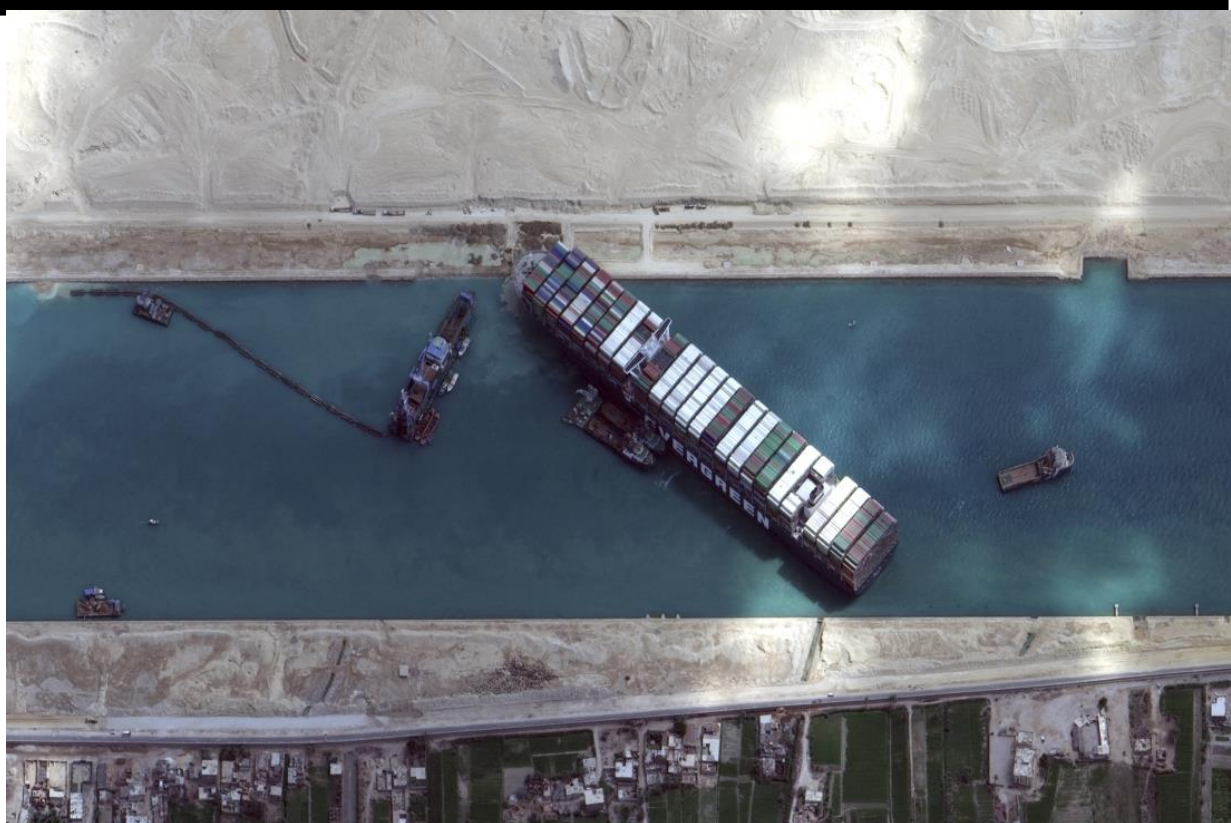


Op weg naar meer leveringszekerheid



Ton Bastein, Elmer Rietveld, Marth Breure,
Noortje Bonenkamp, Sara Wieclawska

TNO

September 2022

TNO 2023 R10235

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport
TNO 2023 R10235

Op weg naar meer leveringszekerheid

Datum	Januari 2023
Auteur(s)	Ton Bastein, Elmer Rietveld, Marth Breure, Noortje Bonenkamp, Sara Wieclawska
Aantal pagina's	58 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Ministerie van I en W
Projectnummer	060.48185

Alle rechten voorbehouden.

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

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2023 TNO

Samenvatting

Een van de drie hoofddoelstellingen van het Rijksbrede Programma CE is het verbeteren van de leveringszekerheid voor Nederland. Dit rapport gaat in op die hoofddoelstelling.

De zorgen omtrent leveringszekerheid zijn de afgelopen jaren sterk toegenomen. Eerder werk van TNO uit 2021 concludeerde al dat deze groeiende zorg nog niet heeft geleid tot structureel beleid en de gebeurtenissen in 2022 hebben dat beeld niet sterk veranderd. Ingrijpende beleidsbeslissingen en structureel beleid rond strategische autonomie in het algemeen kunnen niet zonder deugdelijke informatie over aard, oorzaak en gevolgen van achteruithollende leveringszekerheid. De belangrijkste boodschap in dit rapport is dan ook dat collectieve inzet van middelen tot activiteiten (moeten) leiden die weer leiden tot meer en beter geïnformeerd inzicht in de stand van zaken rond leveringszekerheid ('prestatie'), hetgeen (mogelijk) leidt tot een betere leveringszekerheid ('outcome') en op termijn tot een robuustere en weerbaarder economie ('effect').

Investeren in inzicht in leveringszekerheid kan aldus worden beschouwd als een 'verzekeringspremie' tegen de gevolgen ervan.

Hoe en of de Nederlandse samenleving op dit vlak in actie komt zou onderwerp van intensieve monitoring moeten zijn. In dit rapport wordt een raamwerk opgezet voor een dergelijke monitoring.

Hierbij is het uitgangspunt dat beleid (ook) kan worden geëvalueerd op basis van prestatie- (en outcome-)doelen, niet alleen van effectdoelen.

Voorstel voor indicatoren ten behoeve van prestatie- en effectmonitoring

Beleids evaluatie op het gebied van leveringszekerheid kan worden verricht door indicatoren op te stellen op het gebied van middelen, activiteiten en prestaties en door gebruik te maken van de ordening die wordt gegeven door de aanpak m.b.v. de systeemfuncties van een Missiegedreven Innovatiesysteem (MIS).

