



The Hague Centre
for Strategic Studies

Kritieke grondstoffen in Noord-Holland en Flevoland

Op weg naar veerkrachtige toeleveringsketens

Irina Patrahau, Lucia van Geuns, Ron Stoop en Julie Jeuken

September 2025





Kritieke grondstoffen in Noord-Holland en Flevoland

Op weg naar veerkrachtige
toeleveringsketens

Auteurs:

Irina Patrahau, Lucia van Geuns, Ron Stoop en Julie Jeuken

September 2025

Dit rapport is opgesteld in opdracht van de provincies Noord-Holland, Flevoland en de Metropoolregio Amsterdam. Deze rapportage is het resultaat van onafhankelijk onderzoek. De verantwoordelijkheid voor de inhoud ligt volledig bij de auteurs.

© *The Hague* Centre for Strategic Studies behoudt zich alle rechten voor. Geen enkel onderdeel van dit rapport mag gereproduceerd of gepubliceerd worden in welke vorm dan ook, in print, microfilm, fotografie, of op enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van HCSS. De rechten van alle foto's zijn voorbehouden aan hun respectievelijke eigenaars.

Een werkgroep met medewerkers van deze organisaties en van de Amsterdam Economic Board, het Noordzeekanaalgebied en de gemeente Amsterdam fungeerde daarbij als aanspreekpunt voor de onderzoekers. Dat betekent echter niet dat de inhoud van dit rapport per definitie volledig wordt onderschreven door deze organisaties.

Het rapport van HCSS wordt op 24 september 2025 besproken tijdens een workshop met relevante stakeholders. Tijdens die workshop zullen de bevindingen worden besproken en zal worden getracht de aanbevelingen uit het rapport nader te concretiseren. Een verslag met de belangrijkste punten uit deze workshop zal tzt worden gepubliceerd.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	IV
1.	Introductie	1
2.	Van globaal naar lokaal: Relevantie van CRM voor de provincies Noord-Holland en Flevoland	3
3.	CRM-volumes en kwetsbaarheden in de regio	11
4.	De capaciteit van CRM-toeleveringsketens in de regio	22
5.	Het potentieel van de regio om veerkrachtigere en duurzamere toeleveringsketens op te bouwen	29
6.	Conclusies en aanbevelingen	35
7.	Bijlage 1. Alle windturbines, zonneparken en datacentra in de provincies Noord-Holland en Flevoland	39
8.	Bijlage 2. Bedrijven en instellingen in CRM-toeleveringsketens in de provincies Noord-Holland en Flevoland	40

Samenvatting

Digitale en groene technologieën, gezondheidszorg en defensie zijn allemaal sterk afhankelijk van kritieke grondstoffen (CRM¹). Dit zijn mineralen en metalen die daarom van vitaal belang zijn voor de Nederlandse en Europese economie. De voortdurende energietransitie is de belangrijkste stuwende kracht achter de vraag naar CRM in de Europese Unie (EU) en wereldwijd.² Maar ook andere sectoren doen een beroep op het schaarse wereldwijde aanbod van CRM. De toelevering van CRM loopt grote risico's doordat productie buiten de EU geconcentreerd is - vaak in landen met een zwak bestuur of in landen die geopolitieke invloed kunnen uitoefenen door hun controle over het aanbod van deze grondstoffen.

Geopolitieke ontwikkelingen hebben dan ook een grote invloed op de leveringszekerheid van CRM in de EU. De oorlog in Oekraïne heeft verschillende aanvoerketens (van fossiele brandstoffen tot meststoffen en digitale technologieën) veranderd, en heeft veel regeringen ertoe aangezet nauwere samenwerkingsverbanden aan te gaan met in hun ogen meer betrouwbare leveranciers. Landen over de hele wereld, waaronder in Latijns-Amerika, Oost-Azië, het Midden-Oosten en Afrika, bouwen ondertussen hun minerale industrieën op en positioneren zichzelf als alternatieven voor de hoofdleverancier China.

Dit is een reactie op China's decennialange industriële strategie. Het land heeft zichzelf gepositioneerd als de grootste leverancier van CRM en daarnaast als leider in veel groene en digitale producten. De rivaliteit tussen de VS en China begint steeds meer te lijken op een geo-economische strijd om deze kritieke technologieën en grondstoffen. De huidige handelsbeperkingen vanuit China hebben betrekking op meer dan 15 CRM - zoals gallium, germanium, antimoon - en zeven zeldzame aardmetalen. Deze grondstoffen zijn onmisbaar voor strategische sectoren zoals de energiesector, de digitale economie, de gezondheidszorg- en de defensieproductie.³

De EU, de Nederlandse overheid en regionale autoriteiten in Nederland nemen maatregelen om deze kwetsbaarheden aan te pakken. In 2024 is de *Critical Raw Materials Act* (CRMA) aangenomen om een kader te bieden voor grotere veerkracht binnen toeleveringsketens.⁴ De Nationale Grondstoffenstrategie (NGS) die in 2022 van start ging is gericht op het veiligstellen van duurzame en gediversifieerde toegang tot kritieke grondstoffen.⁵ Regionaal heeft de Provincie Noord-Holland zich gecommitteerd aan verschillende CRM-initiatieven binnen hun 'Uitvoeringsagenda duurzame en circulaire economie' voor 2025-2028.⁶ Zo wordt waar mogelijk ingezet op het versterken van de circulaire samenwerking en het terugwinnen van

¹ CRM = Critical Raw Materials, deze terminologie wordt ook aangehouden gedurende het rapport wanneer er naar kritieke grondstoffen wordt gerefereerd

² IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (IEA, 2022), <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>.

³ Shivaprasad, Ashitha, Amy Lv, Lewis Jackson, Ashitha Shivaprasad en Lewis Jackson. 'Momentopname van China's kritieke exportcontroles voor mineralen'. *Reuters*, 4 juni 2025. <https://www.reuters.com/world/china/chinas-curbs-exports-strategic-minerals-2025-02-04/>.

⁴ European Commission, 'Critical Raw Materials Act', 3 May 2024, https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en.

⁵ Ministerie van Algemene Zaken, 'Raw materials strategy for large transitions - Kamerstuk - Rijksoverheid.nl', kamerstuk, Ministerie van Algemene Zaken, 9 December 2022, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/12/09/raw-materials-strategy-for-large-transitions>.

⁶ Provincie Noord-Holland, 'Uitvoeringsagenda Duurzame En Circulaire Economie 2025-2028'.

kritieke grondstoffen.⁷ De gemeente Amsterdam streeft ernaar om in 2050 een volledig circulaire en 'netto-nul' stad te zijn. Haar circulaire strategie voor de periode 2020-2025 omvat ook een specifieke focus op het verbeteren van de circulariteit van CRM.⁸ Daarnaast zetten industriële actoren, met name het Noordzeekanaalgebied (NZKG) en de haven van Amsterdam, proactieve stappen om de circulaire economie dichterbij te brengen.⁹ De Metropoolregio Amsterdam (MRA) brengt verschillende belanghebbenden samen om gezamenlijke regionale oplossingen te vinden en manieren te identificeren om deze beleidsdoelen te implementeren.

Als reactie op de beleidsontwikkelingen rondom CRM in Nederland en de EU wordt in deze studie onderzocht hoe de regio kan werken aan het opbouwen van veerkrachtige en duurzame toeleveringsketens voor CRM. Hiervoor is literatuurstudie aangevuld met elf interviews met bedrijven en andere belanghebbenden in de regio.

CRM-volumes en kwetsbaarheden in de provincies Noord-Holland en Flevoland

De huidige verspreiding van CRM in de provincies Noord-Holland en Flevoland kan grofweg worden onderverdeeld in twee categorieën:

1. Goederen met een lage concentratie CRM per product maar met een breed scala aan regionale eindtoepassingen, zoals auto's en machines.
2. Goederen met een hoge concentratie aan CRM per product die regionaal echter minder vaak voorkomen, zoals windturbines en datacenters.

Veelvoorkomende autoprodukten bevatten de grootste hoeveelheid CRM in deze provincies, gevolgd door machines en gereedschap, chemische basisproducten en elektrische apparatuur. Elk van deze productcategorieën kan tussen de 23 en 33 verschillende soorten CRM bevatten.¹⁰ De autosector staat onder druk door schaarste in de toeleveringsketen. In 2021 ontstonden er tekorten door een gebrek aan halfgeleiders, en in 2025 speelt de exportbeperking van permanente magneten vanuit China een grote rol.¹¹ Door snel slinkende bedrijfsvoorraden zijn verschillende fabrieken en productielijnen in Europa stilgelegd. Dit kan directe gevolgen hebben voor consumenten in Noord-Holland en Flevoland. Omdat er in deze regio geen autofabrikanten zijn gevestigd, is de mogelijkheid om lokaal in te grijpen of tekorten op te vangen beperkt.

⁷ Province Noord-Holland, 'Uitvoeringsagenda Duurzame En Circulaire Economie 2025-2028', https://www.noord-holland.nl/bestanden/pdf/Economie_Werk/Uitvoeringsagenda%20duurzame%20en%20circulaire%20economie%202025-2028.pdf.

⁸ 'Amsterdam Circulair 2020-2025 Strategie', [openresearch.amsterdam, 2020, https://openresearch.amsterdam.nl/page/54968/amsterdam-circulair-2020-2025-strategie](https://openresearch.amsterdam.nl/page/54968/amsterdam-circulair-2020-2025-strategie).

⁹ Ecorys and Metabolic, *Transitie naar een circulaire economie in het Noordzeekanaalgebied* (2023), https://www.noord-holland.nl/bestanden/pdf/Economie_Werk/Eindrapport%20Circulair%20handelingsperspectief%20ruimtelijke%20inrichting%20NZKG%20circulaire%20transitie.pdf; *Vision 2040 | Port of Amsterdam* (2025), https://www.portofamsterdam.com/sites/default/files/2025-04/Visie%202040_gecomprimeerd.pdf.

¹⁰ *Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Noord-Holland* (geoFluxus, 2025); *Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Flevoland* (geoFluxus, 2025); Provincie Noord-Holland. *Provinciale Circulaire Economie Monitor 2025*. 2025. https://www.noord-holland.nl/bestanden/pdf/Economie_Werk/Provinciale%20Circulaire%20Economie%20Monitor%202025.pdf.

¹¹ Jarrett Renshaw et al., 'Global Alarm as China's Critical Mineral Export Curbs Take Hold', *Reuters*, 4 June 2025, <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/global-alarms-rise-chinas-critical-mineral-export-ban-takes-hold-2025-06-03/>.

Als het gaat om producten met een hoog volume aan CRM, telt de regio de meeste windturbines en datacenters van heel Nederland. Daarnaast wijzen nieuwe projecten op veel potentie voor zonne-energie. Al deze sectoren maken intensief gebruik van CRM. Dat brengt risico's met zich mee, maar ook kansen voor circulaire oplossingen.¹²

Windturbines bevatten permanente magneten gemaakt van zeldzame aardmetalen, zonnepanelen zijn opgebouwd uit silicium en antimoon, en de batterijen in datacenters kunnen lithium en nikkel bevatten. De productie van zowel CRM als deze onderdelen is sterk geconcentreerd in China. Daardoor zijn Noord-Holland en Flevoland kwetsbaar voor geopolitieke verstoringen. Tegelijkertijd biedt dit kansen voor de provincies om zelf beleid en initiatieven te ontwikkelen rond het gebruik, hergebruik en de beschikbaarheid van CRM.

Activiteiten in de CRM-toeleveringsketens in de provincies Noord-Holland en Flevoland

De industriële activiteit met metalen en mineralen in de twee provincies is beperkt en samengevat in Figuur 1.

De verwerkingscapaciteiten in de regio worden bepaald door bedrijven als TATA Steel, Chemreclaim en een aantal andere bedrijven die variëren in grootte, focus en technieken. Productiebedrijven die wel rechtstreeks gebruik maken van CRM en metalen in plaats van alleen componenten kunnen worden onderverdeeld in vijf groepen: (1) bouw, (2) energie-infrastructuur, (3) havens, logistiek en de maritieme sector, (4) machine- en apparatenbouw, en (5) elektronica en datacentra.¹³

De afgelopen jaren is er een aanzienlijke toename geweest van *urban mining*-initiatieven en circulariteitsbeleid in de regio.¹⁴ Recycling is dan ook de meest voorkomende metaal-gerelateerde activiteit binnen de provincies Noord-Holland en Flevoland.

Ten slotte zijn er verschillende diensten-, handels- en R&D-bedrijven aanwezig in de regio. Dit wordt mogelijk gemaakt door de structuur van het NZKG, goede infrastructurele verbindingen en diverse kennisinstellingen in de hoofdstad.

¹² Vasileios Rizos et al., *Developing a Supply Chain for Recycled Rare Earth Permanent Magnets in the EU* (CEPS, 2022), <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2023-01/Developing%20a%20supply%20chain%20for%20recycled%20rare%20earth%20permanent%20magnets%20in%20the%20EU.pdf>.

¹³ HCSS-interview, 2025

¹⁴ Kieran Campbell-Johnson et al., 'Critical and Strategic Materials from Devices | TNO', *TNO Newsroom*, 18 March 2025, <https://www.tno.nl/en/newsroom/2025/03/urban-mining-critical-materials/>.

Figuur 1. Bedrijven en instellingen die actief zijn in de toeleveringsketens van mineralen en metalen in de provincies Noord-Holland en Flevoland



- **Verwerking:** Chemreclaim, Tata Steel IJmuiden
- **Productie:** Ketjen Netherlands B.V., ICL Fertilizers Europe CV, E-Magy, Expice, Cleantron, Victron Energy B.V., ASM Europe B.V., Energyra, Betronic B.V., Alfen, Levitech, Hitachi
- **Recycling** (inzameling, scheiding, en voorbereiding): Hilhorst Recycling, Overdie Metals Alkmaar, Overdie Staal B.V., PEL Recycling, Farci Metaal Recycling, Van Est Metals, AEB Amsterdam, Recco Non Ferro Metals B.V., EMR Metal Recycling BV, Renewi Amsterdam (Kajuitweg), Renewi Amsterdam (Westpoort), Kapteijn Metaal Recycling, H.Blom & Zonen, Trimet Metals, Schenk Recycling, Oud IJzer Handel van Schoten, Onne van de Stadt Recycling BV, Treffers B.V. Auto - en Scheepssloperij, Auto recycling Langedijk, Ecaraccu, BNA-Battery, Van Rijn en Co. B.V., Autorecycling Bart Inc., HKS - The metal Company, Metaal Magnus International, Van Peperzeel, NaviQ
- **Recycling** (terugwinning van metalen): Riwald Recycling Beverwijk, HKS - The metal Company
- **Diensten en handel:** Metaalhandel Kennemerland, Metaalhandel Broersen BV., Second Metals Recycling, Accuverkoop Hefra, AST Amsterdam Scrap Terminal, WMC, Autosloperij en Metaalhandel G van der Wijngaart, Holland Batteries, Return, AMG Advanced Metallurgical Group NV
- **Onderzoek en ontwerp:** Amsterdam Chemistry Network, Vrije Universiteit Amsterdam, Universiteit van Amsterdam, Science Park, Hogeschool van Amsterdam, ORE Energy, Intercel | More than batteries

De rol van regionale overheden bij het bouwen van veerkrachtige en duurzame toeleveringsketens

CRM-toeleveringsketens zijn mondiaal van aard en geen enkele EU-lidstaat heeft voldoende binnenlandse capaciteiten om zelfvoorzienend te worden. Dit geldt ook voor Nederland, dat zelfs in een volledig circulair systeem niet in al haar behoeften zal kunnen voorzien. Bovendien kan een volledig gelokaliseerde toeleveringsketen – indien dit te realiseren zou zijn geweest – leiden tot economische inefficiënties, omdat de comparatieve voordelen van verschillende landen in de huidige toeleveringsketen niet worden benut. Daarom moet elk CRM-initiatief gezien worden in een Europese context.

Ondanks dat de regio slechts een schakel is binnen de mondiale CRM-toeleveringsketens, identificeert deze studie vijf mogelijkheden om de regionale veerkracht en duurzaamheid te versterken.

1. Stimuleer dat nieuwe windparken, zonneparken, datacenters en het elektriciteitsnet een circulaire levenscyclus hebben
2. Verbeter de circulariteit van auto's in samenwerking met Europese partners
3. Steun recyclingbedrijven bij het uitbreiden van hun dienstverlening
4. Zet in op verlenging van de levenscyclus van machines en elektrische apparaten
5. Focus op kennisontwikkeling en innovatie

Deze vijf kansen kunnen worden bereikt door middel van tien beleidsaanbevelingen (Tabel 1).

Tabel 1. Beleidsaanbevelingen



Tijds- spanne	Aanbeveling	Verantwoordelijke actor	Kansen				
			1.	2.	3.	4.	5.
< 1 jaar	1. Houd regelmatig dialogen met bedrijven in de regio om vertrouwen op te bouwen en gezamenlijke oplossingen te vinden voor uitdagingen rond het opzetten van circulaire toeleveringsketens.	Provincies, Gemeenten	x	x	x		
< 1 jaar	2. Stimuleer kennisontwikkeling binnen lokale en regionale instellingen en overheden om vergunningsprocessen te stroomlijnen.	Provincies	x	x	x		
< 1 jaar	3. Identificeer en ondersteun de ontwikkeling van verbindingen tussen bedrijven in de regio om kennisontwikkeling en innovatie aan te moedigen, ter ondersteuning van de schaalbaarheid van nieuwe ideeën in 'oude' contexten.	Gemeenten	x	x	x		x
< 1 jaar	4. Organiseer bewustmakingscampagnes om meer publieke participatie in circulaire toeleveringsketens aan te moedigen (verlenging van de levenscyclus, ondersteuning van terugwinningsfaciliteiten van de 'hoge milieucategorie').	Gemeenten	x	x		x	
< 1 jaar	5. Ondersteun het kennisecosysteem op verschillende onderwijsniveaus om innovatie aan te moedigen en een geschoolde beroepsbevolking te ontwikkelen.	Rijksoverheid, Provincies, Gemeenten	x	x	x	x	
1-3 jaar	6. Ondersteun onderzoeksprogramma's om nieuwe methoden voor efficiënt materiaalgebruik en circulariteit te ontdekken en te ontwikkelen.	Rijksoverheid, gemeenten	x	x			x
1-3 jaar	7. Trek innovatieve startups en scaleups aan om het hightech ecosysteem in de MRA in stand te houden en te ontwikkelen.	Provincies, Gemeenten					x
1-3 jaar	8. Neem circulariteit expliciet mee bij discussies over ruimtelijke ordening om ervoor te zorgen dat nieuwe recyclingfaciliteiten activiteiten kunnen opstarten.	Provincies	x	x	x		
1-3 jaar	9. Bouw een netwerk op met lokale en regionale overheden in de EU om circulaire toeleveringsketens op Europees niveau te versnellen.	Provincies, Gemeenten	x	x	x	x	
1-3 jaar	10. Faciliteer matchmaking met downstreamsectoren (productiebedrijven) en gespecialiseerde recyclingbedrijven in EU-regio's om recyclingbedrijven in MRA te helpen potentiële afnemers van secundaire materialen te identificeren.	Provincies, Gemeenten	x	x	x	x	

1. Introductie

Vitale sectoren zoals digitale technologie, gezondheidszorg, schone energie en defensie zijn sterk afhankelijk van kritieke grondstoffen (CRM). Dit zijn mineralen en metalen die onmisbaar zijn voor de Nederlandse en Europese economie. De beperkte beschikbaarheid van deze grondstoffen brengt echter grote risico's met zich mee.¹⁵ Die risico's ontstaan vooral doordat de productie van deze materialen grotendeels plaatsvindt buiten de Europese Unie, vaak in landen met zwakke bestuursystemen of in landen die deze grondstoffen kunnen inzetten als politiek drukmiddel.

Het verminderen van deze afhankelijkheden is een belangrijke prioriteit geworden voor de Europese Unie. De inzet van aardgas als politiek drukmiddel door Rusland in 2021 en 2022, rond de invasie van Oekraïne, heeft duidelijk gemaakt dat toeleveringsketens niet alleen gebaseerd moeten worden op lage kosten, maar ook op betrouwbaarheid en leveringszekerheid. De handelsspanningen tussen de Verenigde Staten en China hebben in 2025 een nieuw hoogtepunt bereikt, wat de urgentie voor de EU en Nederland verder heeft vergroot om minder afhankelijk te worden van de import van kritieke grondstoffen.

