



Normalisatie en kritieke grondstoffen

in de Nederlandse context



Juni 2026

TNO



Nederlands
Materialen
Observatorium

nēn

Normalisatie en kritieke grondstoffen

in de Nederlandse context

Juni 2026

Auteurs

Aantal pagina's

Opdrachtgever

Contact

Ton Bastein (TNO|NMO) & Bridget Baker (NEN)

61

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

afm@nen.nl

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NEN en TNO|NMO.

© 2026 NEN en TNO|NMO

1. Inhoud

2.	Afkortingen	5
3.	Voorwoord	7
4.	Samenvatting	8
5.	Introductie	10
6.	Wat zijn kritieke en strategische grondstoffen?	11
7.	Recente ontwikkelingen rond normalisatie en kritieke grondstoffen	14
	ISO Strategic Advisory Group on Critical Minerals	14
	ISO Critical Minerals Coordination Committee (CMCC)	16
	CEN-CENELEC Position paper CRMA	16
	European Commission High-Level Forum on European Standardisation	17
8.	Technische Commissies rond kritieke grondstoffen	17
	Staal	17
	Zeldzame aardmetalen	19
	Koper-, lood-, zink- en nikkelertsen en -concentraten	23
	Koper	24
	Nikkel en nikkellegeringen	24
	Lithium	24
	Antimoon, Beryllium, Kobalt, Chroom, Grafiet, Niobium, Platinagroep-metalen, Tantaal, Vanadium, Zirkonium	25
	Aluminium, Magnesium, Titanium, hun legeringen en aluminiumertsen	26
	Ferrolegeringen	27
	ISO/PC 348 Sustainable raw materials	27
9.	Normenlandschap rondom prioritaire productgroepen van de nationale grondstoffenstrategie	30
	Introductie: productgroepen en de R-ladder	30
	Routekaarten en kritieke materialen	31
	Klimaatinstallaties	33
	Elektrolyzers	35
	Zon-PV	37
	Wind-op-zee	39
	Batterijen	40
	Militaire schepen	43
10.	Aanpalende norm(ontwikkelingen) relevant voor de Nederlandse context	45
	ISO/TC 82 Mining	45
	ISO/TC 207 Environmental management	45
	ISO/TC 283 Occupational health and safety management	47
	CEN-CLC/JTC 24 Digital Product Passport – Framework and system	47
	ISO/TC 307 Blockchain	49
	ISO/TC 308 Chain of Custody	50
	ISO/TC 323 Circular economy	51
	CEN-CLC/JTC 10 Material efficiency aspects for products in scope of Ecodesign legislation	51



11.	Samenvattende conclusies en handelingsperspectief	53
12.	Lijst met tabellen	58
13.	Bibliografie	59

2. Afkortingen

Afkorting	Betekenis
API	Application Programming Interfaces
AWE	Alkaline Water Electrolysis
BOMs	Bills of Materials
BSI	British Standards Institution
CEAP	Circular Economy Action Plan
CEN	European Committee for Standardization
CLC	European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)
CMCC	Critical Minerals Coordination Committee
CoC	Chain of Custody
CRM	Critical Raw Materials
CRMA	Critical Raw Materials Act
CWA	CEN Workshop Agreement
DIS	Draft International Standard
DPP	Digitale Productpaspoorten
ECOS	Environmental Coalition on Standards
EN	Europese norm (van CEN/CLC)
EPD	Environmental Product Declaration
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation
EV	Elektrische Voertuigen
Fpr(C)EN	Final prEN
HLF	High Level Forum
ICT	Information and Communication Technologies
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
ISO, IEC	Internationale norm (van ISO, c.q. van IEC)
IWA	International Workshop Agreement
JRC	Joint Research Centre
JTC	Joint Technical Committee
LCA	Life Cycle Assessment
NEN	Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut
NEN-EN	Als Nederlandse norm aanvaarde Europese norm
NGF	Nationaal Groeifonds
NGS	Nationale Grondstoffen Strategie
NKG-lijst	Nederlandse Kritieke Grondstoffenlijst
NMO	Nederlands Materialen Observatorium
NPCE	Nationaal Programma Circulaire Economie
NPR	Nederlandse Praktijk Richtlijn
O-members	Observerende leden (van ISO/TC, SC of IEC/TC, SC)
OEM	Original Equipment Manufacturer
P-members	Participerende leden (van ISO/TC, SC of IEC/TC, SC)
PEM	Proton Exchange Membrane
PGM	Platinagroep-metalen

PV	Photovoltaic
pNWI, PWI	Preliminary Work Item
prEN	Europees normontwerp (= Ontw. NEN EN)
SAG	Strategic Advisory Group
SoH	State of Health
SR	Reporting Secretariat
TC, SC, PC	Technische Commissie, Subcommissie, Project commissie
TMB	Technical Management Board van ISO
TS	Technische Specificatie
UPCM	Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie
UPV	Uitgebreide Producentenverantwoordelijkheid
WD	Working Draft
WGI	World Governance Index

3. Voorwoord

De zorgen over de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen hebben in de afgelopen jaren zowel in Europa als in Nederland geleid tot beleidsontwikkeling en wet- en regelgeving. In Europa is de Critical Raw Materials Act (CRMA) in 2024 aangenomen, met als doel de strategische autonomie van Europa op het gebied van (kritieke) grondstoffen te vergroten. In Nederland is al in 2022, dus vóór de CRMA, een Nationale Grondstoffenstrategie (NGS) opgesteld met een vergelijkbaar doel. In het kader van die NGS is onder andere het Nederlands Materialen Observatorium (NMO) opgericht dat als doel heeft overheid en bedrijfsleven te informeren over kwetsbaarheden in leveringsketens. Verder heeft de overheid ingezet op het verminderen van de kwetsbaarheden voor een aantal specifiek geprioriteerde productgroepen via de 'routekaartpak'.

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken (EZK) hebben NEN en TNO|NMO gekeken naar het bestaande en aankomende normenlandschap rondom kritieke grondstoffen en de geprioriteerde productgroepen.

4. Samenvatting

De leveringszekerheid van kritieke grondstoffen staat sterk in de belangstelling als gevolg van geopolitieke ontwikkelingen, handelsconflicten en exportrestricties, met name vanuit China. Zowel de Europese Unie als Nederland hebben hierop gereageerd met beleidsontwikkeling gericht op het versterken van de strategische autonomie. Op Europees niveau vormt de Critical Raw Materials Act (CRMA) hiervoor het belangrijkste beleidskader, terwijl Nederland eerder al de Nationale Grondstoffenstrategie (NGS) heeft vastgesteld.

In dit document is het bestaande en in ontwikkeling zijnde normenlandschap rondom kritieke grondstoffen en een aantal prioritaire productgroepen geïnventariseerd. Daarbij is specifiek gekeken naar de relevantie van internationale en Europese normalisatieactiviteiten voor de Nederlandse context.

Normalisatie speelt een steeds belangrijker strategische rol binnen mondiale grondstoffenketens. Landen zoals China zetten normalisatie actief in als instrument om hun dominante positie in grondstoffen- en technologie sectoren te versterken. Dit geldt onder meer voor zeldzame aardmetalen en lithium, waar China zowel een dominante marktpositie als een leidende rol binnen verschillende ISO-technische commissies inneemt. Hierdoor kunnen normen direct van invloed zijn op handelsstromen, markttoegang en exportrestricties.

Binnen het onderzochte normenlandschap is onderscheid gemaakt tussen:


- Technische commissies die zich richten op specifieke grondstoffen, zoals zeldzame aardmetalen, lithium, staal en magnesium;
- Commissies die betrekking hebben op prioritaire productgroepen zoals batterijen, elektrolyzers, zonnepanelen, wind-op-zee en klimaatinstallaties;
- Generieke commissies rond circulariteit, duurzaamheid, traceerbaarheid, chain of custody en digitale productpaspoorten.

Voor de Nederlandse situatie blijkt met name de downstream-kant van de waardeketen relevant. Nederland kent nauwelijks mijnbouw of raffinage van kritieke grondstoffen, maar speelt wel een belangrijke rol op het gebied van handel, logistiek, recycling, circulariteit en hoogwaardige industriële toepassingen. Daarom zijn vooral normen relevant die betrekking hebben op traceerbaarheid, recycling, hergebruik, duurzaamheid en prestatie- en veiligheidstesten.

Binnen de geanalyseerde productgroepen speelt normalisatie een belangrijke rol bij circulaire strategieën zoals levensduurverlenging, hergebruik, reparatie, remanufacturing en recycling. Met name voor batterijen, zonnepanelen, windturbines en elektrolyzers blijken normen rond veiligheid, prestaties en kwaliteitsborging essentieel voor een verantwoorde inzet van circulaire oplossingen.

Daarnaast zullen digitale productpaspoorten (DPP's) en chain of custody modellen naar verwachting een belangrijke bijdrage gaan leveren aan meer transparantie in ketens en aan beter inzicht in de herkomst, samenstelling en circulariteit van producten en materialen. Deze ontwikkelingen kunnen bijdragen aan het verminderen van afhankelijkheden en het ondersteunen van duurzaamheids- en circulariteitsdoelstellingen. Normontwikkeling rond dit thema is daarom relevant voor Nederlandse partijen.

Actieve(re) betrokkenheid van Nederlandse partijen bij relevante normalisatieactiviteiten is wenselijk. Dit geldt in het bijzonder voor normontwikkeling rondom zeldzame aardmetalen, batterijen,



waterstoftechnologie, digitale productpaspoorten en duurzaamheid. Daarnaast is het wenselijk om ontwikkelingen binnen strategisch relevante internationale commissies actief te monitoren, mede vanwege de geopolitieke betekenis van normalisatie en de toenemende invloed van landen zoals China binnen dit domein.

5. Introductie

De leveringszekerheid van grondstoffen staat sterk in de belangstelling, mede als gevolg van de ervaringen tijdens de coronacrisis en de handelsconflicten tussen de Verenigde Staten (VS) en China. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot strengere exportvergunningen voor diverse grondstoffen. Dit heeft zowel in Europa als in Nederland geleid tot beleidsontwikkelingen gericht op het opzetten van nieuwe materiaalstromen via winning, raffinage, verdere verwerking en recycling binnen Europa of in bevriende landen. Deze ontwikkelingen moeten bijdragen aan een versterking van de strategische autonomie van Europa.

Bovengenoemde productiestappen en de downstream-producten die uit deze stappen voortkomen, zijn al geruime tijd onderwerp van tal van internationale ISO Technische Commissies (TCs). Daar waar normalisatie altijd al werd beschouwd als een essentieel element in het verbeteren van efficiëntie, opschaling en interoperabiliteit, blijkt dat normen in een veranderende geopolitieke context door landen zoals China als strategisch instrument worden ingezet. Recente rapporten van HCSS¹ en Clingendael² benadrukken dat het ontwikkelen van standaarden en normen door bijvoorbeeld China onderwerp is van strategisch beleid. Zoals HCSS het formuleert:

"Staten en/ of actoren die (quasi)monopolies genieten binnen het productgebied, proberen normen te formuleren om te profiteren van de voordelen als first mover, van hun toegang tot de kennisbasis en het bereik van hun producten – een positie die hen in staat stelt normen vorm te geven naar hun eigen beeld."

HCSS stelt ook dat China's monopolie op tal van grondstoffen en downstream-technologieën onderdeel is van een top-down strategie met als doel de leidende economische positie te ondersteunen. Het is dan ook niet verrassend dat China het voorzitterschap bekleedt van ISO/TC 298 rond zeldzame aardmetalen en ISO/TC 333 Lithium. Beide materialen waren in de loop van 2025 onderwerp van Chinese exportrestricties (in de zin dat er een exportvergunning voor materialen moest worden aangevraagd, of - in het geval van lithium - er een verbod werd uitgevaardigd rond de export van lithiumverwerkingstechnologie). Het HCSS-rapport roept op om in Europa (en Nederland) alerter en actiever te zijn om Europese belangen en waarden te beschermen.

Ook Clingendael constateert dat China zich ontwikkelt als "standardisation superpower" en de VS ook neigt naar een meer top-down benadering van standaardisatie, terwijl Europa een hybride model blijft hanteren met een belangrijke bottom-up rol voor bedrijven en andere belanghebbenden. Het rapport constateert ook dat:

"private sector actors appear to be downscaling their standardisation expertise. This is a key vulnerability as the European system also relies on the timely identification of standardisation interests by the private sector."

Het is om deze reden dan ook van belang gedetailleerder te kijken naar normontwikkeling rond tal van kritieke materialen en productgroepen waarvoor die kritieke materialen essentieel zijn. De scope van een groot aantal van deze TCs staat in de meeste gevallen ver van de bestaande Nederlandse praktijk (en dus deelnemers) af. Nederland kent, afgezien van de winning van natrium- en magnesiumchloride en enkele mineralen door Nobian, NedMag en Sibelco, geen eigen mijnbouw van (kritieke) grondstoffen en nauwelijks verwerking van grondstoffen tot 'intermediates'. Bekende voorbeelden zijn bedrijven als

¹ Patrahau et al., *Standards for Critical Raw Materials* (2020).

² Korteweg & Van Wijk, *Raising the Standard* (2025).

Tata Steel (ijzererts naar staal) en Nyrstar (verwerking van zinkerts). Daarnaast kent Nederland wel een recycling-bedrijf, maar die houdt zich met name bezig met collectie, scheiding en zuivering en handel van reststromen (bijvoorbeeld staalschroot of batterijen). Er is verder weinig verwerking van secundair materiaal, als we de inzet van staalschroot tijdens het staalproductieproces buiten beschouwing laten. Daarom zal het voor Nederland relevante normenlandschap rond kritieke grondstoffen slechts een deel beslaan van wat wereldwijd in TCs wordt besproken en vastgelegd.

In het hoofdstuk “Technische Commissies rond kritieke grondstoffen” zullen we een aantal van deze TCs langslopen, waarbij we aandacht besteden aan enkele op specifieke grondstoffen gerichte TCs en enkele meer generieke TCs die zich bijvoorbeeld richten op meer algemene duurzaamheidsaspecten rond grondstofwinning en -verwerking.

Een ander handelingsperspectief om de leveringszekerheid te vergroten is het sturen op een vermindering van gebruik van grondstoffen via circulaire maatregelen, zoals levensduurverlenging, remanufacturing of direct hergebruik van producten. De Nederlandse overheid zet al een aantal jaren via het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) in op het stimuleren van circulariteit in de samenleving. Waar dit programma rond 2016 vooral gericht was op het verminderen van de milieudruk van ons (directe en indirecte) grondstoffengebruik, is de aandacht in de loop van de jaren deels verschoven naar de rol die circulariteit zou kunnen spelen in het verminderen van strategische afhankelijkheden. Het Ministerie van EZK heeft in de loop van 2024 en 2025 een aantal op specifieke productgroepen gerichte productteams geïnstalleerd. Deze productteams kregen de taak om voor die productgroepen routekaarten op te stellen, die moeten leiden tot een actieplan om via (circulaire) initiatieven de kwetsbaarheid van de keten te verminderen. In het hoofdstuk “Normenlandschap rondom prioritaire productgroepen van de nationale grondstoffenstrategie” zullen we ingaan op de normen die relevant geacht kunnen worden in dit verband.

6. Wat zijn kritieke en strategische grondstoffen?

De Europese Commissie heeft in de CRMA vastgelegd welke grondstoffen (in 2025) worden gezien als ‘kritiek’ dan wel als ‘strategisch’. Daarbij is de selectie van kritieke grondstoffen gebaseerd op een uitgebreide methodiek waarbij de mate van bronlandconcentratie, de aard van die bronlanden, de importafhankelijkheid en de waarschijnlijkheid van substitutie een rol spelen. De selectie van strategische grondstoffen is vervolgens vooral ingegeven door het belang voor een aantal prioritaire en groeiende gebieden zoals hernieuwbare energietechnologie. Een overzicht van kritieke en strategische grondstoffen is te vinden in Tabel 1.

Tabel 1 Kritieke en strategische grondstoffen

	Kritiek	Strategisch
Antimoon (Sb)	✓	
Arseen (As)	✓	
Bauxiet/alumina/aluminium	✓	✓
Bismuth (Bi)	✓	✓
Boor (B)	✓	Alleen metallurgy grade
Bariet	✓	✓
Beryllium (Be)	✓	✓
Kobalt (Co)	✓	✓

	Kritiek	Strategisch
Coking coal	✓	
Koper (Cu)	✓	✓
Fluorspar	✓	
Feldspar	✓	
Gallium (Ga)	✓	✓
Germanium (Ge)	✓	✓
Hafnium (Hf)	✓	
Helium (He)	✓	
Lithium (Li)	✓	✓ battery grade
Magnesiummetaal (Mg)	✓	✓
Mangaan (Mn)	✓	✓ battery grade
Grafiet	✓	✓ battery grade
Nikkel (battery grade) (Ni)	✓	✓
Niobium (Nb)	✓	
Platinagroep-metalen (PGM)	✓	✓
Fosfaat (PO ₄ ³⁻)	✓	
Fosfor (P)	✓	
Zeldzame aardmetalen/Rare earth elements (REE)	✓ (heavy and light)	✓ Alleen REE voor permanente magneten (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, and Ce)
Scandium (Sc)	✓	
Siliciummetaal (Si)	✓	✓
Strontium (Sr)	✓	
Tantaal (Ta)	✓	
Titaniummetaal (Ti)	✓	✓
Wolfraam (W)	✓	✓
Vanadium (V)	✓	

Een definitieve keuze voor een specifieke Nederlandse lijst van kritieke grondstoffen (NKG-lijst) is ten tijde van de publicatie van dit rapport (juni 2026) nog niet gemaakt. Het uitgangspunt voor deze lijst is tweeledig. Enerzijds wordt gekeken naar het risico voor leveringsonderbrekingen en anderzijds naar de mate waarin de Nederlandse economie gevoelig is voor de beschikbaarheid van die (primaire of bewerkte) grondstoffen.

Het risico voor leveringsonderbreking wordt vastgesteld op basis van zowel marktdominantie door één of enkele spelers (waarbij als richtlijn geldt dat één land een marktaandeel van meer dan 65% heeft in de winning of verwerking van een grondstof), als de kwaliteit van bestuur in de betreffende bronlanden. Deze bestuurskwaliteit wordt beoordeeld op basis van de door de Wereldbank gepubliceerde World Governance Index (WGI)³. Daarbij wordt als richtlijn gehanteerd dat de WGI-score slechter is dan die van het laagst scorende EU-land. Tabel 3 geeft een overzicht van die grondstoffen waarvan, op basis van deze criteria, het risico voor leveringsonderbreking als 'hoog' wordt beoordeeld.

³ Wereldbank, *Worldwide Governance Indicators* (z.d.).

Tabel 2 Grondstoffen met een sterk geconcentreerd marktaandeel in één of enkele bronlanden en een lage WGI-score

Bismut* ^o	Gallium* ^o	Silicium-metaal ^o
Magnesium (metaal) ^o	Germanium* ^o	Vanadium
Coking Coal (cokes) ^o	Natuurlijk grafiet*	Wolfraam*
Fosfor ^o	Scandium* ^o	Zeldzame aardmetalen*
Niobium	Platinagroep-metalen ^o	

*Grondstoffen waarvoor China exportmaatregelen (m.n. verplichte vergunningen) heeft uitgevaardigd

^oGrondstoffen die als gevolg van de verwerkingsfase als kritiek kunnen worden beschouwd.

Onder de zeldzame aardmetalen vallen alle lichte (La, Ce, Pr, Nd, Sm) en zware zeldzame aardmetalen (Eu, Ho, Th, Dy, Tb, Er, Lu, Yb + Y). De Platinagroep-metalen omvatten voor deze analyse Platina, Palladium, Ruthenium en Iridium.

De mate waarin de Nederlandse economie gevoelig is voor beschikbaarheid van deze grondstoffen zal worden bepaald op basis van de Nationale Rekeningen en de koppeling van de inzet van grondstoffen aan producerende sectoren. Gezien de aard van de Nederlandse industrie, die sterk afhankelijk is van veel door de EU aangemerkte strategische en kritieke grondstoffen, ligt het in de lijn der verwachting dat een groot deel van deze materialen direct of indirect een belangrijke bijdrage levert aan de toegevoegde waarde van deze sectoren.

