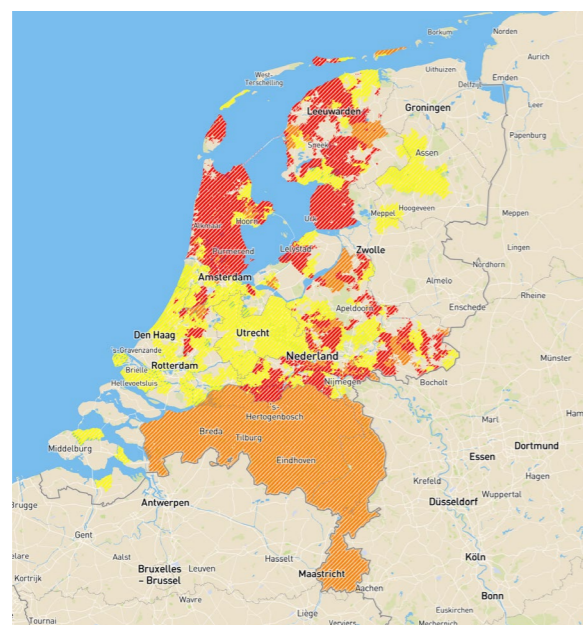
⁴⁵ CE Delft. Omslagpunt groot-schalige batterijopslag. Wat is de betekenis van batterijopslag voor de inpassing van zon in het energiesysteem? <https://ce.nl/publicaties/omslagpunt-groot-schalige-batterij-opslag/>

Figuur 15: Netcongestie in Nederland d.d. 29 augustus 2022. Boven: transportschaarste voor invoeding. Onder: transportschaarste voor afname d.d. 20 januari 2022. Bron: Netbeheer Nederland.



Legenda

Rood = structurele congestie
Oranje = vooraankondiging congestie
Geel = transport schaarste dreigt.



Buffercapaciteit en flexibiliteit kunnen gerealiseerd worden in de vorm van:

- *Kleinschalige opslag in gebouwde omgeving in de vorm van thuis- en buurtbatterijen.* Dit kan achter de meter bijvoorbeeld bij gebouwen (huizen/kantoren) of bedrijfstreinen en boerenerven met eigen energieopwekking. Oplossingen zijn niet altijd permanent, en kunnen onder voorwaarden helpen netcongestie tegen te gaan. Het gaat hier veelal om cel-type batterijen, lithium-ion of opvolgers daarvan, vanwege de beschikbaarheid van dit type batterijen en het compacte formaat.
- *Kleinschalige en middelgrote opslag systemen bij middelgrote- tot grote windparken en zonneparken,* om zo flexibiliteit te geven in het uitstellen van levering. Deze methodiek voorkomt het beperken van duurzame energieproductie uit Wind- of Zon (curtailment) en voorkomt het toepassen van rigide methoden om duurzame energieproductie tijdelijk af te sluiten van het net (bijvoorbeeld *Cable Pooling* bij gecombineerde Wind- en Zonneparken). Zo is het op korte termijn al mogelijk om bij zonneweiden met 5,5GW batterijen, een extra van 7,5 GWp zonnepanelen toe te voegen, zonder netverzwaring. Dit zorgt ervoor dat 5 TWh per jaar additionele hernieuwbare opwek 5 à 10 jaar eerder gerealiseerd kan worden. Dit levert tussen de 1,6-2,2 Mton per jaar aan CO₂-reductie⁴⁶. Hier kan sprake zijn van zowel cel-type batterijen als bulk-type batterijen.
- *Long Duration Energy Storage (LDES) oplossingen* voor opslag van energie op grotere schaal en voor langere duur. LDES omvat een verscheidenheid aan technologieën, waaronder *power-to-gas* (waterstof), mechanische oplossingen en ook batterijen. Met name bulk opslagbatterijen zoals redox flow, zoutwater en andere technologieën zijn hierbij een veelbelovende oplossing. Op termijn moeten deze batterijen tot meer dan 100 uur kunnen overbruggen. Dan zal deze de huidige kolen- en gascentrales kunnen gaan vervangen als *bi-directionele power plant*. Dit zal samenvallen met de vervangingstermijn van een groot aantal van deze centrales wereldwijd. Alleen al binnen de EU en het VK gaat het om 142 gasgestookte energiecentrales die voor 2030 het einde van hun economische leven gaan bereiken⁴⁷. Daarnaast vormt ook de VS voor deze toepassing een enorm grote markt. Vanwege de lage opslagkosten per MWh (Levelized Cost of Storage (Lcos)) zijn bulkbatterijen hier geprefereerd.

⁴⁶ CE Delft. Omslagpunt groot-schalige batterijopslag. Wat is de betekenis van batterijopslag voor de inpassing van zon in het energiesysteem? <https://ce.nl/publicaties/omslagpunt-groot-schalige-batterij-opslag/>

⁴⁷ AirClim. Phasing out fossil gas power stations in Europe by 2030. <https://airclim.org/publications/phasing-out-fossil-gas-power-stations-europe-2030>

⁴⁸ McKinsey. Net-zero power: Long-duration energy storage for a renewable grid. <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/net-zero-power-long-duration-energy-storage-for-a-renewable-grid>

⁴⁹ PWC Strategy&. The business position and opportunities in the battery value chain for the Netherlands.

Kansen voor Nederland

In Nederland zijn verschillende bedrijven bezig met de ontwikkeling van nieuwe batterij-concepten voor bulkopslag met langere ontladingstijden, zoals redox flow, zoutwater en andere technologieën. Vanwege de sterke opkomst van hernieuwbare energiebronnen is het marktpotentieel enorm en de markt van decentrale energiesystemen wordt door McKinsey wereldwijd geschat op 85-140TWh in 2040⁴⁸.

Het zogenaamde *right to play* voor Nederlandse bedrijven ligt in het feit dat het een nieuwe markt is met een groot marktpotentieel waarin de technologie nog niet volwassen is. Nederland heeft verscheidene startups met veelbelovende concepten in ontwikkeling, zij kunnen gebruik maken van het *first mover*⁴⁹ voordeel. Als in Nederland deze oplos-

sing voor netstabiliteit verder wordt opgepakt en ondersteund, kunnen deze bedrijven zich in hun thuismarkt ontwikkelen. Daarmee bouwen zij een goede concurrentiepositie ten opzichte van buitenlandse partijen. Daarbij is de potentiële bijdrage van stationaire opslag (LDES) aan een goedkopere balanshandhaving en een beter functionerende congestiemarkt groot. Door energie op te slaan zullen dit type batterijen bijdragen aan een stabiele energievoorziening waardoor ook de elektriciteitsprijs constanter kan blijven. Hier zijn wel goede afspraken en voorwaarden voor nodig om de toepassing van batterijen (en andere LDES-oplossingen) dusdanig te laten verlopen dat zij ten gunste van het systeem werken.

De buitenlandse concurrentie is al in opkomst. Dat maakt het noodzakelijk dat de Nederlandse thuismarkt de toepassing van dit type batterijen zo snel mogelijk faciliteert, ten einde kansen te creëren om de technologie door te ontwikkelen, de kosteneffectiviteit te verhogen, tot schaalvoordelen te komen, en uiteindelijk te exporteren. Een thuismarkt is echter essentieel voor internationaal succes.

Om batterijen in het net zo efficiënt mogelijk te benutten, zijn oplossingen op het gebied van dataverwerking en bi-directioneel laden van grote waarde. Bedrijven zoals Hanzenet helpen op lokaal niveau vraag en aanbod beter bij elkaar te brengen. Nederland heeft een internationaal vooraanstaande positie op het gebied van laadinfra⁵⁰ wat geresulteerd heeft in een dito scala aan bedrijven. Door middel van bi directioneel laden kan de auto worden ingezet als mobiele ontlasting van het net. Juist op deze twee gebieden heeft Nederland een vooraanstaande positie.

Samenhang andere kansen

Deze kans hangt samen met *Materialen en celontwerp* (thema 1) met name voor het blijven door ontwikkelen van de nieuwe batterijconcepten en daarbij toe te passen materialen en onderdelen. Denk hierbij aan membranen voor flowbatterijen zoals op TU/e (Membrane Materials & Processes group) worden ontwikkeld.

Ook hangt deze kans samen met *Apparatuur voor cellen, modules en pakketten* (thema 2) wat betreft productieapparatuur voor de productie van nieuwe batterijen voor netondersteuning en specifieke componenten daarvan (membranen, elektrodes etc.). Deze kans hangt verder samen met *Data, veiligheid en testen* (thema 5), met name voor het effectief gebruik en testen van thuis- en buurtbatterijen.