Geopolitieke en veiligheidsrisico's botsen met de toenemende behoefte aan CRM over de hele wereld. De vraag naar CRM neemt toe in sectoren zoals groene, digitale en defensietechnologieën. Voor materialen zoals koper en nikkel groeit het wereldwijde aanbod echter minder snel dan de vraag. Hierdoor stijgen de prijzen en wordt er rond 2035 een tekort aan deze grondstoffen verwacht.¹⁶ Voor andere materialen zoals zeldzame aardmetalen (*rare earth elements*, REE) en kobalt wordt voorlopig geen tekort in het aanbod verwacht.¹⁷ Het grootste risico bij deze grondstoffen ligt in de concentratie van de productie in een beperkt aantal landen, wat leidt tot geopolitieke kwetsbaarheden.

Deze wereldwijde gebeurtenissen hebben lokale gevolgen in Nederland. De Nederlandse bevolking maakt gebruik van mobiele telefoons, laptops en elektrische auto's die zijn gemaakt met CRM. Deze toeleveringsketens hebben te maken gehad of zullen waarschijnlijk te maken krijgen met verstoringen. Hetzelfde geldt voor de windturbines die op de Noordzee worden geïnstalleerd, de fregatten van de Nederlandse marine en de röntgenapparatuur in ziekenhuizen.¹⁸ Naarmate de toeleveringsketens van CRM steeds meer als wapen worden gebruikt, zullen Nederlandse vitale sectoren daarvan steeds meer de gevolgen ondervinden. Tijdens de COVID-19-pandemie raakte de toeleveringsketen van halfgeleiders al verstoord. In 2025 werd ook de aanvoer van permanente magneten getroffen door het handelsconflict tussen China en de Verenigde Staten, waarbij landen als Nederland tussen de twee grootmachten in kwamen te zitten. De gevolgen hiervan raken niet alleen burgers maar ook bedrijven die moeite hebben om hun winstgevendheid te behouden, juist op een moment dat het Europese concurrentievermogen al onder druk staat.

¹⁵ 'Critical Raw Materials', European Commission, 2023, https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en.

¹⁶ IEA, *Global Critical Minerals Outlook 2025* (2025), <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025>.

¹⁷ IEA, *Global Critical Minerals Outlook 2025*.

¹⁸ 'Critical Minerals in Medicine', *British Geological Survey*, n.d., accessed 13 June 2025, <https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/maps-and-resources/critical-raw-materials-resources/modern-life-doesnt-grow-on-trees/critical-minerals-in-medicine/>; Irina Patrahau and Benedetta Girardi, 'Raw Material and Supply Chain Vulnerabilities in the Dutch Defence Sector: An Analysis of the Air Defence & Command Frigate', *HCSS*, 2025, <https://hcss.nl/report/raw-material-supply-chain-vulnerabilities-dutch-defence-sector-frigate/>; Irina Patrahau et al., *Securing Critical Materials for Critical Sectors: Policy Options for the Netherlands and the European Union*, HCSS Geo-Economics (The Hague Center for Strategic Studies, 2020), 142.

Het grootste risico bij deze grondstoffen ligt in de concentratie van de productie in een beperkt aantal landen, wat leidt tot geopolitieke kwetsbaarheden.

Om deze potentiële negatieve gevolgen te beperken, heeft de Nederlandse regering zich in haar Nationale Grondstoffenstrategie 2022 gecommitteerd aan het versterken van de leveringszekerheid van CRM.¹⁹ Deze strategie is afgestemd op de Europese *Critical Raw Materials Act* van 2024 en verschillende andere nationale strategieën binnen en buiten de Europese grenzen.²⁰ Al deze strategieën zijn gericht op het vergroten van de veerkracht en het beperken van toekomstige verstoringen in CRM-toeleveringsketens.

Hoewel de Nederlandse strategie landelijk is, vindt de implementatie vooral op regionaal niveau plaats. Een van de belangrijkste regio's in Nederland is de Metropoolregio Amsterdam (MRA). De MRA is het samenwerkingsverband tussen verschillende regionale actoren, waaronder de Provincie Noord-Holland, de Provincie Flevoland, dertig gemeenten en de Vervoerregio Amsterdam. Ook andere betrokkenen met een gevestigd belang bij de veerkracht van de MRA, zoals het Noordzeekanaalgebied (NZKG), de Amsterdam Economic Board, Port of Amsterdam, en anderen zijn onderdeel van dit verband. De meeste betrokken partijen hanteren uiteenlopende strategieën en doelstellingen op het gebied van circulariteit en het behalen van netto-nul uitstoot in 2050. Deze inspanningen komen bovenop de nationale grondstoffenstrategie, waaraan alle actoren zich committeren. CRM spelen daardoor een centrale rol in het beleid binnen verschillende thema's van de MRA.

Dit rapport onderzoekt hoe de stakeholders in deze regio kunnen bijdragen aan veerkrachtigere en duurzamere CRM-toeleveringsketens, in lijn met lokale, regionale, nationale en Europese ambities. Het onderzoek is gebaseerd op literatuurstudie, aangevuld met elf interviews met bedrijven en andere betrokken partijen in de regio. Om het inzicht van beleidsmakers in de kansen en kwetsbaarheden rond kritieke grondstoffen (CRM) binnen de MRA te vergroten, brengt dit rapport in kaart welke gebruikersgroepen en bedrijven in de regio een rol spelen in CRM-toeleveringsketens. Binnen deze inventarisatie en de daaruit voortvloeiende analyse zijn de gehele provincies Noord-Holland en Flevoland opgenomen, in plaats van alleen gebieden die binnen de MRA-grenzen vallen. Deze bredere reikwijdte maakt een uitgebreidere analyse mogelijk en is een betere afspiegeling van de samenstelling van beide provincies. Behalve op grondstoffen richt dit rapport zich ook op alle verwerkings- en productiefasen tot aan het einde van de levensduur, inclusief het kennis-, handels- en dienstecosysteem rond de toeleveringsketen. Op basis van deze analyse en andere regionale sociaaleconomische kenmerken benoemt het rapport kansen voor lokale en provinciale overheden in Noord-Holland en Flevoland om kwetsbaarheden te verkleinen en veerkracht en duurzaamheid te versterken. Daarnaast schetst het rapport welke keuzes beleidsmakers en regionale belanghebbenden moeten maken om deze kansen daadwerkelijk te benutten.

Het rapport is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk twee introduceert CRM en schetst de wereldwijde context die van invloed is op hun toeleveringsketens. In hoofdstuk drie wordt ingegaan op de belangrijkste gebruikersgroepen van CRM-bevattende producten in de provincies Noord-Holland en Flevoland en hun kwetsbaarheid voor verstoringen in de aanvoer. Hoofdstuk vier brengt de bestaande regionale capaciteiten in de toeleveringsketen in kaart. Op basis hiervan presenteert hoofdstuk vijf een SWOT-analyse van de regio en worden vijf belangrijke kansen belicht om de veerkracht te versterken. In hoofdstuk zes volgen de conclusies en aanbevelingen voor toekomstig beleid.

¹⁹ Rijksoverheid, *Grondstoffen Voor de Grote Transitie* (2022), <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/12/09/bijlage-nationale-grondstoffenstrategie>.

²⁰ European Commission, 'Critical Raw Materials Act'.

2. Van globaal naar lokaal: Relevantie van CRM voor de provincies Noord-Holland en Flevoland

Kritieke grondstoffen en hun toeleveringsketens

De Europese Unie definieert kritieke grondstoffen als “grondstoffen van groot economisch belang voor de EU, met een groot risico op verstoring van de voorziening als gevolg van de concentratie van bronnen en het gebrek aan goede, betaalbare alternatieven.”²¹ De EU brengt deze definitie in de praktijk door periodiek een lijst te publiceren van CRM die aan deze criteria voldoen. In 2023 publiceerde de EU haar vijfde lijst van kritieke grondstoffen.²² In deze lijst worden 34 CRM geïdentificeerd, zoals te zien is in Tabel 2.

Tabel 2. EU-lijst van kritieke grondstoffen, 2023



Bauxiet	Cokeskolen	Lithium	Fosfor
Antimoon	Veldspaat	Lichte zeldzame aardmetalen	Scandium
Arsenicum	Vloeispaat	Magnesium	Silicium Metaal
Bariet	Gallium	Mangaan	Strontium
Beryllium	Germanium	Natuurlijk grafiet	Tantaal
Bismut	Hafnium	Niobium	Titanium metaal
Borium/boraat	Helium	Metalen uit de platinagroep	Wolfraam
Kobalt	Zware zeldzame aardmetalen	Fosfaat gesteente	Vanadium
		Koper	Nikkel

²¹ Eur. Comm., 'Critical Raw Materials'.

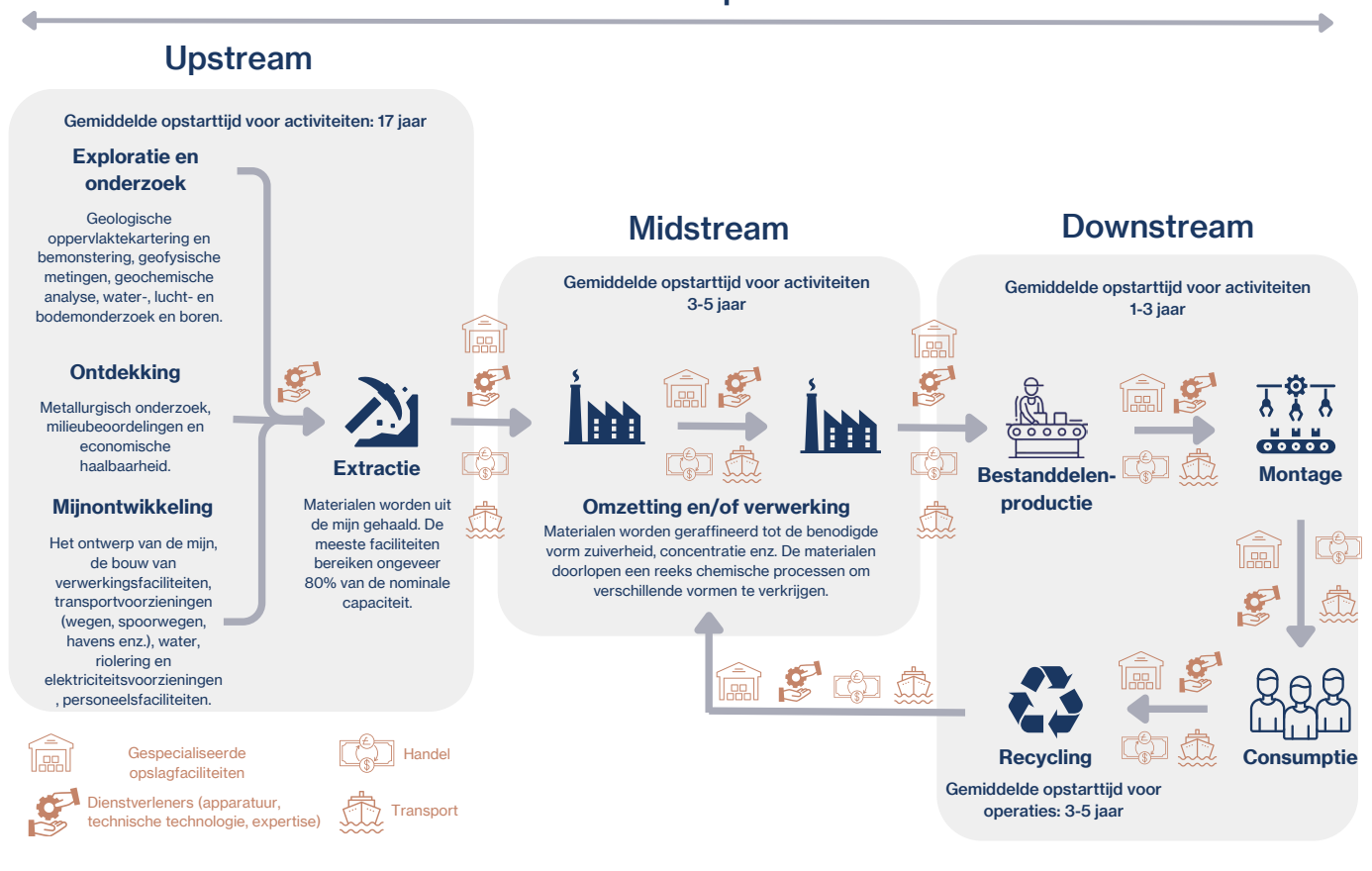
²² Eur. Comm., 'Critical Raw Materials'.

Het belang van grondstoffen is voor een groot deel afhankelijk van de toeleveringsketens waarvan ze deel uitmaken. CRM-toeleveringsketens en hun afzonderlijke componenten zijn zelden eenduidig en vaak complex en onderling verbonden, zoals ook het geval is in Noord-Holland en Flevoland. Figuur 2 toont een vereenvoudigde versie van een toeleveringsketen voor mineralen, de verschillende soorten betrokken actoren en de gemiddelde duur om elk type operatie tot stand te brengen.

Figuur 2. Vereenvoudigde toeleveringsketen voor kritieke grondstoffen



Waardeketens van mineralen en metalen bestaan uit duizenden actoren verspreid over continenten



De EU beoordeelt de grondstoffen dus op basis van economisch belang en leveringsrisico (zie Figuur 3). Materialen worden van economisch belang geacht als zij belangrijke eindtoepassingen binnen de EU ondersteunen, met sectoren zoals energie, defensie, halfgeleiders, auto's, farmaceutica en andere hightechsectoren met een hoge toegevoegde waarde. De energietransitie is de belangrijkste motor van de vraag naar CRM, zowel binnen de EU als wereldwijd.²³ Voor het bouwen van het hernieuwbare energiesysteem zijn grote hoeveelheden materialen nodig, zoals koper, aluminium, lithium, nikkel, grafiet, silicium, mangaan en kobalt.²⁴ Tegelijkertijd vereisen geavanceerde technologieën zoals halfgeleiders, kunstmatige intelligentie, 5G-netwerken en lucht- en ruimtevaarttechnologieën ook verschillende

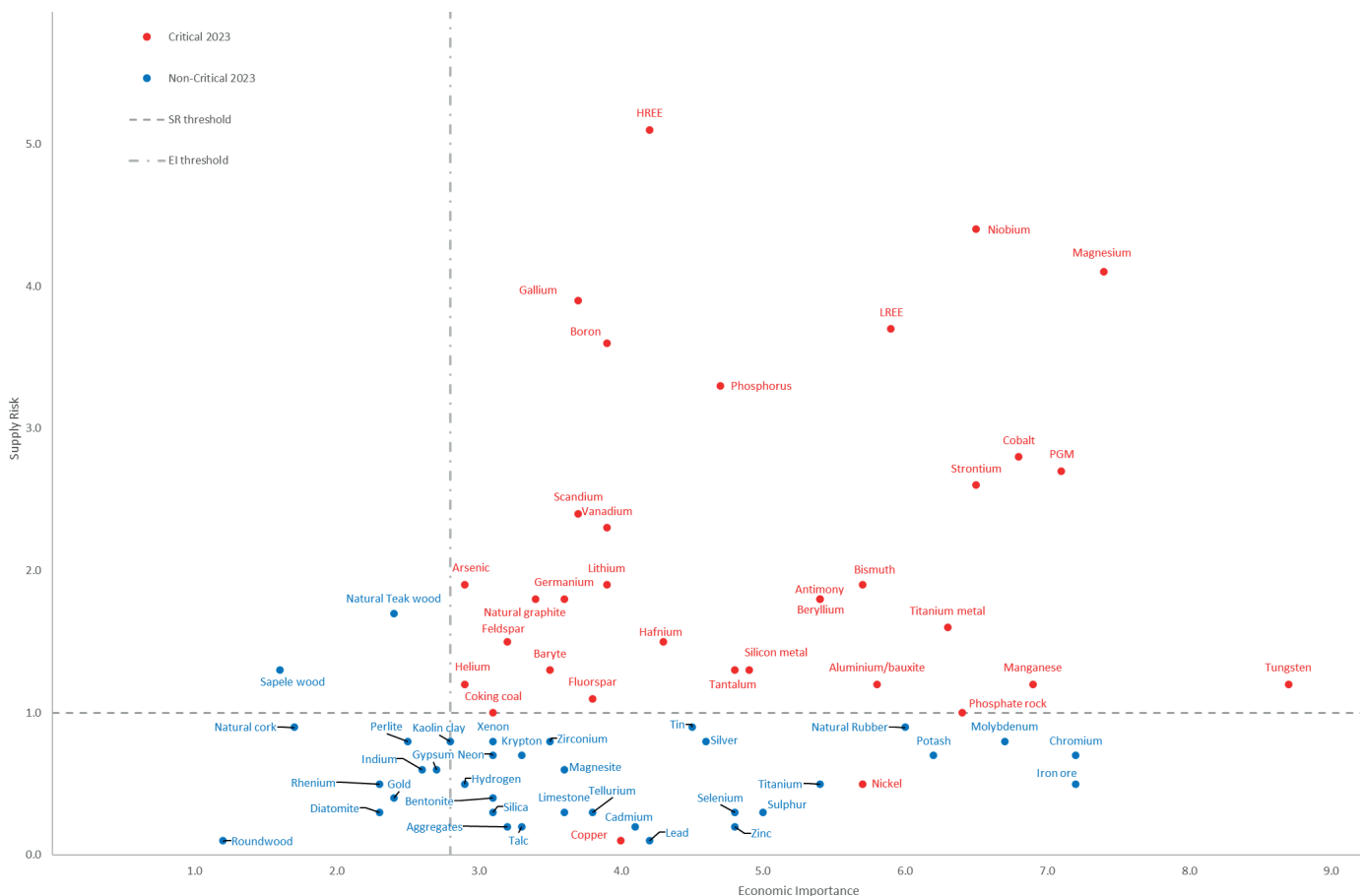
²³ IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*.

²⁴ IEA, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*.

CRM. Het is vaak zo dat het ontbreken van zelfs maar één CRM uit de toeleveringsketen het onmogelijk kan maken om een product af te maken, wat kan leiden tot productieovertragingen, gemiste orders en aanzienlijke economische schade. Het veiligstellen van een toereikende aanvoer van deze kritieke mineralen is daarom van strategisch economisch belang. In de context van toenemende defensie-uitgaven in de NAVO-landen, met name de in 2025 overeengekomen toezegging van 5% van het bbp, is een veilige aanvoer van CRM ook essentieel voor militaire effectiviteit en afschrikingscapaciteit.²⁵

De tweede dimensie, het aanvoerrisico, wordt bepaald door de concentratie van het primaire aanbod uit grondstoffenproducerende en -verwerkende landen en de betrekkingen (bv. handel, bestuur) van de EU met die landen. Deze risico's kunnen verzacht worden door de mogelijkheden voor vervanging en recycling, waarbij hoge vervangings- en recyclingmogelijkheden de kritieke status van het materiaal verminderen.²⁶

Figuur 3 Resultaten van de EU-beoordeling van 2023 inzake leveringsrisico en economisch belang. Merk op dat koper en nikkel niet voldoen aan de drempel om als kritiek opgevat te worden, maar toch in de lijst zijn opgenomen.²⁷



²⁵ Patrahau and Girardi, 'Raw Material and Supply Chain Vulnerabilities in the Dutch Defence Sector'.

²⁶ Supply Risk Evolution for Critical Raw Materials, 5 March 2025, <https://www.eea.europa.eu/en/circularity/thematic-metrics/materialsandwaste/evolution-of-eu-raw-materials-supply-risk>.

²⁷ Europese Commissie, Directoraat-generaal Interne Markt, Industrie, Ondernemerschap en Midden- en Kleinbedrijf, M Grohol en C Veeh. Studie over de kritieke grondstoffen voor de EU 2023 - eindrapport. 2023. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>.

De EU is zeer beperkt actief in de minerale sector binnen haar grenzen. Dit is het resultaat van een langdurige trend van dalende binnenlandse productie in combinatie met een toenemende afhankelijkheid van invoer voor het grootste deel van haar grondstoffen en verwerkte materialen.²⁸ Hoewel de internationale handel in grondstoffen een normaal onderdeel is van een gezonde wereldeconomie, heeft China een onevenredig hoge dominantie in deze toeleveringsketens.

De opkomst van China als de 'fabriek van de wereld' ging gepaard met de ontwikkeling van een aanzienlijke binnenlandse mineralenindustrie. De Chinese regering heeft de afgelopen drie decennia een sterke industriële strategie gevoerd, met als doel haar positie als belangrijke leverancier van grondstoffen, tussenproducten en uiteindelijk hightechproducten te bestendigen. Grote investeringen in binnenlandse mijnbouw en verwerking, samen met investeringen in concessies in het buitenland om materialen te winnen die China zelf niet heeft, hebben geleid tot grote hoeveelheden betaalbare input voor de productie van een groot aantal producten. China produceert tot wel 100% van de wereldwijde aanvoer van zware zeldzame aardmetalen, 86% van wolfram, 79% van fosfor en 56% van lithium.²⁹ Deze dominantie is vooral sterk geworden in de verwerkingsfase, waar China een zeer invloedrijke en leidende positie heeft verworven. Bovendien is de EU voor een groot deel van haar invoer van groene technologie afhankelijk van China, met name in de vorm van zonnepanelen en batterijen, en in toenemende mate in windturbines, elektrische voertuigen en elektrolyse-installaties.³⁰ Deze patronen maken de EU zeer kwetsbaar in elke fase van de toeleveringsketen.