Dat marktdominantie bepalend kan zijn voor de kwetsbaarheid in ketens werd met name duidelijk door de exportvergunningmaatregelen die China vanaf 2023 heeft ingesteld voor een aantal materialen waarin zij een belangrijke marktpositie innemen.

Tabel 3 Overzicht Chinese exportvergunningen

Wanneer	Wat?
Augustus 2023	Gallium en germanium
Oktober 2023	Grafiet
September 2024	Antimoon
December 2024	Gallium, germanium, antimoon en harde materialen naar de VS
Februari 2025	Wolfraam, telluur, indium, bismut, molybdeen
April 2025	Zware zeldzame aardmetalen
Juli 2025	Lithium processing technologie
Oktober 2025	Overige zware zeldzame aardmetalen (extraterritoriaal), Li-ionbatterijen, diamantzagen* *Deze maatregelen zijn op 30 oktober 2025 met een jaar uitgesteld.

In de loop van 2023, 2024 en 2025 heeft China een aantal materialen exportvergunningplichtig gemaakt (zie Tabel 3). In het geval van zeldzame aardmetalen heeft dat geleid tot een tekort aan

zeldzame-aarde bevattende permanente magneten, met consequenties voor onder andere de Europese auto-industrie en machinebouw. De exportmaatregelen rond antimoon hebben in 2024 geresulteerd in vervijfvoudiging van de prijs met nadelige consequenties voor de kunststofverwerkende industrie. De maatregelen die in oktober 2025 werden uitgevaardigd, zijn na de ontmoeting tussen de President van China (Xi Jinping) en de President van de VS (Donald Trump) op 30 oktober 2025 met een jaar uitgesteld.

De normen die zich richten op de lijst grondstoffen waarvoor China exportvergunningen verplicht heeft gesteld, verdienen in de normen-analyse extra aandacht, maar telkens met als uitgangspunt dat we alleen ingaan op die normen die mogelijk relevant kunnen zijn voor Nederlandse industriële gebruikers.

7. Recente ontwikkelingen rond normalisatie en kritieke grondstoffen

ISO Strategic Advisory Group on Critical Minerals

In 2022 heeft ISO een Strategic Advisory Group (SAG) on Critical Minerals opgericht met als taak: *"Undertake an analysis of existing and potential standardization work in the area of critical minerals from the point of initial extraction (mining and production of raw materials), and processing steps through to pre-cursor materials; and make recommendations to the TMB in this regard."*⁴

ISO stelt in het voorwoord dat de organisatie al decennia actief is op verschillende aspecten van grondstofwinning en -verwerking, maar dat de geïntensiverde aandacht voor de afhankelijkheid van grondstoffen een dergelijke meeromvattende analyse en 'catalogisering' gewenst maakt.

Eén van de gewenste outputs is een methode om een groep geprioriteerde kritieke grondstoffen vast te stellen in de wetenschap dat verschillende landen(groepen) hier verschillend naar kijken. Voor het doel van deze analyse is deze output minder interessant omdat Nederland haar eigen keuze zal maken gebaseerd op een eigen methodiek, waarbij grote (>65%) dominantie van een enkel bronland een grote rol speelt.

De ISO/SAG geeft als aanbeveling om een viertal grondstoffen te prioriteren voor de ontwikkeling van normen. Deze grondstoffen zijn weergegeven in Tabel 4. Ook doet ISO/SAG de aanbeveling om een 'Coordination Committee' op te richten binnen ISO (zie volgende paragraaf).

Tabel 4 Aanbeveling van de ISO/SAG voor toekomstig werk: prioriteitenlijst van kritieke grondstoffen

Kobalt
Chroom
Antimoon
Grafiet

Overige outputs van deze ISO/SAG zijn: *"An analysis to identify standards and other documents relevant to the critical minerals sector that are, or have been, developed by existing ISO Technical Committee and to identify any synergies in the current work of existing ISO Technical Committees relevant to the critical*

⁴ TMB staat voor de Technical Management Board van ISO.

minerals sector, and consideration of opportunities to coordinate or collaborate across ISO committees where overlaps exist."

Vanuit de ISO Strategische Adviesgroep Kritieke Grondstoffen⁵ is een aantal bestaande 'kern' ISO Technische Commissies (ISO/TCs) en subcommissies (SCs) geïdentificeerd die op één of andere manier samenhangen met waardeketens van kritieke grondstoffen. Het betreft een aantal op specifieke grondstoffen gerichte TCs en een aantal generiekere TCs (zie Tabel 5).

Tabel 5 Door ISO/SAG geïdentificeerde ISO/TCs in relatie tot kritieke grondstoffen

Grondstof-gerelateerde ISO/TCs	Generieke ISO/TCs
ISO/TC 18 – Zinc and zinc alloys	ISO/TC 82 – Mining
ISO/TC 26 – Copper and copper alloys	ISO/TC 207 – Environmental management
ISO/TC 33 – Refractories	ISO/TC 283 – Occupational health and safety management
ISO/TC 79 – Light Metals and their Alloys (Al, Mg, Ti en legeringen) <ul style="list-style-type: none"> • ISO/TC 79/SC 5 – Magnesium and alloys of cast wrought magnesium • ISO/TC 79/SC 11 – Titanium • ISO/TC 79/SC 12 – Aluminium ores 	ISO/TC 307 – Blockchain and distributed ledger technologies
ISO/TC 119 – Powder metallurgy	ISO/TC 308 – Chain of custody
ISO/TC 132 – Ferroalloys	ISO/TC 323 – Circular economy
ISO/TC 155 – Nickel and nickel alloys	
ISO/TC 183 – Copper, lead, zinc and nickel ores and concentrates	
ISO/TC 298 – Rare Earth	
ISO/TC 333 – Lithium	

In het algemeen zijn de TCs die direct gelieerd zijn aan grondstoffen veelal sterk gericht op analyses van die grondstoffen. Door de beperkte betrokkenheid van Nederland bij ketens die rechtstreeks aansluiten op het werkprogramma van veel van deze TCs, staan deze TCs vaak verder af van de belangstelling van Nederlandse partijen. Toch zouden sommige activiteiten van deze TCs, zoals het werk rondom duurzaamheid, relevant kunnen zijn bij beleidsvorming van het Ministerie van EZK en het Ministerie van Buitenlandse Zaken (BZ). Het helpen ontwikkelen van duurzame ketens is namelijk expliciet onderdeel van de NGS. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van een nieuwe norm binnen ISO/TC 298 "Rare Earth" over de duurzaamheid van zeldzame aardmetalen en lithium in de gehele waardeketen, zie hieronder:

⁵ ISO/TMB/SAG CRMI, *Final Report* (2022) en ISO/TMB/SAG CRMI, *Phase 2 Final Report* (2023).

ISO/WD 24961 Rare earths and lithium sustainability across the value chain

Draft scope: ISO/WD 24961 document establishes a standard to guide long-term Environmental, Social and Governance (ESG) practices throughout the supply chain of rare earths and Lithium concentration, mineral extraction (including mining; hereafter referred to as 'extraction'), separation, conversion, use, recycling and reuse.

In hoofdstuk 8 wordt ingegaan op de TCs die direct verband houden met één van de kritieke materialen van de EU (oftewel: breder dan de genoemde voorlopige NKG-lijst) en in hoofdstuk 10 op een aantal van de meer generieke TCs uit de lijst in tabel 5. Daarnaast zullen er nog enkele andere TCs besproken worden die een relatie hebben met kritieke materialen, maar (nog) niet op een van de besproken lijsten staan, zoals TCs rond staalproductie.

ISO Critical Minerals Coordination Committee (CMCC)

Voortkomend uit een aanbeveling van de ISO/SAG on critical minerals, is in 2023 de ISO Critical Minerals Coordination Committee (CMCC) opgericht. Deze groep bestaat uit de voorzitters van ISO/TCs die een relatie hebben met het onderwerp kritieke grondstoffen. De groep verricht coördinerende werkzaamheden tussen de verschillende ISO/TCs en doet aanbevelingen aan de ISO Technical Management Board (TMB) over de ontwikkeling van normen.

CEN-CENELEC Position paper CRMA

In 2023 heeft CEN-CENELEC door middel van een position paper gereageerd op het voorstel voor de CRMA. In deze position paper wordt ingegaan op de rol die normalisatie kan spelen rondom kritieke grondstoffen.⁶ CEN-CENELEC richt zich in haar reactie vooral op de CRMA-artikelen 27 (digitaal productpaspoort), 28 (recyclability, met name met betrekking tot permanente magneten), 30 (environmental footprint declarations) en 48 (extractie CRM uit producten). CEN-CENELEC stipt onder andere het belang aan van het standaardiseren van de vaststelling van de milieuvoetafdruk, zoals beoogd door artikel 30 van de CRMA. Er wordt met name ingegaan op de wijze waarop deze voetafdruk samenhangt met de ISO- en CEN-activiteiten rond zeldzame aardmetalen (ISO/TC 298 en CEN/TC 472).

Daarnaast onderstreept CEN-CENELEC het belang van normalisatie die de volledige waardeketen van kritieke grondstoffen bestrijkt. Aangezien enkele kritieke grondstoffen als bijproduct van andere mijnbouwactiviteiten worden gewonnen, is een ketenbrede benadering nodig die ook aspecten als verwerking, recycling, circulariteit en traceerbaarheid omvat. Volgens CEN-CENELEC is dergelijke ketenbrede normalisatie essentieel om duurzaamheidsdoelstellingen te ondersteunen en kwetsbaarheden in de toeleveringsketens van kritieke grondstoffen inzichtelijk te maken en te verminderen.

In de CRMA wordt de rol van digitale productpaspoorten (DPP) specifiek genoemd. DPP's zullen in belangrijke mate bijdragen aan transparantie in leveringsketens, die vervolgens weer een bijdrage levert aan het kunnen identificeren van mogelijke bottlenecks in ketens en op het kunnen analyseren van MVO-aspecten in de ketens van kritieke grondstoffen. Normalisatie zal belangrijk zijn voor de succesvolle introductie van DPP's.

⁶ CEN-CENELEC, *Response to European Commission Proposal for Critical Raw Materials Act (2023)*.

Vanzelfsprekend is de ontwikkeling rond DPP breder dan alleen het zicht op leveringszekerheid in ketens, en zijn nog tal van barrières te nemen rond technologie en gevoeligheid van data. Het is van belang om Nederlandse spelers actief te betrekken bij normalisatie rondom het DPP. Hierbij kan gedacht worden aan ministeries, TNO, brancheorganisaties, bedrijven en organisaties zoals Circonnect. Vanuit Nederland worden de ontwikkelingen rondom normalisatie en het digitaal productpaspoort gevolgd via de [normcommissie Digital Product Passports](#).

European Commission High-Level Forum on European Standardisation

Het High-Level Forum (HLF) on European Standardisation is een in 2023 door de Europese Commissie ingesteld expertforum dat prioriteiten voor normalisatie ter ondersteuning van EU-beleid en -wetgeving identificeert. Via 'Workstream 15 Critical Raw Materials' zijn door het HLF aanbevelingen gedaan over de inzet van (internationale en Europese) normalisatie als instrument om de beschikbaarheid, duurzaamheid en transparantie van kritieke grondstoffen in Europese waardeketens te versterken.⁷ Nederland heeft aan deze workstream deelgenomen met een vertegenwoordiger van het Ministerie van EZK en een vertegenwoordiger van NEN.

In de workstream is benadrukt dat normalisatie een belangrijke rol speelt bij het functioneren van mondiale ketens voor kritieke grondstoffen, onder meer door het vastleggen van eenduidige definities, analysemethoden en kwaliteitscriteria. Daarbij wordt gewezen op het belang van internationale afstemming, met name binnen ISO, om te voorkomen dat versnippering ontstaat en om de Europese invloed in internationale normalisatieprocessen te versterken.

Daarnaast doet het HLF concrete aanbevelingen op het gebied van traceerbaarheid, recyclen en circulariteit van kritieke grondstoffen, onder andere in relatie tot permanente magneten en digitale productpaspoorten. Het forum benadrukt dat ketenbrede normalisatie noodzakelijk is om duurzaamheidsdoelstellingen te ondersteunen, leveringsrisico's inzichtelijk te maken en de uitvoering van de CRMA effectief te faciliteren.

8. Technische Commissies rond kritieke grondstoffen

Staal

Staal is geen kritiek metaal en ook geen grondstof in de letterlijke zin. Toch is het meenemen van staal in deze analyse relevant. Op de eerste plaats omdat tal van kritieke materialen hun grootste applicatie vinden als legeringselement in verschillende staalsoorten. Dit geldt onder andere voor nikkel, niobium, vanadium, wolfram, molybdeen en mangaan. Op de tweede plaats is de toepassing van staalschroot in de productie van staal essentieel; de kwaliteit van dat schroot is daarin van grote betekenis. Zo mag met name de hoeveelheid koper als 'tramp element' niet te hoog zijn om de kwaliteit van het resulterende staal niet nadelig te beïnvloeden.

Het enorme belang (en volume) van staal en de lange historie van staalproductie heeft ertoe bijgedragen dat tal van normen zijn ontwikkeld in ISO-, CEN- en NEN-context. Veel activiteiten vinden plaats onder de noemer van CEN/TC 459. Een overzicht van relevante commissies is als volgt:

⁷ European Commission, *Conclusions and Recommendations from Work Stream 15 on Critical Raw Materials* (2024).

Tabel 6 Lijst met relevante commissies in relatie tot staal

Normcommissie	CEN/ISO TC
<p><u>Normcommissie Staalproductie – grondstoffen & producten</u> <u>Normcommissie Staalkabels</u> <u>Normcommissie TGB staalconstructies</u> <u>Eurocodes</u></p>	<p><u>CEN/TC 459 ECISS - European Committee for Iron and Steel Standardization</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 1 Test methods for steel (other than chemical analysis)</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 2 Methods of chemical analysis for iron and steel</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 3 Structural steels other than reinforcements</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 4 Concrete reinforcing and prestressing steels</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 5 Steels for heat treatment, alloy steels and free-cutting steels</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 6 Wire rod and wires</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 7 Steels for pressure purposes</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 8 Steel sheet and strip for electrical applications</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 9 Coated and uncoated flat products to be used for cold forming</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 10 Steel tubes, and iron and steel fittings</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 11 Steel castings and forgings</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 12 General issues</u></p> <p><u>CEN/TC 459/SC 13 Stainless steels</u></p> <p><u>CEN/TC 168/WG 2 Steel wire ropes, their terminations and wire rope slings</u></p> <p><u>CEN/TC 250/SC 3 Eurocode 3 - Design of steel structures</u></p> <p><u>ISO/TC 17 - Steel</u></p> <p><u>ISO/TC 105 - Steel wire ropes</u></p>

De Nederlandse normcommissie “Staalproductie – grondstoffen & producten” volgt de activiteiten van CEN/TC 459 en de 12 subcommissies van CEN/TC 459. Leden van deze commissie zijn ArcelorMittal, Dow Benelux, Fitting World, FN Steel, Gooimeer, SKF, Tata Steel IJmuiden en Tata Steel Tubes.⁸

We hoeven hier niet diep in te gaan op elk van de activiteiten onder CEN/TC 459. De meeste activiteiten onder deze normcommissies behandelen tal van specificaties van staalproducten. Aangenomen kan worden dat deze normen van grote betekenis zijn in handelstransacties.

Een partij als Tata Steel is daarom actief in deze commissies en heeft daarmee actieve kennis van de inhoud van de normen die in deze commissies worden gepubliceerd.

Interessant in relatie tot de inzet van staalschroot is CEN/TC 459/SC 2 “Methods of chemical analysis for iron and steel”. Hierin worden tal van spectrometrische methodes beschreven met als scope:

CEN/TC 459/SC 2 Methods of chemical analysis for iron and steel

Scope: Standardization of methods and equipment for determination of chemical composition of iron and steel and related materials to satisfy the requirements of the steel industry to ensure the availability of analytical procedures to support the implementation of European legislation.

Dit betreft dan onder andere beschrijvingen van diverse spectrometrische methodes voor de bepaling van de chemische samenstelling van staal. Deze methodes analyseren bijvoorbeeld de gehalten aan C, Si, S, P, Mn, Cr, Ni en Cu. Dergelijke methodes zullen ook van betekenis zijn voor de bepaling van deze elementen in staalschroot en zijn sowieso relevant voor de bepaling van de samenstelling van staal nadat staalschroot is toegevoegd aan vers staal. Ook de methodes die in ontwikkeling zijn, richten zich op diverse analytische methodes voor de bepaling van sporenelementen in staal.

Relevant voor de (verbeterde) herinzet van staalschroot is een betere voorscheiding van staalschroot. Normen die vastleggen wat de specificaties van staalschroot zijn en hoe deze te bepalen zouden relevant kunnen zijn voor deze herinzet. Normen op dat terrein zijn in deze verkenning niet aangetroffen. Normen die relevant voor die herinzet zouden kunnen zijn, betreffen wellicht NEN EN ISO 14284:2022 *Steel and iron - Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition*. Immers, bij de bereiding van staal is de samenstelling van staalschroot in essentie relevant voor de uiteindelijk te bereiken staalcompositie.

Zeldzame aardmetalen

Eind 2023 is een nieuwe CEN/TC opgericht die de activiteiten van ISO/TC 298 “Rare Earth” spiegelt (zie hieronder). Het secretariaat is in handen van Duitsland. De reikwijdte van deze commissie heeft betrekking op de winning, bewerking, verwerking, herleidbaarheid, recycling en duurzaamheid van zeldzame aardmetalen.

⁸ De samenstelling van normcommissies wisselt jaarlijks. De weergegeven samenstelling betreft daarom slechts een momentopname.

CEN/TC 472 Rare Earth

Scope: Standardization in the field of REE mining, concentration, extraction, separation and conversion to useful REE compounds/materials (including oxides, salts, metals, master alloys, etc.) which are key inputs to manufacturing and further production process. In addition to test methods and terminology, aspects such as sustainability, traceability and recycling are covered.

Onder CEN/TC 472 is in 2025 werkgroep 1 opgericht met als scope "Traceability, packaging and labelling". Deze werkgroep werkt aan de ontwikkeling van een Technische Specificatie (TS) (FprCEN/TS 18263:2026) met als titel: *Permanent Magnet Products – Procedure for declaring recycling-relevant information*. Dit document wordt ontwikkeld op verzoek van het Joint Research Centre (JRC), gebaseerd op, onder andere, artikel 28 uit de CRMA. CEN/TC 472 heeft de intentie uitgesproken deze CEN/TS later te willen doorontwikkelen naar een EN ISO norm. Deze ontwikkeling zou dan kunnen plaatsvinden onder leiding van CEN (CEN-lead).

CRMA-Artikel 28 "Recyclability of permanent magnets" stelt dat partijen die apparatuur op de markt brengen die permanente magneten bevatten, labels moeten plaatsen die o.a. de samenstelling van die magneet weergeven. Betrokkenheid van Nederlandse spelers bij deze normontwikkeling lijkt dus gewenst.

Artikel 29 "Recycled content of permanent magnets" stelt dat dezelfde partijen op deze labels moeten aangeven wat het aandeel gerecycled materiaal in deze magneten is, waarbij hetzelfde artikel stelt dat de analyse- en berekeningsmethode nog moet worden vastgesteld. Alhoewel deze eisen als ingrijpend kunnen worden beschouwd, lijkt betrokkenheid afwezig van Nederlandse producenten en importeurs van de in artikel 28 genoemde goederen. Het lijkt zeker relevant om die betrokkenheid te vergroten; was het niet om de normontwikkeling te beïnvloeden, dan wel om niet verrast te worden met moeilijk waar te maken eisen.

ISO/TC 298 "Rare Earth" ontwikkelt op mondiaal niveau normen rondom het thema zeldzame aardmetalen. Deze commissie staat onder Chinees voorzitterschap.

ISO/TC 298 Rare Earth

Scope: Standardization in the field of rare earth mining, concentration, extraction, separation and conversion to useful rare earth compounds/materials (including oxides, salts, metals, master alloys, etc.) which are key inputs to manufacturing and further production process in a safe and environmentally sustainable manner.