Als laatste hangt deze kans samen met *Hergebruik, tweede gebruik en recycling* (thema 5), denk hierbij aan hergebruik van EV-batterijen voor opslag.

⁵⁰ AutoWeek. 30 Procent van laadpalen EU staat in Nederland. <https://www.autoweek.nl/autonieuws/artikel/30-procent-van-laadpalen-eu-staat-in-nederland/>

Speelveld nationaal, Europees en internationaal

Nationaal onder meer

Bulkbatterijen:

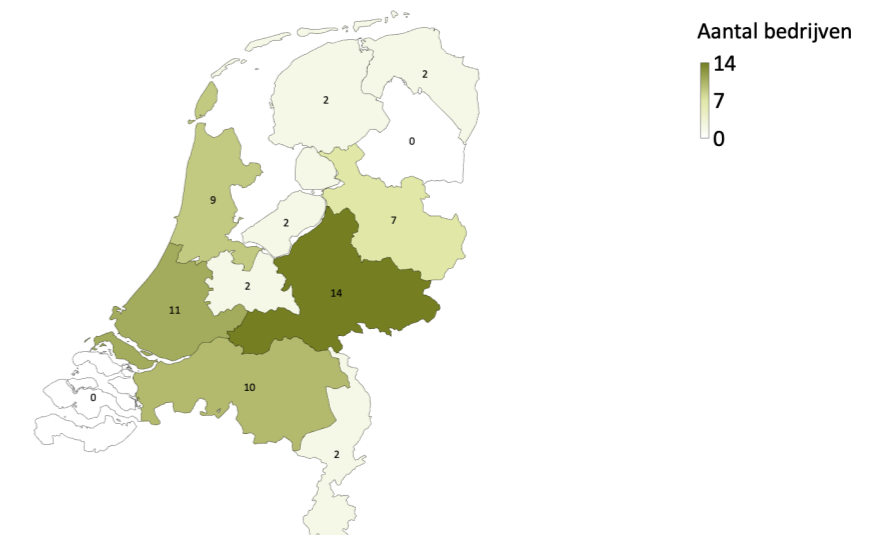
- Technische Universiteiten Eindhoven, Twente en Delft verrichten onderzoek naar nieuwe membraan-technologieën, redox- en zoutbatterijen in samenwerking met bedrijven, tot zelfs een membraanloze redox flow batterij (Melody project)
- Elestor werkt onder andere samen met VOPAK aan realisatie van de HBr redox flow batterij met een grote opslagcapaciteit (250 MWh)
- AquaBattery is een initiatief van TU Delft om elektriciteit op te slaan met zout en zoet water, daarbij (net als flow batterijen) gebruik makend van Nederlandse membraan technologie
- Dr.Ten ontwikkelt een batterij die gebruik maakt van zeezout
- Dens heeft een batterij ontwikkeld, gebaseerd op mierenzuur (hydrozine)
- Battolyser, een combinatie van opslag in batterij (nikkel/ijzer) en het kunnen omzetten van energie in waterstof. RIFT ontwikkelt een batterij met *iron fuel*-technologie (ijzer en waterstof)

Op basis van Lithium-ion technologie:

- Alfen, Skoon Energy, Bredenoord, Iwell, Super B (modulaire systemen, incl. kleine packs voor thuisopslagsystemen), Zenon Energy, etc.

Figuur 16 geeft de regionale spreiding van bedrijven actief op dit thema aan. In Nederland zijn in totaal 60 bedrijven actief op het gebied batterijsystemen voor netondersteuning, met name in Gelderland, en ook in Noord-Brabant, Noord-Holland, Zuid-Holland en Overijssel.

Figuur 16: Geografische spreiding van bedrijven actief op Batterijsystemen voor mobiliteit.
Mogelijk gemaakt met Bing © GeoNames, Microsoft, TomTom



Internationaal

De vraag naar opslag ten behoeve van netondersteuning is internationaal sterk groeiende. Dit geldt met name voor opslag bij zonne- en windparken, maar ook voor thuis- en buurtbatterijen. Dit biedt kansen voor Nederlandse bedrijven om ook internationaal markt aandeel te verwerven, mits ontwikkeling, innovatie en uitrol op een goede en snelle manier plaatsvindt. Internationaal gezien komen belangrijke spelers voornamelijk uit de Verenigde Staten, China en Duitsland. Ook in Japan (NaS), Oostenrijk (Vanadium redox flow) en Frankrijk (organische redox flow), worden concurrerende energie opslag oplossingen ontwikkeld en uitgerold. De markt is nog open.

Sterke/zwakke punten Nederland

Sterke punten:

- Laadinfra en energiemanagementsystemen: de Nederlandse leveranciers lopen reeds voorop in de wereld en kunnen deze positie verstevigen, mede door onze sterke positie op het gebied van digitalisering⁵¹.
- Bulkopslag: opkomende markt en in Nederland is er een zich ontwikkelend ecosysteem voor nieuwe batterijconcepten voor opslag met langere ontladingstijden (langere opslagduur), zoals redox flow, zoutwater, andere technologieën.

Zwakke punten:

- Organisatie en samenwerking van verschillende initiatieven is laag, krachten bundelen kan helpen internationaal sterker te staan.
- Bestaande concurrentie in buitenland (ook binnen Europa), die echter niet 1-op-1 vergelijkbaar is met NL batterij-technologieën.
- Bulkopslag: het is noodzakelijk om snel schaalgrootte te kunnen bereiken om kostenefficiënter te worden en een kosteneffectieve oplossing te kunnen bieden, zodat opslag een verdienmodel wordt.
- Belemmering op thuismarkt: Huidige regelgeving, onbekendheid bij overheden en het uitblijven van een uitrol strategie met de juiste aansporingen verhinderen een snelle en grote uitrol van batterijtoepassingen in het energiesysteem (die daarmee de ontwikkeling van de thuismarkt faciliteren). Er is een thuismarkt nodig als *stepping stone* voor de internationale markt.
- Human Capital, tekort aan technisch (goed) geschoold personeel is een belemmerende factor in de uitrol van sommige technologieën.

⁵¹ European Commission. The Digital Economy and Society Index (DESI). <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>

Acties specifiek voor deze kans

- 1 De overheid faciliteert de rol van batterijen als opslagmedium in het energiesysteem, hiermee draagt zij bij aan het oplossen van netcongestie en het oplossen van onbalans in een fossielvrij energiesysteem. Daarmee ontstaan er kansen om een sterke thuismarkt te ontwikkelen en kan ook een sterk exportproduct voor het buitenland worden gecreëerd. De overheid doet dit door:
 - Wet- en regelgeving aan te passen om zo de rol van batterijen in het energiesysteem (centraal en decentraal) te faciliteren, onder meer door het oplossen van huidige fiscale/financiële belemmeringen. Hiermee wordt aangesloten bij de oproep van het Actieteam Netcapaciteit. Daarbij is het ook belangrijk dat er regels, afspraken en prikkels komen om te zorgen dat de batterijen daadwerkelijk bijdragen aan het oplossen van netcongestie en stabilisering van het net en te voorkomen dat netcongestie wordt vergroot. Onder meer gaat het om:
 - Aanpassen van de energiewetgeving.
 - Transporttarieven voor batterijen in het net aanpassen, nu wordt dit gezien als gebruiker wat de business-case lastig maakt. Maar in combinatie met opwekking, dragen batterijen bij aan het oplossen van netcongestie en is een aangepast tarief wenselijk (rechtvaardig).
 - De overheid ondersteunt in analogie van zonnepanelen en EV-voertuigen de doorontwikkeling middels aanschafsubsidies, SDE++ en fiscale instrumenten. Hierbij dienen eisen gesteld te worden aan de wijze waarop de batterijen in het net gebruikt gaan worden om te zorgen dat deze bijdragen aan oplossen netcongestie en onbalans van het net.
 - Co-locatie batterijen (of andere LDES-oplossingen) als voorwaarde bij PV- en windparken om netcongestie aan te pakken, met lagere aansluiting op het net.
 - Overheden zelf zijn toegerust om de rol van batterijen in het energiesysteem te faciliteren:
 - Visievorming op nationaal, regionaal en lokaal niveau (zoals rol batterijen in samenhang met andere oplossingen als waterstof)
 - Integratie van de rol van batterijen in RES
 - Kennis over batterijen om regelgeving in de praktijk te kunnen hanteren
- 2 Innovatieprogramma om de kansrijke startups te ondersteunen, krachten te bundelen en opschaling mogelijk te maken met oog op opkomende concurrentie uit buitenland. Onder meer zorgen voor aansluiten bij nationale faciliteiten (om fabricage en opschaling te testen etc.), zorgen voor investeringsondersteuning en financieringsmogelijkheden, etc.