Geopolitieke risico's voor de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen voor de EU en het EU-beleid

De risico's voor de toeleveringsketens van CRM in de EU nemen toe door spanningen in de wereldpolitiek. Dit komt vooral door de rivaliteit tussen de Verenigde Staten en China, de fragmentatie van de door de VS geleide wereldorde, en de oorlog tussen Rusland en Oekraïne.

De opkomst van China heeft het internationale machtsverevenwicht veranderd en heeft geleid tot een strategische herpositionering van de VS om haar wereldwijde invloed te behouden. De snelle economische groei van China, samen met hun sterke technologische ontwikkeling en zelfverzekerde buitenlandbeleid, wordt door de Amerikaanse regering gezien als een bedreiging. Niet alleen voor de macht van de VS zelf, maar ook voor de internationale *rules-based order* die de VS de afgelopen decennia heeft vormgegeven en geleid. Als gevolg hiervan is de VS overgestapt op een strategie die nieuwe allianties, economisch protectionisme, technologische ontkoppeling en militaire afschrikking combineert, met als einddoel het tegengaan van de opkomst van China en het beperken van China's wereldwijde invloed.

²⁸ Michalis Christou and Samuel Carrara, 'Our Research Reveals the Scale of the EU's Dependency on Imports for Critical Minerals Needed for the Green Transition. Here's How That Can Change', *The Conversation*, 23 May 2024, <http://theconversation.com/our-research-reveals-the-scale-of-the-eus-dependency-on-imports-for-critical-minerals-needed-for-the-green-transition-heres-how-that-can-change-230244>.

²⁹ Europese Commissie, Directoraat-generaal Interne Markt, Industrie, Ondernemerschap en Midden- en Kleinbedrijf, M Grohol en C Veeh. *Studie over de kritieke grondstoffen voor de EU 2023 - eindrapport*. 2023. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>.

³⁰ Christou and Carrara, 'Our Research Reveals the Scale of the EU's Dependency on Imports for Critical Minerals Needed for the Green Transition. Here's How That Can Change'.

Hoewel de internationale handel in grondstoffen een normaal onderdeel is van een gezonde wereldeconomie, heeft China een onevenredig hoge dominantie in deze toeleveringsketens.

Toeleveringsketens zijn dus niet langer gebaseerd op marktlogica maar op geopolitiek, waardoor kosten en inefficiëntie toenemen.

De fragmentatie van de door de VS geleide wereldorde creëert kansen voor nieuwe, niet-gebonden machten (landen die niet bij één van de grote geopolitieke blokken onder de VS of China vallen) om een strategische positie te verwerven in de veranderende machtsverhoudingen in de wereld. India is uitgegroeid tot een geopolitieke speler en heeft de vierde grootste economie ter wereld. Bovendien positioneren landen als Brazilië, Indonesië en Saoedi-Arabië zich als strategische spelers die pragmatisch samenwerken met zowel westerse als niet-westerse machten om hun eigen belangen te bevorderen.

Ten derde heeft de oorlog tussen Rusland en Oekraïne het geopolitieke landschap drastisch veranderd. Het uitbreken van een oorlog aan de grens van de EU heeft de gedeelde veiligheidsdoelstellingen van het trans-Atlantische bondgenootschap opnieuw bevestigd. Het heeft echter ook breuken gecreëerd tussen de NAVO-bondgenoten en degenen die Rusland steunen (of in ieder geval niet actief veroordelen). Het groeiende partnerschap tussen China en Rusland is daar een voorbeeld van. Dit leidde op zijn beurt ook tot het blootleggen van onderliggende verdeeldheid tussen westerse landen. Meningsverschillen omvatten de omvang en steun voor Oekraïne, maar ook afspraken met andere landen zoals China.

Deze dynamiek heeft aanzienlijke gevolgen voor de leveringszekerheid van CRM aan de EU. De oorlog in Oekraïne heeft verschillende handelsroutes verlegd, van fossiele brandstoffen tot meststoffen en digitale technologieën, en heeft regeringen ertoe aangezet meer samenwerkingsverbanden aan te gaan met betrouwbare leveranciers. Landen over de hele wereld, waaronder in Latijns-Amerika, Oost-Azië, het Midden-Oosten en Afrika, bouwen hun minerale industrieën op en positioneren zichzelf als alternatief voor de belangrijkste leverancier China. Daarbij werken ze samen met de EU, de VS, en andere consumenten die behoefte hebben aan een gediversifieerde en veilige voorziening. Ze streven ook hun eigen belangen na om door middel van nationalistisch beleid meer waarde in de toeleveringsketen te creëren. Toeleveringsketens zijn dus niet langer gebaseerd op marktlogica maar op geopolitiek, waardoor kosten en inefficiëntie toenemen.

Ondertussen neemt de rivaliteit tussen de VS en China steeds meer de vorm aan van een geo-economische strijd om kritieke technologieën en grondstoffen. Deze goederen worden door de twee regeringen gebruikt als geopolitieke wapens om invloed uit te oefenen en elkaars hightechindustrieën pijn te doen. Exportbeperkingen hebben al gevolgen gehad voor *dual use*-goederen: goederen die zowel civiele als militaire doeleinden dienen. Voorbeelden hiervan zijn halfgeleiders, batterijen en permanente magneten.³¹ De handelsbeperkingen zijn ook van invloed op meer dan 15 materialen die nodig zijn voor de productie van deze producten zelf, waaronder gallium, germanium, antimoon en zeven zeldzame aardmetalen.³² Hoewel deze maatregelen in de eerste plaats worden genomen als reactie tegen het optreden van de VS, zijn ze universeel in scope, wat betekent dat ze ook gevolgen hebben voor de EU.³³

Het is in deze context dat de EU haar geopolitieke houvast probeert te vinden in de vorm van open strategische autonomie. Hoewel het een breed en enigszins vaag concept is, verwijst strategische autonomie grofweg naar het zelfstandig kunnen handelen als een geopolitieke entiteit en het kunnen accepteren van de gevolgen van deze beslissingen. Dit geldt niet alleen voor China of Rusland, maar ook in toenemende mate voor de VS. Met dit doel voor

³¹ De Guzmán, Tsjaad. 'Een tijdlijn van de handelsoorlog tussen de VS en China tijdens de tweede termijn van Trump'. TIJD. <https://time.com/7292207/us-china-trade-war-trump-tariffs-timeline/>.

³² Shivaprasad, Ashitha, Amy Lv, Lewis Jackson, Ashitha Shivaprasad en Lewis Jackson. 'Momentopname van China's kritieke exportcontroles voor mineralen'. *Reuters*, 4 juni 2025. <https://www.reuters.com/world/china/chinas-curbs-exports-strategic-minerals-2025-02-04/>.

³³ Liu, John en Nectar Gan. "EU slaat alarm bij China over exportcontroles voor zeldzame aardmetalen". *CNN Business*, juni 2025. <https://edition.cnn.com/2025/06/05/business/eu-china-rare-earth-export-controls-intl-hnk>.

ogen probeert de EU de economische veiligheid te versterken, haar afhankelijkheid van buitenlandse actoren te verminderen en binnenlandse veerkrachtigheid op te bouwen. Het verminderen van deze afhankelijkheden zal gevolgen hebben voor de wereldwijde toeleveringsketens, aangezien diversificatie, 'friendshoring' en meer lokale productie de wereldwijde handelsstromen zullen veranderen.

De doelstelling van de Verordening Kritieke Grondstoffen (*Critical Raw Materials Act*, CRMA) van 2024 is het versterken van de waardeketens voor kritieke grondstoffen binnen de Europese Unie.³⁴ De CRMA heeft voor 2030 concrete streefwaarden vastgesteld: 10% van de kritieke grondstoffen moet binnen de EU worden gewonnen, 45% moet binnenlands worden verwerkt, 25% moet worden gerecycled, en voor geen enkele grondstof mag gelden dat de EU voor meer dan 65% afhankelijk is van één enkel niet-EU-land. Hoewel de CRMA al tot meerdere beleidsinitiatieven heeft geleid, zijn de resultaten tot nu toe wisselend. Er is een lijst met strategische projecten aangekondigd die voorrang krijgen bij ontwikkeling en vergunningverlening, maar hiervoor zijn geen extra financiële of arbeidsmiddelen vrijgemaakt.³⁵ Er is onderhandeld over bilaterale afspraken en handelsovereenkomsten met verschillende potentiële CRM-leveranciers in Afrika en Latijns-Amerika. Toch blijft de vooruitgang traag. Hoewel de gemengde resultaten van deze initiatieven erop wijzen dat de afhankelijkheid van de EU van China na 2035 zal blijven bestaan, wordt nog steeds verwacht dat ze in meer of mindere mate zullen bijdragen aan een grotere veerkrachtigheid in de toekomst.

CRM ontwikkelingen in Nederland

In lijn met de EU-wetgeving is Nederland voorstander van een actief beleid voor kritieke grondstoffen. In de aanloop naar de CRMA schreef het Nederlandse kabinet begin 2023 een 'non-paper' over CRM, waarin werd voorgesteld de afhankelijkheid van derde landen te verminderen door niet alleen de toegang tot kritieke grondstoffen te verbeteren, maar ook halffabricaten op te nemen in de scope van de wetgeving.³⁶ Het document pleitte ook voor het opbouwen van Europese raffinage-, verwerkings-, recycling- en transportcapaciteit in samenwerking met landen die rijk zijn aan hulpbronnen, in plaats van alleen te vertrouwen op het verbeteren van de CRM-aanvoerketens door middel van het aanleggen van voorraden.

De Nationale Grondstoffenstrategie (NGS) die in 2022 is gelanceerd heeft als doelstelling duurzame en gediversifieerde toegang tot kritieke grondstoffen veilig te stellen door zich te richten op circulariteit en innovatie, duurzame Europese mijnbouw en raffinage, diversificatie, grotere duurzaamheid van internationale toeleveringsketens, en kennisopbouw.³⁷ De NGS probeert deze doelen te bereiken door onderzoek te financieren en in 2025 het Nederlands Materialen Observatorium (NMO) op te zetten om CRM-toeleveringsketens in kaart te brengen en te analyseren.³⁸ Het NMO bevat meerdere projecten die gericht zijn op het verbeteren van de kennis over CRM en het tijdig informeren over mogelijke verstoringen of leveringsproblemen.

³⁴ European Commission, 'Critical Raw Materials Act'.

³⁵ 'Commission Selects 47 Strategic Projects to Secure and Diversify Access to Raw Materials in the EU', Press Release - European Commission, 25 March 2025, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_864.

³⁶ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 'NL non-paper on the Action Plan on Critical Raw Materials and the Critical Raw Materials Act - Publicatie - Rijksoverheid.nl', publicatie, Ministerie van Algemene Zaken, 2 February 2023, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2023/02/02/nl-non-paper-on-the-action-plan-on-critical-raw-materials-and-the-critical-raw-materials-act>.

³⁷ Zaken, 'Raw materials strategy for large transitions - Kamerstuk - Rijksoverheid.nl'.

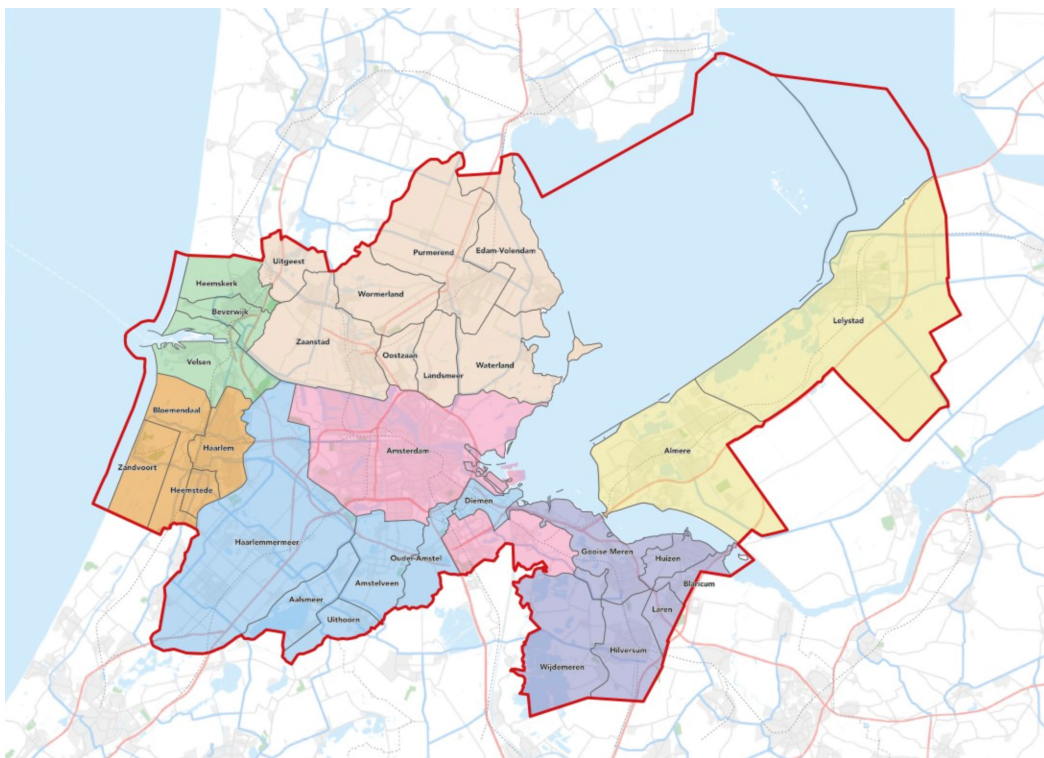
³⁸ 'Nederlands Materialen Observatorium - Nederlands Materialen Observatorium', <https://nederlandsmaterialenobservatorium.nl/>.

Daarnaast kondigde de Nederlandse regering in oktober 2024 een plan aan om te beginnen met het inventariseren van de mogelijkheden voor het aanleggen van strategische voorraden van CRM in Nederland en/of de EU.³⁹ Er is een haalbaarheidsonderzoek uitgevoerd om na te gaan hoe nationale reserves kunnen worden opgezet, in coördinatie met private partners en belangrijke logistieke knooppunten zoals de haven van Rotterdam en Vlissingen.⁴⁰ Op basis van verdere betrokkenheid van belanghebbenden worden er plannen ontwikkeld voor het aanleggen van voorraden voor de defensie- en gezondheidszorgsector in 2025. De initiatieven sluiten aan bij de CRMA en hebben tot doel de prijzen te stabiliseren en zich voor te bereiden op toekomstige verstoringen.

CRM-beleid in de Metropoolregio Amsterdam

Europese wetgeving wordt niet alleen vertaald in nationaal beleid, maar ook in regionale initiatieven. In het kader van de MRA (Figuur 4) zijn er verschillende beleidsdocumenten die verwijzen naar of implicaties hebben voor de toeleveringsketens van grondstoffen. Dit beleid wordt geformuleerd op regionaal, subregionaal en lokaal niveau.

Figuur 4. De MRA en haar subregio's. Source: Metropool Regio Amsterdam



³⁹ Ministerie van Economische Zaken, 'Kamerbrief voorraadvormingsprogramma kritieke grondstoffen - Kamerstuk - Rijksoverheid.nl', kamerstuk, Ministerie van Algemene Zaken, 28 October 2024, <https://doi.org/10/28/kamerbrief-voorraadvormingsprogramma-kritieke-grondstoffen>.

⁴⁰ Jeff Amrish Ritoe, *Een studie naar de haalbaarheid van een nationaal programma voor de opslag van kritieke grondstoffen ter versterking van Europese waardeketens* (2024), <https://open.overheid.nl/documenten/9e800110-ceb9-4180-a144-3ee92c1b7f4b/file>.

De Provincie Noord-Holland heeft zich gecommitteerd aan verschillende CRM-initiatieven binnen haar 'Uitvoeringsagenda duurzame en circulaire economie' voor 2025-2028.⁴¹ Een van de beleidsprioriteiten die in dit document wordt benadrukt is de terugwinning van CRM. Daarnaast ontwikkelt de MRA een regionale 'Raw Materials Deal', een set van afspraken tussen verschillende stakeholders gericht op het verbeteren van het hergebruik en efficiënt beheer van grondstoffen.⁴² Verder heeft de MRA binnen hun 'MRA Agenda 2025-2028' ook de intentie uitgesproken om de energietransitie nadrukkelijker te koppelen aan de grondstoffentransitie.⁴³ Kortom, de regio positioneert zich als een actieve voorstander van efficiënter gebruik van CRM en de ontwikkeling van circulaire CRM-stromen.

Een van de gebieden binnen de MRA, het Noordzeekanaalgebied (NZKG), was de focus van een onderzoek in opdracht van de provincie Noord-Holland rondom het bevorderen van de circulaire economie in de regio.⁴⁴ Deze studie benadrukte herhaaldelijk het belang van CRM voor het gebied. Daarnaast schetste het twee scenario's met een meer gelokaliseerde CRM-toeleveringsketen. Dit zou betekenen dat de opkomst van lokale, circulaire toeleveringsketens voor CRM moet worden gestimuleerd, die lokale behandeling, recycling en verwerking vereisen. Bovendien heeft de NZKG in hun uitvoeringsagenda voor de ruimtelijke economie voor 2025-2029 vermeld dat zij een circulaire grondstoffenstrategie ontwikkelen, waarbij onder meer wordt ingezet op het veiligstellen van de CRM-voorziening.⁴⁵

Ook heeft de Haven van Amsterdam een strategie ontwikkeld op het gebied van circulaire economie en de energietransitie. In hun visie voor 2040 streeft de haven ernaar een 'grondstoffenhub' te worden die verschillende grondstofstromen samenbrengt en tegelijkertijd de biobased en circulaire economie ontwikkelt.⁴⁶ Dit omvat ook het opbouwen van samenwerkingen met havens in regio's waar kritieke grondstoffen vandaan komen.

Tevens streeft de gemeente Amsterdam ernaar om in 2050 een volledig circulaire en klimaat-neutrale stad te zijn. In de circulaire strategie voor de periode 2020-2025 is er speciale aandacht voor het verbeteren van de circulariteit van CRM.⁴⁷

Kortom, de MRA-regio maakt werk van de ontwikkeling van circulaire en veerkrachtige toeleveringsketens op provinciaal, regionaal en lokaal niveau, en is vastberaden om deze inspanningen in de komende jaren voort te zetten.

⁴¹ Provincie Noord-Holland, 'Uitvoeringsagenda Duurzame En Circulaire Economie 2025-2028'.

⁴² 'Aanpak Materiaalstromen.', *metropoolregioamsterdam*, n.d., accessed 18 June 2025, <https://www.metropoolregioamsterdam.nl/programma/circulaire-economie/aanpak-materiaalstromen/>.

⁴³ Metropool Regio Amsterdam, *MRA-Agenda-2025-2028* (2025), <https://www.metropoolregioamsterdam.nl/wp-content/uploads/2024/11/Bijlage-4a-MRA-Agenda-2025-2028.pdf>.

⁴⁴ Ecorys and Metabolic, *Transitie naar een circulaire economie in het Noordzeekanaalgebied*.

⁴⁵ Programmabureau NZKG, *Uitvoeringsagenda NOVEX-NZKG 2025-2029* (2024), https://www.noordzeekanaalgebied.nl/uploads/uitvoeringsagenda-novex-nzkg-2025-2029.pdf?_cchid=42ccfa65a21335c5e1f06c-cb6d8e9998.

⁴⁶ 'Vision 2030 | Port of Amsterdam', <https://www.portofamsterdam.com/en/about-port-amsterdam/mission-and-vision/vision-2030>.

⁴⁷ openresearch.amsterdam, 'Amsterdam Circulair 2020-2025 Strategie'.

3. CRM-volumes en kwetsbaarheden in de regio

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de verdeling van de hoeveelheden CRM over verschillende productgroepen in de provincies Noord-Holland en Flevoland. De producten worden grotendeels buiten de regio en buiten Nederland geproduceerd, maar bevatten waardevolle CRM die opnieuw kunnen worden ingezet in de circulaire keten. Het hoofdstuk bestaat uit twee delen. Het eerste deel onderzoekt welke typen goederen met CRM het meest voorkomen in de twee provincies. Het tweede deel richt zich op goederen die strategisch belangrijk zijn voor de beleidsdoelstellingen van de regio, zoals windturbines, zonnepanelen, datacenters en het elektriciteitsnet.