De onderwerpen in ISO/TC 298 en CEN/TC 472 zijn in de loop van 2025 uiterst relevant geworden in het licht van de exportmaatregelen die China heeft uitgevaardigd rond zeldzame aardmetalen. Aankondigingen 18 (april 2025)⁹, 56, 57, 61 en 62 (oktober 2025)¹⁰ stellen dat exportvergunningen moeten worden aangevraagd voor tal van (verbindingen van 12 van de 17) zeldzame aardmetalen, apparatuur om zeldzame aardmetalen te scheiden en te zuiveren en om permanente magneten (één van de belangrijkste toepassingen van een aantal van de aangewezen zeldzame aarden) te produceren en te bewerken. De maatregelen zijn aan de ene kant bedoeld om langdurige grip te hebben op de al bestaande monopoliepositie op dit vlak en aan de andere kant om druk op de VS uit te kunnen oefenen in de handelsoorlog die in 2025 ontstond.

⁹ Ministry of Commerce of the PRC, *Announcement No. 18* (2025).

¹⁰ Zie bijvoorbeeld: Ministry of Commerce of the PRC, *Announcement No. 61* (2025).

Alhoewel Nederlandse importeurs en gebruikers van op REE gebaseerde permanente magneten zelf geen analyses van samenstellingen zullen verrichten, is het relevant geworden op de hoogte te zijn van de analytische eisen die gesteld kunnen worden aan bijvoorbeeld permanente magneten.

De vergunningverlening gaat immers specifiek over de aanwezigheid van de elementen samarium (Sm), dysprosium (Dy), terbium (Tb) en holmium (Ho) in permanente magneten. Vergunningaanvragen moeten vergezeld gaan van analytische rapporten die de samenstelling van de magneten onomstotelijk vaststellen.

Gezien de relevantie van zeldzame aarden en het gebruik in permanente magneten in de CRMA en in de Chinese exportmaatregelen van 2025, gaan we hier dieper in op een aantal publicaties van ISO/TC 298.

Traceability of rare earths in the supply chain

Het kunnen volgen van zeldzame aarden in de gehele keten van mijn tot permanente magneet is het onderwerp van twee op elkaar aansluitende publicaties NEN ISO 23664:2021 *Traceability of rare earths in the supply chain from mine to separated products* en ISO 17887:2025 *Traceability of rare earths in the supply chain from separated products to permanent magnets*. Als voorbeeld geven we hier de scope van ISO 17887:2025:

ISO 17887:2025 Traceability of rare earths in the supply chain from separated products to permanent magnets

Scope: This document specifies ways in which rare earths can be traced as they move through the supply chain between the separated products to rare earth permanent magnets, or otherwise to be further processed.

The documented traceability information is applicable to purchasers, suppliers, and users of rare earth permanent magnets to identify parties in the supply chain who have processed a given shipment of rare earth material, the location of that rare earth material as it passes between supply chain nodes. The documented traceability information is also applicable to supply chain actors and end users who use this information to check the validity of any claims made on the rare earth permanent magnets concerning sustainability, environmental impact, or recycled material content.

Het document gaat onder andere in op de in te zetten distributed ledger technology waarmee informatie in de keten geborgd kan worden. De publicatie is grotendeels gericht op declaratie van milieuprestaties, maar lijkt ook een verband te kunnen houden met de genoemde CRMA-artikelen en de Chinese exportmaatregelen. Dit geldt ook voor de hiermee samenhangende publicatie NEN ISO 23664:2021.

Deze informatiedeling kan immers zowel het gehalte gerecycled materiaal als de precieze samenstelling van toegepaste magneten bevatten. De Chinese maatregelen (bijvoorbeeld aankondiging 61) stellen een verplichte extraterritoriale maatregel op waarbij een vergunning noodzakelijk is voor een derde land wanneer het (bijvoorbeeld) magneten exporteert met meer dan 0,1% Chinese grondstoffen (NB: als gevolg van het overleg tussen China en de VS op 30 oktober 2025 is de ingangsdatum van deze maatregel verschoven naar november 2026). Naleving vereist dan een bepaalde vorm van een productpaspoort, die in deze publicatie beschreven lijkt. Ook de precieze samenstelling van elke permanente magneet lijkt vastgesteld kunnen worden aan de hand van de distributed ledger technology die in deze publicatie staat genoemd. Kenmerkend is het volgende: "*Each shipment of material containing rare earths shall have: a) a digital UI consisting of the product manufacturer identity, the product characteristics, and mass of the sold product(s); b) information concerning the origin of the rare*

earths.” Met name die laatste opmerking lijkt zeer toepasselijk gezien genoemde extraterritoriale exportmaatregel van China.

Publicaties rond recycling van zeldzame aardmetalen

De volgende publicaties zijn gerelateerd aan de recycling van zeldzame aarde uit end-of-life-afvalstromen:

- ISO 22450:2020 *Recycling of rare earth elements – Requirements for providing information on industrial waste and end-of-life products*
- ISO/TS 22451:2021 *Recycling of rare earth elements – Methods for the measurement of rare earth elements in industrial waste and end-of-life products*
- ISO 22453:2021 *Exchange of information on rare earth elements in industrial wastes and end-of-life cycled products*
- ISO 24544:2024 *Rare earth – Recyclable Neodymium iron boron (NdFeB) resources – Classification, general requirements and acceptance conditions*

Daarnaast is de norm ISO/DIS 24457 *Specifications for short loop recycling of neodymium iron boron sintered permanent magnets* nog in ontwikkeling.

De scope van ISO 22450:2020 luidt:

ISO 22450:2020 *Recycling of rare earth elements – Requirements for providing information on industrial waste and end-of-life products*

Scope: This document specifies the recycling information to be provided for rare earth elements (REEs) in industrial waste and end-of-life (EOL) products from manufacturers/producers to recyclers. It includes a classification system and forms for providing the recycling information.

ISO 22453:2021 beschrijft eisen die aan een database kunnen worden gesteld tussen producent en recycler om tot een effectief proces te kunnen komen. ISO 24544:2024 beschrijft welke informatie gedeeld zou moeten worden ten behoeve van de recycling van NdFeB-magneten.

Recycling zelf zal naar alle waarschijnlijkheid niet in Nederland gaan plaatsvinden; Frankrijk leidt de Europese recycling- initiatieven met Caremag, Orano en MagREESource. Dat neemt niet weg dat Nederland, mede in het kader van de CRMA-artikelen 28 en 29, een rol te spelen heeft in het inzamelen, sorteren van EoL-afval ten behoeve van verwerking in (bijvoorbeeld) Frankrijk. Voor die inzamelaars (en producenten en importeurs) lijkt het daarom aan te bevelen kennis te nemen van deze publicaties.

Overige publicaties en normcommissies rond (recycling van) permanente magneten

De CRMA-artikelen over recycling van permanente magneten zijn ontstaan uit een zorg omtrent de Europese afhankelijkheid van Chinese toevoerlijnen. Die zorg werd, zoals hierboven beschreven, bevestigd door de exportmaatregelen die China instelde op 4 april 2025 rond zeldzame aardmetalen. Deze metalen zijn essentieel voor de productie van permanente magneten.

Als gevolg daarvan zijn in Europa verschillende activiteiten ontstaan die moeten bijdragen aan een meer onafhankelijke toeleveringsketen van permanente magneten. Daarbij valt te denken aan het uitbreiden van bestaande productiecapaciteit (met niet-Chinese grondstoffen) bij bijvoorbeeld NEO in Estland of Vacuumschmelze in Duitsland. Daarnaast lopen er ook tal van bedrijfs- en onderzoeksactiviteiten rond

het recyclen van permanente magneten. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de publicaties van DERA¹¹ en uit een overzicht van Europese onderzoeksprojecten rond de recycling van permanente magneten, zoals (met o.a. Carester en HyproMag), het HARMONY project (Holistic Approach to enhance the Recyclability of rare-earth permanent Magnets Obtained from aNY waste Stream), Permanet: PERmanent MAGnet Network for the European Transition (Imet o.a. Solvay en MagReesource) en REEVALUATE (met o.a. Less Common Metals (VK), Ionic Technologies (VK) en Vacuumschmelze (D)).

Al deze nieuwe activiteiten zullen uiteindelijk permanente magneten moeten opleveren die voldoen aan de in de betreffende toepassingssector vereiste specificaties (bijvoorbeeld als magneten in elektromotoren). Ook Nederlandse partijen die alternatieve toeleveringsketens zoeken én bedrijven en consortia die zich in Nederland willen richten op de productie van magneten uit primair en/of secundair materiaal, zullen kennis moeten nemen van de normen die op dit vlak bestaan. Het voert te ver om op deze plek uitvoerig in te gaan op deze normen, aangezien aangenomen mag worden dat dergelijke kennis in het normale handelsverkeer bekend is. Maar ook voor onderzoeksinstellingen die zich hiermee bezighouden kan het van belang zijn te weten welke eisen gesteld kunnen worden aan permanente magneten op basis van zeldzame aarden. Ter illustratie worden er hier een aantal genoemd:

- IEC 60404-4:1995+A1:2000+A2:2008 *Magnetic materials - Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties of magnetically soft materials*
 - Deze normen vallen onder de verantwoordelijkheid van IEC/TC 68 "Magnetic Alloys and Steels";
 - Deze norm (en andere normen onderdeel van de IEC 60404 serie) beschrijven de wijze waarop de magnetische eigenschappen bepaald dienen te worden;
 - Als zich nieuwe toeleveringsketens aandienen, zullen partijen vanzelfsprekend op de hoogte moeten zijn van de wijze waarop de prestaties van magneten worden getoetst.
- ASTM A977 *Standard Test Method for Magnetic Properties of High-Coercivity Permanent Magnet Materials Using Hysteresisgraphs*
 - Deze testmethode kent de volgende scope: "This test method describes how to determine the magnetic characteristics of magnetically hard materials (permanent magnets), particularly their initial magnetization, demagnetization, and recoil curves, and such quantities as the residual induction, coercive field strength, knee field, energy product, and recoil permeability."
 - Deze testmethode kent de volgende geschiktheid: "This test method is suitable for magnet specification, acceptance, service evaluation, quality control in magnet production, research and development, and design."
- ASTM A1101-23 *Standard Specification for Sintered and Fully Dense Neodymium Iron Boron (NdFeB) Permanent Magnets*
 - Deze norm specificeert de magnetische eigenschappen van een aantal belangrijke en commercieel verkrijgbare NdFeB-magnetten.

Koper-, lood-, zink- en nikkelertsen en -concentraten

De Technische Commissie ISO/TC 183 "Copper, lead, zinc and nickel ores and concentrate" richt zich uitsluitend op "Standardization in the field of copper, lead, zinc and nickel ores and concentrates and smelter residues, including sampling, chemical analysis and physical testing." Het is niet verrassend dat de commissie wordt voorgezeten door Australië, een belangrijk mijnbouwland. Voor Nederland, waar

¹¹ Zie bijvoorbeeld: Deutsche Rohstoffagentur, *NdFeB Permanent Magnets – Raw Materials and Recycling* (2025) en Schönfeldt et al., *Recycling von NdFeB-Magneten in Deutschland* (2024).

hooguit geraffineerde en bewerkte metalen worden ingezet, is het niet relevant deze op mijnbouw georiënteerde TC actief te volgen.

Koper

De Technische Commissies rond koper zijn CEN/TC 133 en ISO/TC 26 "Copper and copper alloys". Normen op dit gebied zijn minder relevant voor de Nederlandse situatie: Nederland speelt slechts een rol in het inzamelen en scheiden van end-of-life koper, waarna dit koper zijn weg vindt naar bijvoorbeeld Aurubis (Duitsland) of Boliden (Zweden). Er is mede daarom ook geen Nederlandse NEN-normcommissie rond koper gevormd.

Nikkel en nikkellegeringen

In ISO/TC 155 "Nickel and nickel alloys" worden normen rond nikkel en nikkel-legeringen ontwikkeld. Dit betreft dan onder andere normen ontwikkeld om analytische methodes vast te leggen waarmee metallische contaminaties worden aangetoond. Een voorbeeld hiervan is ISO 6351:1985 *Nickel – Determination of silver, bismuth, cadmium, cobalt, copper, iron, manganese, lead and zinc contents – Flame atomic absorption spectrometric method*. Andere elementen die genoemd worden als onderwerp van analytische normen zijn Nb, P, Mo, Si, V, Al, Cr, S, C, etc. De analyses hebben betrekking op zowel nikkel, nikkellegeringen als ferronikkel. Nederland speelt een opvallende rol in de wereldwijde handel in nikkelerbindingen. Alhoewel de normen vooral van belang zullen zijn voor producenten van nikkel en ferronikkel, zullen betrokkenen bij die handel kennis moeten hebben van de wijze waarop specificaties worden getoetst.

Lithium

ISO/TC 333 "Lithium" ontwikkelt normen op het gebied van lithium, een materiaal dat sterk in de belangstelling staat vanwege de cruciale rol in Li-ionbatterijen, die een voorname rol spelen in de elektrificatie van de samenleving, en dan met name mobiliteit. De scope van deze TC luidt:

ISO/TC 333 Lithium

Scope: Standardization in the field of lithium mining, concentration, extraction, separation and conversion to useful lithium compounds/materials (including oxides, salts, metals, master alloys, lithium-ion battery materials, etc.).

Alhoewel Nederland vooralsnog geen rol speelt in de winning en verwerking van lithium, noch in de productie van Li-ionbatterijen, is het toch relevant kennis te nemen van ontwikkeling rond deze door China geleide TC. Net als in het geval van zeldzame aardmetalen is het betekenisvol dat China deze TC leidt: niet alleen heeft China een zeer dominante positie in de productie van Li-ionbatterijen, ook heeft China rond lithium-processing en Li-ion batterijen exportmaatregelen afgekondigd. In april 2025 paste China haar "Catalogue of Technologies Prohibited and Restricted for Export of China" aan waarin een exportverbod werd aangekondigd rond Battery Cathode Material Preparation Technology. En in oktober 2025 werd via Aankondiging 58 "Decision to Implement Export Controls on Lithium Batteries and Artificial Graphite Anode Materials" een exportcontrole ingesteld op alle Li-ion- en kathode-materiaal gerelateerde items (NB: ook deze maatregel werd een jaar uitgesteld na de ontmoeting van Trump en Xi eind oktober 2025). Met deze maatregelen beoogt China haar dominante positie rond de productie van met name EV-batterijen te beschermen; het is tegelijk ook een krachtig signaal richting de VS en de aan China opgelegde heffingen.

De processtappen die benoemd worden in de scope van deze TC lijken precies die stappen die getroffen worden door de genoemde Chinese exportcontroles. Overigens vallen batterijen zelf buiten de scope van deze TC. De werkgroepen onder deze TC houden zich vrijwel uitsluitend bezig met analysemethodes voor verschillende lithiumverbindingen (zoals carbonaat, hydroxide en chloride). Voor partijen die zich bezig gaan houden met lithiumprocessing is kennis van deze methodes in het licht van de Chinese exportcontroles relevant.

In dat licht bezien is de vermelding van de aanwezigheid van lithium-brines in de Nederlandse ondergrond, zoals gerapporteerd is in het door het NMO gepubliceerde Nationaal Exploratie Programma¹², relevant. Het ligt niet per se voor de hand dat dit commercieel winbare bronnen betreft, maar kennis van de bestaande normontwikkeling én van de Chinese exportcontrole zijn relevant voor verdere evaluatie van een dergelijke lithium-bron.

Antimoon, Beryllium, Kobalt, Chroom, Grafiet, Niobium, Platinagroep-metalen, Tantaal, Vanadium, Zirkonium

Begin 2024 is de nieuwe ISO/TC 345 "Materials for specialty technologies" gestart. Het secretariaat is in handen van Frankrijk. ISO/TC 345 heeft aangegeven zich te willen richten op zowel algemene normen (termen en definities, classificatie en aanduiding, leveringsvoorwaarden zoals verpakking) als normen voor chemische analysemethoden (bemonstering, specificaties en analysemethoden). De nadruk ligt daarbij op een aantal specifieke materialen, waarvan het merendeel op de EU-lijst van strategische en kritieke grondstoffen staat.

In het 'strategic business plan' (concept medio 2025) van de TC wordt aandacht besteed aan de toepassing van deze materialen in verschillende sectoren:

- Information and communication technologies (ICT);
- Clean energy and environmental technologies;
- Transportation (including automotive, industrial, and aerospace);
- Defense and security;
- Healthcare and life sciences.

In hetzelfde business plan worden ook de verschillende toepassingen genoemd waar de activiteiten zich op zullen richten:

- Batteries and energy storage: antimony, cobalt, graphite, manganese, nickel
- Hydrogen fuel cells: platinum group elements
- Consumer electronics: platinum group elements, indium, rare earths
- Aerospace and defense: beryllium, chromium, cobalt, nickel, niobium, titanium
- Agricultural technologies: cobalt, copper, selenium, zinc
- Renewable energy (e.g., photovoltaics): copper, indium, tellurium
- Medical devices: platinum, rare earths, titanium, nickel

¹² Nederlands Materialen Observatorium, *Critical Raw Materials Potential in the Netherlands' Subsurface* (2025).

Alhoewel Nederlandse bedrijven in het algemeen weinig grondstoffen inzetten in hun productie- of assemblage-activiteiten, zijn de activiteiten van deze TC zodanig breed geformuleerd dat de kans aanwezig is dat de normen uit deze TC directe relevantie hebben voor Nederlandse bedrijven. We kunnen daarbij denken aan de toepassing van platinagroep-metalen in elektrolyzers of in (petrochemische) katalysatoren, de inzet van antimoon als vlamvertragers door de kunststofverwerkende industrie, de inzet van beryllium in toeleveranciers aan de defensiesector en het gebruik van titanium in bijvoorbeeld protheses.

Aluminium, Magnesium, Titanium, hun legeringen en aluminiumertsen

Normontwikkeling voor een groot aantal lichte metalen vindt plaats onder ISO/TC 79 "Light metals and their alloys". Hieronder vallen aluminium, magnesium, titanium en legeringen daarvan.

Aluminium

Vanwege het grote economische belang is bauxiet als erts voor aluminiumwinning opgenomen in de Europese CRM-lijst. ISO-commissies die zich richten op aluminium zijn ISO/TC 79/SC 12 "Aluminium ores" en ISO/TC 79/SC 6 "Wrought aluminium and aluminium alloys".

Nederland is niet betrokken bij aluminium-winning (en zelfs niet meer bij de verwerking van alumina tot aluminium sinds de sluiting van Aldel) en daarmee hebben de activiteiten van ISO/TC 79/SC 12 geen betrekking op Nederlandse spelers.

ISO/TC 79/SC 6 betreft juist in principe een groot aantal spelers omdat de onderliggende normen betrekking op de specificaties rond samenstelling, mechanische eisen en toleranties rond vorm en maatvoering. Zie bijvoorbeeld:

- NEN ISO 6361-2:2014 *Wrought aluminium and aluminium alloys – Sheets, strips and plates – Part 2: Mechanical properties*
- NEN ISO 6361-3:2014 *Wrought aluminium and aluminium alloys – Sheets, strips and plates – Part 3: Strips: Tolerances on shape and dimensions*
- NEN ISO 6361-4:2014 *Wrought aluminium and aluminium alloys – Sheets, strips and plates – Part 4: Sheets and plates: Tolerances on shape and dimensions*

Van partijen die betrokken zijn bij handel in en inkoop van aluminium-onderdelen kan verondersteld worden dat zij kennis hebben van dergelijke normen als deze inderdaad ingezet worden in het handelsverkeer.

Magnesium en magnesiumlegeringen

De scope van ISO/TC 79/SC 5 "Magnesium and alloys of cast or wrought magnesium" luidt: "Standardization in the field of unwrought, wrought and cast magnesium and magnesium alloys, including technical conditions of delivery, chemical analysis, physical testing and technical specification of surface treatment".

De normen in ontwikkeling betreffen onder andere de chemische samenstelling en de mechanische eigenschappen van magnesium en -legeringen.

Dat deze commissie onder Chinees voorzitterschap valt, is niet verrassend gezien de enorme dominantie van China in de productie van magnesiummetaal (marktaandeel ongeveer 95%).

Magnesiummetaal is een belangrijk materiaal in tal van industrieën waaronder de auto- en de aerospace-industrie. Nederlandse betrokkenen zullen dan ook in die hoek gezocht moeten worden.