3.5 Data, veiligheid en testen

Moonshots

- **2025** Meer gezamenlijkheid, kennisuitwisseling, afstemming en samenwerking tussen verschillende testfaciliteiten en organisaties in de vorm van een gezamenlijk platform, waar bedrijven terecht kunnen met hun test, validatie (kwaliteitscontrole) en certificering vraagstukken.
- **2030** Nederland internationaal koploper op het gebied van batterijtesten voor specifieke toepassingen in het zwaardere vaar- en voertuigsegment en opslag ten behoeve van netondersteuning (buffering, ondersteuning en stabilisatie van het elektriciteitsnet). (Inter)nationale bedrijven en kennisinstellingen hebben in Nederland toegang tot de benodigde testfaciliteiten en -kennis voor batterijen van hoge vermogens welke de gehele batterijwaardeketen faciliteert: van materialen, batterijcellen, batterijsystemen, en de opslag, transport en verwerking (hergebruik, tweedehands, recycling).

Context en kansen

Batterijen bevatten chemische stoffen die bij onjuist gebruik (bijvoorbeeld thermische en mechanische schokken) kunnen zorgen voor beschadigingen of ontbranding. Daarmee is het verzamelen van data met behulp van in pakketten ingebouwde elektronica en sensoren (verzamelnaam: BMS, Battery Management System) essentieel voor het aansturen van het batterijsysteem en het garanderen van de veiligheid ervan. Deze monitoring kan ook helpen met het veiliger produceren, gebruiken en recyclen van een batterij en is daarmee een essentieel onderdeel voor het realiseren van een batterijenpaspoort. Met NXP, Prodrive Technologies, Applied Micro Electronics AME BV, Holst Centre/TNO en PhotonFirst heeft Nederland een aantal toonaangevende spelers om heel nauwkeurig batterijgegevens te monitoren en ophalen.

Hiernaast dienen testen op verschillende niveaus in de waardeketen plaats te vinden. Dit vindt plaats op het niveau van materialen, het productieproces, individuele cellen (bijvoorbeeld *ageing*) en systemen, opslag, transport en (end-of-life) verwerking. De batterijgegevens die uit dergelijke testen opgehaald worden creëren de benodigde kennis om batterijen efficiënter en veiliger toe te passen, betere inschattingen te kunnen maken over een tweede-leven na de primaire toepassing, wet- en regelgeving vorm te geven en transparantie in de keten over herkomst van componenten en gebruikshistorie te faciliteren. Daarnaast vormt het een basis om de risico's van batterijen beter te begrijpen en daarmee mensen (zoals de brandweer en gebruikers) op te leiden over brandveiligheid.

De benodigde apparatuur en faciliteiten voor dergelijke testen zijn kostbaar in zowel aanschaf als gebruik. Hierbij kan (onder andere) gedacht worden aan klimaatkamers, snellaad faciliteiten en apparatuur voor het testen en valideren van batterijcycli en de eigenschappen van de batterijcellen, -modules en -pakketten. Maar ook aan faciliteiten voor de toepassing en optimalisatie van de systemen. Deze kostbare apparatuur wordt over het algemeen bij individuele organisaties niet voor de volle capaciteit gebruikt.

Dit geldt temeer voor de Nederlandse markt, die niet gekenmerkt wordt door de grote automotive OEMs uit Duitsland en Frankrijk welke in grotere mate dedicated faciliteiten tot hun beschikking hebben. Daardoor wordt in Nederland veelal gebruik gemaakt van externe en gedeelde faciliteiten die aangeboden worden door dienstverleners of onderzoeksinstellingen. Wanneer deze faciliteiten in het buitenland staan, dwingen grote OEMs met hun marktmacht daar makkelijker capaciteit af. Voor bedrijven en kennisinstellingen is het van belang om (makkelijk, snel en flexibel) toegang te hebben tot de juiste faciliteiten en diensten in Nederland.

Met de focus van Nederland op de ontwikkeling, productie en integratie van batterijen voor het zwaardere vervoerssegment en in de maritieme sector, maar ook op netondersteuning, ontstaan kansen om ons te specialiseren en onderscheiden op het testen van grotere batterijen met speciale (veiligheids-)eisen (systeemtesten voor mobiliteit en systeemtesten voor stationair). Momenteel zijn er onvoldoende normen en standaarden voor het testen van dergelijke batterijen. Nederland kent reeds een aantal toonaangevende testfaciliteiten die zich hiermee bezighouden. Zo is CESI/KEMA Labs in Arnhem wereldwijd de nummer 1 in het testen, inspecteren en certificeren van hoog- en midden-spanningscomponenten voor spelers in de elektrische energievoorziening. Andere toonaangevende testfaciliteiten zijn beschikbaar aan de TU Delft en Universiteit Twente (op materialen en cellen), DEKRA, KEMA Labs en TNO Traffic & Transport (op batterijcellen, -modules en -pakketten), Battery Safety Lab en Battery Safety Campus (samenwerking tussen DNV en brandweer Twente, testfaciliteit in ontwikkeling gericht op (brand-)veiligheid), Connectr Energy Demofield (voor testen in de grid met veiligheidsdiensten en omgevingsdiensten), en New Energy Garden van VDL ES (testen en pilot voor batterijen in energiesystemen). Momenteel is er onvoldoende samenhang tussen de verschillende aanwezige faciliteiten. Door in te zetten op een gezamenlijk platform wat gebruik maakt van deze testfaciliteiten kan de gehele keten (van materiaal tot systemen) gefaciliteerd worden. Door daarnaast verder te investeren in de huidige faciliteiten, ontstaat in Nederland een koploperspositie op testen, valideren en certificeren voor (grotere) batterijen systemen (zwaardere vervoerssegment en energievoorziening). Hiermee faciliteer je dat de Nederlandse markt in eigen land belangrijke testen en validaties uit kan voeren, waardoor de time-to-market verkort wordt.

Samenhang met andere kansen

Eigenlijk vrijwel alle andere kansen vragen testfaciliteiten met betrekking tot hogere stroom, spanning, gewicht, volume en kennis van deze thema's is nodig om testen goed uit te voeren. Daarin is met name synergie te behalen door te specialiseren op batterijen met hogere vermogens en de verschillende competenties op elkaar af te stemmen.

Een specifieke samenhang zit nog met *Hergebruik, tweede gebruik en recycling* (thema 6) met betrekking tot de rol die het BMS kan spelen in monitoring over de complete levensduur van de batterij (batterijenpaspoort).

Speelveld nationaal, Europees en internationaal

Relevante spelers Nationaal

- Testen: TNO, Capgemini Engineering, DNV, Battery Safety lab (in development), Alfen, Bredenoord/Engie, KEMA labs, HESI, Connectr, Dekra, UL, TUV
- Batterijmanagementsystemen en electronica: NXP, Prodrive Technologies, Applied Micro Electronics AME BV, Holst Centre/TNO en PhotonFirst

Figuur 17 geeft de regionale spreiding van bedrijven actief op dit thema aan. In Nederland zijn in totaal 24 bedrijven actief op het gebied data, veiligheid en testen, met name in Gelderland en Zuid-Holland.

Relevante spelers Internationaal

AIT (Oostenrijk), VITO, EnergyVille (België), Fraunhofer IEE, KIT, RWTH (Duitsland), NREL (US), MEET Battery Research center Münster (Duitsland) + all members of DER-lab Association, members of European battery alliance, major remanufacturers

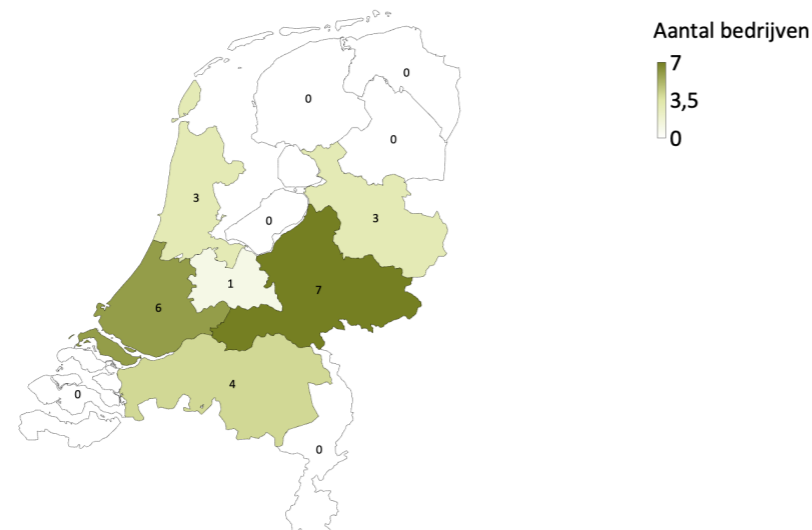
Sterke/zwakke punten Nederland

Sterke punten Nederland:

- KEMA labs is de nummer 1 speler wereldwijd op het gebied van testen, certificeren en inspecteren van hoog- en middenspanningscomponenten voor spelers in de elektrische energievoorziening en heeft unieke hoogvermogen testfaciliteiten voor (zeer) grote systemen (MW-schaal en spanningen $\geq 10\text{kV}$) >1MW / 10kV+).