De niet-limitatieve lijst voorgestelde indicatoren ziet er als volgt uit:

Vorgestelde indicatoren voor beleidsevaluatie
Investeringen Rijksoverheid in (onderzoek naar) leveringszekerheid (m.n. BuZa, internationale handel, EZK)
Investeringen Rijkskennisinstellingen in (onderzoek naar) leveringszekerheid (bijvoorbeeld GDN, RIVM, PBL)
Investeringen bedrijfsleven in middelen (tools , maar ook voorraden) en menskracht t.b.v. leveringszekerheid
Directe ondersteuning (data, informatie, kennis) door Rijksoverheid
Activiteiten NGO's nationaal (bijvoorbeeld NEVI, FME, IMVO) en internationaal (bijvoorbeeld WTO, WRI, WEF)
Aantal publicaties (academisch, NGO, kennisinstellingen)
Aantal evenementen rond leveringszekerheid
Activiteiten rond GrondStoffenScanner (aantal reacties, aantal vragen n.a.v. gebruik)
Modereren en beantwoorden van vragen bedrijfsleven aan branche-organisaties, kennisinstellingen, NGOs
Investeringen universiteiten en hogescholen in (onderzoek naar) leveringszekerheid

Opgezette projecten en studies op basis publiek geld met oormerk leveringszekerheid
Opzet Nederlands kennisplatform/research hub voor 'leveringszekerheid'
Strategische allianties NL of EU met 3rd countries
Bijdrage overheden en bedrijfsleven aan toename recycling-graad
Interdepartementaal overleg t.a.v. strategische autonomie

Naast prestatie-indicatoren ("dat wat je direct kan beïnvloeden") zijn ook outcome-indicatoren ("gevolg van prestaties maar nog niet een einddoel") en effect indicatoren ('dat wat je echt wil bereiken') voorgesteld:

Voorgestelde outcome en effect-indicatoren	
Mate van gevoeligheid voor prijsvolatiliteit, prijselasticiteit	Outcomes
Afhankelijkheid Nederlandse import vs. Wereldwijde productie (HHI gewogen WGI score NL import vs. WGI wereldeconomie)	Outcomes
Afhankelijkheid Nederlandse import van landen die exportrestricties hanteren t.o.v. in totale import	Outcomes
Ontwikkeling RecyclingInputrate (RIR) in NL van door EU aangeduide kritieke materialen	Outcomes
Aantal handelsconflicten voorgelegd aan WTO (gerelateerd aan supply chain restricties) (met oog op economisch belang voor Nederland)	Outcomes
Aantal 'klachten' van bedrijven bij branche-organisaties	Outcomes
Omvang voorraden bij bedrijven (PMI) en in NR	Outcomes
Gemiddelde levertijd (PMI)	Outcomes
Aantal leveringsonderbrekingen (o.a. PMI)	Outcomes
Handelsbalans goederen NL	Effecten
Aandeel agro-food & industrie in economie	Effecten
Aandeel agro-food & industrie in onderwijs en vacatures	Effecten
% van totale productgroepen onderdeel van de export (diversiteit)	Effecten
% groei van export in door GreenTaxonomy aangeduide sectoren/producten	Effecten

Een op MIS gebaseerde monitoring van prestaties en effecten van beleid biedt een robuuste structuur aan een evoluerende set indicatoren.

Monitoren van TOEKOMSTIGE leveringszekerheid vereist een gezamenlijk gedragen beeld van de toekomstige vraag naar grondstoffen, halffabricaten en eindproducten door de belangrijkste belanghebbenden binnen Nederland.

Monitoren van investeringen en prestaties rond leveringszekerheid kan niet zonder een inschatting van toekomstige issues m.b.t. leveringszekerheid. Dit begrip en inzicht horen een onderdeel te worden van de 'prestaties' die geleverd moeten worden om leveringszekerheid op een hoger niveau te brengen.

Wij stellen voor de volgende uitgangspunten te hanteren bij analyses over toekomstige materiaalbehoeftes en de leveringszekerheidsvragen die daarbij om de hoek komen kijken:

- Het gebruik van de gezaghebbende IEA energiescenario's t.b.v. het inschatten van materiaalbehoeftes
- Het gebruik van horizonjaren 2030, 2040 en 2050
- Een jaarlijkse update van materiaalintensiteiten van de relevante technologieën op basis van de meest recente inzichten in de stand der techniek.

- Het gebruiken van autonome groei van de mijnbouwsector als basis voor groei in supply.

Het rapport doet de volgende aanbevelingen voor het opzetten van een op risico-management gebaseerde beleidsevaluatie van de Nederlandse leveringszekerheid:

- Monitor de inzet van middelen, activiteiten en geleverde prestaties op continue basis en niet alleen de direct of indirect te bereiken effecten op het gebied van leveringszekerheid
- Zet in op continue data-verzameling en -interpretatie door opbouw van kennis en kunde bij publieke actoren. Het instellen van een Nederlands bureau of research-hub voor leveringszekerheid lijkt de best mogelijke borging van continuïteit.
- Veranker de activiteiten rond leveringszekerheid bij de meest betrokken ministeries (EZK, I en W, Buitenlandse Zaken, Defensie)
- Intensiveer relaties met specialisten in binnen- en buitenland (zoals BGS in het VK, DERA in Duitsland).
- Ontwikkel en consolideer een eenduidige methode om naar toekomstige issues op het gebied van leveringszekerheid te kijken.
- Beschouw leveringszekerheid als een nationaal risico en daarmee als een element uit de nationale risicobeoordeling.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding: leveringszekerheid in het Rijksbreed Programma Circulaire Economie.....	7
2	Leveringszekerheid verbeteren als beleidsproces	10
2.1	Leveringszekerheid: een gevolg van effectief beleid.....	10
2.2	Monitoren van het beleid met behulp van een Missiegedreven Innovatiesysteem (MIS)-aanpak	11
2.3	Monitoren van leveringszekerheid tot nu toe.....	13
2.4	Indicatoren t.b.v. een verbeterde leveringszekerheid gaan verder dan informatie over grondstoffen alleen	14
3	Indicatoren voor beleidsevaluatie: een eerste voorstel	15
3.1	Overzicht indicatoren voor beleidsevaluatie	15
3.2	Indicatoren voor beleidsevaluatie: verdere introductie en stand van zaken anno 2022.....	17
3.3	Reflectie: behoefte aan indicatoren voor mitigatie-strategieën	22
3.4	Outcome -en Effect-indicatoren.....	24
4	Focus op Risicomanagement.....	28
4.1	Economische veiligheid en leveringszekerheid	28
4.2	Supply chain risk management of directe actie?	29
5	Op weg naar gestandaardiseerde methodiek om toekomstige leveringszekerheid te bepalen	32
5.1	Inleiding: waarom de toekomst belangrijker lijkt dan voorheen	32
5.2	Hoe te komen tot een aanvaarde methodiek t.b.v. toekomstige leveringszekerheidsvraagstukken?	34
5.3	Inventarisatie studies	34
5.4	Hoe toekomstige leveringszekerheid te monitoren: inzichten aan de hand van expert-interviews.....	47
6	Aanbevelingen: hoe om te gaan met beleidsvorming rond leveringszekerheid?	51
6.1	Werken aan (meer) leveringszekerheid vraagt om intensieve beleidsmonitoring van activiteiten en voortgang	51
6.2	Werken aan (meer) leveringszekerheid vraagt continuïteit	51
6.3	Werken aan leveringszekerheid vereist gedeelde uitgangspunten over toekomstige behoeftes	52
6.4	Behandel leveringszekerheid als risico en als een element uit de nationale risico-beoordeling	53
6.5	Verbreedt analyses voorbij focus op metalen en mineralen	54
	BIJLAGE: De Purchasing Managers' Index PMI: voorbeeld van een operationele grondstof-gerelateerde indicator	55