Overige gerelateerde technische commissies

Onder ISO/TC 79 ressorteren ook subcommissies die zich bezighouden met titanium en legeringen van aluminium, magnesium en titanium. ISO/TC 79/SC 11 "Titanium" buigt zich onder andere over zogenaamde *Technical delivery conditions* voor verschillende producten gemaakt van titanium en de analyse van de samenstelling.

Ferrolegeringen

ISO/TC 132 "Ferrous alloys" is verantwoordelijk voor normontwikkeling op het gebied van diverse ferrolegeringen.

ISO/TC 132 Ferrous alloys

Scope: Standardization in the field of ferrous alloys and other alloying additives used in iron and steel making, and the manganese ore and chromium ore used in ferrous alloys raw material. Excluded: standardization of ferronickels which devolves upon ISO/TC 155.

Nederland is niet betrokken bij de productie van deze ferrolegeringen, maar wel bij de inzet ervan in staalproductie.

Normontwikkeling rond mangaan- en chroomertsen is niet direct relevant voor Nederlandse partijen. De aard van de normen valt in een aantal categorieën uiteen:

- Analysemethoden voor contaminaties in chroom- en mangaanertsen
- (Voorbereidingen voor) chemische analyses van diverse ferrolegeringen (FeCr, FeSiCr, FeSi, FeMn, FeSiMn, FeTi, FeMo, FeW, FeNb, FeV)
- 'Specification and conditions of delivery' van dezelfde ferrolegeringen

Onder deze laatste categorie wordt o.a. verstaan '*definitions, information for ordering, requirements, testing, despatch and storage*', kortom de omstandigheden waaronder staalproducenten hun legeringen inkopen, testen en opslaan. Gezien de belangrijke rol van Nederlandse partijen in opslag en logistiek (en dan met name partijen als Steinweg en AccessWorld, grote partijen in opslag in respectievelijk Europoort en Vlissingen) lijken deze normen in principe relevant voor zowel deze partijen als TataSteel. Overigens is Nederland in deze TC alleen 'observing member' (O-member); daarmee heeft Nederland geen stemrecht. De participating members (P-members) zijn: China, Duitsland, India, Italië, Japan, Rusland en Oezbekistan.

ISO/PC 348 Sustainable raw materials

Begin 2024 is ISO/PC 348 "Sustainable raw materials" opgericht. Een ISO/PC (Project Committee) is een tijdelijke commissie die wordt opgericht om een specifiek nieuw onderwerp te behandelen waar nog geen bestaande TC voor is. Een PC heeft een beperkte scope en meestal de verantwoordelijkheid over één of enkele normontwikkelingstrajecten.

In dit geval betreft het de ontwikkeling van een norm en de integratie van de resultaten uit de IWA 45 over sustainable critical mineral supply chains. Over de scope van de norm is nog geen consensus bereikt.¹³

ISO/PC 348 Sustainable raw materials

Concept scope (2024): This document specifies criteria for sustainable raw materials along industry best practices and is intended to be used for mineral-, raw iron- and non-iron-metals. It is applicable to the full value chain of all raw materials, from extraction (mining) to processing, to refining, to final product manufacturing, thereby including the full upstream and downstream value chain. It does not apply to the mine closure and/or mine reclamation stage activities as these stages are not considered integral parts of the value chain.

Gezien deze scope zou betrokkenheid van Nederland duidelijk gewenst kunnen zijn: daar waar de normen die tot dusverre werden besproken zich voornamelijk en expliciet richten op 'upstream' activiteiten (mijnbouw, processing) lijkt deze scope zich uit te strekken tot finale producten en dus een zeer brede groep producten. Voor zover het document richtlijnen oplevert over hoe duurzaamheid upstream door downstream-producenten geduid kan worden, zou het relevant kunnen zijn voor vertegenwoordigers van die downstream-industrie om op de hoogte te blijven van de ontwikkelingen in deze PC.

Tegelijk blijkt uit de rapportage van IWA 45 (zie tekst box hieronder) dat de conclusie is dat er een enorm scala aan duurzaamheids-frameworks bestaat en dat ISO moet voorkomen dat duplicatie van bestaande normen plaatsvindt. Met deze constatering lijkt nog geen duidelijk pad voor een vervolg uitgestippeld.

Bovengenoemde ontwikkelingen sluiten aan bij verschillende facetten in de NGS en de CRMA. Onderdeel van de CRMA onder het hoofdstuk "Certification and environmental footprint" is bijvoorbeeld Artikel 30 "Recognised schemes". Om duurzaamheidsdeclaraties transparant en vergelijkbaar te houden, vereist de CRMA dat gehanteerde schema's erkend worden door de Commissie: "*Governments, industry associations and groupings of interested organisations that have developed and oversee certification schemes related to the sustainability of critical raw materials (scheme owners) may apply to have their schemes recognised by the Commission. (...) By 24 May 2027, the Commission shall adopt implementing acts specifying a single template to be used by scheme owners to provide the minimum information that applications referred to in the first subparagraph of this paragraph are to contain.*" Het is dus voor projecteigenaren zaak om grip te houden op de wijzen waarop duurzaamheidsdeclaraties kunnen worden opgesteld. Het is wel duidelijk dat men niet per se naar één enkele methode streeft, maar eerder naar een 'minimal viable product' waar eenieder zich minstens aan heeft te houden.

Ook de Nationale Grondstoffenstrategie is expliciet over het belang van duurzaamheid bij het verbeteren van de leveringszekerheidssituatie voor Nederland. Onder de werkstroom 2 Duurzame Mijnbouw en raffinage valt onder andere te lezen: "Het kabinet zal de opschaling van Europese mijnbouw ondersteunen. (...).

Daarbij vindt Nederland het belangrijk dat mijnbouw onder duurzame voorwaarden plaatsvindt. Onder

¹³ Ten tijde van de publicatie van dit rapport lijkt het erop dat ISO/PC 348 wordt opgeheven, wegens het ontbreken van consensus over de scope. Mogelijk wordt het voorstel voor normontwikkeling in aangepaste vorm ingediend bij ISO/TC 308 Chain of custody. Zie hoofdstuk 10 voor meer informatie over deze ISO/TC.

werkstroom 4 Verduurzaming internationale ketens wordt gesteld: "Als het gaat over kritieke grondstoffen is ook de manier waarop deze gewonnen en verwerkt worden essentieel. Alleen als dit op een verantwoorde manier gebeurt, kunnen de duurzame ontwikkelingsdoelen en de klimaat- en milieuambities worden bereikt".

De beoordeling van wat die duurzame voorwaarden dan zijn, is ook een vraag die de CRMA opwerpt en die past bij de scope van deze PC. Vanuit het oogpunt van beleidsmakers die staan voor de implementatie van de grondstoffenstrategie is dus aan te bevelen de ontwikkelingen rond deze PC te volgen of daar zelfs actief in te participeren.

IWA 45:2024 Sustainable critical mineral supply chains

Scope: This document surveys the range of existing sustainability frameworks available for critical mineral supply chains to aid understanding and assist in improving an organization's sustainability outcomes. It includes an analysis of:

- the requirements contained in existing sustainability guides or frameworks and where these tools are similar and where they diverge;
- sustainability topic areas within existing guides and frameworks that have been accepted in different regions and jurisdictions.

This document did not assess the effectiveness of existing standards or frameworks in improving the sustainability performance of their users or how performance was assessed.

The results show that the existing sustainability frameworks are extensive and varied in the upstream supply chain. The analysis undertaken as part of this document will help inform the development of potential future ISO work programs and standards development, without duplicating or conflicting with existing frameworks.

This document can also be used by organizations outside of ISO with respect to understanding available sustainability standards or frameworks.

Als tegenhanger van genoemde ISO/PC is inmiddels (in 2025) door CEN/TC 477 "Sustainable production of mineral and metal raw materials from mining and recycling" in het leven geroepen. Eén van de expliciete doelen werd hierboven ook al aangehaald, namelijk de invulling van de reeds aangestipte eis in artikel 30 van de CRMA: *"One main objective of the technical committee is to set up an infrastructure to respond to and meet the requirements of the expected standardization request from the European Commission following the entry into force of the Critical Raw Materials Act, CRMA, or any other relevant standardization requests in the area."*

Het businessplan van deze TC richt zich met name op het standaardiseren van duurzaamheidsinformatie rond het produceren van grondstoffen uit primaire en secundaire bronnen en rond de opzet en sluiting van de mijnen zelf. Daarmee lijkt ook hier de primaire activiteit te liggen bij projectontwikkelaars van mijn- en verwerkingsinstallaties. Maar, gezien de ambities van de Nationale Grondstoffenstrategie, zou ook Nederland minstens kennis moeten nemen van de ontwikkelingen in deze TC. Met geharmoniseerde methodes rond duurzaamheids certificering kan immers worden geanalyseerd aan welke trajecten wel of niet deel te nemen.

9. Normenlandschap rondom prioritaire productgroepen van de nationale grondstoffenstrategie

Introductie: productgroepen en de R-ladder

Naast een beeld van normontwikkeling rond individuele kritieke grondstoffen, gaat dit rapport ook in op normen en normcommissies die bestaan op het terrein van enkele prioritaire productgroepen. Deze productgroepen zijn door het Ministerie van EZK geselecteerd en vormen de basis van routekaarttrajecten. In deze trajecten wordt met stakeholders, gefaciliteerd door Circonnect, gewerkt aan het in kaart brengen van (met name) circulaire handelingsperspectieven die verlaging van milieudruk en grondstoffenverbruik en verbetering van leveringszekerheid tot doel hebben. Circulariteit kan vanzelfsprekend worden gezien als één van de ontwikkelrichtingen die bijdragen aan het verminderen van afhankelijkheden voor grondstoffen, materialen of componenten van derde landen.

Bij deze denkwijze hoort een aantal strategieën die zich laten samenvatten met behulp van de zogenaamde R-ladder (zie Figuur 1)



Figuur 1 R-ladder (bron: RVO¹⁴)

Vanzelfsprekend laat de R-ladder zien dat het verminderen van gebruik of zelfs het afzien daarvan het meeste bijdraagt aan zowel verlaging van de milieuoetadruk als het verbeteren van leveringszekerheid.

¹⁴ RVO, R-ladder (z.d.).

Maar als een product eenmaal in omloop is, is de centrale gedachte dat het behouden van waarde van gehele producten en componenten aanzienlijk meer bijdraagt aan economische waarde en milieuvoetafdruk, dan het recycleren van de materialen in een product of (vanzelfsprekend) het storten en verbranden ervan. We moeten dan denken aan activiteiten die de levensduur van producten verlengen (zoals reparatie en onderhoud), de levensduur van componenten verlengen (zoals de inzet in remanufacturing of refurbishment) of activiteiten die de inzet van producten aanzienlijk intensiever maken door bijvoorbeeld deelgebruik en verhuur.

De inzet van circulariteit als één van de instrumenten om de leveringszekerheid van grondstoffen te verbeteren, impliceert dat circulariteit bij uitstek een productaanpak behelst. Zoals benoemd heeft het Ministerie van EZK daarom een aantal productgroepen geselecteerd waarvoor (in de loop van 2025 en 2026) een routekaart wordt opgesteld. Deze productgroepen zijn:

- Klimaatinstallaties
- Elektrolyzers
- Zon-PV
- Wind-op-zee
- Batterijen
- Machines/werktuigen
- Defensie productgroep - Militaire schepen
- Kritieke materialen
- Elektrische apparaten en elektronica

De routekaart *Kritieke Materialen* onderscheidt zich doordat zij geen productgroep adresseert, maar een generiek, productgroep overstijgend thema betreft. Deze routekaart richt zich (als casestudies) met name op recycling van permanente magneten (in windturbines) en zon-PV. We zullen deze routekaart niet separaat beschrijven omdat ze overeenkomt met óf de specifieke productgroepen óf materiaalgerichte normalisatie-activiteiten.

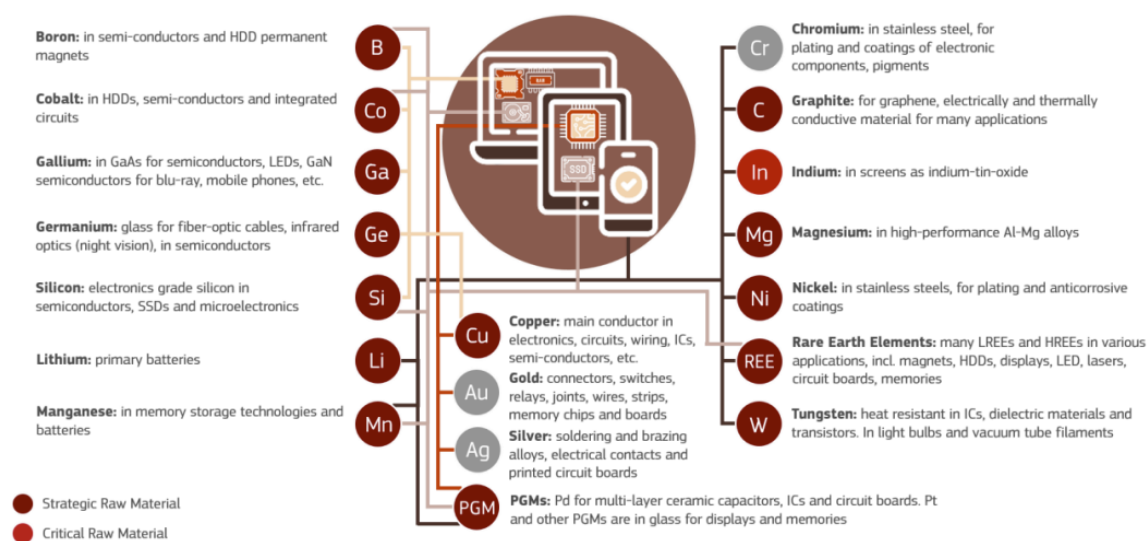
Voor elk van deze productgroepen wordt in dit rapport in eerste instantie een beeld geschetst van het 'normenlandschap' (oftewel: welke normcommissies en internationale TCs zijn gevormd rond deze thema's), waarna voor elk van de geïdentificeerde productgroepen een eerste beeld wordt gegeven van de mate waarin de scopes van deze commissies relevant kunnen zijn voor enerzijds circulariteit en anderzijds kritikaliteit en het gebruik van kritieke materialen.

Routekaarten en kritieke materialen

De aanleiding voor de routekaarten en het in kaart brengen van het daarbij passende normenlandschap is de zorg over de leveringszekerheid van (kritieke) grondstoffen. Toch voert het te ver om specifiek in te zoomen op de samenstelling van verschillende productgroepen als motivatie om circulaire activiteiten te ondernemen. Op de eerste plaats omdat circulariteit aan meer bijdraagt dan alleen leveringszekerheid, zoals milieu-impact en economische waarde. Op de tweede plaats omdat zich bij veel grondstoffen geen grote problemen voordoen ten aanzien van de leveringszekerheid, bijvoorbeeld doordat deze in voldoende mate door verschillende bronlanden worden geleverd.

Op de derde plaats omdat bepaalde productgroepen zo complex en geaggregeerd zijn dat het niet mogelijk is vast te stellen wat de '*bill of materials*' van zo'n productgroep is. Dat laatste geldt

bijvoorbeeld voor complexe apparaten zoals 'klimaatinstallaties' of elektronische apparatuur (zie Figuur 2).¹⁵



Figuur 2 Aantal grondstoffen in smartphones, laptops, tablets (bron: JRC, 2023)






Een schematisch overzicht van de samenhang tussen een aantal productgroepen en kritieke materialen wordt door het JRC gegeven in Figuur 3.¹⁶ Twee opmerkingen bij dit figuur:

- Aan zonnecellen worden slechts enkele kritieke materialen toegewezen, waarbij de kanttekening kan worden gemaakt dat een materiaal als germanium alleen wordt ingezet bij de CIGS-cellen, en niet bij de gangbare a-Si-PV-cellen.
- De huidige batterijsamenstelling is veelal gebaseerd op de in het schema weergegeven materialen. Maar technologische ontwikkelingen sturen in toenemende mate richting LFP-batterijen, waardoor het aandeel kobalt en nikkel aanzienlijk zal afnemen.

¹⁵ European Commission JRC, *Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU* (2023).

¹⁶ Zie voetnoot 15

Table 7. Strategic, critical, and non-critical raw materials used in the renewable energy sector.

Supply Risk	Raw material					
4.8	Gallium				•	
4.1	Magnesium		•			
4.0	REE (magnets)		•	•		•
3.8	Boron		•	•	•	•
2.7	PGM		•			
1.9	Lithium	•				
1.8	Germanium				•	
1.8	Natural graphite	•	•			
1.7	Cobalt	•	•			
1.4	Silicon metal		•	•	•	•
1.2	Manganese	•	•	•		•
1.2	Tungsten		•			
0.5	Nickel	•	•	•	•	•

Figuur 3 Inzet van kritieke materialen in diverse (energie-gerelateerde) producten (bron: JRC¹⁷)

Klimaatinstallaties

De routekaart klimaatinstallaties is gepresenteerd in april 2025. In die routekaart wordt geen keuze gemaakt voor specifieke producten, maar wordt de volle breedte van installaties in de gebouwde omgeving meegenomen in de analyse. In Tabel 7 is een niet-uitputtende opsomming van de betreffende elementen opgenomen.

Tabel 7 Opsomming van klimaatinstallaties zoals vermeld in de Routekaart Klimaatinstallaties

Balansventilatie-units (al dan niet voorzien van wtw-units)	Mechanische afzuigboxen t.b.v. woningbouw	Gevelroosters (al dan niet elektronisch gestuurd en/of zelfregelend)
Luchtbehandelingskasten	Luchtkanalen	Bevochtigers/ontvochtigers
Luchtfiltersystemen	Warmte Koude Opslag systemen (WKO)	Warmtepompen
Koelmachines	Decentrale airconditioners/ splitunits/inductie-units	Gasgestookte verwarmingsketels
Luchtverwarmers	Luchtgordijnen	Luchtreinigers
Inblaas- en afzuigroosters	Afzuigkappen	Grootkeukenventilatie
Regel- en brandkleppen	Radiatoren & convectoren	(Wand)thermostaten

¹⁷ Zie voetnoot 15

Klimaatplafonds	Vloer- en wand- verwarmingsooplossingen	Fittingen en pijpen t.b.v. warmte- & koudedistributie
Regeltechnische installaties.		

Deze brede scope maakt een precieze analyse van de relevante normen niet eenvoudig. Wel is in de routekaart sterk de nadruk gelegd op het stimuleren van circulariteit bij en het verlagen van de milieu-impact van klimaatinstallaties. Bij het analyseren van bestaande normen rond een aantal van deze installaties zal daarom ook gekeken moeten worden naar aspecten die te relateren zijn aan hergebruik van apparatuur en componenten, zoals de wijze waarop prestaties kunnen worden bepaald in een tweedehandsmarkt.

Uit een eerste analyse van de normen rond klimaatinstallaties blijkt al dat er een breed scala van normcommissies bestaat rond de verschillende vormen van installaties.

Voor dit rapport hebben we een eerste selectie gemaakt van normcommissies rond koelinstallaties en warmtepompen en centrale verwarming om te toetsen of, en, zo ja, welke normen relevant zouden kunnen zijn voor de activiteiten opgesomd in de routekaart. Zie hiervoor Tabel 8.

Tabel 8 Lijst met relevante commissies in relatie tot klimaatinstallaties

Normcommissie	CEN/ISO TC
<u>Normcommissie Koelinstallaties en Warmtepompen</u>	<u>CEN/TC 182 Refrigerating systems-safety and environment</u> <u>CEN/TC 113 Heat pumps and air conditioning units</u> <u>CEN/TC 110 Heat exchangers</u> <u>ISO/TC 86 Refrigeration and air-conditioning</u>
<u>Normcommissie Verbrandingstoestellen en appendages</u>	<u>CEN/TC 62 Independent gas-fired space heaters</u> <u>CEN/TC 180 Decentralized gas heating</u> <u>CEN/TC 295 Residential solid fuel burning appliances</u>

Tal van normen hebben als scope het testen van de prestaties van apparatuur. Als voorbeeld: CEN/TC 113 "Heat pumps and air conditioning units" beschrijft "Standardization of testing and requirements for the performance of factory assembled heat pumps, air conditioning units". Als wordt ingezet op hergebruik van apparatuur kunnen bij transacties vanzelfsprekend eisen worden gesteld die gebaseerd worden op dergelijke normen. Tal van normen onder deze TC geven in detail deze testcondities weer. Een voorbeeld hiervan is NEN EN 14825:2022/prA1 *Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling, commercial and process cooling - Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance*.