Meest voorkomende goederen die CRM bevatten

Tabel 3 laat zien dat de verdeling van CRM over productgroepen in de provincies Noord-Holland en Flevoland grotendeels overeenkomt. In beide provincies is de auto-industrie veruit de grootste verbruiker van CRM. Ook de daaropvolgende drie grootste categorieën zijn in beide provincies hetzelfde, met slechts geringe verschillen in hun aandeel van het totale CRM-volume. De enige noemenswaardige afwijking zit in de op vier-na-grootste categorie: non-ferrometalen en aanverwante producten. Deze categorie omvat verschillende CRM en componenten die als losse goederen worden verhandeld, in plaats van verwerkt te zijn in eindproducten zoals auto's. In Flevoland neemt deze categorie slechts de zesde plaats in en is daarom niet opgenomen in de tabel.

Elk van de categorieën in de bovenstaande tabel kan tussen de 23 en 33 soorten CRM in verschillende hoeveelheden bevatten (Figuur 5).⁴⁸ Uit onderzoek van geoFluxus blijkt dat bijna 100% van de talrijke CRM (niobium, rhodium, kobalt, europium, palladium, gadolinium, wolfram, yttrium, tantaal, etc.) in de provincies Noord-Holland en Flevoland zijn te vinden in de auto-industrie.⁴⁹ Magnesium wordt bijna uitsluitend aangetroffen in non-ferrometalen en aanverwante producten, terwijl bijna al het antimoon en germanium te vinden is in chemische basisproducten.⁵⁰

⁴⁸ Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Noord-Holland (geoFluxus, 2025); Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Flevoland (geoFluxus, 2025).

⁴⁹ Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Noord-Holland; Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Flevoland.

⁵⁰ Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Noord-Holland; Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Flevoland.

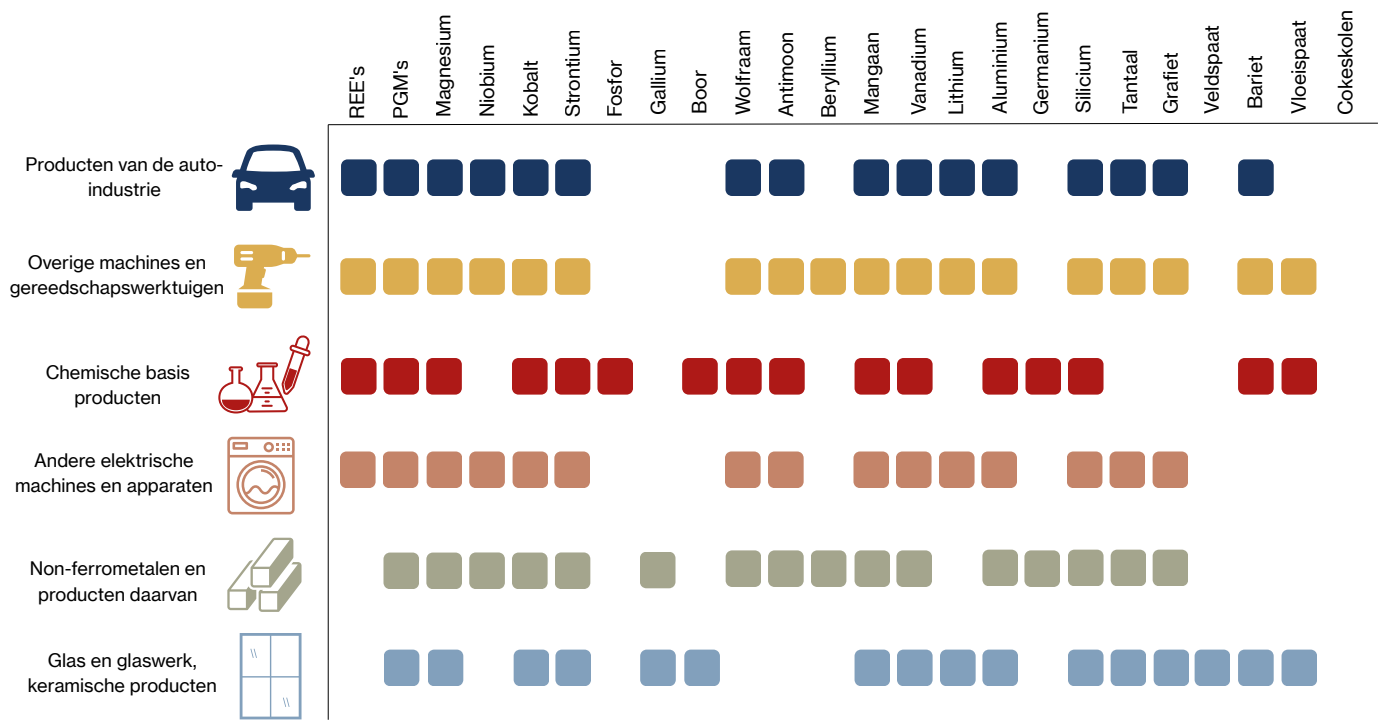
Tabel 3. De meest voorkomende goederencategorieën met CRM in de provincies Noord-Holland en Flevoland als percentage van de totale CRM-volumes van elke provincie. Merk op dat het totale volume in de twee provincies van CRM verschilt, ook al is de verdeling vergelijkbaar.



Noord-Holland		≈ %	Flevoland		≈ %
1	Producten van de auto-industrie	37.5%	Producten van de auto-industrie		38.5%
2	Andere machines en gereedschapswerktuigen	15.5%	Andere machines en gereedschapswerktuigen		17.5%
3	Chemische basisproducten	9%	Chemische basisproducten		8%
4	Andere elektrische machines, apparaten en toestellen	8%	Andere elektrische machines, apparaten en toestellen		7%
5	Non-ferrometalen en producten daarvan	7%	Glas en glaswerk voor keramische producten		6.5%

Bron (geoFluxus PCER Noord-Holland & Flevoland, pagina 4 & 39)

Figuur 5. Top 6 geconcentreerde CRM-goederencategorieën die aanwezig zijn in de provincies Noord-Holland en Flevoland en de materialen die deze bevatten. Figuur gemaakt door HCSS met gegevens van geoFluxus⁵¹



⁵¹ Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Noord-Holland; Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Flevoland.

Doordat er in deze regio geen autofabrikanten zijn gevestigd, zijn de mogelijkheden om dit probleem lokaal te mitigeren beperkt – zowel qua beschikbare capaciteiten als qua beoogd effect.

De regio is sterk afhankelijk van de import van deze materialen en goederen, waardoor de verschillende gebruikersgroepen kwetsbaar worden, zonder dat er veel mogelijkheden bestaan om invloed op de ketens uit te oefenen. Neem bijvoorbeeld autoprodukten, die als goederencategorie zowel afzonderlijke onderdelen zoals motoren en versnellingsbakken bevatten, als complete voertuigen met verbrandings-, hybride- en elektromotoren.⁵² In 2025 vindt er weinig tot geen productie van deze goederen plaats in de provincies Noord-Holland en Flevoland. In 2020-2021 zorgde de COVID-19-pandemie voor een tekort aan halfgeleiders, iets dat op zijn beurt aanzienlijke negatieve effecten had op de auto-industrie.⁵³ Alleen al in 2021 schatte S&P Global dat de mondiale productie van meer dan 9,5 miljoen eenheden van lichte voertuigen niet plaatsvond als gevolg van dit tekort.⁵⁴ Meer recentelijk, in 2025, hebben China's exportbeperkingen op zeldzame aardmetalen (REE) en permanente magneten de automobielsector opnieuw ontwricht.⁵⁵ Omdat de bedrijfsreserves snel uitgeput raakten, kwamen verschillende fabrieken en productielijnen in heel Europa stil te liggen.⁵⁶ Dit kan gevolgen hebben voor eindgebruikers in Noord-Holland en Flevoland die een auto willen kopen. Doordat er in deze regio geen autofabrikanten zijn gevestigd, zijn de mogelijkheden om dit probleem lokaal te mitigeren beperkt – zowel qua beschikbare capaciteiten als qua beoogd effect.

Windturbines, zonnepanelen, datacenters en het elektriciteitsnet

De overgang naar 'netto-nul' doelstellingen en de digitalisering creëert kwetsbaarheden voor verstoringen van de toeleveringsketen, maar ook kansen om productie- en consumptiemodellen te heroverwegen en over te stappen van lineaire naar circulaire systemen. In het licht van de huidige en toekomstige beleidsdoelen van de twee provincies worden hieronder vier belangrijke productgroepen verkend: windturbines, zonneparken, datacenters en het elektriciteitsnet. Figuur 6 bevat een overzicht van de verdeling van drie van de vier productgroepen in 2025.

In de provincies Noord-Holland en Flevoland staan gemiddeld meer windmolenparken dan in de rest van Nederland, zowel op land als op zee. Het grootste windmolenpark op land in Nederland, Zeewolde, is gevestigd in Flevoland.⁵⁷ Zoals te zien in Figuur 7, bevat dit windpark al een aanzienlijke hoeveelheid grote turbinemodellen. Omdat de meeste turbines in relatief korte tijd het einde van hun levenscyclus bereiken zullen in Zeewolde in 2026 200 windturbines worden verwijderd om plaats te maken voor 83 grotere turbines.⁵⁸ Een groot deel wordt niet gerecycled, maar wordt naar Ierland, Polen en mogelijk Georgië gestuurd om nog tien jaar energie op te wekken.⁵⁹

⁵² Een uitgebreide lijst van welke producten in elke goederencategorie zitten, is te vinden op CBS (NST2007 codes)

⁵³ Ondrej Burkacky et al., *Semiconductor Shortage: How the Automotive Industry Can Succeed*, 2022.

⁵⁴ Stephanie Brinley, 'The Semiconductor Shortage Is – Mostly – over for the Auto Industry', IHS Markit, 12 July 2023, <https://www.spglobal.com/mobility/en/research-analysis/the-semiconductor-shortage-is-mostly-over-for-the-auto-industry.html>.

⁵⁵ Jarrett Renshaw et al., 'Global Alarm as China's Critical Mineral Export Curbs Take Hold', Autos & Transportation, Reuters, 4 June 2025, <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/global-alarms-rise-chinas-critical-mineral-export-ban-takes-hold-2025-06-03/>.

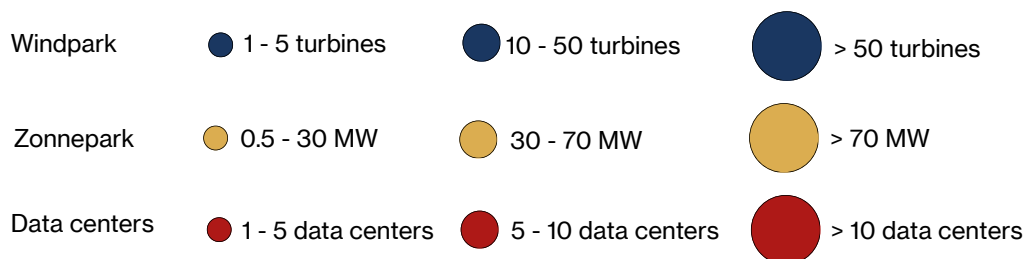
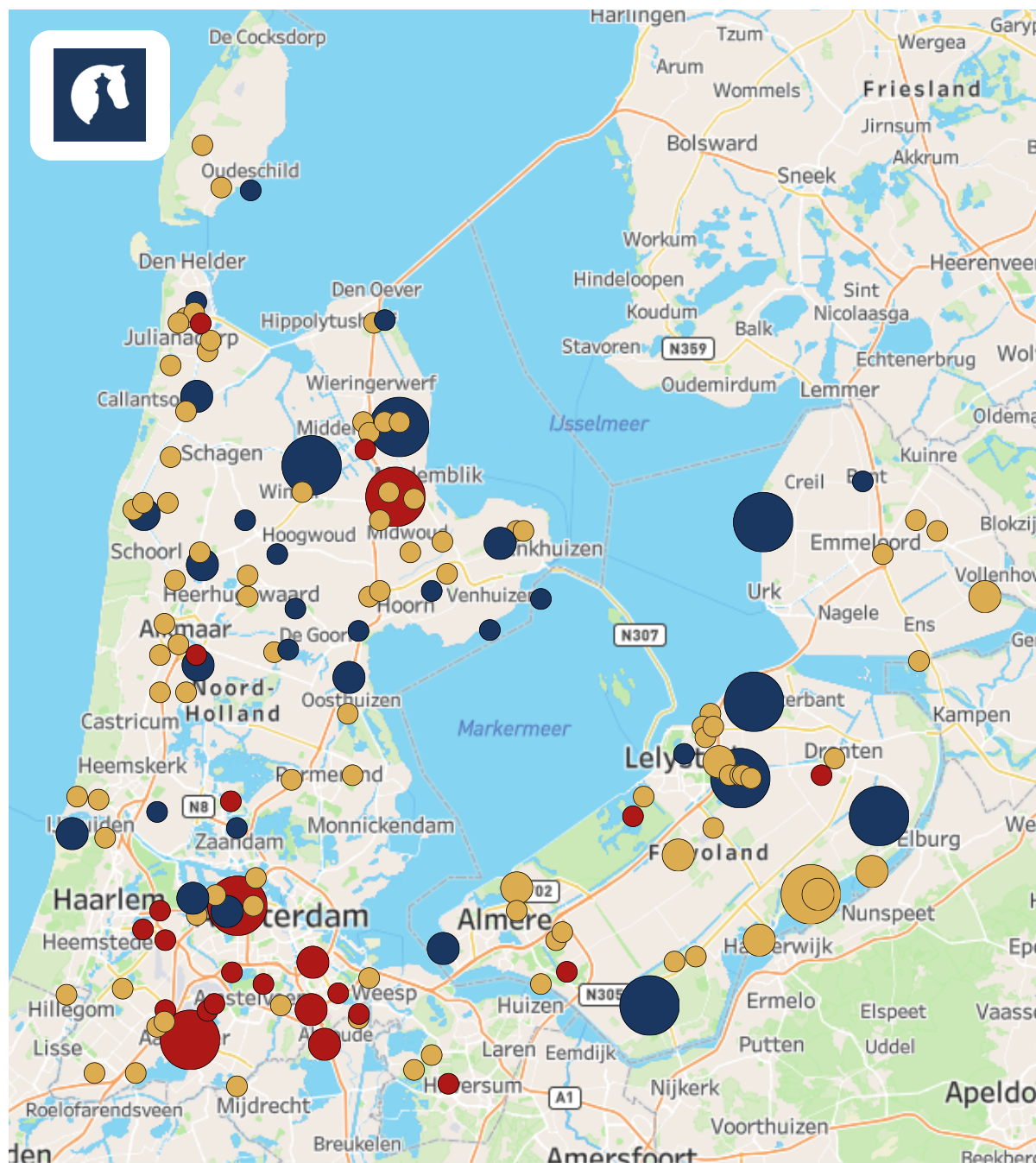
⁵⁶ Sam Meredith, 'Auto Industry Sounds the Alarm as China's Rare Earth Curbs Start to Bite', CNBC, 5 June 2025, <https://www.cnbc.com/2025/06/05/auto-groups-sound-the-alarm-as-chinas-rare-earth-curbs-start-to-bite.html>.

⁵⁷ Michel de Vries, 'Vele windmolens naderen einde leven, recyclen wieken is (nog) niet makkelijk', RTL.nl, 25 August 2023, <https://www.rtl.nl/rtl-nieuws/artikel/5403369/honderden-oude-windmolens-weggehaald-recyclen-wieken-complex>.

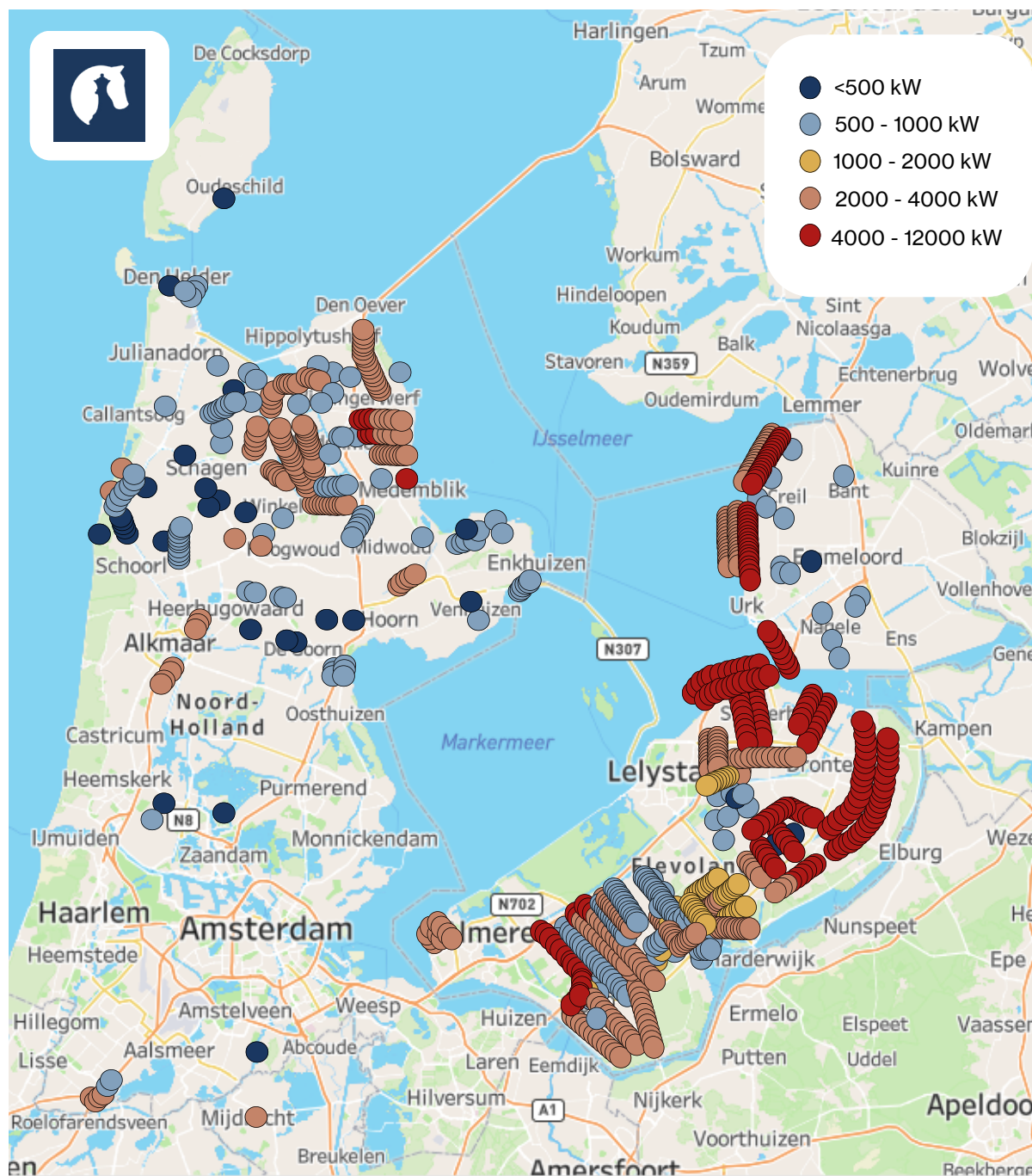
⁵⁸ de Vries, 'Vele windmolens naderen einde leven, recyclen wieken is (nog) niet makkelijk'.

⁵⁹ de Vries, 'Vele windmolens naderen einde leven, recyclen wieken is (nog) niet makkelijk'.

Figuur 6. Windturbines, zonneparken, datacenters in de provincies Noord-Holland en Flevoland in 2025. Opmerking: Deze afbeelding is niet volledig, een meer gedetailleerde versie is te vinden in de bijlage.



Figuur 7. Alle windturbines in de provincies Noord-Holland en Flevoland in 2025. Figuur gemaakt met data uit Atlas Leefomgeving Rijksoverheid⁶⁰



⁶⁰ 'Atlas Leefomgeving'. Accessed 31 July 2025. <https://www.atlasleefomgeving.nl/>.