Figuur 17: Geografische spreiding van bedrijven actief op Data, veiligheid en testen.

Mogelijk gemaakt met Bing © GeoNames, Microsoft, TomTom



KEMA-Arnhem heeft ook ervaring in operationele testen van grote batterijsystemen (containers) (MW/MWh), noodvoorzieningen, evenementen en lokale opslag.

- Op de Automotive Campus (onder andere TNO) is veel ervaring met het modelleren, valideren en testen van automotive/mobiliteit/stationaire batterijsystemen, met name voor het zwaarder vervoerssegment, van celniveau tot pakket/voertuig/stationair-niveau.
- Op de Automotive campus zijn batterij klimaatkamers en testfaciliteiten voor het laden en ontladen van batterijcellen en -modules, laden en ontladen van batterijpakketten en hardware-in-the-loop (pakket/voer-/vaartuig) testen en mechanische testen op batterijpakketten.
- De DNV-standaard voor batterijen in de offshore sector wordt internationaal erkend en is toonaangevend in deze specifieke sector.
- Diverse start-ups en scaleups op datadiensten rond operatie optimalisatie (Withthe-grid, Meterinsight).

Zwakke punten:

- Testfaciliteiten op verschillende niveaus in de keten zijn er wel, maar zijn niet op elkaar aangesloten en nog niet toekomst vast, waarmee de vraag vanuit de markt moeilijk beantwoord wordt.

Acties specifiek voor deze kans

- 1 Inventarisatie op beschikbare faciliteiten en behoeften vanuit de markt (welke nu, of in de nabije toekomst niet beantwoord kunnen worden). Op basis hiervan bepalen waar het nodig is om gezamenlijk in te investeren. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in de verschillende niveaus: R&D testen en markttoegang/accreditatie.
- 2 Investering in uitbreiding van bestaande testfaciliteiten naar toekomstige hogere spanningen, vermogens, afmetingen en gewicht in mobiliteit & stationaire opslag en nieuwe generatie batterijen (solid state).
- 3 Afstemming tussen de verschillende (regio's met) specifieke faciliteiten en gezamenlijk marktbenadering opstellen om te kunnen voorzien in marktbehoefte: gezamenlijke strategievorming om tot specialisering te komen op hogere vermogens batterijen waarbij de verschillende faciliteiten elkaar versterken.
- 4 Ondersteuning door de overheid (visie/beleid/middelen) en aansluiten bij Europese programma's zoals IPCEI om investeringen om de toekomst-vastheid van de faciliteiten te borgen.

3.6 Hergebruik, tweede gebruik en recycling

Moonshots

- **2025** Het organiseren van de keten (waaronder inzameling, registratie en ontladen) en piloten met End of Life (EoL) strategieën. Hieronder vallen eerste pilots voor recycling en waar mogelijk hergebruik. De innovatie- en businessvragen die hiermee samenhangen zijn uitgewerkt in een roadmap.
- **2030** Nederland heeft een infrastructuur ontwikkeld waarmee onafhankelijkheid is ontstaan in de (internationale) keten, en toegang is gecreëerd tot gerecyclede grondstoffen.

Context en kansen

Als gevolg van de sterke groei van de verkoop van elektrische auto's en licht elektrisch vervoer zal de hoeveelheid gebruikte batterijen dat jaarlijks gerecycled moet worden explosief stijgen vanwege de bestaande (inter)nationale end-of-life wetgeving voor auto's. In de Europese verordening die in 2022 van kracht wordt worden aanscherpingen voorzien met betrekking tot gehele levenscyclus van de batterij (van grondstof tot aan einde levensduur batterij), en voor 2030 komt er strenge wetgeving ten aanzien van recycling eisen alsmede eisen van teruggewonnen materialen in nieuwe accu's.

Daarnaast zal de snel toenemende vraag naar batterijen en de daarvoor benodigde grondstoffen in de huidige generaties batterijen de komende jaren sterk toenemen. Hierdoor wordt een schaarste verwacht voor de benodigde kritische grondstoffen in batterijcellen (kobalt, lithium, nikkel en mangaan) totdat nieuwe generaties batterijen zijn ontwikkeld, waarvoor een voorzichtige termijn van 15 jaar kan worden genoemd. Efficiënte kringloopsluiting zal dus voor de korte en lange termijn nodig zijn om uiteindelijk alle grondstoffen (schaars of niet) op hoogkwalitatief niveau terug te winnen en opnieuw in te zetten in de batterijen keten. Het belang van het organiseren van circulaire business cases wordt ook steeds meer politiek onderkend, bijvoorbeeld in het actieplan *Opgewekt Opslaan* zoals in februari 2022 door de ChristenUnie en VVD gelanceerd.

Om de circulaire economie zo goed mogelijk te organiseren voor batterijen, is het waardevol om zo efficiënt mogelijk gebruik te maken van batterijen die voor hun primaire toepassing niet meer inzetbaar zijn. Hoe minder aanpassing aan het product gemaakt hoeft te worden in de vorm van refurbishment (reparatie) of repurposing (herbestemming van gebruiksdoel), hoe beter. Recycling is daarmee uiteindelijk de minst aantrekkelijke optie. Voorbeelden van refurbishment in Nederland zijn herstel van fiets- en scooterbatterijen door bijvoorbeeld NOWOS. Voorbeelden van repurposing zijn de inzet van lood-accu's voor stationaire opslag door bijvoorbeeld Battery-As-A-Service en door BAM, die de Johan Cruijff ArenA heeft voorzien van een superbatterij opgebouwd door tweedehands auto-accu's. Uitdagingen voor business cases liggen rondom eigenaar-

schap, veiligheidsissues en de effectieve organisatie van een keten. Voor repurposing (second use) van Li-Ion autobatterijen heeft DNV-GL in opdracht van RVO een analyse gemaakt. Door hoge kosten voor het geschikt maken van een nieuwe toepassing is een sluitende businesscase nog lastig te maken.

Wanneer andere R-strategieën geen uitkomst meer bieden kan gekeken worden naar recycling. Recycling van batterijen is interessant, omdat in de context van de energietransitie dit één van de technologieën is waar op korte termijn (in ieder geval in 2030) al sterke toenames in hoeveelheden kunnen worden verwacht. Kritieke materialen zoals lithium, nikkel en kobalt kunnen allemaal gerecycled worden, maar recycling percentages zijn wisselend en onzeker. Omdat het aanbod van reststromen ook divers is, is het ingewikkeld om hier specialistische apparatuur voor te ontwikkelen.

Een oplossing voor dit probleem kan gevonden worden in een batterijpaspoort. Zo kunnen batterijen beter gevolgd worden gedurende de levenscyclus en kan bij einde levensduur de inzameling per type batterij plaatsvinden. Dit dient Europees te worden opgepakt.

In recycling kunnen twee stappen worden onderscheiden:

- Mechanisch recyclen: ontladen (restlading) in verband met veiligheid, shredderen en sorteren voor het creëren van maximaal uniforme stromen, karakteriseren van chemische en fysische eigenschappen, chemische nabewerking voor verbetering van mechanische eigenschappen. Hoe beter het mechanisch recyclen plaatsvindt, des te meer materiaal in de hieropvolgende stap van metallurgisch/thermisch/chemische recycling kan worden teruggewonnen. Deze vorm van recycling vindt in Nederland plaats, bijvoorbeeld bij Van Peperzeel.
- Metallurgisch/thermisch/chemisch, waarbij op dit moment 3 basisvormen worden onderscheiden: (A) Hydro metallurgisch proces, (B) Pyrometallurgisch proces en (C) Direct physical recycling proces. Daarnaast bestaat het perspectief van toepassing plasmatechnologie voor het kraken van complexe mengsels met zeldzame metalen. Deze vorm vindt in Nederland nauwelijks plaats.