In het routekaart-document wordt overigens op een generieke wijze een aantal keer verwezen naar de rol van standaardisatie: zoals bijvoorbeeld:

- **Actie A2:** Gidsland bij EU-standaarden rondom circulaire productdata: Opstellen van een langetermijnperspectief om aan te sluiten bij EU-standaarden rondom milieudata van producten
- **Actie A7:** Vergroot de leveringszekerheid van klimaatinstallaties: Onderzoek naar de mogelijkheid om op Europees niveau tot standaarden te komen waarbij informatie van kritieke grondstoffen inzichtelijk in een digitaal productpaspoort of Environmental Product Declaration (EPD) is opgenomen
- **Actie B6:** Verankering losmaakbaarheid en repareerbaarheid in product- en gebouwontwerp: Afspraken maken over standaard maatvoering en modulariteit van installaties -> actiehouders: NEN/ISSO en branchevertegenwoordigers
- **Actie C3:** Standaardisatie van circulaire eigenschappen via productpaspoorten: Opstellen van de Nederlandse input op de uitwerking van de Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) en implementatie van Digitale Productpaspoorten -> actiehouders: betrokken ministeries, NEN en NGF (Nationaal Groeifonds)

Hierdoor lijken de standaardisatie-activiteiten rond DPP's en rond het inzichtelijk maken van duurzaamheidsaspecten (zoals in ISO/PC 348 "Sustainable raw materials") nauw aan te sluiten op de richting die in de routekaart wordt gekozen.

Overigens zijn al deze actieplannen generiek; het is daardoor moeilijk ze te koppelen aan normcommissies die zich op specifieke producten richten. Het lijkt erop dat voor deze actieplannen de meer generieke normcommissies rond milieu-analyses, levenscyclusanalyse en productpaspoorten relevanter zijn (zie hiervoor de nadere toelichting van generieke normcommissies in hoofdstuk 10).

Elektrolyzers

De routekaart rond elektrolyzers is in concept verschenen in juni 2025. De routekaart richt zich met name op twee soorten elektrolyzers, te weten: Alkalische Water-elektrolyse (AWE) en Proton Exchange Membrane (PEM) elektrolyse. Andere technologieën zijn minder marktrijp en worden niet verder uitgewerkt in deze routekaart.

De routekaart richt zich uitdrukkelijk op circulaire strategieën voor elektrolyzers en op de rol die dergelijke strategieën kunnen spelen in het verlagen van de afhankelijkheid van schaarse grondstoffen, opdat een mogelijk verdienvermogen van de Nederlandse maakindustrie niet wordt belemmerd. Want dat is een kenmerk van deze productgroep: er is een groot aantal partijen die in de keten van elektrolyzers een rol speelt of wil gaan spelen.

De circulaire oplossingen die in de routekaart de revue passeren, richten zich op terugdringen van PFAS (als membraan), het terugdringen van het gebruik van iridium in PEM-technologie en het terugdringen van de inzet van overige PGM (platinagroep-metalen) in AWE-technologie.

Voor een succesvolle introductie van waterstoftechnologie zijn alle activiteiten gericht op het beperken van de integrale kosten van de productie, transport en opslag van waterstof. Dit betekent ook dat technologieontwikkeling rond genoemde 'circulaire' thema's altijd getoetst zal moeten worden aan criteria zoals kosten en levensduur.

Als bijvoorbeeld de kosten van waterstofproductie kunnen worden teruggedrongen door de hoeveelheid iridium als katalysator te verminderen, is het relevant de consequentie van deze verandering op de totale levensduur te bepalen. Immers, bij een sterk verkorte levensduur zal ondanks de lagere grondstofkosten de total cost of ownership kunnen stijgen.

De normcommissies op het gebied van waterstof houden op het eerste oog geen direct verband met het ontwerpen, functioneren of produceren van elektrolyzers (zie Tabel 9). We laten in verdere analyse brandstofcel-technologie buiten beschouwing.

Tabel 9 Lijst met relevante commissies in relatie tot waterstof

Normcommissie	CEN/ISO TC
<u>Normcommissie Waterstof en brandstofcellen</u>	<u>CEN/CLC/JTC 6 Hydrogen in energy systems</u> <u>CEN/TC 268/WG 5 Specific hydrogen technologies applications</u> <u>IEC/TC 105 Fuel cell technologies*</u> <u>ISO/TC 197 Hydrogen technologies</u>

*Fuel cells zijn gerelateerd aan waterstoftoepassing.

De noodzaak van normalisatie rond het testen van de prestaties van elektrolyzers wordt breed gedeeld, getuige publicaties van Fortiner (2025).¹⁸ en verschillende publicaties van het JRC.^{19,20} Zoals in Tsotridis en Pilenga (2021) wordt gesteld: *“There is an acknowledged need for objective assessment of the performance and durability of elektrolyzers under conditions representative of current and future applications”*. Deze recente onderzoeksactiviteiten door het JRC zouden navolging kunnen vinden in de op het oog meest aangesloten CEN/CLC/JTC 6 “Hydrogen in energy systems” en ISO-commissie ISO/TC 197 “Hydrogen technologies”. In die laatste zijn tot nu toe slechts normen gepubliceerd in subcommissie SC 1 “Hydrogen at scale and horizontal energy systems”, waarin vervolgens tal van normen worden uitgewerkt rond het veilig gebruik van waterstof in voertuigen en de wijze van ‘tanken’ van waterstof als energiedrager.

Een recente activiteit onder deze zelfde ISO/TC 197/SC 1 “Hydrogen at scale and horizontal energy systems” is de ontwikkeling van ISO/WD TS 22734-2 *Hydrogen generators using water electrolysis – Part 2: Testing guidance for performing electricity grid service*. Deze Technical Specification beschrijft, zoals ook in de genoemde JRC-documenten gebeurde, testprotocollen voor elektrolyse-systemen met een focus op alkaline en PEM water elektrolyzers. Deze normontwikkeling gaat o.a. in op testapparatuur en meetmethodes. Verder wordt onder CEN/CLC/JTC 6 “Hydrogen in energy systems” onder Nederlands (NEN) voorzitterschap o.a. gewerkt aan normalisatie rond waterstof generatoren. Dit betreft onder andere de recent gereviseerde NEN EN ISO 22734-1:2025 *Hydrogen generators using water electrolysis – Part 1: Safety*.

¹⁸ Fortiner et al., “A harmonized protocol to assess the single-cell performance of proton exchange membrane water electrolyzers” (2025).

¹⁹ Tsotridis & Pilenga, *EU Harmonised Protocols for Testing of Low Temperature Water Electrolyzers* (2021).

²⁰ Malkow & Pilenga, *EU Harmonised Testing Procedure* (2023).

Aangenomen mag worden dat onderzoeksinstituten en productiebedrijven die zich bezighouden met de ontwikkeling van elektrolyzers en met de in de routekaart geschetste circulaire ontwikkelingen, daarin kennisnemen en -hebben van de wijze waarop prestaties van elektrolyzers bepaald worden.

Voor CEN lijkt dit thema eveneens relevant, wat onder meer blijkt uit de organisatie van een workshop in juni 2025 over het testen van experimentele elektrolyzers op basis van 'non-noble, porous metal-based electrodes for HER in acidic media'. Deze CEN Workshop Agreement (CWA) gaat niet in op testprotocollen voor commerciële systemen omdat deze al gedekt worden door reeds bestaande protocollen.

Gezien de Nederlandse onderzoeksactiviteiten en de betrokkenheid van Nederlands bedrijfsleven bij de verdere ontwikkeling van elektrolyser-systemen is het zaak deze normontwikkelingen op de voet te volgen dan wel actief hierin te participeren.

Zon-PV

De routekaart "Circulaire zonnestroomsystemen" focust zich, zoals de titel al aangeeft, op circulaire handelingsperspectieven rond zonnepanelen en de daarmee verbonden componenten zoals omvormers en onderconstructies (vaak aluminium-dragers). Daarbij stelt de routekaart ook duidelijk dat de routekaart zich richt op "commercieel beschikbare zonnestroomsystemen en op nieuwe technologie die de komende vijf jaar op de markt komt."

Zoals de scope en titel al aangeven, zijn diverse actielijnen gesuggereerd, waarna drie prioritaire projecten zijn geselecteerd. De actielijnen gaan voor een groot deel in op het verlengen van de levensduur van zonnepanelen (en omvormers), en voor een klein deel op recycling en het inzetten op een nieuwe generatie zonnepanelen gebaseerd op perovskiet-cellen. In het algemeen kan gesteld worden dat inzetten op levensduurverlenging een potentieel positieve (circulair) economische bijdrage levert en een bijdrage levert aan de vermindering van de milieu-impact van geïnstalleerde assets. De geprioriteerde activiteiten betreffen:

- Het monitoren van de (actuele) circulariteit van zonnestroomsystemen
- Het monitoren (en daarmee stimuleren) van (langere) economische levensduur in de zakelijke markt en grote oppervlakken
- De implementatie van minimumkwaliteitseisen bij grootschalige (publieke) inkoop.

Tabel 10 Lijst met relevante commissies in relatie tot zon-PV

Normcommissie	CEN/ISO TC
<u>Normcommissie Bouwkundige aspecten van zonne-energiesystemen</u>	<u>CEN/TC 128/WG 3 Renewable energy systems for roofs</u>
<u>Normcommissie Zonne-energiesystemen</u>	<u>CLC/TC 82 Solar photovoltaic energy systems</u> <u>IEC/TC 82 Solar photovoltaic energy systems</u>

In Tabel 10 wordt een overzicht gegeven van relevante commissies in relatie tot de productgroep zon-PV. De activiteiten onder werkprogramma CLC/TC 82 "Solar photovoltaic energy systems" gaan in op

testprocedures voor het kwalificeren van verschillende typen zonnecellen en componenten daarvan. Zoals eerder aangegeven richt een initiatief als Zonnexx zich op de herinzet van oudere zonnepanelen. Voor de acceptatie daarvan zullen testen noodzakelijk zijn die algemeen inzetbaar zijn voor kwalificatielaboratoria in de wereld. Een voorbeeld is NEN-EN-IEC 61215-1-1:2021/prA1 *Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval – Part 1-1: Special requirements for testing of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules*. Andere normen in deze 'familie' beschrijven testen voor andersoortige PV-cellen zoals CdTe. Andere voorbeelden van soortgelijke relevante normen zijn:

IEC 61724-1:2021 – Photovoltaic system performance – Part 1: Monitoring

Scope: This part of IEC 61724 outlines terminology, equipment, and methods for performance monitoring and analysis of photovoltaic (PV) systems. It also serves as a basis for other standards which rely upon the data collected.

IEC TS 63209-1:2021 – Photovoltaic modules – Extended-stress testing – Part 1: Modules

Scope (ingekort): This document is intended to provide information to supplement the baseline testing defined in IEC 61215, which is a qualification test with pass-fail criteria. This document provides a standardized method for evaluating longer term reliability of photovoltaic (PV) modules and for different bills of materials (BOMs) that may be used when manufacturing those modules. The included test sequences in this specification are intended to provide information for comparative qualitative analysis using stresses relevant to application exposures to target known failure modes.

Het monitoren van de economische levensduur en het stellen van eisen bij publieke inkoop zullen zich naar alle waarschijnlijkheid moeten baseren op de protocollen die door dergelijke normen worden beschreven.

Daarnaast is nog een aantal normen aan te wijzen die van toepassing lijken op deze routekaart:

- EN 50625-2-4:2017 *Collection, logistics & treatment requirements for WEEE – Part 2-4: Treatment requirements for photovoltaic panels*.
- IEC TR 63525 ED1 *Reuse of PV modules and circular economy*
- IEC 61853-1:2011 *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating*
- IEC 62852:2014 *Connectors for DC-application in photovoltaic systems – Safety requirements and tests*
- IEC TS 63663 ED1 *PV couplers for DC-application in photovoltaic (PV) systems with voltages between DC 1500 V and DC 3000 V – Safety requirements and tests*
- IEC 62790:2020 *Junction boxes for photovoltaic modules – Safety requirements and tests*
- IEC TS 63679 ED1 *Junction Boxes for Photovoltaic Modules for DC System Voltage up to DC 3000 V – Safety Requirements and Tests*

Het valt buiten de reikwijdte van dit document om de inhoud van deze normen in detail te beschrijven. Wel kan worden vastgesteld dat het meten van de prestaties van PV-panelen en hun componenten een wezenlijk onderdeel vormt van de normalisatie binnen deze productgroep. Daarbij nemen standaarden met betrekking tot veiligheidseisen een belangrijke plaats in. Met name in het kader van hergebruik vraagt het beproeven van de veiligheid nadrukkelijke aandacht.

Standaarden met betrekking tot hergebruik bevinden zich momenteel in ontwikkeling. Gelet op de aard van de routekaart en de positie van Nederland binnen deze keten, ligt het voor de hand deze ontwikkelingen nauwgezet te volgen.

Wind-op-zee

In Tabel 11 is een lijst opgenomen met relevante commissies voor de productgroep wind-op-zee.

Tabel 11 Lijst met relevante commissies in relatie tot wind-op-zee

Normcommissie	CEN/ISO TC
<u>Normcommissie Windturbines</u>	<u>CLC/TC 88 Wind turbines</u> <u>IEC/TC 88 Wind turbines</u>

Een eerste beschouwing laat zien dat de activiteiten binnen de scope van IEC/TC 88 "Wind turbines" verband houden met circulariteit en leveringszekerheid.

In 2025 zijn 32 projecten in behandeling bij deze commissie. De lopende projecten betreffen in algemene zin:

- Design-richtlijnen voor hele systemen en onderdelen daarvan (inclusief de ontmanteling daarvan)
- Onderhoudsrichtlijnen
- Richtlijnen hoe prestaties (o.a. m.b.t. akoestiek) te meten
- Richtlijnen met betrekking tot het opwekken en transporteren van opgewekte elektriciteit
- Veiligheidsrichtlijnen

De normen IEC 61400-1 t/m 61400-8 betreffen alle beschrijvingen aan de design-kant van verschillende onderdelen van windturbines. Alhoewel regelmatig wordt gesuggereerd dat onderhoud en reparatie sterk gerelateerd zijn aan het ontwerp van assets, zijn deze normen niet relevant voor een land dat geen ontwerp- en productiecapaciteit voor windturbines heeft.

Relevanter voor de circulariteit van windturbines zijn normen zoals IEC TS 61400-28:

IEC TS 61400-28 Wind energy generation systems - Part 28: Through-life management and life extension of wind power assets

Scope: This part of IEC 61400, which is a Technical Specification, sets out minimum requirements for actions, investigations and assessments to ensure the continued structural integrity of wind farm assets, particularly wind turbines, aimed at verifying that they remain safe for personnel to operate. The document describes how to maintain those assets and collect suitable evidence to demonstrate to third parties that risks are minimised, particularly where risks are related to collateral damage or injury, such as could be suffered by personnel or structures neighbouring the wind farm. Covered in this document are assessments of current condition and remaining useful life, resulting in the technical basis for justifying extended operation beyond the design life (defined in 3.1.3) and also beyond the site specific assessed lifetime, whichever is shorter, for structural or major components and systems contributing to primary layer of the safety system. Guidance is also given on how best to manage a wind farm throughout the operational life.

Dit betekent dat de analyse van mogelijke levensduurverlenging die hier beschreven wordt voornamelijk afhankelijk wordt gesteld van de veiligheid (structural integrity) van de systemen. Dergelijke toetsen zijn

essentieel om aan het einde van de levensduur te kunnen bepalen of windturbines daadwerkelijk langer operationeel zouden kunnen blijven.

Daarnaast is er onder IEC/TC 88 "Wind energy generation systems" een Technische Specificatie in ontwikkeling getiteld *Decommissioning and preparation for recycling* (IEC TS 61400-28-2) welke nauw aansluit bij eerdergenoemde norm. Voor de analyse hoe de mogelijkheid van direct hergebruik van een windturbine (op land) in te schatten is de Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR 8400:2016 beschikbaar:

NPR 8400:2016 Principles and technical guidance for continued operation of onshore wind turbines

Scope: This code of practice is applicable to all types of wind turbines. This code of practice defines the assessment methods to continue the safe operation of a wind turbine or wind farm beyond the service life considered in its design according to the current state of the art. It must be noted that the level of certainty regarding the statement on the structural integrity depends on the scope and selection of the assessment methods. The focus on the assessment lies on all load transferring components and assemblies that are relevant for the structural integrity of the wind turbine as well as on the control and protection system. The entire wind turbine should be assessed.

Alhoewel de routekaart een focus heeft op wind-op-zee, zullen overwegingen die in deze praktijkrichtlijn worden meegenomen ook relevant kunnen zijn voor het hergebruik van kritieke componenten voor wind-op-zee-installaties.

Batterijen

Zoals in Tabel 12 aangegeven behandelt IEC/TC 21 de inzet van Secondary cells and batteries. In de definitie zoals CENELEC die hanteert is een secundaire batterij: "A secondary cell or secondary battery is defined as a cell or battery that is rechargeable by applying electric current."

Dit betreft alle vormen van alle oplaadbare batterijen waaronder lithium-ion, nikkel-metal hydride of loodzuuraccu's. De aandacht richt zich primair op loodzuuraccu's, waarbij ook aandacht wordt besteed aan lithium-ionbatterijen. De normen zijn gericht op de veilige inzet van oplaadbare batterijen, zowel voor stationaire opslag als voor inzet in auto's.

Tabel 12 Lijst met relevante commissies in relatie tot batterijen

Normcommissie	CEN/ISO TC
<u>Normcommissie Cellen en batterijen</u>	<u>IEC TC 21 - Secondary cells and batteries</u> <u>IEC TC 21A - Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes</u> <u>CLC/SR 35 - Primary cells and batteries</u> <u>IEC TC 35 - Primary cells and batteries</u>

Inzicht in de normen rond oplaadbare batterijen is niet alleen relevant voor oplaadbare (nieuwe) batterijen alleen, maar ook voor hergebruik, wanneer we aannemen dat de ingebruikname van elke batterij (waaronder ook hergebruikte) dient te voldoen aan functionaliteits- en veiligheidseisen. Analyse van de status en de inzet van normen uit deze commissie zijn daarom ook van belang voor circulaire activiteiten.

Bij nadere beschouwing van de gepubliceerde normen onder IEC/TC 22 "Power electronic systems and equipment", kan worden vastgesteld dat de onderstaande normen relevant lijken voor de huidige analyse. Daarbij zijn normen die betrekking hebben op de inzet van secundaire loodzuuraccu's buiten beschouwing gelaten. Veel normen zijn immers gerelateerd aan testmethodes om de functionaliteit of de veiligheid van batterijen te testen. Dergelijke eisen kunnen ook gesteld worden aan hergebruikte batterijen, of aan activiteiten die leiden tot langduriger gebruik van batterijen.

NB: deze normen hebben betrekking op het gebruik van oplaadbare batterijen en niet specifiek op hergebruikte batterijen.