Zowel bestaande als nieuwe windparken op zee bevinden zich in de wateren grenzend aan de twee provincies. Op het IJsselmeer zijn meerdere windturbines geplaatst, terwijl de Noordzee plaats biedt aan grootschalige windparken.⁶¹ Deze offshore windparken bevinden zich in verschillende stadia van hun levenscyclus, aangezien sommige al sinds 2008 in gebruik zijn, terwijl andere pas sinds 2023 worden gebruikt.⁶² In het komende decennium zullen offshore windturbines onderhouden moeten worden of moeten worden vervangen, waardoor de regio meer toegang krijgt tot CRM-afvalstromen. Zowel de haven van Amsterdam als de Haven van IJmuiden spelen een belangrijke rol in het faciliteren van deze windparken op zee. Een cluster van bedrijven in IJmuiden is verantwoordelijk voor de reparatie en het onderhoud van deze offshore windturbines, terwijl de haven van Amsterdam de levering van componenten faciliteert.⁶³

Afhankelijk van het model en de grootte kunnen windturbines bestaan uit verschillende CRM die allemaal van buiten de EU worden geïmporteerd. De structurele componenten van de toren zelf bevatten meestal nikkel, mangaan, niobium, titanium en vanadium.⁶⁴ Terwijl nikkel, mangaan en titanium worden gewonnen in verschillende landen, zoals Indonesië, Zuid-Afrika en Australië, is de verwerking ervan geconcentreerd in China.⁶⁵ Meer dan 90% van het niobium wordt zowel gedolven als verwerkt in Brazilië.⁶⁶ De permanente magneet, een belangrijk onderdeel van de generator, bevat REE.⁶⁷ Ook de toeleveringsketen voor deze permanente magneten is geconcentreerd in China, waarvan bijna 70% van de REE-mijnbouw en 91% van de raffinage in het land plaatsvindt.⁶⁸ Bovendien vindt bijna alle magneetproductie plaats in China. Hoewel de EU meer aanwezig is in de productiefase, met Vestas (een Deens bedrijf) als een van de grootste windturbinefabrikanten ter wereld, vormt de dominantie van China in de toeleveringsketen een uitdaging voor de toekomstige ambities van de provincies Noord-Holland en Flevoland op het gebied van windenergie.⁶⁹

Deze afhankelijkheden zijn diepgeworteld en moeilijk aan te pakken, en kunnen ook een belemmering vormen voor het vermogen van de haven van Amsterdam en de haven van IJmuiden om in de toekomst onderdelen van offshore windturbines te leveren en te assembleren. Er zijn wel verschillende initiatieven in de EU die de kwetsbaarheid van de regio kunnen verminderen. De huidige recyclingmogelijkheden voor windturbines en permanente magneten om er CRM uit te winnen ontbreken in de provincies Noord-Holland en Flevoland, maar er zijn verschillende initiatieven in opkomst in Nederland en er zijn ook initiatieven aanwezig in Europa (zoals CARESTER in Zuid-Frankrijk) die dit proces kunnen faciliteren.

⁶¹ 'Atlas Leefomgeving'.

⁶² Sissingh, Joost. 'Lifetime Extension of 5 Years for Wind Farm Egmond Aan Zee'. Pondera. Accessed 31 July 2025. <https://ponderaconsult.com/en/news/lifetime-extension-of-5-years-for-wind-farm-egmond-aan-zee>.; Noordzeeloket. 'Windenergiegebied Hollandse Kust (noord) inclusief Prinses Amalia Windpark (PAWP)'. Accessed 31 July 2025. <https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/doorvaart-medegebruik/hollandse-kust-noord-inclusief-prinses-amalia/>.

⁶³ *Vision 2040 | Port of Amsterdam*. 2025.

⁶⁴ Isabeau van Halm, 'The EU's Import Reliance for Critical Materials for Wind Is 77%', *Energy Monitor*, 25 April 2023, <https://www.energymonitor.ai/tech/renewables/data-insight-the-eu-critical-material-import-reliance/>.

⁶⁵ European Commission et al., *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 - Final Report* (2023), <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>.

⁶⁶ European Commission et al., *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 - Final Report*.

⁶⁷ S Bobba et al., *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - A Foresight Study* (2020), https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf.

⁶⁸ Vasileios Rizos et al., *Developing a Supply Chain for Recycled Rare Earth Permanent Magnets in the EU* (CEPS, 2022), <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2023-01/Developing%20a%20supply%20chain%20for%20recycled%20rare%20earth%20permanent%20magnets%20in%20the%20EU.pdf>.

⁶⁹ Rizos et al., *Developing a Supply Chain for Recycled Rare Earth Permanent Magnets in the EU*.

In de provincies Noord-Holland en Flevoland liggen 13% van alle zonneparken in Nederland; 143 van de 1077 in totaal.⁷⁰ Hoewel het aantal zonneparken in vergelijking met de rest van het land momenteel onder het gemiddelde ligt, zijn er in beide provincies grootschalige projecten gepland (zie Figuur 8).⁷¹ De parken in aanbouw in Espel, Rutten en Zwanenburg worden niet alleen de grootste van de twee provincies, maar ook een van de grootste van het land.

Binnen de EU is fotovoltaïsche energie de snelst groeiende hernieuwbare energiebron, maar bijna alle zonnepanelen worden vooralsnog uit China geïmporteerd.⁷² Als reactie op deze importafhankelijkheid heeft de EU onlangs een niet-bindende doelstelling vastgesteld om in 2030 voor 40% zelfvoorzienend te zijn bij de productie van zonnepanelen.⁷³ De *Net-Zero Industry Act* van de EU benadrukt deze doelstelling verder en heeft tot doel de productiecapaciteit van hernieuwbare energie in Europa als geheel te vergroten.⁷⁴ Hoewel het regionale zonnepanelenbedrijf Energyra laat zien dat lokale productie mogelijk is, blijft Europa afhankelijk van China voor het realiseren van hun zonne-ambities. Energyra kreeg in 2019 te maken met financiële problemen, maar heeft nu zijn activiteiten hervat en is van plan de productie op te schalen naar een half miljoen zonnepanelen per jaar.⁷⁵

Volgens het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) wordt er in Nederland op dit moment geen CRM gewonnen uit zonnepanelen.⁷⁶ De CRM die aanwezig zijn in zonnepanelen zijn silicium, antimoon, koper, nikkel en titanium.⁷⁷ Zonnepanelen van de eerste generatie zullen naar verwachting over 5 jaar aan het einde van hun levenscyclus zijn, en de huidige recyclingmethode omvat het verwijderen van de glaslaag en het versnipperen van het hele product. Tussen 2035 en 2045 zal het volume afgedankte zonnepanelen stijgen van 10.000 naar 230.000 ton.⁷⁸ Net als bij de recyclingcapaciteit van windturbines ontbreekt momenteel de mogelijkheid om CRM uit zonnepanelen te winnen, hoewel er een regionaal programma is opgezet om meer circulaire (bedrijfs)praktijken te stimuleren.⁷⁹ Daarnaast zijn zowel TNO als het RIVM actief bezig met het onderzoeken en ontwikkelen van technieken die dit proces kunnen faciliteren. Er zijn ook meerdere Europese projecten in ontwikkeling, zoals het in Duitsland gevestigde PRISM-project dat tot doel heeft om vanaf 2025 8.400 ton PV-afval per jaar te verwerken.⁸⁰

⁷⁰ Dit is exclusief zonnepanelen op individuele gebouwen. Bron: *Zon Op Kaart Dashboard*, ROM, 2025, <https://rom3d.maps.arcgis.com/apps/dashboards/704215ca2235496395ce0a30355e61a5>.

⁷¹ *Zon Op Kaart Dashboard*.

⁷² Ben McWilliams et al., 'Smarter European Union Industrial Policy for Solar Panels', *Bruegel | The Brussels-Based Economic Think Tank*, 5 June 2025, <https://www.bruegel.org/policy-brief/smarter-european-union-industrial-policy-solar-panels>.

⁷³ McWilliams et al., 'Smarter European Union Industrial Policy for Solar Panels'.

⁷⁴ European Commission, 'The Net-Zero Industry Act', *The Net-Zero Industry Act: Making the EU the Home of Clean Technologies Manufacturing and Green Jobs*, accessed 12 June 2025, https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en.

⁷⁵ 'Over Energyra Europe', accessed 17 June 2025, <https://www.energyra.com/about-energyra>.

⁷⁶ JPA Lijzen et al., *Recycling of Solar Panels. Comparison of Scenarios for a More Circular and Safe Product Chain* (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, 2024), <https://doi.org/10.21945/RIVM-2023-0442>.

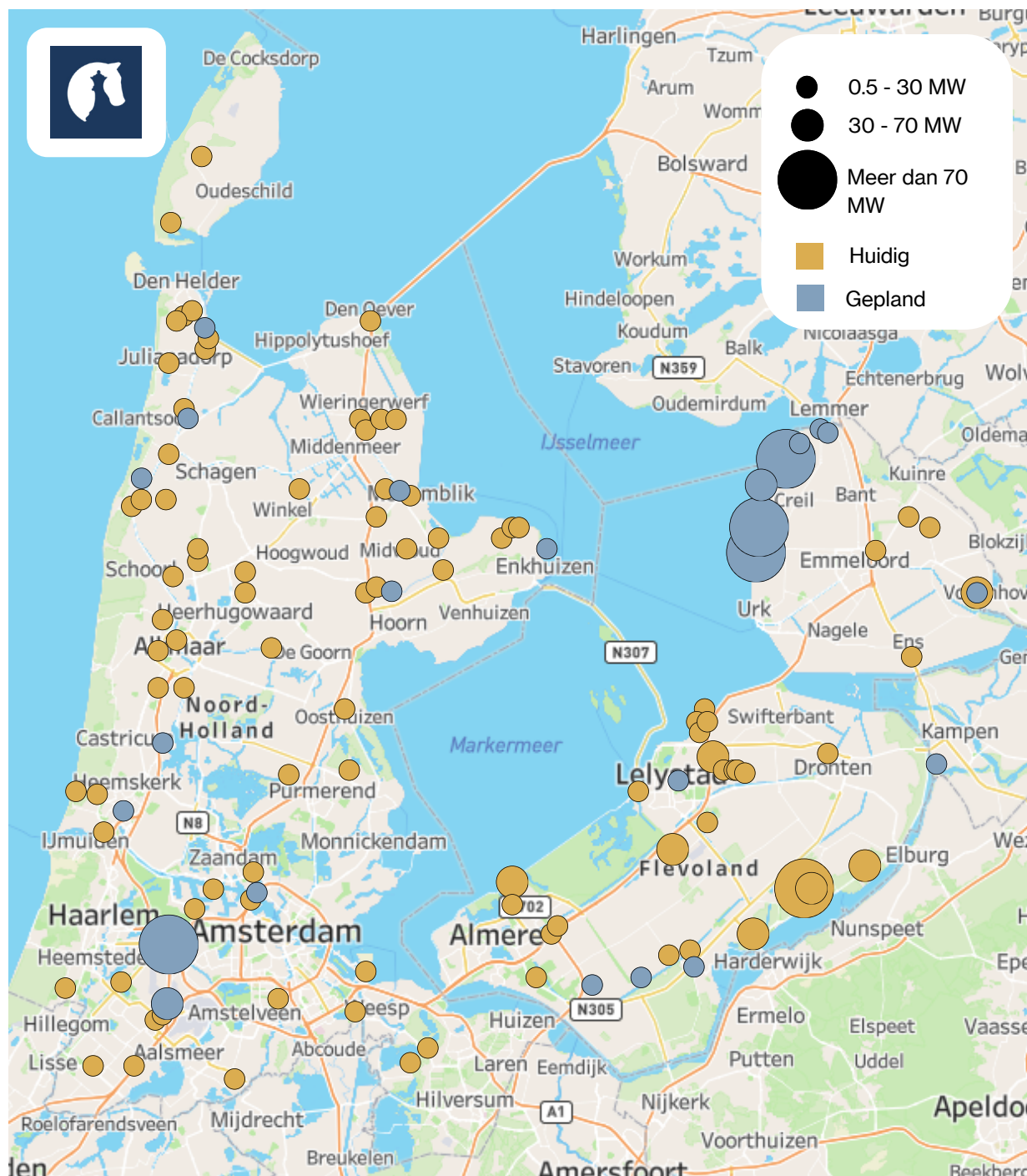
⁷⁷ Lijzen et al., *Recycling of Solar Panels. Comparison of Scenarios for a More Circular and Safe Product Chain*.

⁷⁸ Lijzen et al., *Recycling of Solar Panels. Comparison of Scenarios for a More Circular and Safe Product Chain*.

⁷⁹ Edwin Oskam et al., *Programma Circulaire Zon-PV* (2025).

⁸⁰ European Commission, 'Panel Recycling and Integrated Solar Material | PRISM | Project | Informationsblatt | HORIZON | CORDIS | Europäische Kommission', CORDIS | European Commission, 11 March 2024, <https://cordis.europa.eu/project/id/101145463/de>.

Figuur 8. Huidige en geplande zonne-energieparken in de provincies Noord-Holland en Flevoland. Figuur gemaakt met data van ROM Zon op Kaart Dashboard⁸¹



⁸¹ 'Zon Op Kaart'. <https://rom3d.maps.arcgis.com/apps/dashboards/704215ca2235496395ce0a30355e61a5>.

Tot slot bevinden van de (meer dan) 200 datacenters in Nederland er ongeveer 95 zich binnen de regio.⁸² De aanwezigheid van datacentra in het land kan worden toegeschreven aan een aantal factoren: een goede digitale infrastructuur en aansluiting op onderzeese zeekebls, een laag risico op natuurrampen, en de beschikbaarheid van goedkope groene stroom.⁸³ De verdeling tussen de twee provincies is scheef, aangezien bijna alle datacenters zich in Noord-Holland bevinden (Figuur 9).

Datacenters zijn - op basis van hun grootte - grofweg in te delen in drie types. De grootste zijn hyperscale-datacenters, die meestal eigendom zijn van grote cloudbedrijven zoals Google.⁸⁴ In Nederland zijn er slechts twee van dit type, waarvan één in Middenmeer, Noord-Holland. De op een na grootste zijn colocatie-datacenters. Deze bieden ruimte aan meerdere organisaties tegelijk, zoals scholen, ziekenhuizen en banken.⁸⁵ Tot slot zijn er de bedrijfsdatacenters, de kleinste categorie. Deze zijn bedoeld voor één organisatie. Door de toenemende complexiteit van digitalisering raken ze echter sneller verouderd en zijn ze duurder in gebruik. Daardoor worden ze minder aantrekkelijk en verdwijnen ze geleidelijk.⁸⁶

⁸² *The Netherlands Data Centers - 192 Facilities*, n.d., accessed 5 June 2025, <https://www.datacentermap.com/the-netherlands/>; Thomson Owen, 'Datacenters kunnen het Nederlandse energiesysteem belasten én versterken', *Onderzoek Rabobank*, 28 May 2025, <https://www.rabobank.nl/kennis/d011479153-datacenters-kunnen-het-nederlandse-energiesysteem-belasten-en-versterken>.

⁸³ Niki Ipenburg, 'Waarom zijn er zoveel datacenters in Nederland?', *NPO Kennis*, 5 February 2024, <https://npokennis.nl/story/307/waarom-zijn-er-zoveel-datacenters-in-nederland>.

⁸⁴ Samantha Reilly, 'Facts & Figures van de sector ICT Software', ING, 20 May 2025, <https://www.ing.nl/zakelijk/sector/tmt-ict/facts--figures-ict-datacenters>.

⁸⁵ Samantha Reilly, 'Facts & Figures van de sector ICT Software'.

⁸⁶ Samantha Reilly, 'Facts & Figures van de sector ICT Software'.

Figuur 9. Datacentra in de provincies Noord-Holland en Flevoland in 2025.
Figuur gemaakt met gegevens van Data Center Map⁸⁷



⁸⁷ 'The Netherlands Data Centers'. Accessed 31 July 2025. <https://www.datacentermap.com/the-netherlands/>.

Datacenters bevatten een hoge diversiteit aan CRM, ongeveer 30 in totaal, die leveringsrisico's met zich meebrengen.⁸⁸ Alle bekabeling vereist grote hoeveelheden koper, de kasten voor de hardware zijn gemaakt van silicium of soortgelijke metalen, en de batterijen die de apparatuur van stroom voorzien kunnen lithium en andere CRM bevatten.⁸⁹ Dit maakt ze kwetsbaar voor verstoringen in de toeleveringsketen. De Data Center Cost Index 2022 van Turner en Townsend meldt dat 95% van de respondenten materiaaltekorten had in de afgelopen 12 maanden die vertragingen hebben veroorzaakt bij de bouw van datacenters.⁹⁰

Datacenters hebben doorgaans een levensduur van 15 tot 20 jaar. Door de snelle technologische vooruitgang worden veel van hun componenten echter veel vaker vervangen. Hoewel er een aanzienlijk potentieel is om datacentra meer circulair te maken, is het net zo belangrijk om ervoor te zorgen dat hun elektronisch afval (e-waste) correct wordt verwerkt.⁹¹ Het gebruik van geavanceerde recyclingtechnieken kan helpen om waardevolle CRM uit dit afval terug te winnen.

Alle bovengenoemde groepen wekken grote hoeveelheden elektriciteit op of nemen deze af, wat een negatieve invloed kan hebben op de algemene beschikbaarheid van energie. Vanaf 2025 hebben grote delen van Nederland, waaronder de twee provincies in deze studie, te maken met netcongestie.⁹² Dit belemmert niet alleen de groene en digitale transitie, maar ook de ontwikkeling van circulaire CRM-praktijken binnen de provincies Noord-Holland en Flevoland. Zowel CRM-gerelateerde *startups* als andere bedrijven hebben moeite om een verbinding met het net te krijgen om hun activiteiten te starten of uit te breiden.⁹³ Het verzwaren en herstructureren van het elektriciteitsnet om aan zowel de huidige als de toekomstige behoeften te voldoen, is cruciaal en vereist enorme hoeveelheden CRM zoals koper en aluminium. Tegen 2050 zal de vraag naar koper met 35% en aluminium met 33% zijn gestegen.⁹⁴ Toch voorspelt het Internationaal Energieagentschap dat het wereldwijde koperaanbod tegen 2035 slechts aan 70% van de verwachte vraag zal kunnen voldoen.⁹⁵

In dit hoofdstuk wordt de verdeling van CRM over verschillende productcategorieën beschreven, samen met de bijbehorende risico's in de toeleveringsketen. De auto-industrie valt op als de grootste gebruiker van CRM in beide provincies. Door de sterke importafhankelijkheid voor de meeste CRM-bevattende goederen, ontstaan er aanzienlijke afhankelijkheden en kwetsbaarheden in de regio. Deze risico's hebben ook gevolgen voor belangrijke sectoren, zoals windparken, zonneparken, datacenters en netcomponenten.

In het volgende hoofdstuk worden de toeleveringsketens binnen de twee provincies geanalyseerd om mogelijkheden te identificeren waarmee de eerder geschetste kwetsbaarheden kunnen worden verminderd. Deze mogelijkheden worden in hoofdstuk 5 verder uitgediept.

⁸⁸ Helen Parton, 'Are Data Centres Too Demanding on Raw Materials?', RICS, 6 July 2023, <https://www3.rics.org/uk/en/modus/natural-environment/renewables/data-centres-raw-materials.html>.

⁸⁹ Mohamed Sameer Hoosain et al., 'Tools Towards the Sustainability and Circularity of Data Centers', *Circular Economy and Sustainability* 3, no. 1 (2023): 173–97, <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00191-9>.

⁹⁰ Helen Parton, 'Are Data Centres Too Demanding on Raw Materials?'

⁹¹ Hoosain et al., 'Tools Towards the Sustainability and Circularity of Data Centers'.

⁹² Ministerie van Algemene Zaken, 'Maatregelen tegen vol elektriciteitsnet (netcongestie) - Duurzame energie - Rijksoverheid.nl', onderwerp, Ministerie van Algemene Zaken, 27 October 2023, <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/kabinet-neemt-maatregelen-tegen-vol-elektriciteitsnet-netcongestie>.

⁹³ HCSS-interview, 2025

⁹⁴ Electricity Grids: The Backbone of the EU Energy System - Motion for European Parliament Resolution (2025). https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2024_2029/plmrep/COMMITTEES/ITRE/DV/2025/05-12/ITREINIRReport-ElectricityGrids-CompromiseCA1-0805_EN.pdf.

⁹⁵ 'Overview of Outlook for Key Minerals – Global Critical Minerals Outlook 2025 – Analysis', IEA, n.d., accessed 22 July 2025, <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025/overview-of-outlook-for-key-minerals>.

4. De capaciteit van CRM-toeleveringsketens in de regio

Industriële activiteiten die gebruik maken van CRM zijn in de regio – net als in de rest van Nederland – beperkt. Er kunnen echter een aantal bedrijven in de aanvoerketens worden geïdentificeerd, zoals blijkt uit Figuur 10.⁹⁶ De figuur is niet volledig, maar is bedoeld om een representatief inzicht te bieden in het soort capaciteiten dat bedrijven in de regio hebben. De uitgelichte bedrijven zijn gecategoriseerd op basis van hun primaire werkveld, zoals gedefinieerd in Tabel 4.