1 Inleiding: leveringszekerheid in het Rijksbreed Programma Circulaire Economie

Het Rijksbreed Programma Circulaire Economie (RPCE) heeft drie hoofddoelstellingen geformuleerd, te weten:

1. een reductie realiseren van de milieu-impact van onze consumptie
2. een bijdrage leveren aan waardebehoud in onze economie
3. het verbeteren van de leveringszekerheid voor Nederland.

Het werk dat binnen het werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie (MSCE) plaatsvindt rond kritikaliteit van materialen past bij deze derde doelstelling. Dit in het besef dat het streven naar minder, langduriger of intensiever gebruik van materialen en producten in principe kan bijdragen aan het verbeteren van leveringszekerheid en daarmee aan de robuustheid van onze Nederlandse economie.

Enkele sleutelbegrippen bij het werken aan leveringszekerheid en kritikaliteit:

- Kritieke grondstoffen/Critical Raw Materials: grondstoffen die een directe functie hebben in het uitvoeren van maatschappelijk belangrijke processen: defensie, zorg, betalingsverkeer, energie, water, voeding waarvan de levering een bepaalde vastgestelde mate van onzekerheid heeft
- Leveringszekerheid/Security of supply: de gekwantificeerde en geformaliseerde zekerheid van levering van een bepaalde productgroep in de internationale handel (grondstoffen kunnen ook een productgroep zijn)
- Strategische autonomie: het vermogen van een staat om zijn nationale belangen na te streven en het gewenste buitenlands beleid te voeren zonder sterk afhankelijk te zijn van andere buitenlandse staten
- Veerkracht/Resilience: het vermogen om te herstellen van afwijkingen van een gewenste situatie (bijvoorbeeld de situatie van leveringszekerheid of de mate van strategische autonomie)

In de Integrale Circulaire Economie Rapportage (ICER) 2021¹ is ingegaan op de ontwikkeling van kritikaliteit van een groot aantal (abiotische) grondstoffen tussen 2012 en 2018. Daarbij past de kanttekening dat het begrip 'kritikaliteit' (zoals het niet alleen in Nederland, maar ook door de Europese Commissie (EC) wordt gehanteerd²) niet hetzelfde is als 'leveringszekerheid'. Hooguit kan worden gesteld dat het risico op een matige leveringszekerheid³ (op langere termijn) groter is bij de import en de toepassing van kritieke grondstoffen. Om de leveringszekerheid te verbeteren (immers één van de doelstellingen van het RPCE) is meer nodig.

De inzichten in de ICER 2021 zijn gebaseerd op de bevindingen in de studie "Kritikaliteit van grondstoffen: ontwikkeling en operationalisatie"⁴. Hierin hebben we aandacht besteed aan het monitoren van (de ontwikkeling van) kritikaliteit van grondstoffen, maar ook aan de wijze hoe

¹ Zie uitleg en verwijzingen in: <https://www.pbl.nl/monitoring-circulaire-economie/icer>

² Kritikaliteit wordt in EU-verband bepaald door de bronlandconcentratie, de kwaliteit van bestuur in die landen, de recyclinggraad en de substitutie-mogelijkheden. TNO heeft daar voor Nederland aan toegevoegd de mate waarin bronlanden exportrestricties hanteren.

³ Leveringszekerheid: de betrouwbare en doorlopende levering van grondstoffen of producten en diensten (bron: <https://www.dfbonline.nl/begrip/22321/leveringszekerheid>)

⁴ Ton Bastein, Thomas Hajonides van der Meulen, Elmer Rietveld, Kritikaliteit van grondstoffen – ontwikkeling en operationalisatie, TNO 2021 R10515

mogelijke belanghebbenden met de beschikbare data m.b.t. kritikaliteit omgaan en hoe ze deze in hun handelen (kunnen) inzetten. Dit rapport bouwt voort op de conclusies en aanbevelingen van dat rapport.

De voornaamste observaties en conclusies van het hieraan voorafgaande rapport waren in het kort als volgt:

- i. Ondanks een groeiende bewustwording rondom kritikaliteit van grondstoffen en leveringszekerheid heeft dit nog niet geleid tot consequenties voor beleid dat tot doel heeft de leveringszekerheid te verbeteren.
- ii. Er ontbreekt een 'luisterend oor' als het gaat om het ontvangen, interpreteren en gebruiken van gegevens met betrekking tot kritikaliteit en leveringszekerheid. Zonder verzamelpunt van actuele gegevens biedt ook het rapporteren geen directe meerwaarde voor het monitoren of aanpassen van het CE-beleid.
- iii. Voor het daadwerkelijk en beleidsmatig operationaliseren van het begrip 'kritikaliteit' en 'leveringszekerheid' is een solide risicomangement nodig en met name een daarmee verbonden *'stappenplan voor overweging van beleid ter beantwoording van een bepaalde geopolitiek kwetsbare economische afhankelijkheid'*⁵
- iv. CE-beleid rond eventuele verbetering van leveringszekerheid is gebaat bij het ontwikkelen en hanteren van prestatiedoelen; deze prestatiedoelen zouden gericht moeten zijn op inspanningen en investeringen van overheden en bedrijfsleven, op de te ontwikkelen kennis en op het in kaart brengen van aard en omvang van leveringsproblemen.