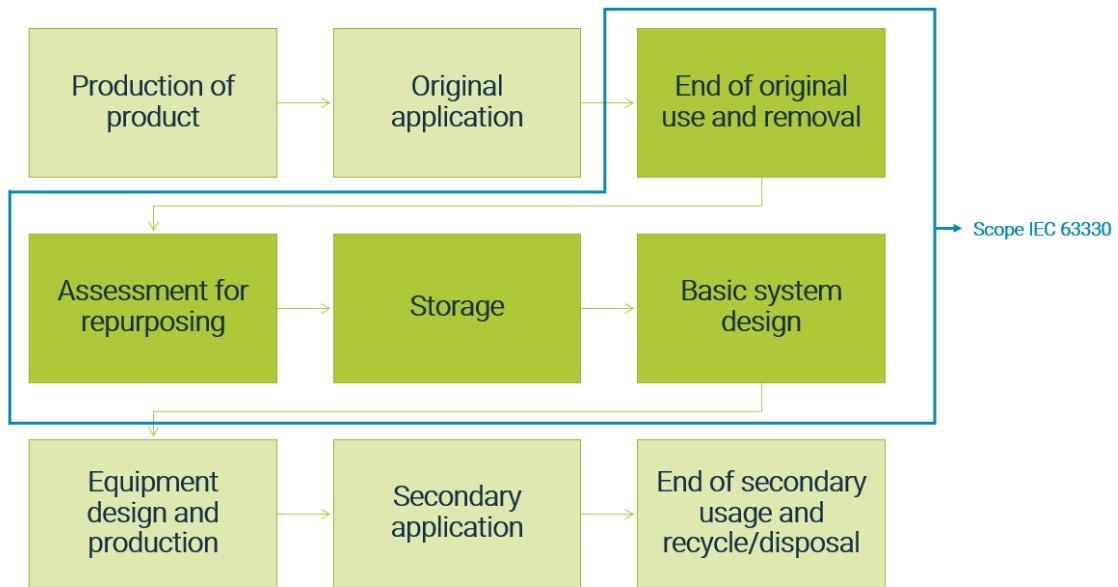
- NEN EN IEC 61427-1:2013 *Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test – Part 1: Photovoltaic off-grid application*
 - Deze norm uit 2013 is sterk gericht op secundaire batterijen uitsluitend gekoppeld aan een PV-systeem; deze niche-applicatie van meer dan 10 jaar geleden lijkt niet relevant voor de vraag hoe oplaadbare batterijen in het algemeen in te zetten en te testen.
- NEN EN IEC 61427-2:2015 *Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test –Part 2: On-grid applications*
 - Deze norm gaat breder in op de toepassing van oplaadbare batterijen voor netstabilisatie. Het beschrijft de testprotocollen volgens welke de performance van deze batterijen getest kunnen worden. Voor marktintroductie van hergebruik van oplaadbare batterijen zullen dergelijke normen een belangrijke rol in de acceptatie kunnen spelen.
- NEN EN IEC 61982-4:2015 *Secondary batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles – Part 4: Safety requirements of nickel-metal hydride cells and modules*
 - Alhoewel de thematiek van testprotocollen voor de inzet van oplaadbare batterijen relevant is voor actieve herinzet van batterijen, is de focus op NiMH-batterijen niet meer actueel: alle batterijen in Elektrische Voertuigen (EV's) zijn lithium-ionbatterijen in verschillende uitvoeringsvormen.
- NEN EN IEC 62485-2:2018 *Safety requirements for secondary batteries and battery installations –Part 2: Stationary batteries*
- NEN EN IEC 62485-5:2021 *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 5: Safe operation of stationary lithium ion batteries*
- NEN EN IEC 62485-6:2011 *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 6: Safe operation of lithium-ion batteries in traction applications*
- IEC 62660-1 t/m-4 *Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles*

In het werkprogramma van IEC/TC 22 wordt daarnaast ook gewerkt aan "Requirements for quality management systems for the handling of reused and repurposed secondary batteries and battery systems" (PWI 21-38). Dit project adresseert [hergebruik van batterijen](#) vanuit een circulair perspectief. Andere activiteiten die deze TC behandelt zijn bijvoorbeeld:

- FprEN IEC 63330-1:2024 [under development] *Repurposing of secondary batteries – Part 1: General requirements*
 - "This document specifies the procedure to evaluate the performance and safety of used secondary batteries for repurposing"
 - Repurposing betekent in dit geval "second use" en "second life" gebruik.
 - Het document beschrijft alle gegevens die vereist kunnen worden voor een veilige ontmanteling en een voorspelbare inzet van hergebruikte batterijen.
- IEC TR 63330-2 ED1 [under development]: *Repurposing of secondary batteries – Part 2: Classification of batteries to be repurposed - Safety and performance estimation methods*

- prEN IEC 63648 *General Guidance on the Discharge of Decommissioned Batteries for Recycling*
 - Deze norm is momenteel in ontwikkeling

De scope van normontwikkeling rond hergebruik van batterijen wordt gegeven in Figuur 4:



Figuur 4 Proces van gebruik en repurposing van producten

Met name rond batterijen bestaan tal van verordeningen en Europese en nationale initiatieven die op verschillende plekken verwijzen naar het belang van normen. Deze zijn door NEN samengebracht in een notitie "Batterijen en afgedankte batterijen - VERORDENING (EU) 2023/1542". Hierin wordt het verband aangebracht tussen de Europese batterijverordening en het nationale kader dat betrekking heeft op deze verordening. De notitie identificeert programma's en overige activiteiten die samenhangen met begrippen als circulariteit en leveringszekerheid, zoals:

- De uitgebreide producentenverantwoordelijkheid (UPV): Producenten en importeurs van batterijen zijn verplicht om bij te dragen aan de inzameling, verwerking en recycling van afgedankte batterijen.
- De NGS die zich richt op het zekerstellen van de toegang tot kritieke en strategische grondstoffen, met nadruk op duurzaamheid, circulaire ketens en leveringszekerheid. Batterijen worden aangemerkt als één van de prioritaire productgroepen in de NGS.
- Het Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie (UPCM): Een uitvoeringsprogramma vanuit het Ministerie van EZK dat de circulaire transitie in de maakindustrie ondersteunt. Batterijen vormen hierin een van de prioritaire productgroepen.
- Verkenning Batterijen en Circulariteit, een in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en door KplusV uitgevoerd onderzoek dat inzicht geeft in kansen, knelpunten en benodigde interventies voor het sluiten van de batterijkringloop in Nederland.
- Actieagenda Batterijsystemen, een door Holland HighTech opgestelde publiek-private agenda met concrete acties gericht op het versterken van de Nederlandse batterijsector, inclusief recycling, hergebruik, innovaties en ketensamenwerking.

Zoals in de laatst vermelde Actieagenda staat: "Met de focus van Nederland op de ontwikkeling, productie en integratie van batterijen voor het zwaardere vervoerssegment en in de maritieme sector,

maar ook op netondersteuning, ontstaan kansen om ons te specialiseren en onderscheiden op het testen van grotere batterijen met speciale (veiligheids-)eisen (systeemtesten voor mobiliteit en systeemtesten voor stationair) Momenteel zijn er onvoldoende normen en standaarden voor het testen van dergelijke batterijen". Hierin wordt dus duidelijk ingegaan op de rol van normering én op een specialisatie voor Nederland, die zich begeeft buiten de gebruikelijke kaders, zoals batterijen voor EV.

Aan het opzetten van dergelijke standaarden wordt vanuit de Europese Commissie gewerkt, zoals o.a. blijkt uit "C(2021) 8614 final Annex to the COMMISSION IMPLEMENTING DECISION on a standardisation request to the European standardisation organisations as regards performance, safety and sustainability requirements for batteries". Hierin worden lidstaten opgeroepen te werken aan standaarden voor o.a. "re-use and repurposing of rechargeable batteries with internal energy storage." De oproep gaat ook hier vooral over meetmethodes om de prestaties (en dus de levensduur) van oplaadbare batterijen te kunnen meten. Dergelijke standaarden zijn van groot belang bij de inzet voor re-use of re-purposing. Zoals ook uit de begeleidende tekst blijkt: *"In order to take informed decisions, economic operators with a legitimate interest in pursuing second life applications of retired batteries from electric vehicles need accurate estimates of their remaining capacity and overall State of Health (SoH). Given the myriad of existing ways to estimate the battery's SoH, it seems appropriate to undertake standardisation work in this area."* Indien een op batterijen gerichte routekaart wordt ontwikkeld waarin levensduur en hergebruik centraal staan, is het van belang dat actoren binnen dit veld goed op de hoogte zijn van deze ontwikkelingen. Indien deze ontwikkelingen zich niet in een voor Nederland gewenste richting bewegen, ligt het voor de hand dat zij zich actief in dit veld opstellen.

De genoemde NEN-notitie legt ook de nadruk op de generieke ontwikkeling van normen rond DPP en de verplichting (met ingang van 2027) voor zwaardere (o.a. voor EV geschikte) batterijen om een DPP te hebben. Een dergelijk DPP is voor een stevig deel gericht op de inzet van tweedehands-batterijen: de informatie in een DPP zou bepalend kunnen zijn voor de prestatie en dus de handelswaarde van tweedehands-batterijen.

Als de inzet van hergebruikte batterijen als relevant wordt gezien voor de uitvoering van het NGS en het NPCE, zouden Nederlandse partijen actief betrokken moeten zijn bij de ontwikkeling van normen op dat gebied, dan wel in detail op de hoogte zijn van de ontwikkelingen op dat vlak.

Militaire schepen

De routekaart-activiteiten voor de productgroep 'Militaire schepen' zijn in juni 2025 gestart. De vraag hoe deze productgroep samenhangt met een daarop aansluitend normenlandschap is natuurlijk afhankelijk van de gekozen prioriteiten voor deze productgroep. Deze prioriteiten zijn:

- Thales Smart-L radarsystemen met daarbinnen focus op enkele kritieke componenten. De belangrijkste kritieke componenten blijken geavanceerde chips en elektronica en fijnmechanische onderdelen die belangrijk zijn voor het mogelijk maken van het laten draaien van het systeem met daarbinnen alle vloeistof en elektronica leidingen.
- De scheepsromp (hull) met een focus op ballistisch staal met daarbinnen mogelijk enkele kritieke grondstoffen die nog nader te bepalen zijn.

Daarnaast worden voor elk van deze twee onderdelen thema's aangesneden rond risicoanalyses in de keten, voorraadvorming en recycling en circulariteit (dat laatste dan alleen voor het staal in rompen). Daarbij zijn productiebedrijven uit deze sector (te weten Thales Nederland en Damen Naval) betrokken bij het opstellen van deze routekaart.

Tabel 13 Lijst met relevante commissies in relatie tot (militaire) schepen

Normcommissie	CEN/ISO TC
<u>Normcommissie Schepen en maritieme techniek</u>	<u>CEN/TC 15 'Inland navigation vessels'</u>
<u>Normcommissie Elektrische installaties op schepen</u>	<u>ISO/TC 8 'Ships and marine technology'</u> <u>IEC/TC 80 - Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems</u>

Er is een aantal NEN Normcommissies en daarmee geassocieerde CEN/ISO TCs rond scheepvaart (zie Tabel 13). Op het eerste oog lijkt de scope van ISO/TC 8 "Ships and marine technology" het meeste aan te sluiten. De scope van deze TC luidt: "Standardization of design, construction, training, structural elements, outfitting parts, equipment, methods and technology, and marine environmental matters, used in shipbuilding, comprising sea-going ships, vessels for inland navigation, offshore structures, ship-to-shore interface, the operation of ships, marine structures subject to IMO requirements, and the observation and exploration of the sea".

Onder deze TC 8 ressorteert een groot aantal subcommissies:

- ISO/TC 8/SC 1 Maritime safety
 - ISO/TC 8/SC 2 Marine environment protection
 - ISO/TC 8/SC 3 Piping and machinery
 - ISO/TC 8/SC 4 Outfitting and deck machinery
 - ISO/TC 8/SC 6 Navigation and ship operations
 - ISO/TC 8/SC 7 Inland navigation vessels
 - ISO/TC 8/SC 8 Ship design
 - ISO/TC 8/SC 11 Intermodal and Short Sea Shipping
 - ISO/TC 8/SC 12 Ships and marine technology - Large yachts
 - ISO/TC 8/SC 13 Marine technology
 - ISO/TC 8/SC 25 Maritime GHG reduction
 - ISO/TC 8/SC 26 Smart shipping

Bij nadere beschouwing van deze commissies blijkt echter dat de (smallere) focus van de routekaart geen of weinig aansluiting vindt bij de scope van deze commissies. Deze commissies lijken niet betrokken bij typische eisen die militaire schepen stellen, terwijl radarsystemen bijna vanzelfsprekend geen deel uitmaken van op de scheepvaart gerichte standaardisatie. In het lidmaatschap van de NEN Normcommissie schepen en maritieme techniek zijn dan ook de hier genoemde leveranciers van militaire schepen en componenten niet actief. De normcommissies gaan niet in op de prioriteiten in de routekaart rond kwetsbare componenten, voorraadvorming of recycling en circulariteit.

Zonder die betrokkenheid bij deze normcommissies zijn en blijven de kwaliteitsstandaarden binnen de genoemde productiebedrijven vanzelfsprekend essentieel voor het functioneren van militaire schepen. Zo zijn er bijvoorbeeld normen voor ballistisch staal (onderdeel van de stalen romp) en zullen andere 'bronnen' aan deze kwaliteitsstandaarden moeten voldoen.

En om volledig interoperabel te kunnen zijn wordt voor elk van de subonderdelen van het radarsysteem dat onderzocht wordt in de routekaart (smart-L) een kwalificatie gedaan om te toetsen aan de functionele standaarden. Daarbij dienen (eventueel nieuwe) toeleveranciers zich volgens die strenge normen te kwalificeren.

Het ligt voor de hand dat de genoemde industriële partijen in hun ontwerpproces en in hun overwegingen die in de routekaart worden geschetst goed op de hoogte zijn van bestaande, relevante normen. Vanwege deze intensieve betrokkenheid van producerende bedrijven, die ook actief zijn in het opstellen van de routekaart, wordt in dit document het normenlandschap rond militaire schepen niet verder uitgediept. Direct overleg met betrokken partijen is in dit opzicht effectiever.

10. Aanpalende norm(ontwikkelingen) relevant voor de Nederlandse context

In de eerste hoofdstukken is ingegaan op de bestaande- en in ontwikkeling zijnde normen rond specifieke kritieke grondstoffen en een aantal specifieke product(groep)en waarvoor in de loop van 2024 t/m 2026 routekaarten zijn ontwikkeld door productteams onder leiding van Circonnect.

Zoals al in hoofdstuk 7 Recente ontwikkelingen rond normalisatie **en kritieke grondstoffen** werd aangegeven heeft de ISO Strategische Adviesgroep Kritieke Grondstoffen een aantal generiekere TCs geïdentificeerd die volgens de SAG samenhangen met het werkveld kritieke grondstoffen.

Deze TCs zijn:

- ISO/TC 82 – Mining
- ISO/TC 207 – Environmental management
- ISO/TC 283 – Occupational health and safety management
- ISO/TC 307 – Blockchain and distributed ledger technologies
- ISO/TC 308 – Chain of custody
- ISO/TC 323 – Circular economy

Aanvullend is een klein aantal specifieke TCs op Europees niveau relevant:

- CEN-CLC/JTC 10 Material efficiency aspects for products in scope of Ecodesign legislation
- CEN-CLC/JTC 24 Digital Product Passport - Framework and System

In dit hoofdstuk zullen we stilstaan bij de normontwikkeling in deze TCs en kort verkennen in hoeverre ze relevant kunnen zijn voor de behandelde routekaarten, voor de besproken kritieke grondstoffen of eventueel in bredere zin van de Nationale Grondstoffenstrategie.

ISO/TC 82 Mining

Alhoewel het vanzelfsprekend is dat deze TC (onder Duits voorzitterschap) aangestipt wordt als van generiek belang voor normalisatie rond kritieke mineralen, is deze TC voor de Nederlandse industrie en het Nederlandse beleid niet van grote betekenis. Op enkele zeer specifieke activiteiten van Nobian en Nedmag na (ondergrondse winning van respectievelijk natrium- en magnesiumchloride) zijn Nederlandse bedrijven niet actief op dit vlak. Een mogelijke uitzondering betreft producten en apparatuur bestemd voor de mijnbouwindustrie. Als zij in Nederland actief zijn, kunnen deze normen voor hen wellicht relevant blijken. Verder omvat de scope van deze TC vooral activiteiten rond het ontwikkelen, opzetten en inrichten van een mijn zelf.

ISO/TC 207 Environmental management

De ISO Strategic Advisory Group on Critical Minerals constateert in haar verkenning uit 2023:

"ISO has a large range of Standards supporting the critical minerals industry in the extraction and processing end of the supply chain.(...) Many of ISO's more generic standards, used across a range of industries, are also important to critical minerals supply chains such as ISO/TC 207, Environmental management, and ISO/TC 308, Chain of custody."

Meer in het algemeen constateert de SAG dat er een zekere wildgroei aan duurzaamheidsgereedschappen bestaat en dat de rol van ISO eerder is om een platform aan te bieden voor organisaties om ervaringen rond ESG-gereedschappen bijeen te brengen.

ISO/TC 207 "Environmental management" (onder Canadees voorzitterschap) is een zeer breed ingestoken TC gericht op o.a. *"environmental management systems, auditing, verification/validation and related investigations, environmental labelling, environmental performance evaluation"*. Onder deze TC vallen verschillende subcommissies zoals:

- ISO/TC 207/SC 1 Environmental management systems
- ISO/TC 207/SC 2 Environmental auditing and related practices
- ISO/TC 207/SC 4 Environmental performance evaluation
- ISO/TC 207/SC 5 Life cycle assessment

Onder SC 2 "Environmental auditing and related practices" is bijvoorbeeld ISO 14019-1:2026 "Sustainability information – Part 1: General principles and requirements for validation and verification" recent gepubliceerd. Deze norm beschrijft in algemene termen de wijze waarop ESG-gegevens moeten worden verzameld, gevalideerd en geverifieerd. De normen in de overige genoemde subcommissies zijn in die zin vergelijkbaar: ze beschrijven in generieke termen de wijze waarop activiteiten moeten worden gevalideerd en geverifieerd.

Onder SC 5 "Life cycle assessment" worden richtlijnen beschreven voor het opstellen van zogenaamde life cycle assessment (LCA), levenscyclusanalyses. LCAs zijn zowel in de academische- en de beleids wereld zeer breed erkende analyses om de integrale milieu-impact van processen en de productie van goederen 'van wieg tot graf' te analyseren. Als zodanig hebben ze een belangrijke rol bij bijvoorbeeld specifieke aanbestedingen met duurzaamheidseisen, en verrichten bedrijven LCAs om duurzaamheidsclaims van hun producten kwantitatief te kunnen onderbouwen. Daarmee is het ook belangrijk om de wijze waarop dergelijke analyses worden verricht, vast te leggen in een normalisatieproces. Een voorbeeld van een norm die ontwikkeld is in ISO/TC 207/SC 5 "Life cycle assessment" is te vinden in het kader hieronder waarin de scope van ISO 59014:2024 wordt toegelicht.

In principe kan een life cycle assessment goede ondersteuning bieden bij het verkrijgen van inzicht in waardeketens. Tijdens eerdere analyses van TNO is getracht LCA-systematiek in te zetten om ketens in beeld te brengen.²¹ Maar de diepgang van deze analyses bleek niet genoeg. Dit houdt onder meer verband met het feit dat bepaalde kritieke grondstoffen in zodanig geringe hoeveelheden worden toegepast dat zij een beperkte milieu-impact hebben, terwijl juist het in kaart brengen van milieubelasting het primaire doel van LCAs is. Ten dienste van het analyseren van kwetsbaarheden in ketens waar kritieke grondstoffen zich bevinden voldoen LCAs niet en zijn normalisatie-activiteiten op dat vlak dan ook niet zo relevant in dit verband.

ISO 59014:2024 Environmental management and circular economy – Sustainability and traceability of the recovery of secondary materials – Principles, requirements and guidance

²¹ Bastein et al., *Zicht op Strategische Ketenafhankelijkheden* (2023).

Scope: This document provides principles, requirements and guidance for organizations in fostering the sustainability and traceability of activities and processes for the recovery of secondary materials. This document also specifies requirements and provides guidance for organizations that engage with individuals involved in subsistence activities (SAs) as part of the organization's activities and processes for the recovery of secondary materials, with the aim of ensuring safe and healthy working conditions and the continual improvement of the well-being, livelihoods and professional practices of those individuals.

This document is applicable to organizations seeking to recover secondary materials systematically and responsibly using life cycle and circular economy perspectives, regardless of their size, type and location.

This document does not provide quality criteria for specific types of secondary materials recovered. Energy recovery and disposal are outside the scope of this document.

The collection, classification, sorting and non-destructive processes can lead to the recovery of components and products. The preparation and processing of products or components for their reuse or reprocessing (e.g. for repurposing, remanufacturing, refurbishment and repair) are outside the scope of this document.

In het kader van een Nationale Grondstoffenstrategie, waarin verduurzaming van internationale ketens één van de handelingsperspectieven vormt, is het van belang kennis te nemen van normontwikkelingen op dit terrein. Er bestaan diverse mondiale initiatieven die duurzame mijnbouw als onderwerp hebben en die vermoedelijk door de betrokken ministeries worden gevolgd. Indien de werkwijzen die onder deze technische commissie worden ontwikkeld breed worden toegepast, is het relevant deze ontwikkelingen in ogenschouw te nemen. Daarbij dient te worden opgemerkt dat het begrip grondstoffen als zodanig geen expliciet onderdeel vormt van de normen die onder deze technische commissie vallen: het betreft generieke overwegingen ten aanzien van milieumanagement.