Tabel 4. Definities van onderdelen van de toeleveringsketen



Categorieën	Definities
Verwerking	Bedrijven die zich voornamelijk bezighouden met het verfijnen en verwerken van CRM tot materialen die geschikt zijn voor gebruik in de productie of andere industriële toepassingen
Productie	Bedrijven die voornamelijk betrokken zijn bij de productie van componenten of eindproducten die gebruikmaken van CRM, zoals zonnepanelen, katalysatoren of meststoffen
Recycling (inzameling, scheiding en voorbereiding)	Bedrijven die zich voornamelijk richten op het verzamelen, sorteren en klaarmaken van (CRM-houdend) schroot voor verdere recycling of hergebruik
Recycling (terugwinning van metalen)	Bedrijven die zich voornamelijk toeleggen op het terugwinnen van metalen uit afval, schroot of afgedankte producten, met een focus op het extraheren van CRM
Diensten en handel	Bedrijven die zich voornamelijk bezighouden met handel, distributie, opslag of andere diensten rondom CRM
Onderzoek & Ontwerp	Organisaties die zich voornamelijk bezighouden met het ontwikkelen van producten of componenten die CRM bevatten, het verbeteren van de CRM-efficiëntie of het ontwerpen van alternatieven. Deze categorie omvat ook entiteiten die innovatie en samenwerking in de CRM-waardeketen ondersteunen

⁹⁶ De mogelijkheden van Nederland zijn geschetst in het HCSS-rapport "Advancing European mineral security: Insights from Dutch industry", gepubliceerd in november 2023.

Figuur 10. Bedrijven en instellingen die actief zijn in de toeleveringsketens van mineralen en metalen in de provincies Noord-Holland en Flevoland.



Verwerking: Chemreclaim, Tata Steel IJmuiden

Productie: Ketjen Netherlands B.V., ICL Fertilizers Europe CV, E-Magy, Expice, Cleantron, Victron Energy B.V., ASM Europe B.V., Energyra, Betronic B.V., Alfen, Levitech, Hitachi

Recycling (inzameling, scheiding, en voorbereiding): Hilhorst Recycling, Overdie Metals Alkmaar, Overdie Staal B.V., PEL Recycling, Farci Metaal Recycling, Van Est Metals, AEB Amsterdam, Recco Non Ferro Metals B.V., EMR Metal Recycling BV, Renewi Amsterdam (Kajuitweg), Renewi Amsterdam (Westpoort), Kapteijn Metaal Recycling, H.Blom & Zonen, Trimey Metalen, Schenk Recycling, Oud IJzer Handel van Schoten, Onne van de Stadt Recycling BV, Treffers B.V. Auto - en Scheepssloperij, Auto recycling Langedijk, Ecaraccu, BNA-Battery, Van Rijn en Co. B.V., Autorecycling Bart Inc., HKS - The metal Company, Metaal Magnus International, Van Peperzeel, NaviQ

Recycling (terugwinning van metalen): Rivald Recycling Beverwijk, HKS - The metal Company

Diensten en handel: Metaalhandel Kennemerland, Metaalhandel Broersen B.V., Second Metals Recycling, Accuverkoop Hefra, AST Amsterdam Scrap Terminal, WMC, Autosloperij en Metaalhandel G van der Wijngaart, Holland Batteries, Return, AMG Advanced Metallurgical Group NV

Onderzoek en ontwerp: Amsterdam Chemistry Network, Vrije Universiteit Amsterdam, Universiteit van Amsterdam, Science Park, Hogeschool van Amsterdam, ORE Energy, Intercel | More than batteries

Verwerking

De CRM-verwerkingscapaciteit bestaat uit twee soorten bedrijven, maar is in de provincies Noord-Holland en Flevoland geen belangrijke industriële sector. De grootste verbruiker van grondstoffen in de regio is Tata Steel.⁹⁷ Het bedrijf speelt een belangrijke rol binnen regionale, nationale, Europese en internationale CRM toeleveringsketens. Tata Steel is een van de grootste staalproducenten in Europa en richt zich specifiek op hoogwaardige staalproducten voor de bouw, auto's en industriële machineproductie.⁹⁸ In de fabriek in IJmuiden worden grote hoeveelheden staal verwerkt, waarbij ook kleine hoeveelheden CRM nodig zijn. Een deel van dit staal komt voort uit schroot dat in het gebied is gerecycled.

Aan de andere kant van het spectrum staat Chemreclaim, een *startup* die nanotechnologie gebruikt om CRM zoals scandium, palladium en platina te verfijnen op een manier dat hun volume verhoogt en de consumptie efficiënter maakt.⁹⁹ Momenteel heeft dit bedrijf geen klanten in Nederland vanwege de beperkte productievraag. Dit benadrukt hoe belangrijk het is om toeleveringsketens op Europees niveau te bekijken in plaats van alleen op nationaal of regionaal niveau. Capaciteiten in de ene EU-lidstaat kunnen andere ondersteunen, en vice versa. In Nederland is de vraag naar grondstoffen of verwerkte materialen te laag om de circulaire keten op nationale schaal volledig te sluiten.

Productie

De productiebedrijven die in de regio aanwezig zijn, worden gekenmerkt door een zekere mate van industriële diversificatie. De meeste bedrijven in de twee provincies en Nederland gebruiken kleine hoeveelheden CRM of kant-en-klare componenten met CRM die van elders zijn geïmporteerd. De uitzonderingen kunnen worden opgesplitst in vijf consumentengroepen.¹⁰⁰ De eerste is de bouw en aanverwante bouwtechnologieën. Staal, dat hoeveelheden CRM kan bevatten, zoals vanadium, aluminium en koper, wordt vaak gebruikt voor de installaties die worden gebouwd en de machines die deze bouwen.

Een tweede consumentengroep die binnen de provincies Noord-Holland en Flevoland bestaat is de energie-infrastructuur. Afhankelijk van het bedrijf kunnen voor deze bewerkingen enorme hoeveelheden materialen en componenten nodig zijn. Kabels, transformatorstations of slimme meters worden als componenten gekocht en gebruikt door netbeheerders. Tegelijkertijd produceren bedrijven als Victron Energy monitoren en accessoires voor deze energiesystemen. Voor zowel de koppelingen met wind- en zonneparken als voor de aanleg van elektrische laadpalen is CRM nodig. Energyra is een ander voorbeeld van een bedrijf dat zonnepanelen produceert in de regio.

De haven, logistiek en de maritieme sector vormen de derde grote consumentengroep. De machines die worden gebruikt voor containerbehandeling, scheepsonderhoud en kranen vereisen verschillende ferro- en non-ferrometalen, voornamelijk staal.

⁹⁷ Programmabureau NZKG, *Uitvoeringsagenda NOVEX-NZKG 2025-2029*.

⁹⁸ 'About us', TATA Steel, geraadpleegd 18 juni 2025, <https://www.tatasteelnederland.com/en/About-us>

⁹⁹ HCSS-interview, 2025

¹⁰⁰ HCSS-interview, 2025

Ten vierde is er de productie van machines en apparatuur. Bedrijven als Hitachi Construction Machinery hebben productiefaciliteiten in Amsterdam voor graafmachines. Het bedrijf Ketjen gebruikt grondstoffen om verschillende soorten katalysatoren te produceren en is een van de grootste CRM-consumenten in de regio.

De laatste grote consumentengroep van CRM in de twee provincies is de elektronica- en datacentersector die, zoals eerder vermeld, afhankelijk is van een breed scala aan kritieke grondstoffen, afhankelijk van het type en de schaal van de activiteiten. ASM International, met het hoofdkantoor in Almere, produceert bijvoorbeeld apparatuur die wordt gebruikt bij de productie van halfgeleiders. Een ander voorbeeld is Expice, ook oorspronkelijk afkomstig uit Almere, dat gespecialiseerd is in de productie van innovatieve elektronica.

Recycling

Binnen de provincies Noord-Holland en Flevoland is recycling het meest prominente onderdeel van de CRM-toeleveringsketen. Ongeveer de helft van de in Figuur 10 getoonde bedrijven is betrokken bij de inzameling en voorbehandeling van schroot of bij het terugwinnen van metalen uit afval, schroot of afgedankte producten.

Afvalinzameling en schroot

Bedrijven die zich richten op afvalinzameling en voorbehandeling van schroot in de regio kunnen worden onderverdeeld op basis van hoe geavanceerd hun recyclingmethoden zijn, en op welke productcategorie hun recyclingproces zich richt. Als het gaat om recyclingmethoden, zijn de meeste recyclingbedrijven relatief kleine, onafhankelijke bedrijven die kleine hoeveelheden afval van consumenten kopen. Deze bedrijven zijn vaak multifunctioneel, dienen als inzamelpunt en ophaalservice, maar ook als voorbehandeling van verschillende afvalstromen. Ze hebben de neiging om ferro- en non-ferrometalen te scheiden, maar ook papier, hout, textiel en andere materialen. Deze afvalstromen worden gesorteerd en vervolgens vaak gereinigd, ontsmet en versnipperd. Het resulterende schroot, dat verschillende CRM's kan bevatten, wordt vervolgens verkocht aan derden die zich voornamelijk buiten Nederland bevinden. Tijdens dit proces worden ook niet-recyclebaar afval en onbruikbare materialen ingezameld en vaak verbrand. Een deel van dit niet-recyclebare afval, maar ook andere afgedankte producten gaan naar bedrijven met complexere recyclingmethoden zoals AEB en Renewi. AEB Amsterdam beschikt over zes verbrandingslijnen waar ze afval verbranden om elektriciteit en warmte op te wekken.¹⁰¹ Hoewel deze bedrijven vaak grotere faciliteiten hebben met meer geavanceerde recyclingmethoden, recyclen of recupereren deze ook nog steeds geen CRM.

Dan zijn er bedrijven die specifiek zijn in termen van wat ze recyclen, bijvoorbeeld door zich uitsluitend te richten op batterijen, metalen of auto's. Hoewel ze vergelijkbaar zijn met de vorige categorie op het gebied van het niveau van verfijning van recycling, onderscheiden ze zich doordat ze gespecialiseerd zijn in het recyclen van een specifiek product. Vooral autorecyclingbedrijven zijn interessant, aangezien de grootste CRM-categorie binnen de provincies Noord-Holland en Flevoland producten uit de auto-industrie zijn. Hoewel in 2024 ongeveer twee derde van de afgedankte Nederlandse auto's naar het buitenland werd geëxporteerd,

¹⁰¹ 'AEB Amsterdam', AEB, accessed 18 June 2025, <https://www.aebamsterdam.com/waste-to-energy/>.

werd de rest bijna volledig gerecycled en werd meer dan 200.000.000 ton aan materialen afkomstig van auto's hergebruikt.¹⁰² Dit wordt gedeeltelijk gestimuleerd door de EU-richtlijnen voor afgedankte voertuigen (ELV) die dateren uit 2000 en 2005.¹⁰³ In 2023 stelde de Commissie een vernieuwing van de autorichtlijnen voor, die onder meer maatregelen omvat om de circulariteit van kritieke grondstoffen te vergroten.¹⁰⁴ De nieuwe richtlijn doorloopt momenteel de wetgevingsprocedure van de EU en zou in de nabije toekomst kunnen worden aangenomen.

Parallel aan de ontwikkelingen op het gebied van regelgeving rond de automatenindustrie, heeft de EU zich ook gericht op het vergroten van de circulariteit van batterijen. Onlangs doorgevoerde wijzigingen in de EU-afvalcodes voor verschillende soorten batterijen en zwarte massa betekenen dat deze nu als gevaarlijk afval worden aangemerkt. Dit maakt het (vanaf april 2025) onmogelijk om zwarte massa te exporteren naar niet-OESO-landen, en ook de export naar buiten de EU wordt sterker beperkt.¹⁰⁵ Deze wettelijke ontwikkelingen rond CRM-recycling kunnen worden gezien als gunstig voor de CRM-ambities van de regio, maar vereisen substantiële actie op gemeentelijk, regionaal en nationaal niveau. Eerdere incidenten in Nederland met betrekking tot het onvoldoende scheiden van batterijen door consumenten, en de daaruit voortvloeiende branden op verschillende industrieterreinen, kunnen ook worden gezien als motivatie om circulaire praktijken te vergroten en te verbeteren.¹⁰⁶

Terugwinning van metalen

De meeste recyclingbedrijven in de provincies Noord-Holland en Flevoland, en in Nederland, beschikken niet over geavanceerde technologieën die nodig zijn om CRM uit afvalstromen te halen. Slechts een klein aantal bedrijven in het gebied combineert geavanceerde recyclingmethoden met een specifieke focus op CRM-terugwinning. Hoewel dit verreweg het kleinste segment van het recyclingecosysteem van de regio is, zijn de technologieën die door deze *startups* worden ontwikkeld vaak schaalbaar en niet gebonden aan één locatie. Dit biedt een kans om de implementatie ervan in de hele regio uit te breiden en de circulariteit van CRM te verbeteren. Neem DOPS Recycling Technologies als voorbeeld, die bezig is met het ontwerpen van machines die gebruik maken van thermochemische scheiding om mineralen en metalen terug te winnen.¹⁰⁷ Aangezien deze technologieën zich snel ontwikkelen om aan de verwachte toekomstige vraag te voldoen, is er ook vanuit de beleidskant steeds meer interesse.

¹⁰² Teun Schröder, 'Bijna 99% van afgedankte auto's wordt gerecycled, maar Nederlands wagenpark wordt steeds ouder', *Change Inc.*, 20 May 2025, <https://www.change.inc/circulaire-economie/bijna-99-van-afgedankte-autos-wordt-gerecycled-maar-nederlands-wagenpark-wordt-steeds-ouder-41714>; Centraal Bureau voor de Statistiek, 'Hoeveel voertuigen worden er gesloopt of geëxporteerd?', webpagina, *Centraal Bureau voor de Statistiek*, n.d., accessed 21 July 2025, <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/vervoermiddelen-en-infrastructuur/sloop-export>.

¹⁰³ European Commission, 'End-of-Life Vehicles - European Commission', accessed 6 June 2025, https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles_en.

¹⁰⁴ Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on Circularity Requirements for Vehicle Design and on Management of End-of-Life Vehicles, Amending Regulations (EU) 2018/858 and 2019/1020 and Repealing Directives 2000/53/EC and 2005/64/EC (2023). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2023%3A451%3AFIN&qid=1689318552193>.

¹⁰⁵ Directorate-General for Environment European Commission, *Battery-Related Waste Codes Update Set to Boost Circular Economy*, 5 March 2025, https://environment.ec.europa.eu/news/battery-related-waste-codes-update-set-boost-circular-economy-2025-03-05_en.

¹⁰⁶ Het Parool, 'Brand bij bedrijf in Amsterdamse haven waarschijnlijk veroorzaakt door batterij', Amsterdam, *Het Parool*, 12 July 2022, <https://www.parool.nl/amsterdam/brand-bij-bedrijf-in-amsterdamse-haven-waarschijnlijk-veroorzaakt-door-batterij-b94988c2/>.

¹⁰⁷ DOPS Recycling Technology, 'The Technology', *DOPS*, n.d., accessed 6 June 2025, <https://dops-rt.com/the-technology/>.

Er zijn echter fundamentele uitdagingen op het gebied van vergunningen, energiekosten en infrastructuur die voorkomen dat deze broodnodige *startups* zich volledig ontwikkelen en opschalen. Deze weerhouden ook bestaande bedrijven ervan hun faciliteiten te upgraden om geavanceerdere recycling en verwerking mogelijk te maken. Als gevolg hiervan worden schroot en E-waste vaak geëxporteerd naar andere landen, de meeste buiten Europa. Er is zelfs een inzamelings- en exportcentrum in de regio voor schroot afkomstig uit België, Duitsland en Nederland dat uitsluitend naar Turkije exporteert. In totaal was Nederland in 2024 verantwoordelijk voor 16,6% van al het door Turkije aangekochte ferroschroot. Ter vergelijking: de VS leverden 22,2% van al het ferroschroot in Turkije.¹⁰⁸

Diensten en handel

Dankzij de bestaande infrastructuur en de aanwezigheid van zee- en luchthavens zijn de meeste bedrijven die zich bezighouden met CRM-gerelateerde diensten en handel geconcentreerd in het NZKG. Het verschil in het aantal CRM-gerelateerde bedrijven tussen de provincies Noord-Holland en Flevoland is deels toe te schrijven aan dit logistieke voordeel. Als industriegebied en als belangrijk importknooppunt speelt het NZKG een cruciale rol in de CRM-aanvoerketens van de provincies Noord-Holland en Flevoland.

Het NZKG bestaat uit drie deelgebieden; IJmond, Zaanstreek en de haven van Amsterdam.¹⁰⁹ Het onderscheid tussen deze verschillende gebieden is belangrijk, omdat niet elk deelgebied even sterk betrokken is bij de CRM-toeleveringsketen. Zaanstreek is meer gericht op landbouw en voeding, terwijl de IJmond meer industrieel is. In de haven van Amsterdam zitten de meeste CRM-gerelateerde bedrijven. Als vierde grootste haven van Europa dient het als een belangrijk importknooppunt in de regio en daarbuiten.

Jaarlijks komt er voor ongeveer 14.000 megaton aan materialen het NZKG binnen, waarvan grote hoeveelheden mineralen, metaalproducten en chemische en farmaceutische producten zijn.¹¹⁰ Meer dan de helft van deze materialen wordt rechtstreeks gebruikt voor de maakindustrie die aanwezig is in het NZKG. Binnen deze maakindustrie speelt Tata Steel een dominante rol met een verbruik van 8.820 megaton aan materialen die het NZKG binnenkomen.¹¹¹ Dit is meer dan 2x zoveel als alle andere NZKG gebieden samen. Wat de haven van Amsterdam betreft, blijven de meeste CRM-stromen die binnenkomen daar niet. Deze materiaalstromen zijn meestal in bulk en worden ontvangen, verwerkt en vervolgens weer geëxporteerd.¹¹²

Het onderwerp CRM wordt een steeds grotere prioriteit binnen het NZKG. De haven van Amsterdam gaat bijvoorbeeld niet alleen heel ver in het faciliteren van (CRM-gerelateerde) *startups*, maar ook in circulariteit als geheel. Net als andere bedrijven in het land heeft het NZKG te maken met netcongestie, ruimtelijke problemen en stikstofproblemen die toekomstige ontwikkeling in de weg staan, maar de havenautoriteiten proberen bedrijven waar mogelijk te helpen een aantal van deze problemen te overwinnen. Wanneer bijvoorbeeld een *startup*

¹⁰⁸ Brian Taylor, 'Turkish Mills Sampled Wide Scrap Market in 2024', *Recycling Today*, 16 January 2025, <https://www.recyclingtoday.com/news/turkey-steel-recycling-scrap-2024-countries-companies-exports-navigation-widnell/>.

¹⁰⁹ Programmabureau NZKG, *Uitvoeringsagenda NOVEX-NZKG 2025-2029*.

¹¹⁰ Ecorys and Metabolic, *Transitie naar een circulaire economie in het Noordzeekanaalgebied*.

¹¹¹ Ecorys and Metabolic, *Transitie naar een circulaire economie in het Noordzeekanaalgebied*.

¹¹² 'Vision 2030 | Port of Amsterdam'.

of bedrijf zich in het havengebied wil vestigen maar er gebrek is aan ruimte of netaansluiting, wordt gezamenlijk gekeken naar mogelijkheden om deze projecten te matchen met reeds bestaande bedrijven.¹¹³ Er zijn ook aparte financieringsprogramma's en hoewel de ruimte in de haven schaars is, is ongeveer 40 hectare gewijd aan een BioPark dat onderdak biedt aan circulaire bedrijven en initiatieven.¹¹⁴

Kennis

De R&D-activiteiten rondom CRM in de regio zijn grotendeels geclusterd in de stad Amsterdam. Een netwerk van universiteiten en andere onderwijsinstellingen en -faciliteiten heeft een veelheid aan projecten en rapporten op het gebied van CRM en circulariteit opgeleverd. Zo werkt de Vrije Universiteit Amsterdam momenteel aan een meerjarig project genaamd '*Critical minerals and the clean energy transition*' en hebben onderzoekers van de Universiteit van Amsterdam onlangs het paper '*From critical raw materials to circular materials*' gepubliceerd.¹¹⁵ Het Science Park is ook de thuisbasis van veel waardevolle *startups* op het gebied van CRM, zoals Chemreclaim. Deze kennishub kan over het algemeen een van de pull-factoren zijn voor nieuwere bedrijven om zich binnen de twee provincies te vestigen. Het is wel belangrijk om op te merken dat de R&D-capaciteit van de regio een tegenslag te verduren heeft gekregen door de sluiting van de afdeling Aardwetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam.¹¹⁶ Opleidingen en afdelingen binnen dit vakgebied creëren namelijk essentiële kennis over CRM, de circulariteit ervan, en de energietransitie als geheel.