Samenhang met andere kansen

Circulariteit in de brede zin is een dwarsdoorsnijdend thema met raakvlakken naar alle andere thema's in het plan. Een goed ingerichte infrastructuur hiervan in Nederland zal de gehele batterij propositie in Nederland ten goede komen.

Design to recycle (productopbouw gericht op circulair gebruik) en *Design from recycling* (productopbouw met gerecyclede materialen) zijn cruciale onderdelen bij de ontwikkeling van nieuwe generaties batterijen: *Materialen en celontwerp*, thema 1. Daarnaast kan het efficiënt uitlezen van data tijdens het productieproces of uit het batterijmanagementsysteem helpen om de herbruikbaarheid van batterijen te bevorderen door goede data aan te bieden, *Apparatuur voor cellen, modules en pakketten* (thema 2) en *Data, veiligheid en testen* (thema 5).

Speelveld nationaal, Europees en internationaal

In Nederland zijn de volgende spelers actief:

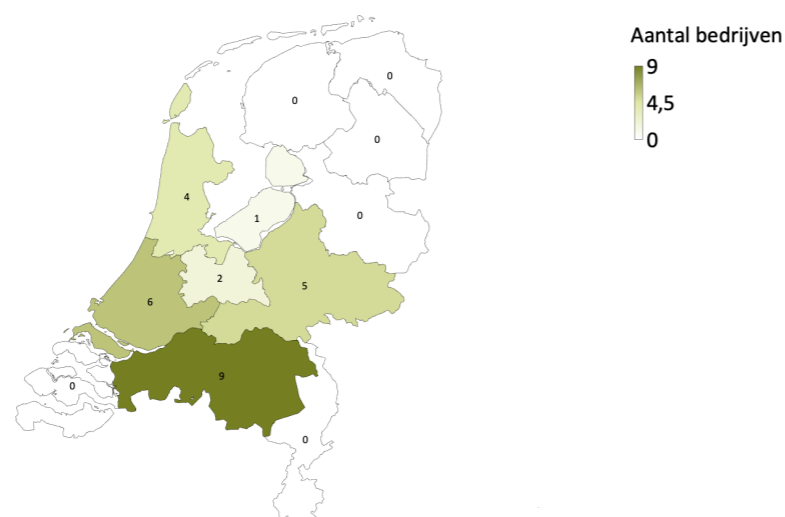
- Reuse en refurbishment: NOWOS, Battery-As-A-Service, Stored Energy, EcarAccu Fietsaccurevisie.NL
- Recycling: Circular Industries, VDL Castings, A&M Recycling, RecycleWell, Core Chemistry, Heskon, Mirec, TES, Van Peperzeel, HKS, Bluetron, Riwald Recycling
- Koepelorganisaties: STIBAT, ARN

Figuur 18 geeft de regionale spreiding van bedrijven actief op dit thema aan. In Nederland zijn in totaal 27 bedrijven actief op het gebied van hergebruik, tweede gebruik en recycling, met name in Noord-Brabant en ook in Gelderland, Zuid-Holland en Noord-Holland.

Relevante ontwikkeling is dat steeds meer autofabrikanten zelf recycling programma's opzetten om zoveel mogelijk waarde te behouden. Het Zweedse Northvolt kan bijvoorbeeld met het *Revolt* recyclingsprogramma 95% van de materialen terugwinnen uit oude batterijen en deze weer inzetten voor de productie van nieuwe cellen⁵³. Volvo en Ford zetten samenwerking op met Redwood Materials⁵⁴. Volkswagen heeft in 2021 een eigen recycling plant geopend⁵⁵. Andere grote OEMers zetten vergelijkbare stappen.

Met name metallurgische/thermische/chemische recycling vindt verder plaats bij grote bedrijven in Europa, zoals Duesenfeld, Accurec en Redux Recycling (Duitsland), Snam (Frankrijk), Umicore (Belgie, Hydrovolt en Elkem (Noorwegen) of Fortum Battery Solutions (Finland).

Op beleidsgebied wordt in Europa in 2022 een nieuwe batterij verordening van kracht, die onder andere eisen stelt met betrekking tot hergebruik van batterijen, aangescherpte inzamelingspercentages en minimale hoeveelheden recyclede materialen⁵⁶.



⁵³ Northvolt Revolt. <https://northvolt.com/products/revolt/>

⁵⁴ TechCrunch. Ford, Volvo join Redwood Materials to launch free EV battery recycling program in California. <https://techcrunch.com/2022/02/17/ford-volvo-join-redwood-materials-to-launch-free-ev-battery-recycling-program-in-california/>

⁵⁵ Volkswagen AG. Lithium to lithium, manganese to manganese. <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/02/lithium-to-lithium-manganese-to-manganese.html>

⁵⁶ Global Compliance News. Europe: EU Commission proposes new regulation for sustainable batteries. <https://www.globalcompliancenes.com/2021/04/05/all-europeeu-commission-proposes-new-regulation-for-sustainable-batteries110321/>

Figuur 18: Geografische spreiding van bedrijven actief op Hergebruik, tweede gebruik en recycling. Mogelijk gemaakt met Bing © GeoNames, Microsoft, TomTom

Sterke/zwakke punten Nederland

Hergebruik, tweede gebruik en recycling, staan in Nederland nog in de kinderschoenen. Veel moet nog ontwikkeld worden om tot goede business proposities te komen. Ook op gebied van beleid en regelgeving dienen zaken opgepakt te worden, bijvoorbeeld de bepaling wanneer een batterij nog geschikt is voor hergebruik, tweede gebruik en wanneer niet. Qua kennis en innovatie is het zaak om aan te sluiten bij internationale ontwikkelingen en een eigen nationale propositie te ontwikkelen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van knelpunten die opgepakt dienen te worden.

Inzameling	Demontage
<ul style="list-style-type: none"> • Classificatie van batterijen door ontdoener • Eisen aan verpakkingen EoL batterijen • Complexe procedures internationaal transport EoL batterijen (chemisch afval) 	<ul style="list-style-type: none"> • Classificatie van afgedankte batterijen is moeilijk en brengt risico's mee bij onvoldoende kennis. • Omgang met batterijen, onvoldoende opleidingen op dit onderwerp. • Veilige opslag van batterijen (gebrek aan duidelijke richtlijnen). • Menging van loodaccu's met lithium startaccu's (nagenoeg zelfde grootte) • Orphan batteries -> parallelle import • Ongecontroleerde verkoop aan derden.
Opslag en voorbereiding	Second-use
<ul style="list-style-type: none"> • Opslag: strenge eisen vanuit vergunning/brandweer • Opslag: weinig aanbieders • Verkleining ten behoeve van verdere verwerking: nog niet beschikbaar in Nederland. Komt wel met implicaties voor compliance, want first recycler moet rapporteren over gehele verwerkingsketen 	<ul style="list-style-type: none"> • Second-use: focus van OEM's op first use, waardoor de batterijen op termijn steeds verder gedegenerereerd zijn als ze worden afgedankt. Lastige businesscase. • Second-use: risico's en aansprakelijkheid • Second-use: Onvoldoende informatie over state-of-health batterij (battery passport nog niet in omgang) • Verwerking: kennis vereist over verwerking om keuzes te kunnen maken in productontwerp. • Gebrek aan data om op voorhand status toestand batterij te bepalen
Verwerking / Recycling	
<p>Verwerking: nog geen dominante verwerkingstechnologie en investeringen blijven achter omdat batterijsamenstellingen continu veranderen en dit vraagt om andere verwerkingsprocessen.</p>	

Acties specifiek voor deze kans

Het opzetten van een samenwerkingsstructuur met een gezamenlijke visie zal helpen om meer richting te geven aan bestaande circulariteitsinitiatieven en het opzetten van een goede infrastructuur voor gebruikte batterijen uit de vervoerssector in Nederland. Dit samenwerkingsverband moet de industrie, ontwikkelingsmaatschappijen, onderwijs- en kennisinstututen en overheid bij elkaar brengen. Daarbij geldt dat recycling de laatste stap is in de EoL strategie en dat mogelijkheden voor hergebruik en tweede gebruik onderzocht dienen te worden.