ISO/TC 283 Occupational health and safety management

De hierboven (onder ISO/TC 207 "Environmental management") beschreven context geldt in principe ook voor de normen die ressorteren onder ISO/TC 283 "Occupational health and safety management". Ook hier is geen expliciete vermelding van grondstoffen, maar voor een beleid dat zich richt op goede ESG-praktijken zouden de manieren waarop bedrijven hun veiligheidspraktijk en werkomstandigheden vastleggen onderdeel kunnen zijn van het beleid rond 'duurzame ketens'.

CEN-CLC/JTC 24 Digital Product Passport – Framework and system

Eén van de grootste uitdagingen in het vaststellen van risico's in supply chains is de afwezigheid van transparantie in de complexe mondiale ketens. Samenstellingen van producten zijn grotendeels onbekend en inzichten over die samenstellingen beperken zich in het algemeen tot de zogenaamde first tier supplier. Daarmee is het verband tussen kritieke grondstoffen aan de ene kant en het gebruik in finale producten aan de andere kant lastig vast te stellen. Daarmee zijn ook due diligence-vraagstukken vanuit het oogpunt van een OEM (Original Equipment Manufacturer) moeilijk te beantwoorden.

Een technologieontwikkeling die mogelijk een oplossing gaat bieden voor deze intransparantie is het DPP. Zoals het op de website van TNO staat uitgelegd: *"Een Digitaal Product Paspoort (DPP) is een gestandaardiseerd digitaal document dat uitgebreide informatie bevat over de samenstelling, productie, gebruik en recycling van een product. Het doel van een DPP is om de duurzaamheid en transparantie van producten te verbeteren door gedetailleerde gegevens te verstrekken over de gehele levenscyclus van een*

product.”²² Het voorbeeld dat op de TNO-website ter illustratie wordt gehanteerd, betreft accu's voor elektrische voertuigen. Een batterijpaspoort kan bijdragen aan het veilig en verantwoord opnieuw inzetten van deze accu's en aan de ontsluiting van aanvullende informatie over de samenstelling, met het oog op recycling.

Het spreekt voor zich dat de grootschalige introductie van digitale productpaspoorten gepaard zal moeten gaan met goede regelgeving en daarbij passende standaardisering. De aard van de informatie die gevraagd wordt, de wijze waarop die informatie moeten worden geadministreerd en zijn weg moet vinden in het DPP, de mate van vertrouwelijkheid (informatie alleen beschikbaar op een 'need to know' basis bijvoorbeeld), maar ook de technologie-omgeving waarin het DPP-gestalte krijgt, zal gestandaardiseerd moeten worden om zowel op grote schaal als door (ook) kleinere partijen economisch verantwoord te kunnen worden toegepast.

De ontwikkeling van digitale productpaspoorten staat hoog op de agenda van Europa. De ontwikkeling vindt onder andere plaats in het kader van de ESPR. Producten waar nu naar wordt gekeken zijn o.a. aluminium en staal, energie gerelateerde producten en consumptiegoederen zoals textiel en meubels. Verwacht wordt dat de ESPR-maatregelen vanaf 2026 gefaseerd worden ingevoerd door middel van gedelegeerde handelingen.

Deze ontwikkelingen worden in Nederland gevolgd door de Normcommissie Digital Product Passports.²³ Deze normcommissie volgt CEN-CLC/JTC 24 "Digital Product Passport – Framework and System". De scope van deze technische commissie kan als volgt worden beschreven:

CEN-CLC/JTC 24 Digital Product Passport – Framework and System

Scope: Development of deliverables for the Digital Product Passport (DPP) framework and system, based on but not limited to standards on:

- unique identifiers;
 - data carriers and links between physical product and digital representation;
 - access rights management, information, system security, and business confidentiality;
 - interoperability (technical, semantic, organisation);
 - data processing, data exchange protocols and data formats;
 - data storage, archiving, and data persistence;
 - data authentication, reliability, integrity;
 - Application Programming Interfaces (APIs) for the product passport lifecycle management and searchability;
- and the data delivering system, data specification method while ensuring cross-sectoral and cross-system interoperability.

Excluded are:

- Sector specific standards,
- deliverables already covered by the scope of other CEN and CENELEC TCs,
- definition of the content of data belonging to different product types or segments.

Nederlandse partijen die bij normalisatie op dit onderwerp zijn aangesloten zijn: Avery Dennison, GS1 Nederland, Happyworx B.V., ITEC B.V., LyondellBasell Industries Holdings, NEDAP N.V., Quintessence Research B.V., Real Capital, Systems B.V., ReGen Studio B.V., Stichting digiGO, Stichting MRPI, Tata

²² TNO, *Verantwoording in de productieketen met Digital Product Passports* (z.d.).

²³ NEN, *Normcommissie Digital Product Passports* (z.d.).

Steel IJmuiden B.V., TNO en Vereniging FME. Gezien de scope van de activiteiten in dit document zal de verbinding met de inzet van DPP's richting kritieke materialen vooral liggen bij Tata Steel, TNO en FME. Bij deze partijen zal dan ook de vraag gesteld kunnen worden in hoeverre de traceerbaarheid van kritieke grondstoffen in engere zin, zoals bedoeld door de SAG, al gedekt wordt door de activiteiten die deze Normcommissie volgt.

De ontwikkelingen op dit vlak zullen elkaar de komende jaren snel opvolgen. Ten behoeve van ondersteuning van de CRMA en van de NGS is het daarom zaak de implicaties van deze ontwikkelingen op de voet te volgen.²⁴ Het zal mede daarom ook een punt van aandacht zijn en blijven van het NMO.

De ontwikkelingen beschreven in deze paragraaf hangen nauw samen met de activiteiten in het kader van ISO/TC 307 Blockchain, beschreven in de volgende paragraaf.

ISO/TC 307 Blockchain

De eerdergenoemde ISO/SAG heeft activiteiten rond DPP's geïdentificeerd als focusgebied voor een nieuwe TC naar voorbeeld van soortgelijke 'traceability'-activiteiten in het kader van ISO/TC 298/WG 3 over de traceerbaarheid van zeldzame aardmetalen. De ISO-SAG adviseerde in haar memo rond kritieke materialen om generieke richtlijnen te ontwikkelen voor spelers in de (kritieke) materiaalketen.

De SAG constateerde dat er in deze ketens behoefte is aan *"Information on traceability frameworks, for service providers and users, as the foundations for traceability tools used for tracking critical minerals through the supply chain (both the material and the accompanying metadata)."* De SAG noemde in dat verband expliciet het reeds in ontwikkeling zijnde werk in ISO/TC 307 "Blockchain" en ISO/TC 308 "Chain of custody" (zie daarvoor desbetreffende paragraaf).

De normen ontwikkeld (of in ontwikkeling) door ISO/TC 307 "Blockchain" zijn gericht op technologie-onafhankelijke internationale standaarden die een gemeenschappelijke taal, kaders voor een architectuur, richtlijnen voor beste praktijken en governance principes bieden voor blockchain- en gedistribueerde-ledgertechnologieën. Het doel hiervan is om interoperabiliteit, beveiliging, privacy en een consistente implementatie van blockchainsystemen in verschillende sectoren en landen mogelijk te maken. In die zin bieden de standaarden in de context van ISO/TC 307 "Blockchain" de technische context voor het opzetten van systemen rond digitale productpaspoorten zoals die ontwikkeld worden binnen CEN-CLC/JTC 24 "Digital Product Passport – Framework and System".

Alhoewel ISO/TC 307 "Blockchain" en CEN CLC/JTC 24 "Digital Product Passport – Framework and System" onafhankelijke activiteiten betreffen, is het werk in deze commissies complementair. De DLT-standaarden van ISO/TC 307 vormen veel van de technologische basisblokken die nodig zijn voor een veilig, interoperabel en betrouwbaar Digital Product Passport systeem. Tegelijkertijd vertaalt JTC 24 deze onderliggende technologie principes naar concrete, juridisch bindende en sector overschrijdende normen voor de Europese DPP infrastructuur.

Dat betekent dat - net als in het geval van JTC 24 en in nauwe samenhang met die ontwikkelingen - de standaardisatie in het kader van ISO/TC 307 gevolgd zullen moeten worden. Het NMO kan hier een rol in spelen.

²⁴ Het productpaspoort in de CRMA wordt alleen genoemd in het kader van Artikel 28 "Recyclebaarheid van permanente magneten", en verwijst slechts naar andere rechtshandelingen van de EU waarvoor een productpaspoort gaat worden vereist; hiermee zal o.a. verwezen worden naar de EU Batteries Regulation die vanaf 2027 van kracht zal worden.

ISO/TC 308 Chain of Custody

ISO/TC 308 “Chain of Custody” heeft onder Nederlands secretariaat de afgelopen jaren een drietal normen en 1 amendement gepubliceerd over traceerbaarheid in de keten.

- NEN ISO 22095:2020 *Chain of custody – General terminology and models*
- NEN ISO 22095-2:2026 *Chain of custody – Part 2: Requirements and guidelines for mass balance*
- NEN ISO 22095-3:2026 *Chain of custody – Part 3: Requirements and guidelines for book and claim*
NEN ISO 22095:2020:2026 *Chain of custody – General terminology and models/Amd 1:2026 – Amendment 1*

Het doel van de normen onder ISO/TC 308 is het beschrijven van een kader voor chain of custody modellen, met eenduidige terminologie, algemene eisen en richtlijnen voor de toepassing van verschillende chain of custody modellen binnen toeleveringsketens.

Zoals in de toelichting op de nieuwe ISO-normen voor Chain of Custody wordt benadrukt, zijn goed ingerichte CoC-systemen belangrijk voor transparantie, integriteit en vertrouwen, zeker nu waardeketens internationaler en complexer worden en het gebruik van duurzame, gerecyclede en hernieuwbare materialen toeneemt.²⁵

De normen zijn van toepassing op alle materialen en producten en zijn bedoeld om de transparantie en consistentie van informatie in ketens te ondersteunen, zonder op zichzelf te dienen als basis voor het doen of verifiëren van claims. Ze zijn generiek van aard en kunnen daarmee mogelijk bijdragen aan een veilige en traceerbare toeleveringsketen voor kritieke grondstoffen. Chain of custody kan daarbij als complementair op DPP's worden gezien. Waar DPP's in relatie tot kritieke grondstoffen informatie kunnen bevatten over materiaalsamenstelling, recyclingpotentieel en herkomst van metalen, kunnen CoC-systemen de verificatiestructuur leveren om te bewijzen dat claims over herkomst of materiaalstromen correct zijn. CoC gaat over de betrouwbaarheid van claims, DPP integreert de informatie in een breder productdatakader.

Recent (2025) is er door het Saudische normalisatie-instituut SASO bij ISO/TC 308 “Chain of Custody” een voorstel ingediend voor een nieuwe norm over de traceerbaarheid van koper. De scope omvat de keten van mijnbouw tot geraffineerd materiaal. Het doel van de toekomstige norm zou zijn om meer transparantie en harmonisatie te bieden en bestaande initiatieven te verbinden. Het voorstel is afkomstig uit het Future Minerals Forum (FMF) en kan mogelijk in de toekomst als blauwdruk dienen voor andere materialen. Met dit voorstel zou ISO/TC 308 zijn werkprogramma nadrukkelijk richting het onderwerp kritieke grondstoffen bewegen. Ten tijde van de publicatie van dit rapport is het voorstel als voorlopig werk item aan het werkprogramma toegevoegd. Uiterlijk begin 2027 zal door een ad hoc groep onder ISO/TC 308 geadviseerd worden of het voorstel betreft een norm over de traceerbaarheid van koper in stemming gebracht kan worden en verder zal worden ontwikkeld. Daarnaast zal deze de ad hoc groep adviseren of andere materiaal-agnostische voorstellen gedaan kunnen worden.

Zoals genoemd in hoofdstuk 8 is er geen consensus bereikt in ISO/PC 348 “Sustainable raw materials” over de scope van het normvoorstel over duurzame toeleveringsketens van kritieke grondstoffen. De Environmental Coalition on Standards (ECOS) en BSI (het Britse normalisatie-instituut) zijn van plan om

²⁵ NEN, *ISO Introduces New Umbrella Standards for Chain of Custody* (2026).

een gelijkend normvoorstel in te dienen bij ISO/TC 308 "Chain of Custody". Ten tijde van de publicatie van dit rapport wordt nog gezien of dit voorstel daadwerkelijk binnen ISO/TC 308 zal worden opgepakt.

ISO/TC 323 Circular economy

ISO/TC 323 "Circular economy" is een relatief nieuwe commissie die in 2024 een eerste reeks normen heeft gepubliceerd:

- ISO 59004:2024 *Circular economy – Vocabulary, principles and guidance for implementation*
- ISO 59010:2024 *Circular economy – Guidance on the transition of business models and value networks*
- NEN-ISO 59020:2024 *Circular economy – Measuring and assessing circularity performance*
- ISO 59040:2025 *Circular economy – Product circularity data sheet*
- ISO/TR 59032:2024 *Circular economy – Review of existing value networks*

Om het internationale werk te volgen, is in 2023 CEN/TC 473 "Circular economy" opgericht. Deze commissie richt zich op de toepasbaarheid van enkele hierboven genoemde ISO-normen en daarnaast op het ontwikkelen van nieuwe normen bruikbaar in de Europese context.

De normen die binnen deze technische commissie worden ontwikkeld, hebben een overwegend generiek karakter en zijn met name van toepassing op organisaties. Zij richten zich primair op het vastleggen en duiden van systematieken, begrippen en definities rondom circulariteit. In de context van kritieke grondstoffen is de directe relevantie van deze normen beperkt, aangezien zij geen specifieke aandacht besteden aan grondstofstromen, materiaalgebonden risico's of ketenspecifieke vraagstukken.

CEN-CLC/JTC 10 Material efficiency aspects for products in scope of Ecodesign legislation

De routekaarten die eerder in dit rapport zijn besproken, hanteren als belangrijk uitgangspunt het benoemen van acties die bijdragen aan het verbeteren van de leveringszekerheid van producten, onder meer door efficiënter om te gaan met materialen en in het bijzonder door het toepassen van circulaire activiteiten. Op dit vlak is een aantal normalisatie-activiteiten gaande, meer precies rond de begrippen materiaalefficiëntie, ecodesign en circulaire economie. Hierbij kan worden aangetekend dat tot 2011 (het moment van publicatie van het eerste rapport van de Ellen MacArthur Foundation rond circulaire economie) de gangbare term voor het zorgvuldig omgaan met grondstoffen en materialen in Europa gevat werd onder de term 'resource efficiency'.

Normalisatie op het gebied van circulariteit wordt behandeld in CEN-CLC/JTC 10 "Material efficiency aspects for products in scope of Ecodesign legislation". JTC 10 heeft 328 leden en NEN heeft hiervan het secretariaat. Deze technische commissie ontwikkelt Europese, horizontale normen die richtlijnen en eisen vastleggen voor het verbeteren van de materiaalefficiëntie van producten in het kader van ecodesign.²⁶ Leden van de Nederlandse Normcommissie materiaal efficiëntie voor ecodesign (NEN 10) zijn: het Ministerie van IenW, ICL Europe, DEKRA, Canon, Philips en Signify. Het Ministerie van IenW is verantwoordelijk voor het opstellen en uitvoeren van het NPCE. Bedrijven als Philips, Signify en Canon

²⁶ Voorheen richtte JTC 10 zich op de voorganger van de ESPR (de Ecodesign Directive) en daarmee was de scope van deze TC en de onderliggende normen beperkt tot energy-related products. Tijdens de revisie van de normen uit de EN4555x serie wordt gewerkt aan een verbreding van de scope.

profilen zich al jaren met circulair design en circulaire businessmodellen. DEKRA levert o.a. audit-diensten over circulariteit.

CEN-CLC/JTC 10 Material efficiency aspects for products in scope of Ecodesign legislation

Scope: Material efficiency aspects for products in scope of the Ecodesign Directive 2009/125/EC and its future revisions.

Producing generic and horizontal CEN-CENELEC publications covering aspects such as assessment methods, design rules, dematerialization, digitalization and transfer of information on a variety of material efficiency topics, in particular (but not limited to):

- Extending product lifetime
- Ability to reuse components or recycle materials* from products at End-of-Life
- Use of reused components and/or recycled materials* in products

* Includes coverage of the European Commission defined list of Critical Raw Materials (CRM).

Onder JTC 10 vallen tal van inmiddels gepubliceerde normen, waaronder:

- NPR CLC/TR 45550:2020 *Definitions related to material efficiency*
- NEN EN 45552:2020 *General method for the assessment of the durability ('levensduur') of energy-related products*
 - Deze richtlijnen geven een kader van parameters en methodes om de betrouwbaarheid en levensduur van producten te testen met de bedoeling deze verder en meer specifiek uit te werken bij het ontwerpen van normen rond een bepaald product;
 - Als voorbeeld worden de volgende eisen gesteld waaraan een levensduurtest zou moeten voldoen:
 - Het vaststellen van de omgevingscondities en de eventueel opgelegde stress.
 - Het vaststellen van de te beproeven functies.
 - Het vaststellen van de te onderzoeken faalmechanismes.
 - Het vaststellen van de eventuele versnellingsomstandigheden.
 - Het documenteren van de resultaten.
- NEN EN 45553:2020 *General method for the assessment of the ability to remanufacture energy-related products*
 - De norm gaat in op de verschillende stappen van revisie zoals inspectie, ontmanteling, reiniging, 'reprocessing', in elkaar zetten en testen. Verder wordt beschreven hoe toegankelijkheid en de wijze van bevestigen meegenomen kunnen worden in verdere normontwikkeling.
- NEN EN 45554:2020 *General methods for the assessment of the ability to repair, reuse and upgrade of energy-related products*
- NEN EN 45555:2019 *General methods for assessing the recyclability and recoverability of energy related products*
- NEN EN 45556:2019 *General method for assessing the proportion of reused components in energy related products*
- NEN EN 45557:2020 *General method for assessing the proportion of recycled material content in energy-related products*
 - In deze norm (en meer specifiek de introductie-paragraaf) wordt er terecht van uitgegaan dat gerecyclede materialen chemisch niet te onderscheiden zijn van primaire materialen, en dat het vaststellen van dat gehalte dus samenhangt met de 'traceability' van de secundaire materialen en de wijze waarop deze in finale producten ingezet worden.

- NEN EN 45558:2019 *General method to declare the use of critical raw materials in energy-related products*
 - Deze norm omvat een concept voor het declareren van hoeveelheid en locatie van CRMs in producten.
 - Het uitgangspunt van deze norm is het invulling geven aan vereisten rond materiaaldeclaratie zoals die in de CRMA geadresseerd wordt.
- NEN EN 45559:2019 *Methods for providing information relating to material efficiency aspects of energy related products*
- NEN EN 45560:2024 *Method to achieve circular designs of products*

In het algemeen omvatten bovenstaande normen handvatten voor het vastleggen van circulaire activiteiten voor producten. Dit om te voorkomen dat er een wildgroei ontstaat van begrippen rond circulariteit en de wijze waarop deze in normontwikkeling gehanteerd zouden kunnen worden.

Anders dan de generiek geformuleerde normalisatie-activiteiten in ISO/TC 323 “Circulaire economie” lijken op het eerste oog deze activiteiten de volle breedte van de mogelijke handelingsperspectieven m.b.t. circulariteit te omvatten. Voor het eventueel stellen van internationale, Europese afspraken, bijvoorbeeld in het CEAP, het Circular Economy Action Plan, of in de CRMA is een dergelijke harmonisatie relevant. De aansluiting van het Ministerie van IenW maakt het aannemelijk dat de overwegingen hun weg vinden in de verdere uitvoering van het beleid.