¹¹³ HCSS-interview, 2025.

¹¹⁴ Port of Amsterdam, 'Biopark de locatie voor groene brandstofproducenten', 3 maart 2021, <https://www.portofamsterdam.com/nl/business/vestigen/biopark>.

¹¹⁵ Joelle Noailly et al., 'Critical Minerals and the Clean Energy Transition', *Vrije Universiteit Amsterdam*, 1 September 2023, <https://research.vu.nl/en/projects/critical-minerals-and-the-clean-energy-transition>; J.M van Gaalen and J.C Sootweg, 'From Critical Raw Materials to Circular Raw Materials', *ChemSusChem* 2, no. 18 (2024), <https://doi.org/10.1002/cssc.202401170>.

¹¹⁶ Sven Schaap, *Werkveld luidt noodklok op actiedag tegen verdwijnen aardwetenschappen VU*, 6 May 2025, <https://nos.nl/collectie/13871/artikel/2566216-werkveld-luidt-noodklok-op-actiedag-tegen-verdwijnen-aardwetenschappen-vu>.

5. Het potentieel van de regio om veerkrachtigere en duurzamere toeleveringsketens op te bouwen

Hoewel delen van verschillende CRM-toeleveringsketens te vinden zijn in de provincies Noord-Holland en Flevoland, bevinden de meeste productieketens zich buiten de regio. Toeleveringsketens zijn complex, strekken zich uit over de hele wereld en zijn als gevolg van geopolitieke spanningen en een groeiende vraag vatbaar voor verstoringen. Onderbrekingen in een of meer van deze onderdelen van de toeleveringsketen kunnen leiden tot productieverstoringen, tekorten en prijsstijgingen. Dit kan gevolgen hebben voor het welzijn van de bewoners in het gebied, maar ook voor de beleidsambities van de regio op het gebied van energie en digitalisering.

Sterke en zwakke punten en bedreigingen voor de regionale CRM-sector

De twee provincies hebben verschillende sterke en zwakke punten in de CRM-sector, die bepalend zijn voor de soorten kansen en bedreigingen bij het opbouwen van veerkracht.

Wat de sterke punten betreft heeft de regio een hoge concentratie van potentiële CRM-afvalstromen, zowel van individuele consumenten als van de aanzienlijke bestaande of geplande windturbines, zonneparken en datacenters. Deze afvalstromen zijn goed georganiseerd op het gebied van inzameling, sortering, ontsmetting en versnippering. De efficiënte voorbehandeling van afval is nauw verweven met de sterke logistieke en handelsinfrastructuur rond, die de export vergemakkelijkt. In tegenstelling tot sommige andere delen van Nederland hebben de provincies Noord-Holland en Flevoland een aantal bedrijven die veel grondstoffen en verwerkte materialen gebruiken, zoals TATA Steel en Ketjen, wat bijdraagt aan schaalvoordelen. De regio heeft ook een sterk ecosysteem van kleinere, zeer innovatieve bedrijven in de digitale en energiesector.

Elk initiatief moet worden ontwikkeld in een Europese context, met de medewerking van andere nationale en provinciale autoriteiten in de EU en de relevante industrieën.

Sommige van de zwakke punten zijn specifiek voor het gebied, terwijl anderen worden gedeeld met andere provincies in Nederland. Een van de belangrijkste problemen die specifiek is voor de regio is de hoger dan gemiddelde concurrentie om de beperkte beschikbare ruimte tussen verschillende groepen. De regio rond Amsterdam is een van de dichtstbevolkte delen van Nederland en er is een tekort aan woningen. De beschikbaarheid van locaties met een 'hoge milieucategorie' (een Nederlandse beleidsterm voor locaties waar activiteiten met een hogere belasting van de lokale omgeving mogen plaatsvinden) is in het NZKG beperkt tot slechts enkele locaties. Er is een maatschappelijke discussie gaande over de vraag of sommige hiervan moeten worden herbestemd voor andere activiteiten, zoals huisvesting, wat betekent dat zelfs bestaande percelen op de lange termijn niet altijd gegarandeerd zijn. Een deel van de industrie zal naar verwachting zijn faciliteiten verplaatsen vanwege de nabijheid van bevolkte gebieden of helemaal buiten de twee provincies verhuizen. Ook de beschikbaarheid van milieuruimte van een lagere categorie, die wordt gebruikt voor bijvoorbeeld afvalinzameling en voorbehandeling, is beperkt. Andere type problemen doen zich voor in het hele land, zoals congestie op het elektriciteitsnet, hoge energiekosten en een ongelijk speelveld in vergelijking met bedrijven die buiten de EU actief zijn.¹¹⁷ Ten slotte blijft het vergunningsproces omslachtig en relatief traag, wat onzekerheid creëert voor bedrijven die activiteiten willen opzetten.

Deze zwakke punten vormen drie bedreigingen voor de regio. Ten eerste zou de bestaande industriële basis geleidelijk kunnen verzwakken en de regio kunnen verlaten, waardoor de binnenlandse capaciteit afneemt en de importafhankelijkheid toeneemt. Zonder deze industrieën zal het moeilijker zijn om een hoge levensstandaard te behouden, aangezien de regio waarschijnlijk vergelijkbare (of hogere) hoeveelheden materialen zal consumeren om aan hun consumentenbehoeften te voldoen, maar met steeds grotere afhankelijkheden van de toeleveringsketens.

Ten tweede is de kans groot dat nieuwe innovatieve bedrijven die het industriële ecosysteem zouden kunnen versterken, er niet voor kiezen om zich in de regio te vestigen, wat het bovengenoemde probleem verder verergert. Innovatieve bedrijven hebben de neiging om strategische locaties te kiezen om deel uit te maken van een breder industrieel, handels- en innovatief ecosysteem. Op deze manier kunnen zij profiteren van toegang tot technologie en innovatie door middel van spillover-effecten van andere bedrijven en sector overschrijdende samenwerking, geschoolde arbeidskrachten en andere clustereffecten zoals beter gedeelde faciliteiten en ondersteunende industrieën. Hoewel er andere factoren zijn, zoals kosten of regelgeving die ook de besluitvorming van bedrijven bepalen, kan een verslechterend ecosysteem ook een negatieve invloed hebben op deze beslissing.

Ten derde bestaat het risico dat lokalisatie van toeleveringsketens niet noodzakelijkerwijs tot de gewenste resultaten gaat leiden. CRM-toeleveringsketens zijn wereldwijd van aard en geen enkele EU-lidstaat heeft voldoende binnenlandse capaciteiten om onafhankelijk te worden. Dit geldt ook voor Nederland, dat zelfs in een volledig circulair systeem niet in al zijn behoeften zal voorzien. Tegelijkertijd kan een gelokaliseerde toeleveringsketen lijden onder economische inefficiëntie, omdat de comparatieve voordelen van verschillende landen in de toeleveringsketen niet worden benut. Als zodanig moet elk initiatief worden ontwikkeld in een Europese context, met de medewerking van andere nationale en provinciale autoriteiten in de EU en de relevante industrieën.

¹¹⁷ Irina Patrauh et al., 'Critical Raw Materials in the Dutch Province of Zuid-Holland: What, Why and How?', HCSS, 2024, <https://hcss.nl/report/critical-raw-materials-in-the-dutch-province-of-zuid-holland-what-why-and-how/>.

Kansen voor de regionale CRM-sector

Naast de bovengenoemde sterke en zwakke punten en bedreigingen zijn er vijf verschillende kansen die de lokale en provinciale overheden in Noord-Holland en Flevoland in samenwerking met andere delen van Nederland en de EU zouden kunnen verkennen. De kansen sluiten elkaar niet uit en zijn thematisch gesorteerd.

Kans 1: Stimuleer dat nieuwe windturbines, zonneparken, datacenters en het elektriciteitsnet een circulaire levenscyclus hebben

De provincies Noord-Holland en Flevoland hebben een aanzienlijke concentratie van geïnstalleerde en geplande windturbines, zonneparken, datacenters en elektriciteitsnetcomponenten die niet in de regio worden gerecycled. Deze producten bevatten belangrijke hoeveelheden CRM, zoals niobium, vanadium, antimoon, lithium en aluminium. Voor sommige hiervan is recycling een technologisch probleem, zoals in het geval van REE-permanente magneten van windturbines, aangezien er maar heel weinig faciliteiten in de EU zijn die ze effectief kunnen recyclen. Voor anderen, zoals zonnepanelen, is het vooral een kostenuitdaging, aangezien het veel goedkoper blijft om primaire materialen te kopen dan gerecyclede. Het ontwerp van de meeste zonnepanelen is ook niet geschikt voor recycling, waardoor het moeilijk is om het koper, silicium, antimoon, nikkel en titanium aanwezig in deze panelen terug te winnen.¹¹⁸ Oude kabels die koper en aluminium bevatten, blijven na ontmanteling in de grond achter, omdat het lange tijd als minder duur en complex werd beschouwd dan ze eruit te halen en te recyclen.

De geopolitieke uitdagingen als gevolg van het handelsconflict tussen de VS en China, evenals de benchmark van de EU CRMA dat 25% van het CRM-verbruik van de EU in 2030 uit gerecyclede bronnen moet komen, geven een impuls om ervoor te zorgen dat recycling niet slechts een bijzaak is, maar een integraal onderdeel van de aanbestedings- en vergunningsprocedures aan het begin van elk project.

Op korte termijn zal dit een uitdaging zijn, aangezien het recyclingspercentage van zeldzame aardmetalen uit magneten in de hele EU nog lager is dan 1%.¹¹⁹ Fabrikanten en/of exploitanten van windturbines, zonneparken en datacenters zullen echter langdurige relaties en partnerschappen moeten ontwikkelen met bedrijven die ernaar streven zeldzame aardmetalen terug te winnen. Het eigendom van materialen is duidelijk tijdens het gebruik van de producten, maar het wordt vager wanneer deze worden ontmanteld en verzonden om te worden gerecycled, vaak buiten Europa. Het zou nuttig zijn om circulaire eisen op te leggen aan de eigenaren van de producten – zoals in het geval van voertuigen en e-waste, waarbij de producenten verantwoordelijk zijn voor het beheer van het einde van de levensduur.

Terwijl Nederland geen REE-faciliteiten heeft, probeert Frankrijk een Europese hub op te zetten in La Rochelle.¹²⁰ Dit initiatief wordt gesteund door de Japanse en Britse overheid en door industriële spelers in Europa. Het faciliteren van 'matchmaking' tussen Nederlandse eigenaren van deze producten en potentiële recyclingbedrijven in andere landen kan niet alleen de circulariteit bevorderen, maar ook de businesscase van opkomende bedrijven ondersteunen.

¹¹⁸ Lijzen et al., *Recycling of Solar Panels. Comparison of Scenarios for a More Circular and Safe Product Chain*.

¹¹⁹ European Commission et al., *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 - Final Report*.

¹²⁰ 'Solvay and Carester Sign Memorandum of Understanding to Form Strategic Partnership', Solvay, 8 March 2024, <https://www.solvay.com/en/press-release/solvay-and-carester-sign-memorandum-understanding-form-strategic-partnership>.

Binnenkort opent de eerste recyclingfaciliteit voor zonnepanelen, opgericht door Mirec Eindhoven en Stichting OPEN.¹²¹ Hierbij wordt gebruik gemaakt van geavanceerde technologie om de materialen of subcomponenten zoals het glas dat antimoon bevat terug te winnen. Dit is een serieuze kans voor het terugwinnen uit afvalstromen van zonnepanelen in de provincies Noord-Holland en Flevoland.

Kans 2: Verbeter de circulariteit van auto's in samenwerking met Europese partners

De auto-industrie is verantwoordelijk voor het grootste volume en de grootste concentratie van CRM in de provincies Noord-Holland en Flevoland, en in heel Nederland. Ter illustratie: bijna alle niobium, rhodium, kobalt, gallium, yttrium, palladium, vanadium en wolfram die in de provincies aanwezig zijn, zijn te vinden in deze goederencategorie.¹²² Hoewel de auto-industrie al een zeer goed ontwikkeld recyclingecosysteem heeft, wordt veel van het schroot naar buiten de EU geëxporteerd. De lokale en provinciale overheden zouden een faciliterende rol kunnen spelen om bedrijven in de regio te matchen met Europese subnationale regio's met grote industriële gebruikers om de stromen binnen de EU te houden.

Ten eerste wordt het laagwaardige staalschroot uit auto's dat niet kan worden opgewaardeerd tot een hogere kwaliteit voor hergebruik momenteel meestal naar buiten Europa geëxporteerd. Het vinden van manieren om meer staalschroot binnen de Europese grenzen te hergebruiken, zou de circulariteit en veerkracht van toeleveringsketens vergroten. Zelfs als een deel van het staalschroot niet geschikt is voor hoogwaardig staal van Tata Steel, kan het schroot van mindere kwaliteit in ieder geval worden geëxporteerd naar andere EU-landen voor de bouw of voor andere soorten eindgebruik.

Ten tweede bevatten auto's ook REE-permanente magneten die opnieuw in de grondstoffenkringloop kunnen worden opgenomen. Hoewel in veel kleinere hoeveelheden dan windturbines, kan een gespecialiseerde dienst voor permanente magneten die de eerste voorbehandelingsprocessen uitvoert en deze vervolgens naar de bovengenoemde Franse *recycling hub* stuurt, zeer nuttig zijn.

Ten slotte bevatten batterijen aanzienlijke concentraties CRM, maar worden er maar weinig teruggewonnen in de EU. Afhankelijk van het type batterij kunnen ze hoeveelheden lithium, kobalt, grafiet en andere CRM bevatten.¹²³ De provincies Noord-Holland en Flevoland beschikken over een goed ontwikkeld inzamel- en voorbehandelingssysteem, maar de batterijen worden verkocht aan zwarte massaproductanten in andere Europese landen en tot voor kort weer geëxporteerd buiten Europa. De nieuwe EU-verordening die de export van zwarte massa verbiedt naar landen die geen onderdeel zijn van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO), zou een kans kunnen zijn voor de regio. In Nederland bouwt TES aan een batterijrecyclingfaciliteit die de nationale en Europese circulariteit kan ondersteunen.

¹²¹ Evelien Schreurs, 'Eerder dan verwacht krijgt Nederland haar eerste recyclinglocatie voor zonnepanelen', Solar365, 2025, <https://www.solar365.nl/nieuws/eerder-dan-verwacht-krijgt-nederland-haar-eerste-recyclinglocatie-voor-zonnepanelen-66ABB1AE.html>.

¹²² *Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Noord-Holland; Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Flevoland*.

¹²³ Helen Parton, 'Are Data Centres Too Demanding on Raw Materials?'.

Kans 3: Steun recyclingbedrijven bij het uitbreiden van hun dienstverlening

Het e-waste-ecosysteem in Nederland is al goed ingericht op het gebied van inzameling van afgedankte producten en groeit jaarlijks. Stichting OPEN zet zich in opdracht van alle fabrikanten en importeurs in Nederland in voor het inzamelen en recyclen van e-waste, waaronder afgedankte apparaten, lampen, batterijen, accu's.¹²⁴ In 2024 bedroeg de hoeveelheid ingezamelde e-waste 239 miljoen kilogram, 15% hoger dan in 2023.¹²⁵

Anno 2025 zijn er weinig bedrijven in Nederland in staat om CRM terug te winnen uit deze e-waste-stromen, ondanks het feit dat bedrijven als HKS een belangrijke rol spelen bij het terugwinnen van ferro- en non-ferrometalen in de regio. De soorten ingezamelde producten zijn zeer divers en bevatten doorgaans kleine hoeveelheden CRM, die moeilijk te identificeren zijn tijdens het versnipperingsproces en de voorbehandeling.

Voortbouwen op bestaande recyclingcapaciteiten kan voor de lokale en provinciale overheden van Noord-Holland en Flevoland een effectieve optie zijn om de CRM-circulariteit te versterken, met name in de toeleveringsketens van e-waste. Recyclingbedrijven, met name de grote spelers die niet over de geavanceerde methoden beschikken om non-ferrometalen terug te winnen, kunnen worden aangemoedigd om zich te specialiseren in specifieke soorten e-waste en een groter deel van de toeleveringsketen in de twee provincies naar zich toetrekken. Daarvoor is eerst ondersteuning nodig voor hun huidige bedrijfsvoering, om ervoor te zorgen dat ze winstgevend kunnen blijven. Daarnaast vereist dit samenwerking met smelterijen en verwerkende bedrijven die deze metalen buiten Nederland gebruiken, aangezien de verwerkende sector in Nederland beperkt is en het vanaf het begin samenwerken met een afnemer – een koper die contractueel verplicht is de verwerkte materialen af te nemen – de businesscase helpt.

Kans 4: Zet in op verlenging van de levenscyclus van machines en elektrische apparaten

Machines en elektrische apparaten behoren tot de meest voorkomende producten die CRM bevatten in de regio, met 29 verschillende soorten CRM. Iridium in het bijzonder is sterk geconcentreerd in deze goederencategorie.¹²⁶ Investeren in het verlengen van hun levenscyclus kan een belangrijke rol spelen in het verminderen van de vraag naar nieuwe materialen en producten, waardoor de veerkracht tegen mogelijke geopolitieke verstoringen in toeleveringsketens wordt versterkt. De lokale en provinciale overheden in Noord-Holland en Flevoland kunnen dit op twee samenhangende manieren doen. Allereerst door ervoor te zorgen dat er voldoende lokale reparatie- en onderhoudswinkels beschikbaar zijn voor inwoners, en ten tweede door bewustmakings- en dialoogsessies te organiseren om bewoners nieuwe manieren van denken en ideeën te bieden over hoe ze de levenscyclus van hun producten kunnen verlengen.

¹²⁴ 'Stichting OPEN', <https://www.stichting-open.org/>.

¹²⁵ 'Stichting OPEN breekt inzamelrecord e-waste met 239 miljoen kilo in 2024', *Stichting OPEN*, 30 May 2025, <https://www.stichting-open.org/2025/05/30/stichting-open-breekt-inzamelrecord-e-waste-met-230-miljoen-kilo-in-2024/>.

¹²⁶ *Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Noord-Holland; Provinciale Monitoring Circulaire Economie - Flevoland*.

Kans 5: Focus op kennisontwikkeling en innovatie

De regio heeft een sterk kennisecosysteem op het gebied van aardwetenschappen, hoewel dit is verslechterd door de sluiting van onderwijsprogramma's in 2025. Het *Amsterdam Science Park* trekt innovatieve *startups* op dit gebied aan. Aangezien het niet veel ruimte of beperkt beschikbare energie vereist, en het past bij het hightech karakter van de twee provincies, zou het nuttig kunnen zijn voor de regio om zich te concentreren op het stimuleren van innovatie en het aantrekken van nieuwe bedrijven om hun methoden te testen en te ontwikkelen. Het ontwikkelen van deze innovatieve ecosystemen kan worden gedaan in samenwerking met universiteiten en de regionale ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) in Nederland, die *startups* en *scaleups* op regionaal niveau financieren en ondersteunen.

6. Conclusies en aanbevelingen

In dit onderzoek is geanalyseerd hoe de Metropoolregio Amsterdam en de provincies Noord-Holland en Flevoland, kunnen bijdragen aan het bouwen van sterkere en duurzamere toeleveringsketens voor CRM, passend bij lokale, regionale, nationale en Europese ambities. Geopolitieke spanningen en een groeiende wereldwijde vraag naar materialen zetten de CRM-toeleveringsketens in Nederland onder druk. Daarom wordt de Nederlandse Grondstoffenstrategie zowel op regionaal als lokaal niveau uitgevoerd, afgestemd op de specifieke kenmerken van elke regio, waaronder de provincies Noord-Holland en Flevoland.

Om dit doel te ondersteunen, heeft het team gekeken naar de verdeling van CRM-volumes per sector — zowel naar de meest voorkomende productcategorieën, zoals autoprodukten, als naar de grootste gebruikers zoals windturbines, zonneparken, datacenters en het elektriciteitsnet. Hoewel autoprodukten op nationaal niveau in volume het grootste deel van het CRM-gebruik in de regio voor hun rekening nemen, zijn andere categorieën juist relatief sterk geconcentreerd in de twee provincies. De regio herbergt het grootste aantal windturbines en datacenters van het land, en aankomende projecten wijzen ook op een sterk potentieel voor een prominente positie binnen Nederland op het gebied van zonne-energie. Samen benadrukken deze trends het aanzienlijke potentieel van de regio om meer circulaire, lokaal geïntegreerde CRM-toeleveringsketens te ontwikkelen.