Leveringszekerheid moet echter eerst door beleidsmakers en industrie als een urgent probleem worden ervaren. De corona-pandemie heeft op Europese schaal en ook in Nederland het begrip 'strategische autonomie' op de kaart gezet, een begrip met een nog ruimere scope dan leveringszekerheid. De inval van Rusland in Oekraïne heeft dit besef van afhankelijkheid en de kwetsbaarheid van onze economie en de rol van leveringszekerheid daarin alleen maar doen groeien. De problemen rond leveringszekerheid worden nu gevoeld. Dat heeft bijvoorbeeld geleid tot een in de Tweede Kamer aangenomen motie (7 juni 2022) van Hagen (D66), Haverkort (VVD) en Mulder (CDA) die als volgt luidt:

- "De Kamer, gehoord de beraadslaging,
- constaterende dat de oorlog in Oekraïne en andere geopolitieke ontwikkelingen de leveringszekerheid van bepaalde grondstoffen onder druk zetten;
- overwegende dat deze grondstoffen een cruciale rol spelen bij belangrijke maatschappelijke transitie, waaronder de energietransitie;
- overwegende dat de overgang naar een circulaire economie kan helpen om grondstoffen beter veilig te stellen door bijvoorbeeld hergebruik en recycling;
- verzoekt de regering de strategische onafhankelijkheid van Nederland te vergroten door met de daarvoor relevante ministeries een grondstoffenstrategie te ontwikkelen, waarbij het strategisch versnellen van de circulaire economie, een groene-industriepolitiek en het veiligstellen van cruciale grondstoffen voor de energietransitie centraal staan, en gaat over tot de orde van de dag. "

Deze grondstoffenstrategie zou een bijdrage kunnen leveren aan de impasse rond het begrip leveringszekerheid: de recente gebeurtenissen hebben **geen helder beeld opgeleverd bij beleidsmakers over wat de gewenste mate van leveringszekerheid is voor de Nederlandse en Europese economie**. Welk effect rond leveringszekerheid willen we uiteindelijk bereiken? En wat is eigenlijk de huidige situatie? Wat doen partijen er nu aan om (in hun ogen) geen last te hebben van slechte leveringszekerheid.

⁵ Zoals verwoord in "Visie op strategische autonomie" opgesteld door het Ministerie van EZK, 2020

Ten aanzien van het monitoren van de ontwikkeling van leveringszekerheid is het onvoldoende (alleen) te focussen op te bereiken *effecten* (zoals een geringer aantal acute leveringsonderbrekingen in het Nederlandse bedrijfsleven), maar moet ook (en wellicht vooral) worden gekeken naar de *prestaties* die maatschappelijke spelers leveren om bij te dragen aan inzicht in en mogelijke verbetering van leveringszekerheid en de processen die die prestaties mogelijk maken. Als we weten of en in hoeverre Nederland investeert in middelen, activiteiten onderneemt en tot 'prestaties' (output) komt, is meer te zeggen over de kans dat de leveringszekerheid (en daarmee zelfs strategische autonomie of 'resilience') op termijn toeneemt.

In dit rapport doen wij suggesties hoe de monitoring van de benodigde middelen, activiteiten en daarmee behaalde prestaties verricht zou kunnen worden. Hierbij is het uitgangspunt dat beleid (ook) kan worden geëvalueerd op basis van prestatiedoelen, niet alleen van effectdoelen. De door ons voorgestelde manier hoe dit te doen wordt geïntroduceerd in **hoofdstuk 2** en verder uitgewerkt in **hoofdstuk 3**.

In **hoofdstuk 4** introduceren we inzichten rond supply chain risk management. Het uitgangspunt daarbij is dat slechts bij een professioneel opgezet risico-management t.a.v. leveringszekerheid een inschatting gemaakt kan worden van de benodigde inzet van middelen en actoren. Daarmee is die risico-inschatting een vereiste voor een adequate monitoring van beleid.

Naast het inschatten van de huidige leveringszekerheid, is het kunnen inschatten van toekomstige leveringszekerheid. Daarom is het inzicht krijgen in die toekomstige leveringszekerheid opgenomen als specifieke beleidsprestatie rondom leveringszekerheid. In **hoofdstuk 5** gaan we dieper in op enkele toonaangevende methoden om toekomstige grondstofvraag in te schatten. Op basis van deze bestaande methoden worden suggesties gezocht voor een periodiek uit te voeren evaluatie van de toekomstige vraag naar grondstoffen, halffabricaten en eindproducten.

In **hoofdstuk 6** komen we vervolg tot enkele aanbevelingen voor het vervolgonderzoek.

2 Leveringszekerheid verbeteren als beleidsproces

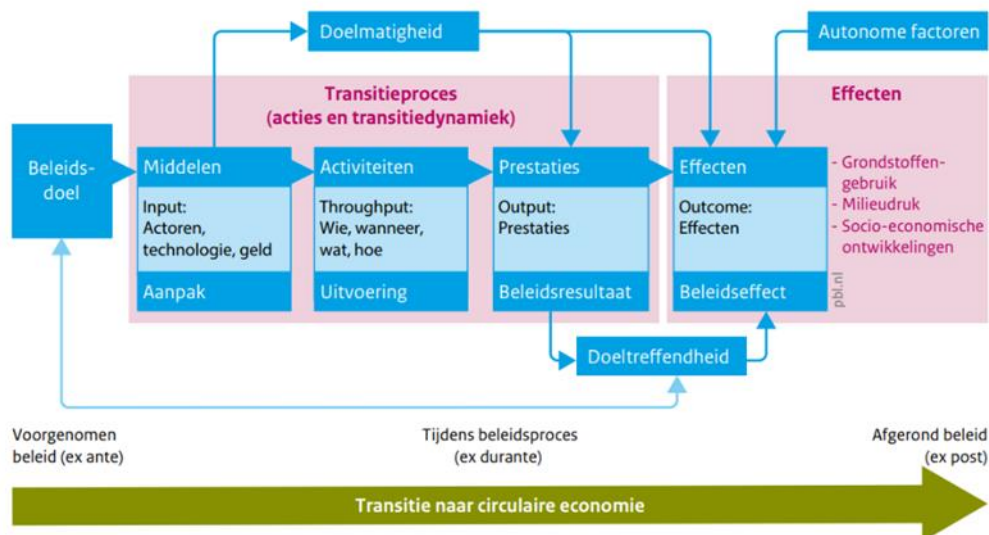
2.1 Leveringszekerheid: een gevolg van effectief beleid