11. Samenvattende conclusies en handelingsperspectief

Dit rapport biedt een staalkaart van normalisatieactiviteiten die aansluiten bij de ontwikkelingen rond kritieke grondstoffen (zoals benoemd in de CRMA) en bij specifiek benoemde productgroepen. Voor deze productgroepen worden in de loop van 2025 en 2026 routekaarten opgesteld, die mede tot doel hebben de kwetsbaarheid in de productieketens te verminderen. In de routekaarten spelen bij het verminderen van die kwetsbaarheid circulaire activiteiten een grote rol. Wanneer we kijken naar het directe Nederlandse belang en de richting die de verschillende routekaarten uitstippelen, komen we samengevat tot een set van (NEN/CEN/ISO) commissies met een (mogelijke) relevantie voor de Nederlandse context. Deze commissies zijn weergegeven in Tabel 14.²⁷

Tabel 14 Lijst van relevante technische commissies in relatie tot kritieke grondstoffen voor de Nederlandse context

Technische commissie	Waarom relevant?	Voor wie?
ISO/TC 298 Rare earth	Chinese exportvergunningen vragen om analyses van REE-samenstelling; deze methodes worden besproken in deze door China geleide ISO/TC.	Partijen die permanente magneten importeren uit China;
CEN/TC 472 Rare earth	Daarnaast normontwikkeling over traceerbaarheid van zeldzame aarden in de gehele keten.	Generiek: Ministerie van EZK en kennisinstellingen (bijvoorbeeld TNO/INMO, HCSS, Clingendael) om Chinese activiteit te monitoren.

²⁷ Tabel 14 geeft een globale weergave van enkele partijen voor wie bepaalde normontwikkeling relevant kan zijn. Dit overzicht is niet volledig en vervangt niet de uitgebreide jaarlijkse stakeholderanalyses die NEN voor de verschillende normcommissies uitvoert. Bij de samenstelling van normcommissies streeft NEN altijd naar het all parties concerned principe: een goede, brede en evenwichtige vertegenwoordiging van belanghebbenden rond een bepaald thema.

Technische commissie	Waarom relevant?	Voor wie?
ISO/TC 298 Rare earth	Verschillende normen m.b.t. recycling van REEs, zoals o.a. wordt aangestipt in de CRMA en waar zowel in Europa als in Nederland veel initiatieven bestaan.	(Onderzoeks)partijen die zich bezighouden met recycling van permanente magneten; overheden die zich bezighouden met maatregelen om recycling te stimuleren.
CEN/TC 472/WG 1 Traceability, packaging, labelling	Norm hangt samen met CRMA-artikel 28 rond labelling van producten met permanente magneten.	Bedrijven die zich bezighouden met import, distributie en productie van apparatuur met permanente magneten, voor zover die apparatuur benoemd is in de CRMA.
CEN/TC 459/SC 2 Methods of chemical analysis for iron and steel	Analyses t.b.v. inzet staalschroot zijn relevant i.v.m. recycling-doelstellingen.	Naast Tata Steel, partijen die zich bezighouden met inzameling, handel en verwerking van staalschroot.
ISO/TC 333 Lithium	Monitoren van deze door China geleide TC geeft inzicht in richting van de technologie en geeft mogelijk inzicht in (komende) Chinese exportrestricties.	Partijen die ambities hebben m.b.t. batterijproductie; Overheden om ontwikkelingen rond Li-ionbatterijen te monitoren.
ISO/TC 345 Materials for specialty technologies	Bemonstering, specificaties en analysemethoden van aantal kritieke materialen die mogelijk relevant voor Nederland zijn (bijvoorbeeld elektrolyzers, katalysatoren).	Bedrijven en onderzoeksinstituten rond ketens gerelateerd aan deze materialen (zoals elektrolyzers, katalysatoren, etc.).
ISO/TC 79/SC 5 Magnesium and alloys of cast or wrought magnesium	Analyses en leveringscondities van magnesium en Mg-legeringen.	Zowel productiebedrijven als bedrijven betrokken bij recycling van magnesiumschroot.
CEN/TC 477 Sustainable production of mineral and metal raw materials from mining and recycling	Normalisatie rond productie zoals benoemd in CRMA.	Ministeries van IenW en BZ i.v.m. duurzaamheidsambities in NGS.
CEN/TC 113 Heat pumps and air conditioning units	O.a. normen rond het meten van de prestatie van warmtepompen.	Naast producerende bedrijven, ook partijen die zich (gaan) richten op hergebruik of langer gebruik van assets (zie partijen verzameld rond routekaart klimaatinstallaties).
ISO/TC 197/SC 1 Hydrogen at scale and horizontal energy systems'	O.a. testprotocollen voor prestatiemetingen; deze protocollen zijn relevant voor alle ontwikkelingen rond elektrolyzers (hergebruik, substitutie, langere levensduur, etc.).	Bedrijven en onderzoeksinstituten die betrokken zijn bij elektrolyser-ontwikkeling.
CLC/TC 82 Solar photovoltaic energy systems	Testprotocollen voor prestatiemetingen.	Alle partijen die betrokken zijn bij hergebruik van zonnepanelen (en in de ontwikkeling van nieuwe PV-typen)
IEC/TC 88 Wind turbines	O.a. richtlijnen voor levensduurverlenging (ook gericht op veiligheid) en decommissioning).	Commerciële partijen betrokken bij decommissioning en herinzet.
IEC TC 21 - Secondary cells and batteries	O.a. gericht op langere (veilige) levensduur en herinzet van batterijen.	Alle partijen betrokken bij herinzet (o.a. in productgroep batterijen).
ISO/TC 207 Environmental management	In algemene termen de wijze waarop ESG-gegevens worden verzameld en	Overheden die met oog op NGS betrokken zijn bij ontwikkeling duurzame ketens.

Technische commissie	Waarom relevant?	Voor wie?
	milieumanagement moet worden aangepakt.	
ISO/TC 283 Occupational health and safety management	Beschrijft ESG-relevante richtlijnen.	Overheden met ambities rond 'duurzame ketens'.
ISO/TC 307 Blockchain and distributed ledger technologies CEN-CLC/JTC 24 Digital Product Passport – Framework and System	De ontwikkeling van Digitale productpaspoorten zal een belangrijke bijdrage leveren aan traceerbaarheid en ketentransparantie, en daarmee aan inzicht in kwetsbaarheden.	Overheden, onderzoeksinstituten, bedrijven voor wie inzicht in leveringsketens belangrijk is.
ISO/TC 308 Chain of Custody	Zie ISO/TC 307, maar dan meer algemene beschrijving waaraan traceerbaarheid zou moeten voldoen.	Overheden, onderzoeksinstituten, bedrijven voor wie inzicht in leveringsketens belangrijk is.
ISO/TC 323 Circular economy	Vastleggen systematiek rond circulaire economie op organisatieniveau.	Overheden die zich richten op ontwikkeling CE-beeld en organisaties die CE als onderdeel van hun bedrijfsvoering en communicatie zien.
CEN-CLC/JTC 10 Material efficiency aspects for products in scope of Ecodesign legislation	Vergelijkbaar met ISO/TC 323 maar dan op productniveau met concretere handvatten hoe verschillende R-strategieën kunnen worden meegenomen in analyses en eisenpakketten.	Overheden die CE-beleid maken, bedrijven die CE als onderdeel van hun bedrijfsvoering zien.

Op basis van dit samenvattende overzicht kunnen de handelingsperspectieven worden geschetst.

Monitor en biedt inzicht in Chinese normalisatieprioriteiten

Gezien het strategisch belang dat China hecht aan normalisatie-activiteiten is het wenselijk om te monitoren in welke normcommissies (ISO) Chinese partijen (opvallend) actief zijn (bijvoorbeeld door een voorzitterschap te bekleden, of door de aanwezigheid van een groot aantal Chinese experts) en daar actief gevolg aan te geven bijvoorbeeld door directe eigen deelname. Partijen als Ministeries van EZK en BZ en TNO|NMO zouden deze monitoring ter hand moeten nemen en vervolgens, in samenwerking met NEN, Nederlandse partijen op deze ontwikkelingen moeten wijzen.

Dergelijke Chinese activiteit zou immers (bijvoorbeeld bij ISO/TC 298 "Rare Earth" en ISO/TC 333 Lithium) een voorbode kunnen zijn van eventuele exportrestricties.

Versterk de Nederlandse positie en borg Europese afstemming rond de normalisatie-activiteiten over zeldzame aarden en permanente magneten

Normontwikkeling rond zeldzame aarden en permanente magneten is in het licht van de CRMA en van de Chinese exportvergunningen die in de loop van 2025 van kracht werden, van grote betekenis, ook al bevinden zich op Nederlands grondgebied geen producenten van deze materialen noch van de permanente magneten zelf. Concreet gaat dit om de volgende ontwikkelingen:

- CRMA-Artikel 28 "Recyclability of permanent magnets" stelt dat partijen die apparatuur op de markt brengen die permanente magneten bevatten, labels moeten plaatsen die o.a. de

samenstelling van die magneet weergeven. Betrokkenheid van Nederlandse spelers bij deze normontwikkeling is gewenst.

- Artikel 29 “Recycled content of permanent magnets” stelt dat dezelfde partijen op deze labels moeten aangeven wat het aandeel gerecycled materiaal in deze magneten is, waarbij hetzelfde artikel stelt dat de analyse- en berekeningsmethode nog moet worden vastgesteld. Ook hier is betrokkenheid van Nederlandse spelers gewenst óf om normontwikkeling te beïnvloeden, óf om niet verrast te worden met moeilijk waar te maken eisen.
- Normalisatie rond analysemethodes van zeldzame aarden (onderwerp van ISO/TC 298 en CEN/TC 472, beiden “Rare Earth”) is relevant geworden vanwege de analytische eisen die gesteld kunnen worden aan bijvoorbeeld permanente magneten. Vergunningaanvragen voor Chinese export moeten vergezeld gaan van analytische rapporten die de samenstelling van de magneten onomstotelijk vaststellen.

Voor Nederlandse partijen is het daarom zaak te beseffen welke eisen mogelijk gesteld worden aan dergelijke analyses om vergunningaanvragen niet te vertragen. Dit vereist actieve kennis en mogelijk actieve betrokkenheid van deze Nederlandse partijen bij de normalisatie-activiteiten.

Wijs partijen die verbonden zijn aan productgeoriënteerde routekaarten op het bestaan van bestaande normen en de mogelijkheid van deelname aan normalisatie


In Nederland is de participatie in de normontwikkelingen rond de producten die in dit rapport worden besproken wisselend. Wanneer die betrokkenheid ontbreekt, mag worden aangenomen dat Nederlandse producenten of OEM's die direct betrokken zijn bij de vervaardiging van de betreffende materialen of producten, maar niet deelnemen aan normcommissies, wel goed bekend zijn met de aard en toepassing van bestaande normen in het dagelijkse handelsverkeer.

Anders ligt het als Nederlandse partijen nieuwe activiteiten gaan ontplooiën (zoals hergebruik van zonnepanelen) of als nieuwe partijen die markt betreden. Dan is het zaak goed kennis te nemen van de normen die bestaan rond recycling, hergebruik, prestatie-metingen, veiligheidsaspecten, etc. Daarom is het wenselijk om partijen die verbonden zijn aan productgeoriënteerde routekaarten actief op het bestaan van bestaande normen te wijzen. Daarnaast zijn er bestaande normcommissies waar Nederlandse (bestaande of nieuwe) partijen actiever in zouden kunnen participeren, of op zijn minst zouden moeten volgen welke ontwikkelingen zich daar voordoen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de volgende productgroepen:

- **Zon-PV:** rond hergebruik van zonnepanelen ontwikkelen zich nieuwe initiatieven die mogelijk wel gehouden worden aan de prestatie-eisen die aan (nieuwe) zonnepanelen worden gesteld.
- **Elektrolyzers:** in CEN/CLC/JTC 6 “Hydrogen” in energy systems is onder Nederlands (NEN) voorzitterschap gewerkt aan normalisatie (NEN EN ISO 22734-1: 2025 *Hydrogen generators using water electrolysis – Part 1: General requirements, test protocols and safety requirements*). Aangenomen mag worden dat onderzoeksinstituten en productiebedrijven die zich bezighouden met de ontwikkeling van elektrolyzers en met de in de routekaart geschetste (circulaire) ontwikkelingen, kennisnemen en hebben van de wijze waarop prestaties van elektrolyzers bepaald worden.
- **Batterijen en accu's:** ook hier zijn tal van normen in ontwikkeling rond levensduur en hergebruik van batterijen. Ondanks dat Nederlandse partijen niet direct betrokken zijn bij de productie van complete batterijen, maar alleen bij productie van componenten of onderhoud en levensduurverlenging is het zaak om op zijn minst kennis te nemen van de normontwikkelingen op dit vlak.

Traceability en digitale productpaspoorten actief betrekken bij discussies rond kritieke grondstoffen

Het is aan te bevelen om, met het oog op de noodzaak van inzicht in kwetsbaarheden van ketens, de ontwikkelingen in de normcommissie Digital Product Passports op de voet te volgen. Deze normontwikkeling is voor bijvoorbeeld ministeries, TNO|NMO, brancheorganisaties en eventueel betrokken bedrijven relevant. Bij deze partijen zal dan ook de vraag gesteld kunnen worden in hoeverre



de traceerbaarheid van kritieke grondstoffen in engere zin zoals bedoeld door de SAG al gedekt wordt door de activiteiten die deze Normcommissie volgt. De activiteiten in het kader van ISO/TC 308 "Chain of Custody" sluiten op het eerste oog hier nauw bij aan. Zowel NEN als genoemde partijen zouden de samenhang tussen deze ontwikkelingen moeten volgen.

Duurzaamheidsambities in NGS vragen om participatie in milieu-gerelateerde normcommissies

Alhoewel Nederland niet direct betrokken is bij mijnbouw noch bij recyclingprocessen zou Nederland de ontwikkelingen rond CEN/TC 477 Sustainable production of mineral and metal raw materials from mining and recycling actief moeten volgen. Dit gezien de ambities van de Nationale Grondstoffenstrategie om aandacht te hebben voor het stimuleren van duurzame grondstofketens. Dit geldt ook voor de normen die opgesteld worden onder auspiciën van ISO/TC 207 gericht op o.a. "environmental management systems, auditing, verification/validation and related investigations, environmental labelling, environmental performance evaluation".

Voor het maken van Europese/internationale afspraken over circulaire economie, bijvoorbeeld om invulling te geven aan het CEAP, is de normontwikkeling in CEN-CLC/JTC 10 "Material efficiency" op een vergelijkbare manier relevant. Het Ministerie van IenW is betrokken bij de normontwikkeling rond CEN-CLC/JTC 10. Het is aan te bevelen deze betrokkenheid te borgen, mede met het oog op de verschuiving van het CE-dossier naar EZK.

12. Lijst met tabellen

Tabel 1 Kritieke en strategische grondstoffen.....	11
Tabel 2 Overzicht Chinese exportvergunningen	13
Tabel 3 Grondstoffen met een sterk geconcentreerd marktaandeel in één of enkele bronlanden en een lage WGI-score	13
Tabel 4 Aanbeveling van de ISO/SAG voor toekomstig werk: prioriteitenlijst van kritieke grondstoffen..	14
Tabel 5 Door ISO/SAG geïdentificeerde ISO/TCs in relatie tot kritieke grondstoffen.....	15
Tabel 6 Lijst met relevante commissies in relatie tot staal	18
Tabel 7 Opsomming van klimaatinstallaties zoals vermeld in de Routekaart Klimaatinstallaties	33
Tabel 8 Lijst met relevante commissies in relatie tot klimaatinstallaties	34
Tabel 9 Lijst met relevante commissies in relatie tot waterstof.....	36
Tabel 10 Lijst met relevante commissies in relatie tot zon-PV.....	37
Tabel 11 Lijst met relevante commissies in relatie tot wind-op-zee.....	39
Tabel 12 Lijst met relevante commissies in relatie tot batterijen.....	40
Tabel 13 Lijst met relevante commissies in relatie tot (militaire) schepen	44
Tabel 14 Lijst van relevante technische commissies in relatie tot kritieke grondstoffen voor de Nederlandse context.....	53

13. Bibliografie

Bastein, T., Vera Concha, I., & Rietveld, E. (2023). *Zicht op strategische ketenafhankelijkheden voor de Nederlandse economie: Ontwikkeling van een methode*. TNO / Rijksoverheid.

CEN-CENELEC. (2023, juni). *CEN and CENELEC response to European Commission proposal for Critical Raw Materials Act* [Position paper].
https://www.cencenelec.eu/media/Policy%20Opinions/crm_positionpaper_final_20230627.pdf

Deutsche Rohstoffagentur. (2025). *NdFeB permanent magnets – Raw materials and recycling* (DERA Themenheft 01-25). https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/SharedDocs/Downloads/Themenhefte/DERA_Themenheft_01-25-eng.pdf?__blob=publicationFile&v=4

European Commission. High-Level Forum on European Standardisation, Work Stream 15 on Critical Raw Materials. (2024). *Conclusions and recommendations from the Work Stream 15 on Critical Raw Materials*. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/59734>

European Commission, Joint Research Centre. (2023). *Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study* (JRC132889). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/386650>

Fortiner, S., Ouimet, R., Young, J. L., Bender, G., Carmo, M., & Ayers, K. (2025). A harmonized protocol to assess the single-cell performance of proton exchange membrane water electrolyzers. *Frontiers in Energy Research*, 13, 1549219. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2025.1549219>

International Organization for Standardization. Technical Management Board Strategic Advisory Group on Critical Minerals. (2022). *ISO/TMB/SAG CRMI: Strategic Advisory Group on Critical Minerals final report*.

International Organization for Standardization. Technical Management Board Strategic Advisory Group on Critical Minerals. (2023). *ISO/TMB/SAG CRMI Strategic Advisory Group on Critical Minerals – Phase 2 final report*.
<https://share.ansi.org/Shared%20Documents/Standards%20Activities/Critical%20Minerals/Critical%20Minerals%20SAG%20Report.%20April%202023.pdf>

Korteweg, R., & Van Wijk, D. (2025). *Raising the standard: How to unlock the geopolitical potential of Europe's internal market*. Clingendael Institute.

Malkow, T., & Pilenga, A. (2023). *EU harmonised testing procedure: Determination of water electrolyser energy performance*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/349795>

Ministry of Commerce of the People's Republic of China. (2025). *Announcement No. 18 of 2025: Announcing the decision to implement export control on some medium and heavy rare earth related items*.
https://english.mofcom.gov.cn/Policies/AnnouncementsOrders/art/2025/art_0dd87cbee7b045bf93fab_e6ab2faceee.html

Ministry of Commerce of the People's Republic of China. (2025). *Announcement No. 61: Decision on imposing export control on certain overseas rare earth-related items*.
https://www.mofcom.gov.cn/zwgk/zcfb/art/2025/art_7fc9bff0fb4546ecb02f66ee77d0e5f6.html

Nederlands Materialen Observatorium. (2025). *Critical raw materials potential in the Netherlands' subsurface: Identifying mineral occurrences hosting critical raw materials in response to the European Union's Critical Raw Materials Act of 2024* (NMO Report No. 2025 R11414).

NEN. (z.d.). *Normcommissie Digital Product Passports*. Geraadpleegd op 22 mei 2026, van <https://www.nen.nl/digital-product-passports>

NEN. (2026, maart). *ISO introduces new umbrella standards for chain of custody*. <https://www.nen.nl/en/nieuws/current-news/iso-introduces-new-umbrella-standards-for-chain-of-custody/>

Patrahau, I., Van Manen, H., & De Feijter, T. (2020). *Standards for critical raw materials: Strategic standard setting in China, the EU and the Netherlands*. The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS).

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (z.d.). *R-ladder*. Geraadpleegd op 22 mei 2026, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/circulaire-economie/r-ladder>

Schönfeldt, M., Diehl, O., & Gassmann, J. (2024). *Recycling von NdFeB-Magneten in Deutschland* (DERA Rohstoffinformationen Heft 60).

TNO. (z.d.). *Verantwoording in de productieketen met digital product passports*. Geraadpleegd op 22 mei 2026, van <https://www.tno.nl/nl/digitaal/data-sharing/digitaal-product-paspoort/>

Tsotridis, G., & Pilenga, A. (2021). *EU harmonised protocols for testing of low temperature water electrolyzers* (EUR 30752 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/58880>

Wereldbank. (z.d.). *Worldwide Governance Indicators*. Geraadpleegd op 20 januari 2026, van <https://info.worldbank.org/governance/wgi/>

Bezoekadres

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Postadres

Postbus 5059
2600 GB Delft