Het onderzoek bracht ook de bestaande CRM-toeleveringsketens in de provincies Noord-Holland en Flevoland in kaart, waaruit bleek dat recycling – gedefinieerd als afvalinzameling en voorbehandeling van schroot – de meest verspreide activiteit in de regio is. Een ander opmerkelijk regionaal kenmerk is de aanwezigheid van enkele van de grootste verbruikers van grondstoffen en verwerkte materialen van het land, wat bijdraagt aan schaalvoordelen. Dit wordt gecombineerd met een sterk innovatief ecosysteem in de energie- en digitale sector, zowel op het gebied van kennis als op het gebied van de *startup*- en *scaleup*-omgeving. Ten slotte zijn diensten en handel de belangrijkste kernactiviteiten van de regio, aangedreven door de NZKG-havengebieden.

Hoewel de regio slechts één schakel vormt in de mondiale CRM-toeleveringsketens, wijst deze studie vijf kansen aan waarmee de regio meer veerkracht en duurzaamheid kan opbouwen:

1. Stimuleer dat nieuwe windparken, zonneparken, datacenters en het elektriciteitsnet een circulaire levenscyclus hebben
2. Verbeter de circulariteit van auto's in samenwerking met Europese partners
3. Steun recyclingbedrijven bij het uitbreiden van hun dienstverlening
4. Zet in op verlenging van de levenscyclus van machines en elektrische apparaten
5. Focus op kennisontwikkeling en innovatie

Deze vijf kansen kunnen worden bereikt door middel van de volgende tien beleidsaanbevelingen (Tabel 5).

Tabel 5. Beleidsaanbevelingen



Tijds- spanne	Aanbeveling	Verantwoordelijke actor	Kansen				
			1.	2.	3.	4.	5.
< 1 jaar	1. Houd regelmatig dialogen met bedrijven in de regio om vertrouwen op te bouwen en gezamenlijke oplossingen te vinden voor uitdagingen rond het opzetten van circulaire toeleveringsketens.	Provincies, Gemeenten	x	x	x		
< 1 jaar	2. Stimuleer kennisontwikkeling binnen lokale en regionale instellingen en overheden om vergunningsprocessen te stroomlijnen.	Provincies	x	x	x		
< 1 jaar	3. Identificeer en ondersteun de ontwikkeling van verbindingen tussen bedrijven in de regio om kennisontwikkeling en innovatie aan te moedigen, ter ondersteuning van de schaalbaarheid van nieuwe ideeën in 'oude' contexten.	Gemeenten	x	x	x		x
< 1 jaar	4. Organiseer bewustmakingscampagnes om meer publieke participatie in circulaire toeleveringsketens aan te moedigen (verlenging van de levenscyclus, ondersteuning van terugwinningfaciliteiten van de 'hoge milieucategorie').	Gemeenten	x	x			x
< 1 jaar	5. Ondersteun het kennisecosysteem op verschillende onderwijsniveaus om innovatie aan te moedigen en een geschoolde beroepsbevolking te ontwikkelen.	Rijksoverheid, Provincies, Gemeenten	x	x	x	x	
1-3 jaar	6. Ondersteun onderzoeksprogramma's om nieuwe methoden voor efficiënt materiaalgebruik en circulariteit te ontdekken en te ontwikkelen.	Rijksoverheid, gemeenten	x	x			x
1-3 jaar	7. Trek innovatieve startups en scaleups aan om het hightech ecosysteem in de MRA in stand te houden en te ontwikkelen.	Provincies, Gemeenten					x
1-3 jaar	8. Neem circulariteit expliciet mee bij discussies over ruimtelijke ordening om ervoor te zorgen dat nieuwe recyclingfaciliteiten activiteiten kunnen opstarten.	Provincies	x	x	x		
1-3 jaar	9. Bouw een netwerk op met lokale en regionale overheden in de EU om circulaire toeleveringsketens op Europees niveau te versnellen.	Provincies, Gemeenten	x	x	x	x	
1-3 jaar	10. Faciliteer matchmaking met downstreamsectoren (productiebedrijven) en gespecialiseerde recyclingbedrijven in EU-regio's om recyclingbedrijven in MRA te helpen potentiële afnemers van secundaire materialen te identificeren.	Provincies, Gemeenten	x	x	x	x	

De aanbevelingen worden hieronder verder toegelicht.

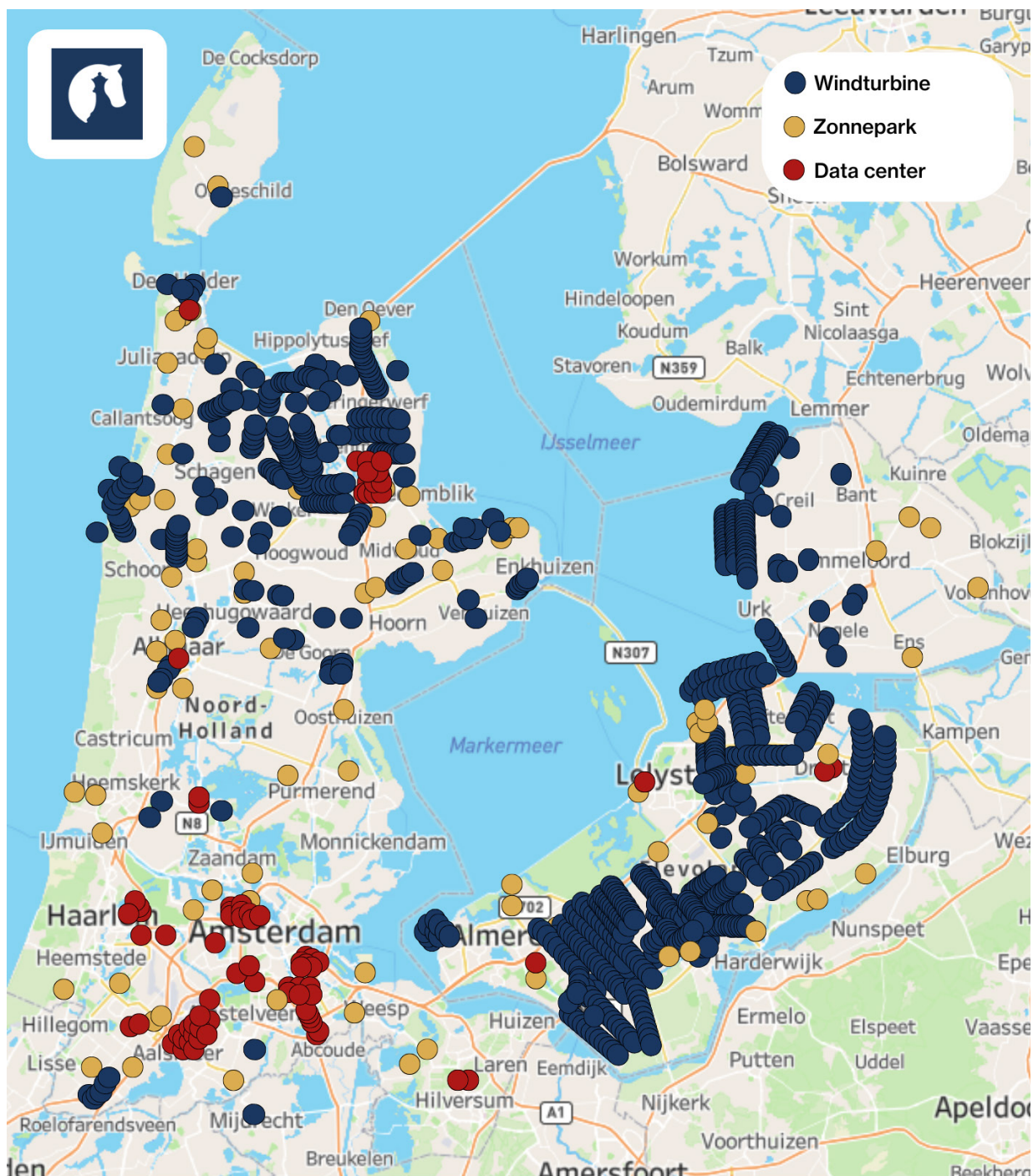
- 1. Houd regelmatig dialogen met bedrijven in de regio om vertrouwen op te bouwen en gezamenlijke oplossingen te vinden voor uitdagingen rond het opzetten van circulaire toeleveringsketens.** Het bestaande industriële ecosysteem in de provincies Noord-Holland en Flevoland kampt met grote vraagstukken omtrent circulariteit, waarvan een deel specifiek is voor de regio en een deel nationaal of zelfs Europees is. Juist omdat geen enkele individuele speler deze kan oplossen, kan het aangaan van een constructieve regelmatige dialoog beleidsmakers helpen de uitdagingen waarmee bedrijven worden geconfronteerd beter en meer holistisch te begrijpen en mogelijk nieuwe ideeën voor gedeelde oplossingen te verzinnen.
- 2. Stimuleer kennisontwikkeling binnen lokale en regionale instellingen en overheden om vergunningsprocessen te stroomlijnen.** Veel van de CRM-gerelateerde processen zijn voor de provincies Noord-Holland en Flevoland, of Nederland, geen traditionele sectoren. Vooral de meer innovatieve recyclingbedrijven streven ernaar om unieke faciliteiten te ontwikkelen, die moeilijk te beoordelen kunnen zijn door vergunningverlenende instellingen. Als zodanig kunnen programma's voor capaciteitsopbouw zeer nuttig zijn om vergunnings- en licentieprocessen te stroomlijnen.

- 3. Identificeer en ondersteun de ontwikkeling van verbindingen tussen bedrijven in de regio om kennisontwikkeling en innovatie aan te moedigen en de schaalbaarheid van nieuwe ideeën in 'oude' contexten te ondersteunen.** De regio heeft twee soorten bedrijven: grootschalige industriële spelers die al tientallen jaren in het NZKG gevestigd zijn, en kleinschaligere innovatieve bedrijven die zich proberen te vestigen. Elk van hen heeft zijn eigen uitdagingen en kansen, die kunnen worden gecombineerd voor win-win-situaties. De grootschalige industriële spelers – zoals in de kolensector – hebben ruimte en schaalvoordelen, maar moeten uiteindelijk CO₂-neutraal worden en innoveren. De kleinere spelers hebben innovatieve ideeën en zijn wendbaar, maar hebben geen plaatsen om nieuwe operaties te testen en te ontwikkelen. Lokale en provinciale overheden kunnen nieuwe samenwerkingsideeën faciliteren die leiden tot win-winsituaties.
- 4. Organiseer bewustmakingscampagnes om meer publieke participatie in circulaire toeleveringsketens aan te moedigen.** Hoewel circulariteit doorgaans een populair onderwerp is in de verschillende lagen van de samenleving, is er beperkte communicatie over wat er nodig is om dit te bereiken. Een daarvan is levenscyclusverlenging. Bewustmakingscampagnes en dialogen kunnen helpen om gemeenschappen uit te rusten met de juiste kennis en instrumenten om hun deelname aan circulaire toeleveringsketens te vergroten. Een ander aspect is de aanwezigheid van bedrijven met een 'hoge milieucategorie' die metalen terugwinnen en naar downstreamgebruikers transporteren. Om de steun voor deze operaties op lange termijn te waarborgen, moet meer informatie met het publiek worden gedeeld. Dit moet gepaard gaan met openbare raadplegingen en een zinvolle dialoog over het onderwerp.
- 5. Ondersteun het kennisecosysteem op verschillende onderwijsniveaus om innovatie aan te moedigen en geschoolde arbeidskrachten te ontwikkelen.** Veerkrachtige en duurzame toeleveringsketens kunnen niet worden gebouwd zonder kennis van technische processen, noch zonder onderzoek en ontwikkeling op het gebied van efficiënt materiaalgebruik, productontwerp, vervanging of recycling. Om deze reden moeten educatieve programma's worden gehandhaafd en, waar mogelijk, verbeterd en gepromoot om nieuwe studenten aan te trekken, maar ook beschikbaar worden gemaakt voor professionals die zich willen herscholen rond een nieuw onderwerp.
- 6. Ondersteun onderzoeksprogramma's om nieuwe methoden voor efficiënt materiaalgebruik en circulariteit te ontdekken en te ontwikkelen.** Door samenwerking tussen universiteiten, onderzoeksinstituten en de industrie te financieren, kunnen doorbraken op het gebied van materiaalvervanging, productontwerp voor demontage, geavanceerde recyclingtechnologieën en CRM-terugwinning uit afvalstromen worden gestimuleerd. Lokale overheden kunnen ook living labs en proefomgevingen faciliteren waar onderzoeksresultaten in reële omstandigheden worden getest. Naast kennisgeneratie wordt ook het lokale innovatie-ecosysteem ondersteund.
- 7. Trek innovatieve startups en scaleups aan om het hightech ecosysteem in de regio in stand te houden en te ontwikkelen.** De regio herbergt verschillende innovatieve bedrijven in de mineralen-, energie- en digitale sector, in verschillende stadia van ontwikkeling. Hoe meer voordelen zij ontvangen – bijvoorbeeld ondersteuning bij het vinden van een kleine locatie, het vinden van geschoolde arbeidskrachten, matchmaking-sessies met investeerders – hoe groter de kans dat zij de provincies Noord-Holland of Flevoland als uitvalsbasis kiezen. Dit draagt bij aan een rijk ondernemersecosysteem, met voordelen als economische groei, productiviteit of efficiënte infrastructuur voor de regio als geheel.

8. **Neem circulariteit expliciet mee bij discussies over ruimtelijke ordening** om ervoor te zorgen dat nieuwe recyclingfaciliteiten activiteiten kunnen opstarten. Door de concurrentie om ruimte tussen verschillende sociale en industriële groepen lopen de – toch al beperkte – locaties van de 'hoge milieucategorie' het risico te worden gewijzigd om alleen andere soorten activiteiten toe te staan. Toch zijn deze locaties essentieel om veerkracht in toeleveringsketens op te bouwen en circulariteit aan te moedigen, aangezien metaal-terugwinningsprocessen op zichzelf energie-intensief zijn en vaak giftige chemicaliën bevatten. De bestaande locaties moeten de mogelijkheid krijgen om hun profiel van "hoge milieucategorie" te behouden.
9. **Bouw een netwerk op met lokale en regionale overheden in de EU om circulaire toeleveringsketens op Europees niveau te versnellen.** Geen enkele gemeente of regio kan CRM-gerelateerde uitdagingen effectief in zijn eentje aanpakken. Door samenwerkingsnetwerken te vormen tussen lokale en regionale overheden in de EU, kunnen Nederlandse provincies en gemeenten hun invloed vergroten, *best practices* delen en een sterker circulair ecosysteem creëren. EU-brede gemeentelijke netwerken zoals Eurocities en ICLEI kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt om beste praktijken uit te wisselen en te pleiten voor gedeelde doelen. Bovendien kan het opzetten van regionale circulaire hubs, zoals renovatiecentra, een gedeelde infrastructuur voor hergebruik van CRM ondersteunen.
10. **Faciliteer *matchmaking* met downstreamsectoren (productiebedrijven) en gespecialiseerde recyclingbedrijven in EU-regio's om recyclingbedrijven in de regio te helpen potentiële afnemers van secundaire materialen te identificeren.** Een belangrijke belemmering voor het ontwikkelen van meer recyclingcapaciteit in de provincies Noord-Holland en Flevoland is dat de secundaire materialen niet in eigen land kunnen worden gebruikt. Om toch bij te dragen aan een veerkrachtig circulair CRM-systeem is er samenwerking nodig in de hele EU. De regio zou zich kunnen richten op de ontwikkeling van netwerken met andere subregionale spelers in de EU, met name in gebieden met grote downstreamsectoren, zoals Tsjechië of Frankrijk in de automobielsector. Op die manier kunnen opkomende recyclingfaciliteiten in de twee provincies potentiële zakenpartners identificeren als afnemers van hun materialen.

Bijlage 1.

Figuur 11. Alle windturbines, zonneparken en datacenters in de provincies Noord-Holland en Flevoland



Bijlage 2.

Figuur 10 'Bedrijven en instellingen actief in de toeleveringsketens van mineralen en metalen in de provincies Noord-Holland en Flevoland' in hoofdstuk 4 is gebaseerd op de informatie in onderstaande tabel. De tabel is niet volledig, maar is bedoeld om een representatief inzicht te bieden in het soort capaciteiten dat bedrijven in de regio hebben.

Tabel 6. Bedrijven en instellingen actief in de toeleveringsketens van mineralen en metalen in de provincies Noord-Holland en Flevoland'



Bedrijf	Activiteit in de toeleveringsketen	Plaats
Chemreclaim	Verwerking	Amsterdam
Tata Steel IJmuiden	Verwerking	IJmuiden
Vecomach	Verwerking	Emmeloord
Alfen	Productie	Almere
Amsterdam Wetenschappelijke Instrumenten	Productie	Amsterdam
ASM Europe B.V	Productie	Almere
Betronic B.V	Productie	Amsterdam
Schone troon	Productie	Nieuw-Vennep
Elementis Mineralen B.V	Productie	Amsterdam
E-Magy	Productie	Broek op Langedijk
Energie	Productie	Westknollendam
Expice	Productie	Zwaag
Hitachi Bouwmachines	Productie	Amsterdam
ICL Meststoffen Europa	Productie	Amsterdam
Levitech	Productie	Almere
Spamecon	Productie	Marknesse
Victron Energy B.V	Productie	Almere
AEB Amsterdam	Recycling	Amsterdam
Autorecycling Bart Inc.	Recycling	Amsterdam
Autorecycling Langedijk	Recycling	Oudkarspel
BNA-Batterij	Recycling	Alkmaar
Ecaraccu	Recycling	Zwaag
EMR Metaal Recycling B.V	Recycling	Amsterdam
Farci Metaal Recycling	Recycling	Heemskerk
H.Blom & Zonen	Recycling	Amsterdam
Hilhorst Recycling	Recycling	Bussum
Kapiteijn Metaal Recycling	Recycling	Amsterdam

Bedrijf	Activiteit in de toeleveringsketen	Plaats
Metaal Magnus International B.V.	Recycling	Amstelveen
Metaal recycling Smink	Recycling	Emmeloord
NaviQ	Recycling	Alkmaar
Onne van de Stadt Recycling BV	Recycling	Zaandam
Oud Ijzer Handel van Schoten	Recycling	Emmeloord
Overdie Metals Alkmaar	Recycling	Alkmaar
Overdie Staal B.V.	Recycling	Alkmaar
PEL Recycling	Recycling	Amsterdam
Recco Non Ferro Metals B.V.	Recycling	Emmeloord
Renewi Amsterdam, Kajuitweg	Recycling	Amsterdam
Renewi Amsterdam, Westpoort	Recycling	Amsterdam
Schenk Recycling	Recycling	Almere
Treffers B.V. Auto – en Scheepssloperij	Recycling	Haarlem
Trimey Metalen	Recycling	Urk
Van Est Metals	Recycling	Heerhugowaard
Van Peperzeel	Recycling	Lelystad
Van Rijn en Co.	Recycling	Ankeveen
Riwald Recycling Beverwijk	Recycling (terugwinning van metalen)	Beverwijk
HKS Metalen Amsterdam	Recycling (terugwinning van metalen)	Amsterdam
Accuverkoop Hefra	Diensten en handel	Wormerveer
Aito B.V.	Diensten en handel	Amsterdam
AMG Advanced Metallurgical Group NV	Diensten en handel	Amsterdam
AST Amsterdam Schroot Terminal	Diensten en handel	Amsterdam
Autosloperij en Metaalhandel G van der Wijngaart	Diensten en handel	Medemblik
Elementis Mineralen Distributie	Diensten en handel	Amsterdam
Holland batterijen	Diensten en handel	Ijmuiden
Metaalhandel Broersen B.V.	Diensten en handel	Ijmuiden
Metaalhandel Kennemerland	Diensten en handel	Beverwijk
Terugkeren	Diensten en handel	Amsterdam
Tweede metaalrecycling	Diensten en handel	Krommenie
WMC	Diensten en handel	Amsterdam
Amsterdams Chemie Netwerk	Onderzoek en ontwikkeling	Amsterdam
Intercel Meer dan Batterijen	Onderzoek en ontwikkeling	Haarlem
Hogeschool Amsterdam	Onderzoek en ontwikkeling	Amsterdam
ERTS Energie	Onderzoek en ontwikkeling	Amsterdam
Wetenschapspark	Onderzoek en ontwikkeling	Amsterdam
Universiteit van Amsterdam	Onderzoek en ontwikkeling	Amsterdam
Vrije Universiteit Amsterdam	Onderzoek en ontwikkeling	Amsterdam



The Hague Centre
for Strategic Studies

HCSS

Lange Voorhout 1
2514 EA The Hague

Follow us on social media:

@hcssnl

The Hague Centre for Strategic Studies

Email: info@hcss.nl

Website: www.hcss.nl