Leveringszekerheid is momenteel vooral een zorg voor bedrijven die door bedrijven wordt opgepakt. De overheid speelt daar -met name op het gebied van materialen- op dit moment geen grote rol in. Het bedrijfsleven neemt vanzelfsprekend zijn eigen verantwoordelijkheid op het gebied van (korte-termijn-) leveringszekerheid. Activiteiten in het bedrijfsleven op het gebied van data-verzameling en risico-mitigatie (bijvoorbeeld door onderzoek naar leveranciers, voorraadvoering, technologische aanpassingen) kunnen als inspiratie dienen voor een praktisch overheidsbeleid. De rol van overheden zal vooral liggen in het scheppen van randvoorwaarden voor maatschappelijke actoren om hun kwetsbaarheid te kunnen verminderen. Dit kan liggen in diplomatieke activiteiten, ondersteuning op het gebied van onderzoek en ontwikkeling of het faciliteren van data-verzameling en kennisuitwisseling teneinde de informatie- en kennisbasis te versterken.

Voor zover we kijken naar de bijdrage die overheden (kunnen) leveren aan het verbeteren van de leveringszekerheid, kunnen we gebruik maken van het breed (onder andere door PBL) gehanteerde beleidsevaluatiekader (zie Figuur 1). Dit beleidsevaluatiekader geeft aan welke stappen in de ontwikkeling van beleid plaatsvinden en of het beleid doeltreffend is en/of het beleid doelmatig is uitgevoerd.

Op de eerste plaats is zicht nodig op het beleidsproces zelf (de ingezette middelen, de verrichte activiteiten en de geleverde prestaties). Op de tweede plaats is zicht nodig op de effecten van deze inspanningen. Het effect dat centraal staat in dit rapport is het effect van beleidsprocessen op leveringszekerheid en weerbaarheid van de economie.

Om de effecten te kunnen meten en uitspraken te doen over de doeltreffendheid van het proces, zijn er indicatoren nodig.



Figuur 1: beleidsevaluatiekader voor het meten van voortgang CE

In de volgende paragrafen lichten we toe met welke indicatoren het beleidsevaluatiekader rond leveringszekerheid zou kunnen worden opgesteld. Daarbij maken we gebruik van de systematiek die is opgesteld om de stand van zaken rond een Missiegedreven Innovatiesysteem (MIS) te beschrijven. We introduceren eerst dit MIS-raamwerk, waarna we tot verschillende typen indicatoren komen, gebaseerd op het MIS-raamwerk. Vervolgens gaan we in op het monitoren van de effecten van dit beleidsproces tot nu toe.

2.2 Monitoren van het beleid met behulp van een Missiegedreven Innovatiesysteem (MIS)-aanpak

In het kader van de ontwikkeling van het CE-beleid is door Potting et al.⁶ en door Lijzen et al.⁷ geconstateerd dat zowel het Rijksbreed Programma Circulaire Economie (2016) als de later ontwikkelde transitie-agenda's (op de terreinen Biomassa & Voedsel, Bouw, Consumptiegoederen, Maakindustrie en Kunststoffen) een grote hoeveelheid en sterk verschillende typen activiteiten omvatten. Het monitoren van de voortgang van het proces door deze activiteiten te 'tellen' heeft het risico in zich dat het een tamelijk willekeurig karakter kan krijgen (bijvoorbeeld innovatiesterkte door tellen van patenten, kennisontwikkeling door tellen van relevante curricula).

Deze schijnbare 'willekeur' verdwijnt als we ons realiseren dat al deze activiteiten zijn ingezet om te komen tot een transitie die zich laat beschrijven als een zogenaamd 'Missiegedreven Innovatiesysteem'. De basis van dit raamwerk is dat een innovatiesysteem bestaat uit verschillende elementen (actoren en instituties) die middels netwerken met elkaar verbonden zijn. Voor een goed werkend innovatiesysteem moeten meerdere processen plaatsvinden, die elkaar beïnvloeden en stimuleren. Voor een technologisch innovatiesysteem gaat het om zeven functies (Hekkert et al., 2007⁸), die voor het meer beleidsmatige en complexe kader van de CE-transitie zijn uitgebouwd naar het Missiegedreven Innovatiesysteem (MIS)⁹ met acht functies:

- i. Ondernemersactiviteiten: Experimenten om technologische en niet-technologise oplossingen te ontwikkelen, te leren, experimenteren met businessmodelinnovaties, productiecapaciteit opbouwen, het opschalen van nieuwe businessmodellen en het uitfaseren van bestaande businessmodellen die het voltooien van de missie belemmeren
- ii. Kennisontwikkeling: Leren door te zoeken en te 'doen', resulterend in nieuwe technische en sociaal-institutionele kennis om oplossingsrichtingen te ontwikkelen
- iii. Kennisuitwisseling in netwerken: Acties gericht op het verspreiden van technische en maatschappelijke kennis over missie-oplossingen en missie-voortgang tussen (groepen van) actoren zoals stakeholder vergaderingen, conferenties, openbare consultaties
- iv. Richting geven aan het zoekproces: consensus met betrekking tot de urgentie van de centrale missie en het niveau van prioritering ten opzichte van andere maatschappelijke problemen. Ook: Oplossingsgerichtheid bieden: Acties gericht op het inzichtelijk maken van mogelijke oplossingen, het afstemmen van verwachtingen met betrekking tot oplossingen of strategieën om uiteindelijk te convergeren rond oplossingsrichtingen
- v. Creëren van markten: en de vraag naar oplossingen, terwijl het draagvlak vermindert en markten destabiliseert voor bestaande praktijken die voltooiing van de missie belemmeren.
- vi. Mobiliseren van middelen: Mobiliseren van financiële, menselijke, materiële en infrastructurele middelen om de ontwikkeling en verspreiding van bijdragen aan de missie ondersteunen en tegelijkertijd middelen terugtrekken toegewezen aan praktijken die de voltooiing van de missie belemmeren.
- vii. Het creëren (en intrekken) van legitimiteit: het creëren van een ondersteunende sociaal-institutionele omgeving voor oplossingen die bijdragen aan de voltooiing van de missie,

⁶ Potting, J., Hanemaaijer, A. (eds.), Delahaye, R., Ganzevles, J., Hoekstra, R., Lijzen, J. (2018), Circulaire economie: Wat we willen weten en kunnen meten. Systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland, Den Haag: PBL, CBS, RIVM. PBL-publicatienummer: 2970, RIVM rapportnummer 2017-020.