- 1 Het opstellen van een roadmap voor een optimale circulaire batterijketen waarbij maatschappelijke uitdagingen aangepakt worden en business kansen worden gecreëerd.**
Deze roadmap geeft op verschillende tijdshorizonten aan welke knelpunten opgepakt moeten worden en wat daarvoor nodig is (onderzoek, innovatie, logistiek, juridische aspecten, green deal achtige constructies, business development). Per resultaat dient aangegeven te worden welke middelen nodig zijn (welke organisaties en budget).
Voor het ontwikkelen van deze roadmap zijn in 2022 verschillende werksessies met het veld nodig.
- 2 Parallel hieraan moeten (pilot) projecten opgezet worden het op gebied van recycling. Laaghangend fruit hierin is bijvoorbeeld het shredden.**

Efficiënte kringloopsluiting zal voor de korte en lange termijn nodig zijn om uiteindelijk alle grondstoffen, schaars of niet, op hoogkwalitatief niveau terug te winnen en opnieuw in te zetten in de batterijen keten.

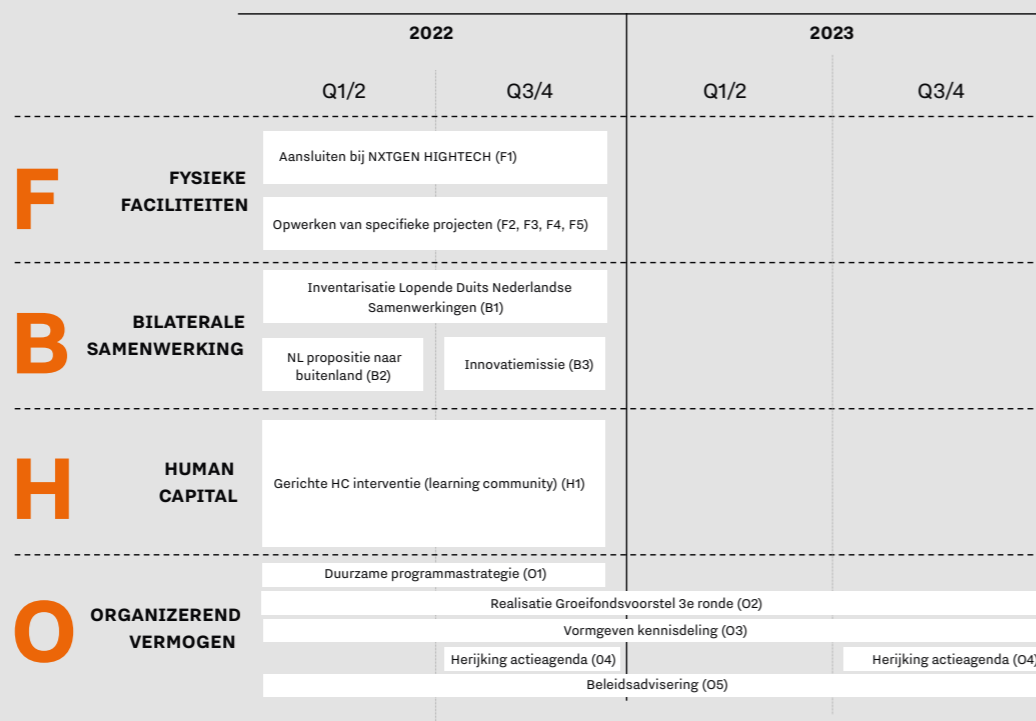


Prioritaire acties

Leeswijzer

Voor elk van de verschillende thema's worden acties benoemd die opgepakt moeten worden door overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen. Om focus aan te brengen, worden in dit hoofdstuk een aantal prioritaire acties geformuleerd die op korte termijn opgepakt kunnen worden, met duidelijke targets voor 2022 en 2023. De acties sluiten aan bij de acties die genoemd worden voor de individuele thema's en versterken het gehele batterijenecosysteem in Nederland. Zo maken we een gefocuste en vliegende start om uiteindelijk de moonshots op de verschillende thema's te bereiken.

Figuur 19: Gant-chart met de verschillende acties van deze actieagenda batterijsystemen geplott in functie van tijd.



4

Faciliteiten

Goede onderzoeks- & innovatiefaciliteiten zijn van belang om opschaling en innovatie in de diverse thema's te stimuleren, om data te genereren en veiligheid te kunnen waarborgen, en om recycling mogelijk te maken. Deze actieagenda identificeert een aantal benodigde types faciliteiten:

- Pilot-productiefaciliteiten; op het niveau van batterijcellen én batterijsystemen
- Testfaciliteiten; op het niveau van batterijcellen én batterijsystemen
- Recyclingfaciliteiten

Pilot-productiefaciliteiten zijn nodig om productieprocessen van batterijmaterialen, batterijcellen en batterijsystemen te demonstreren. Dit kan plaats vinden op een lab schaal (handmatig, geen serieproductie), een lab-fab schaal (geautomatiseerd, kleine serieproductie) en een fab schaal (geautomatiseerd, grote serieproductie). Voor pilot-productiefaciliteiten ten behoeve van batterijcellen en batterijsystemen geldt dat in beide gevallen vooral een behoefte aan faciliteiten op lab-fab schaal is.

Voor het valideren en ontwikkelen van zowel nieuwe generatie batterijmaterialen en -cellen als de productiemachines en -processen om deze materialen te produceren, is er behoefte aan het kunnen produceren van samples van cellen. Voor cellen wordt deze behoefte voor een deel gedekt door het NXTGEN HIGHTECH voorstel, wat voor een breder deel van het Nederlands bedrijfsleven opschaling van productie-equipment voorziet. In het DuurzameMaterialenNL voorstel is een centrale faciliteit voorgesteld waar reproduceerbare, gestandaardiseerde cellen geassembleerd kunnen worden. Helaas is dit onderdeel niet toegekend door de beoordelingsadviescommissie van het Nationale Groeifonds. Een dergelijke faciliteit wordt meegenomen in het nieuwe groeifondsvoorstel op batterijtechnologie voor de 3e tranche. Dergelijke faciliteiten, in combinatie met een onafhankelijk overkoepelend programmabureau, moeten gemeenschappelijke activiteiten en kennisuitwisseling faciliteren. De faciliteiten zijn bij uitstek ook de plekken waar sneller de nieuwe vindingen uit het BatteryNL-NWA programma sneller in een realistische set-up getest kunnen worden. Witte vlekken zitten nog in faciliteiten specifiek voor de 3D-batterijen van TNO Holst Centre (deze vragen andere productieapparatuur dan de standaard cellen), in een R2R productiefaciliteit en de pouch-cel faciliteit die in Duurzame MaterialenNL wordt voorgesteld.

Resultaat F1

De oprichting van een centrale pilotfaciliteit voor cellen- en materialen wordt gerealiseerd door NXTGEN HIGHTECH en aanvullende projecten

Resultaat F2 De witte vlekkenanalyse op het gebied van pilot-productiefaciliteiten, met name op het gebied van 3D batterijen en R2R faciliteiten, wordt aangescherpt en waar mogelijk worden hiervoor projectvoorstellen door de industrie en kennisinstellingen met behulp van het BCC-NL.

Voor batterijmodules, -pakketten en -systemen is er vooral behoefte aan het ontwikkelen van innovatieve prototype batterijsystemen ten behoeve van specifieke applicaties en het geautomatiseerd, flexibel, veilig en duurzaam produceren van de batterijsystemen. Hiervoor zijn pilotprojecten en productiepijplijnen nodig die niet alleen voorzien in vroege fase R&D, maar ook faciliteren in opschaling. Deze behoefte wordt de komende jaren deels gedekt middels de reeds toegekende Green Transport Delta – Elektrificatie project uit de RDM-regeling en de REACT-EU projecten van Brainport en Twente. Er is echter nog een gat met name voor de bulkbatterijen. Lab faciliteiten voor cellen en systemen zijn er met name bij de individuele bedrijven en instellingen zelf; voor commerciële faciliteiten is het bedrijfsleven primair aan zet, en zijn ook juist samenwerkingen met buitenlandse partners opportuun.

Resultaat F3 Projectvoorstellen voor opschalingsfaciliteiten voor modules en pakketten worden ontwikkeld.