⁷ J.P.A. Lijzen, T. Bastein, A.R. van Bruggen, A. Hollander, M.A. van Kuppevelt, E. Rietveld, J.V. Zwartkruis, Inzicht in beleidsacties richting een Circulaire Economie; Monitoring van acties en verkenning van transitie-indicatoren per prioritaire keten, RIVM-briefrapport 2020-0078

⁸ Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. H. M. (2007). Functions of Innovation Systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>

⁹ Remi Elzinga, Matthijs J. Janssen, Simona Negro, Marko Peter Hekkert (Utrecht University Copernicus Institute of Sustainable Development), Mission-oriented Innovation Systems Dynamics in the Circular Economy, Paper presented at DRUID21 Copenhagen Business School, Copenhagen, Denmark, October 18-20, 2021

door middel van het verhogen van bewustzijn voor de missie en oplossingen en lobbyen voor middelen en ondersteunend beleid in lijn met de missie (en verminderen van draagvlak uit praktijken die de missie belemmeren).

- viii. Coördinatie en bestuurlijke reflectie: Door afstemming worden activiteiten tussen verschillende actoren in het MIS op elkaar afgestemd en leiden daarmee tot versnelling. Deze functie richt zich op inspanningen van overheids- en particuliere organisaties om de verschillende acties die worden ondernomen om de transitie te versnellen, te sturen en op elkaar af te stemmen, de voortgang te bewaken.

Door de voortgang van de 8 MIS-functies te volgen op basis van (onder andere) de hier onder beschreven indicatoren en interviews met betrokkenen uit het innovatiesysteem kan inzicht verkregen worden over de wijze waarop het MIS zich ontwikkelt. Dit inzicht biedt beleidsmakers en andere betrokkenen de mogelijkheid om gerichte actie te ondernemen (beleidsinzet) op het wegnemen van barrières of anderszins het innovatiesysteem te stimuleren.

De ontwerpers van het MIS hebben een voorzet gedaan voor de aard van de indicatoren die inzicht kunnen geven in de status van een MIS-functie¹⁰. In het geval van onderstaande tabel gaat het specifiek over indicatoren gericht op de transitie naar een meer circulaire economie. In het volgende hoofdstuk van dit rapport zullen we inzoomen op indicatoren gericht op het verbeteren leveringszekerheid en de bredere strategische autonomie/'resilience'.

Tabel 1 Voorbeelden van indicatoren in het MIS framework van Hekkert et al.

MIS-functie	Voorbeeld indicatoren geënt op een transitie naar een circulaire economie
Functie 1: ondernemers-activiteiten	aantal nieuwe bedrijven dat begint met experimenteren met nieuwe technologie; aantal circulaire pilots en projecten gestart of gestopt
Functie 2: kennisontwikkeling	aantal onderzoeksprojecten en publicaties, aantal patenten, hoeveelheid actieve onderzoekers, investering in kennisontwikkeling
Functie 3: kennisuitwisseling	aantal workshops, conferenties, samenwerkingsverbanden, deelnemers aan convenanten: bijvoorbeeld grondstoffenakkoord, #lokale netwerken
Functie 4: richting geven aan het zoekproces	aanwezigheid van specifieke beleidsdoelen, verwachtingen over technologie geuit in de media en beleidsdocumenten, mate waarin uitdaging op de agenda staat van relevante organisaties (prioriteit), benoemen uitdaging in strategie van brancheorganisaties; Maatschappelijke discours in media rond specifieke oplossingen; Stimulerende wet- en regelgeving voor specifieke oplossing
Functie 5: creëren van markten	Regelgeving die verplicht om oplossingen toe te passen; Fiscale of subsidie instrumenten die oplossingen financieel aantrekkelijker maken / stimuleren; standaarden / labels die oplossingen onderscheidend maken en adoptie stimuleren / verplichten
Functie 6: mobiliseren van middelen	Beschikbaar stellen van financiële middelen voor innovatie, onderzoek, pilots, investeringen door overheden, bedrijven en andere organisaties; Opleiden en beschikbaar maken van personeel met juiste kennis en capabiliteit; Beschikbaar stellen van benodigde infrastructuur en grondstoffen
Functie 7: creëren van legitimiteit	Lobby en media uitlatingen die dienen om angst / weerstand rond nieuwe trajecten te verminderen; Balans in lobby activiteiten voor en tegen de missie met bijbehorende oplossingen
Functie 8: Coördinatie en bestuurlijke reflectie	Vorming van coalities rond de transitie; Ontstaan van leidende organisaties die het veld samenbrengen; Strategische documenten die verschillende

¹⁰ R. Elzinga, S.O. Negro, M. J. Janssen, J. H. Wesseling & M.P. Hekkert., Working paper: Het Missie-gedreven Innovatiesysteem: Uitbreiding 'Technologisch Innovatie Systeem'-raamwerk ter monitoring van de Circulaire Economie, 2020

	oplossingsrichtingen vergelijken / analyseren; Ontstaan van coherente visies op de transitie
--	--

De voordelen van het hanteren van de MIS is op de eerste plaats de mogelijkheid het proces in de komende jaren eenduidig te kunnen volgen en te benchmarken met activiteiten in andere landen en op de tweede plaats het aansluiten bij een framework dat in het kader van de Integrale CE Rapportage breder wordt ingezet¹¹.

2.3 Monitoren van leveringszekerheid tot nu toe

Tot op heden is de relatie tussen mogelijke beleidsinzet en de gevolgen voor leveringszekerheid niet gelegd.

Tot nu toe is in de literatuur rond leveringszekerheid (al dan niet in het kader van circulaire economie) de aandacht vooral uitgegaan naar het begrip ‘kritikaliteit’ van grondstoffen. De meest gebruikte indicatoren voor het bepalen kritikaliteit van (in het algemeen) grondstoffen zijn concentratie van herkomst, het gemak van substitutie, het bestaan van recycling en de mate waarin handelsrestricties worden gehanteerd. Het verbeteren van leveringszekerheid wordt dan in verband gebracht met het werken aan verminderde kritikaliteit van grondstoffen of het minder gebruik maken van kritieke grondstoffen. Dit leidt echter niet per se tot het verbeteren van de leveringszekerheid van een economie¹², of tot een beleidsperspectief.

In het eerder genoemde rapport “Kritikaliteit van grondstoffen: ontwikkeling en operationalisatie”¹³ werd ingegaan op het tamelijk statische karakter van veel indicatoren die inzicht geven in de mate van kritikaliteit van grondstoffen. Veel indicatoren zijn niet geschikt om de impact van beleid te kunnen toetsen. Een aantal indicatoren representeert eerder een materiaaleigenschap: ze zijn bijvoorbeeld gerelateerd aan de samenstelling van erts en de aard van de mijnbouw.

Een aantal andere indicatoren is in de afgelopen decennia vrij statisch gebleken (herkomst import, type gebruik van grondstoffen, World Governance Index score van landen etc.), maar deze zouden op termijn d.m.v. verschillende beleidsactiviteiten kunnen worden beïnvloed. Zo zou buitenlands beleid gericht kunnen zijn op het verbeteren van de kwaliteit van bestuur van landen of op het voorkómen van exportrestricties (of de mate waarin Nederland daar last van heeft). Zelfs de mate van recycling kan op termijn mede door overheidsbeleid veranderen.

Tenslotte zijn er indicatoren in de eerdergenoemde rapportage geïntroduceerd, gelieerd aan de PMI, de Procurement Managers Index, die een zeer actueel beeld geven van leveringszekerheid (eerder van producten en halffabrikaten dan van grondstoffen) en van de acties die bedrijven ondernemen om leveringszekerheid op peil te houden (zoals voorraadvorming). In die zin is het verloop van de PMI niet alleen relevant voor onze analyse maar ook beïnvloedbaar door actoren.

Een hogere leveringszekerheid (als effectdoel) kan -gebruikmakend van de bestaande indicatoren- bijvoorbeeld worden bereikt door:

- Als economie na te streven minder afhankelijk te zijn van de import van kritieke grondstoffen (of halffabrikaten waarin deze grondstoffen een belangrijke rol vervullen) (bijvoorbeeld door na te gaan in hoeverre circulariteit die behoefte vermindert).
- Als bedrijfsleven door inkoopbeleid minder gevoelig te zijn voor leveringsissues.

¹¹ Zie onder andere de PBL-publicatie Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021, p.132

¹² Zie daarvoor uitgebreide beschouwingen in het voorgaande rapport “Kritikaliteit van grondstoffen – ontwikkeling en operationalisatie”, TNO 2021 R10515

¹³ Ton Bastein, Thomas Hajonides van der Meulen, Elmer Rietveld, Kritikaliteit van grondstoffen – ontwikkeling en operationalisatie, TNO 2021 R10515

- Bijdragen te leveren aan de 'verbetering' van relatief statische indicatoren zoals het stimuleren van mijnbouw in meer landen, het verbeteren van de relaties en de governance van mijnbouwlanden, het verbeteren van recyclingpotentieel, het actief voorkómen van handelsrestricties in internationaal verband, etc.
- Actief bij te dragen aan een bredere bewustwording bij bedrijfsleven van het begrip leveringszekerheid en de rol die kritikaliteit van grondstoffen (en halffabrikaten) daarin spelen.

Wat in eerder werk ontbreekt is een samenhangende monitoring van de inspanningen en activiteiten die zouden moeten leiden tot deze mogelijke effecten, een lacune waarin dit rapport wil voorzien.

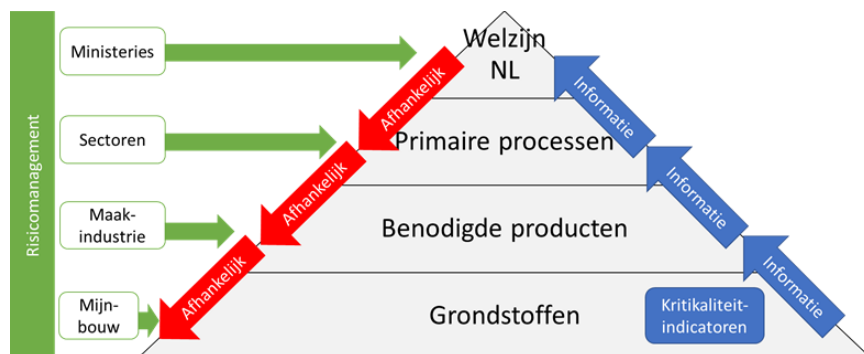
2.4 Indicatoren t.b.v. een verbeterde leveringszekerheid gaan verder dan informatie over grondstoffen alleen

Het hanteren van de MIS systematiek geeft richting aan de aard van de indicatoren die gewenst zijn om de beleidsinzet en andere maatschappelijke inspanningen te kunnen volgen.

Verder volgt uit het beleidsevaluatiekader van CE (zie Figuur 1) dat de indicatoren (die behoren bij een specifieke functie uit het MIS) inzicht geven in de inzet van middelen, het opzetten van activiteiten, de geleverde prestaties (output), en mogelijk de 'intermediate outcome' en het effect. Nuttige transitie-indicatoren voor actiemonitoring zouden zich moeten richten op *het meetbaar maken van de prestatie die het directe gevolg is of het doel is van een geformuleerde actie*. Ideale indicatoren richten zich dan ook op het resultaat van de activiteiten: de output.

Tot slot is het van belang om indicatoren voor beleidsprestaties te verbinden aan maatschappelijke thema's die breder zijn dan aan grondstoffen alleen. Uit het eerder aangehaalde werk (Bastein et al. 2021) is de discussie rond leveringszekerheid verbreed tot een hiërarchisch verband tussen grondstoffen, producten, processen en daarmee bredere welvaart, zie Figuur 2.

Uit de PMI-rapportages van NEVI (de beroepsorganisatie voor inkopers) blijkt al dat leveringszekerheid grotendeels geen grondstofkwestie is, maar een zeer breed scala aan producten en halffabrikaten betreft, een conclusie die ook al eerder werd getrokken door TNO en M2I (2012)¹⁴.



Figuur 2 Verband tussen brede welvaart en leveringszekerheid van grondstoffen

Effect-indicatoren zullen zich daarom ook kunnen richten op economische parameters voor zover die te relateren zijn aan de inzet van kritieke grondstoffen of eventueel achterblijvende leveringszekerheid.