Testfaciliteiten zijn nodig om batterijmaterialen, -cellen en –systemen te testen, meten en karakteriseren. Materialen en cellen dienen onderworpen te worden aan *ex-situ*, *in-situ* en *operando* materiaal- en batterijkarakterisering. Er zijn diverse partijen in Nederland die testfaciliteiten beschikbaar hebben: individuele kennisinstellingen zoals universiteiten en TNO en bedrijven zoals DEKRA, KEMA LABS en DNV-GL. Testfaciliteiten zijn nu echter nog versnipperd aanwezig, waardoor Nederlandse bedrijven op dit vlak

Overzicht Nieuwe generatie batterijcomponenten en – cellen en productieprocessen (vaste stof + siliciumanodes) op basis van bestaande celstructuur

	Component	Cell	Systeem (module / pack/applicatie)	Benodigd
Systeem ontwikkelen (machine, cel of celcomponent)	TU/d, UT, RUG NXTGEN HIGHTECH	TU/d, UT, RUG NXTGEN HIGHTECH		Op component- en celniveau productiemachines en -processen doorontwikkelen middels R2R pilotfaciliteit
Proces ontwikkelen	TU/d, UT, RUG NXTGEN HIGHTECH	TU/d, UT, RUG NXTGEN HIGHTECH		Realisatie van HIGHTECH NXTGEN project en doorontwikkeling met aanvullende projecten middels R2R faciliteit
Valideren in cel		MaterialsNL		Meerdere samenwerkingen met internationale celproducenten of cel pilotfaciliteiten
Valideren in systeem/applicatie			Green Transport Delta – Elektrificatie (BMS validatie)	Pilotprojecten en faciliteit voor prototype module en pakketontwikkeling om nieuwe generatie cellen te integreren en testen in batterijmodules en -pakketten

Lab-schaal **Lab-fabschaal** **Fab-schaal**

De pijl indiceert op welke stappen in batterijproductie de processtap van toepassing is, en waar deze dus mogelijk mist.

Figuur 20: Voorlopige witte vlekken-analyse van benodigde faciliteiten, geplot op niveau van component, cel, systeem v.s. validatie en ontwikkeling.
Bron: BCC-NL

een minder interessante propositie kunnen bieden aan klanten maar ook om de eigen bedrijven actief in batterijenproductie te faciliteren. Als onderdeel van de verleende REACT-EU subsidie inventariseren TNO, Brainport en ELEO op dit moment de testcapaciteit en certificeringscompetenties van Nederlandse testfaciliteiten, en de behoefte van het bedrijfsleven. Dit leidt tot een overzicht van de test- en certificeringsketen in Nederland, wat kan leiden tot een projectvoorstel voor aanvullend benodigde investeringen in faciliteiten.

Resultaat F4 Er wordt een digitaal platform voor testfaciliteiten opgericht en projectvoorstellen ontwikkeld.

Recyclingfaciliteiten zijn belangrijk vanuit strategisch en maatschappelijk oogpunt. Welke recyclingtechniek dominant wordt voor de Nederlandse context moet echter nog blijken. Dit vraagt ten eerste om investeringen in onderzoek en vervolgens in pilotlijnen om de opschaling van recyclingprocessen te realiseren. Belangrijk is om aan te sluiten bij Europese ontwikkelingen en een nationale recycling propositie op te zetten. Binnen het Green Transport Delta – Elektrificatie project loopt er een eerste onderzoek vanuit TNO, VDL en Circular Industries.

Resultaat F5 De mogelijkheden voor projecten voor batterijrecyclingsfaciliteiten zijn onderzocht in het kader van de circulaire roadmap.

Figuur 21: Voorlopige witte vlekken-analyse van benodigde faciliteiten, geplot op niveau van component, cel, systeem v.s. validatie en ontwikkeling.
Bron: BCC-NL

Overzicht Testfaciliteiten

	Component	Cell	Systeem (module/pack/applicatie)	Re-use
Research level	RUG, TU/d	TNO T&T, TU/d, UT, ELEO,...	TNO T&T	
Development level	RUG, TU/d	TNO T&T, ELEO,...	TNO T&T, ELEO, CLEANTRON, ANDEREN	
Testing/validation	RUG, TU/d	TU/d, TNO, T&T BATTERY SAFETY CAMPUS, CONNECTR	TNO, T&T, DEKRA ELEO, BATTERY SAFETY CAMPUS, CONNECTR	
Certification			KEMA	

Bilaterale samenwerking

Samenwerking met partners, internationaal en met name in Europa, is cruciaal. De samenwerking tussen de Universiteit Twente en het Fraunhofer Gesellschaft in het Fraunhofer Project Center op het gebied van onderzoek en innovatie is hier een goed voorbeeld van. Ook liggen er kansen om strategische toelevensamenwerkingen te realiseren van Nederlandse technologie en machines voor de grote productielocaties in Duitsland en Frankrijk. De zelfstandige batterijproducenten in Nederland kunnen nieuwe nichemarkten aanboren in andere landen, met Duitsland als eerste focusland. De activiteiten op het gebied van bilaterale samenwerking sluiten aan bij de internationaliseringsfocus van de Topsector HTSM, Chemie en bij die van het Nederlands-Duitse innovatiepact. Op het circulaire vlak kan aansluiting worden gezocht met CEID in Duitsland, waar inmiddels via KIA-CE de eerste gesprekken zijn gepland. Om dit in gang te zetten, worden concreet 3 lijnen in gang gezet:

Resultaat B1	Er wordt gewerkt aan een inventarisatie van <i>lopende Duits-Nederlandse samenwerkingen op batterijgebied</i> . Deze inventarisatie kan gebruikt worden om te profiteren van reeds lopend contact, om banden verder aan te halen en een strategie te bepalen richting de toekomst.
Resultaat B2	Er wordt ingezet op minimaal <i>een innovatiemissie met Duitsland</i> in 2022. De precieze invulling wordt nog nader bepaald.
Resultaat B3	Er wordt gewerkt aan <i>een Nederlandse propositie richting Duitsland</i> . Deze propositie kan in het verlengde van deze actieagenda worden gezien, en brengt overzichtelijk de relevante ontwikkelingen op batterijengebied in Nederland in kaart.

Human Capital

Human capital wordt door de betrokken partijen als de grootste bottleneck gezien in de verdere opschaling van batterijtechnologie in Nederland. Het probleem van het verkrijgen van voldoende technisch geschoold personeel is tegelijkertijd hardnekkig en niet zomaar opgelost. Ook in het recent gepubliceerde Regeerakkoord wordt deze uitdaging geadresseerd, en inspanning betuigd om het tekort aan technisch en praktisch opgeleide werknemers aan te pakken.

Voor batterijen specifiek liggen uitdagingen zowel op het gebied van materiaalkundigen (met name aan het begin en einde van de waardeketen) en op het gebied van mechanici (met name aan het einde van de waardeketen). Over de hele linie is behoefte aan kennis van software en data⁵⁷.

⁵⁷ EDDIE (2021). Current and future skill needs in the Energy Sector.

De insteek is om aan te sluiten bij bestaand Human Capital beleid, vanuit bijvoorbeeld de Topsectoren. Het opzetten van zgn. *learning communities* (dan wel nadere invulling geven aan bestaande) is hiervan een goede concrete invulling. Opgepast moet worden dat er

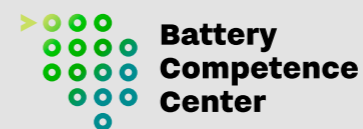
niet een kannibaliserend effect ontstaat ten opzichte van overige energietoepassingen. Ook verdienen exposure van het werkveld, creatieve oplossingen van omscholingen en het vergemakkelijken van arbeidsmigratie extra aandacht.

Resultaat H1

Er wordt een human capital interventie op batterijsystemen ontwikkeld die aansluit bij de huidige human capital aanpak vanuit de Topsectoren.

Organiserend vermogen

Om de lange termijn ambities uit dit actieplan te realiseren is het nodig om een meerjarig en structureel organiserend vermogen neer te zetten. Daarom wordt een nationale, onafhankelijke entiteit voorgesteld met meerjarige financiering. We kiezen ervoor het reeds bestaande Battery Competence Center (BCC) door te ontwikkelen naar een landelijke platform: het **Battery Competence Cluster Netherlands (BCC-NL)**. Hiermee borgen we dat er eigenaarschap en trekkracht is, zorgen we voor bundeling van initiatieven en benutten we het platform voor netwerkvorming (nationaal maar ook in EU verband) en kennisdeling.



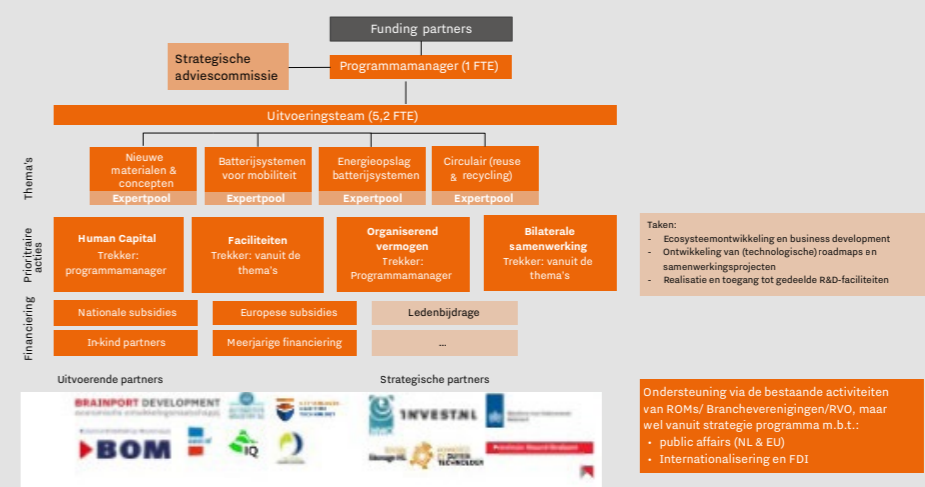
Voorgestelde governance

Funding partners

Deelnemers zijn de financierende partijen. Zij houden toezicht op bereiken van strategische doelen en de voortgang van deze actieagenda batterijsystemen. Beoogde deelnemers zijn Topsectoren HTSM, Chemie en Energie, ministeries van EZK en I&W, aantal betrokken provincies, ROM-Nederland en afgevaardigden uit de industrie en kennisinstellingen.

Organiserend vermogen: Nationaal programmabureau Battery Competence Cluster-NL

Figuur 22: Voorgestelde structuur BCC-NL.
Bron: BCC-NL



Strategische adviescommissie

De commissie bestaat uit experts uit het batterijenveld die het uitvoeringsteam gevraagd en ongevraagd adviseren over de tactische en strategische industriële ontwikkelingen. Hier kunnen bijvoorbeeld experts aan deelnemen uit de expertgroep van deze actieagenda. Deze groep wordt aangevuld met experts zodanig dat alle thema's uit deze actieagenda evenwichtig ingevuld zijn.

Uitvoeringsteam onder leiding van programmamanager

Om tot de benodigde nationale opschaling te komen en alle acties uit deze actieagenda te kunnen realiseren is bundeling van krachten en additionele capaciteit nodig. De capaciteit is met name nodig voor de nationale en internationale netwerkvorming, (technisch) inhoudelijke aansturing en onafhankelijke coördinatie van het programma. Om dit uit te voeren is een ervaren programmamanager nodig, met inhoudelijke kennis van het batterijdomein en strategische vaardigheden om de verbinding tussen publiek en privaat continu te leggen.

Het uitvoeringsteam zorgt voor trekkracht op individuele thema's, de prioritaire acties en de realisatie. Per thema is er één trekker die de activiteiten binnen dat thema overziet, coördineert en rapporteert aan de programmamanager. Bemensing van de thema's komt in eerste instantie van Brainport Development, RAI Automotive Industry NL, en Oost NL. Per thema zorgt de trekker voor een eigen expertteam met partijen en organisaties die mede uitvoering kunnen geven aan de acties zoals geformuleerd in deze actieagenda.

Resultaten en Acties Programmabureau**Resultaat 01**

Er is eind 2022 een duurzame programmastructuur gerealiseerd voor een nationaal BCC-NL, inclusief financieringsstrategie

Om de lange termijn ambities te realiseren is het nodig om niet enkel afhankelijk te zijn van projectafhankelijke financiering en in-kind bijdragen vanuit de samenwerkingspartners. Er dient gezocht te worden naar meerjarige financiering voor de benodigde R&D-activiteiten van het ecosysteem onder coördinatie van BCC-NL. Het programma verbindt de partijen en ontwikkelt het ecosysteem integraal. Een dergelijk programma leidt tot een stevige thematische samenwerking dat regio-overstijgend is. De programmamanager zal het bovenstaande proces coördineren en de meest geschikte financieringsstructuur identificeren en uitwerken in afstemming met de betrokken stakeholders.

Resultaat 02

Er is een Nationaal Batterij projectplan opgesteld en ingediend voor financiering (bijv 3e tranche van het Nationale Groeifonds).

De actieagenda batterijsystemen is opgesteld door een expertgroep van bedrijfsleven en kennisinstellingen uit verschillende fases in de batterijwaardeketen. Dit plan is

breed gedragen door de vele stakeholders die Nederland deze sector kent. Als we de economische kansen willen benutten moet deze actieagenda ook gerealiseerd worden. Financiering is hierbij essentieel en daarom werkt het BCC-NL aan een Nationaal Batterij projectplan. Dit plan kan mogelijk worden ingediend bij het Nationale Groeifonds omdat het streeft naar directe impact en economische en duurzame groei op de lange termijn. Hierin wordt ook de verbinding gelegd met reeds bestaande subsidieprogramma's en projecten of andere financieringsmogelijkheden, om tot een zo efficiënt mogelijke uitrol van het actieplan te komen.

Resultaat 03

Kennisdeling vormgegeven

Het programmamanagement werkt aan concrete activiteiten om kennis en informatie te delen in het Nederlandse batterijenecosysteem. Eén concreet voorbeeld is de organisatie van een *BatteryDayNL*. Universiteiten en hogescholen zullen nadrukkelijk betrokken worden bij de vormgeving van het delen van kennis en informatie.

Resultaat 04

De actieagenda batterijsystemen is in 2023, waar nodig, herijkt

De ontwikkelingen op het gebied van de energietransitie volgen elkaar in een rap tempo op. De versie van de actieagenda die nu voorligt is derhalve geen statisch document, maar vraagt om een jaarlijkse update. Het programmabureau organiseert jaarlijks met de betrokken expertpools een beperkte consultatie om het plan te herijken, op basis van de actuele ontwikkelingen in de sector.

Resultaat 05

Beleidsadvisering

Hoewel er veel instrumentarium op het gebied van (energie)innovatie beschikbaar is, zal dit niet in alle gevallen toereikend zijn om de industrie en deze actieagenda te faciliteren om meer eigen onderzoek, ontwikkeling en productie te doen op batterijtechnologie. Regelingen als de DEI+ (ontwikkelen van efficiëntere productieprocessen of toepassing van groene energie in het elektriciteitssysteem) en de MOOI-regeling (verduurzamen van productieprocessen en inrichten van circulaire ketens) sluiten deels aan met de benodigde activiteiten zoals beschreven in deze actieagenda. Bijvoorbeeld de ontwikkeling van duurzame technologie (zoals batterijen) voor de mobiliteitssector past niet binnen de huidige regelingen. De DKTI-regeling is met name gericht op de toepassing, maar faciliteert niet de ontwikkeling van de batterijtechnologie zelf.

Het BCC-NL vormt het ideale platform om de continue dialoog aan te gaan met het bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid voor beleidsadvisering. Het programmabureau zal dit faciliteren. Hier spelen ook organisaties als RAI AINL, Netherlands Maritime Technology en ESNL als bedrijfsvertegenwoordigers een rol.



AIRENTY 5

OIL
JANU
P 6 S

Warning sign with a yellow triangle and a red circle with a slash.

Colofon

De actieagenda Batterijsystemen is tot stand gekomen onder leiding van een expertgroep vanuit bedrijfsleven en kennisinstellingen. De expertgroep werd voorgezeten door Mark Huijben, met als deelnemers Ardi Dortmans, Christian Rood, Guido Dalessi, Menno Kleingeld, Moniek Tromp met tevens actieve participatie van Ton van Mol en Ronald van den Putte.

De expertgroep werd ondersteund door een secretariaat bestaand uit, in alfabetische volgorde, Bart Jeroen Bierens, Hans Bosch, Taco Bosdijk, Jeroen Eblé, Marijn Goes, Jasper van Loenhout, Wieteke Meijer, Jean-Pierre Oudsen, Geert van Seggelen, Bas Steendam en Liane van der Veen.

Voor de totstandkoming van de actieagenda is tevens gebruik gemaakt van de actieve inbreng van het brede(re) veld, waarbij twee plenaire consultaties op 18 november 2021 en 28 januari 2022 hebben plaatsgevonden, naast ad hoc contact met stakeholders.

Met dank aan AdobeStock, Batteries Europe, BEPA, CIC energiGUNE, ELEO, Leyden-Jar, Netbeheer Nederland en de Rijksoverheid voor de afbeeldingen en fotografie.


Holland High Tech | Expertgroep Batterijen

+ 31 30 600 1328

info@hollandhightech.nl

www.hollandhightech.nl

 HollandHighTech

 holland-high-tech

Vormgeving

Subjekt

© 2022