¹⁴ Derk Bol en Ton Bastein, Kritische materialen en de Nederlandse technologische industrie, april 2012

3 Indicatoren voor beleidsevaluatie: een eerste voorstel

3.1 Overzicht indicatoren voor beleidsevaluatie

Op basis van de overwegingen in hoofdstuk 2, is een lijst indicatoren opgesteld in Tabel 2, ten behoeve van het monitoren van middelen, activiteiten en prestaties. Hierbij is zowel de structuur van het MIS als de systematiek van het beleidsevaluatiekader gehanteerd. De lijst indicatoren is deels gebaseerd op de actiemonitoring van (Lijzen et al. 2020)¹⁵. Het is nadrukkelijk geen uitputtende lijst indicatoren. Vervolgactiviteiten zullen duidelijk moeten maken of de gesuggereerde indicatoren inderdaad 'meetbaar' zijn en een zinvolle indicatie vormen voor de bedoelde beleidsevaluatie.

In tabel 3 zijn indicatoren opgenomen die inzicht geven in de (specifieke en directe) outcomes en (bredere) effecten op leveringszekerheid en economie en die gangbaar zijn in onderzoek naar kritikaliteit, handelseconomie en concurrentiekracht (Graedel et al. 2015¹⁶; Blengini et al. 2017¹⁷; Halkos et al. 2021¹⁸; Taques et al. 2021¹⁹; Eriksson et al. 2020²⁰).

Een onderbouwing en beschrijving van diverse indicatoren is te vinden in paragrafen 3.2 en 3.4.

¹⁵ <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0078.pdf>

¹⁶ <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1500415112>

¹⁷ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC105697>

¹⁸ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221015012>

¹⁹

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2444569X19300605?token=73402940198F75EF61BB786DA802ADAA56912E6DFBD83898A0E4E82564AFD3CA960BD3FB13FE15DBBDE012DE69BD3738&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220620211717>

²⁰ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261560620302102>

Tabel 2: Suggestie voor indicatoren voor het monitoren van het transitieproces gericht op leveringszekerheid, gebruikmakend van MIS-systematiek

Aard indicator (zie beleidsevaluatiekader)			
Functie uit het MIS	middelen	activiteit	prestatie
F1:ondernemersactiviteiten	Investerings bedrijfsleven in kapitaal (systemen, kennis, tools, voorraden etc.) en menskracht t.b.v. leveringszekerheid	Inkoopmanagement onderhouden	Inkoopmanagement geïmplementeerd, voorraadvorming, supplier-onderzoek, etc.
F2:kennisontwikkeling	Investerings universiteiten en hogescholen in (onderzoek naar) leveringszekerheid	Opgezette projecten en studies op basis publiek geld met oormerk leveringszekerheid	Aantal publicaties (academisch, NGO, kennisinstellingen)
F3:kennisuitwisseling		Aantal evenementen rond leveringszekerheid	
F4:richting geven aan het zoekproces	Investerings in tools en platforms door overheid	- Activiteiten rond GrondStoffenScanner (aantal reacties, aantal vragen n.a.v. gebruik) - Opzet Nederlands kennisplatform/research hub voor 'leveringszekerheid'	Awareness bij bedrijfsleven
F5:marktforming			-Strategische allianties NL of EU met 3rd countries -Bijdrage overheden en bedrijfsleven aan toename recycling- graad
F6:mobiliseren van middelen	Investerings Rijksoverheid en Rijkskennisinstellingen in (onderzoek naar) leveringszekerheid (m.n. BuZa, internationale handel, EZK)		Directe ondersteuning (data, informatie, kennis) door Rijksoverheid
F7:weerstand/lobbykracht		Activiteiten brancheverenigingen en NGO's nationaal (bijvoorbeeld NEVI, FME, IMVO) en internationaal (bijvoorbeeld WTO, WRI, WEF)	
F8: coördinatie		- Modereren en beantwoorden van vragen bedrijfsleven aan branche-organisaties, kennisinstellingen, NGOs - Interdepartementaal overleg t.a.v. strategische autonomie	

3.2 Indicatoren voor beleidsevaluatie: verdere introductie en stand van zaken anno 2022

In deze paragraaf wordt een aantal (complexere) indicatoren uit Tabel 2 en **Error! Reference source not found.** nader toegelicht. De overige indicatoren (zoals gebruik GrondStoffenScanner, en bijdrage aan recycling) zijn eenduidiger en worden daarom niet toegelicht.

3.2.1 Investerings Rijksoverheid en Rijkskennisinstellingen in (onderzoek naar) leveringszekerheid

Waarom deze indicator?

Om de economie minder kwetsbaar te maken voor leveringsonderbrekingen zou de overheid een pro-actieve rol kunnen spelen, en de verantwoordelijkheid niet alleen bij het bedrijfsleven hoeven te laten. Die rol kan gebaseerd zijn op het besef dat problemen met betrekking tot leveringszekerheid niet (alleen) kunnen worden opgelost door de vrije-markt-economie, waarin geschillen via WTO-arbitrage worden opgelost. Daar waar het bedrijfsleven investeert in inkoopprocessen en het mitigeren van risico's op korte termijn, zou de overheid (en de aan haar gelieerde kennisinstellingen) inspanningen kunnen verrichten om de leveringszekerheid op lange termijn te monitoren en activiteiten te ondernemen om deze te borgen of te verbeteren.

Deze inspanningen kunnen een breed scala aan activiteiten beslaan die nationaal en internationaal gericht kunnen zijn:

- Nationaal kan interdepartementaal overleg worden opgezet om het Rijksbrede streven naar meer strategische autonomie vorm te geven
- De rol van de Geologische Dienst in het licht van leveringszekerheid kan worden vormgegeven, zoals dit in Frankrijk, Duitsland, Denemarken en enkele andere landen in EU ook gangbaar is.
- Internationaal is de betrokkenheid van Nederland bij tal van internationale organisaties die op enigerlei wijze te maken hebben met leveringszekerheid een belangrijk actiepunt. Daarbij kan gedacht worden aan de activiteiten binnen industriële brancheorganisaties en de Europese Unie (*European Innovation Partnership on Raw Materials* EIP-RM, EIT Raw Materials), de OECD, de G7, Het WEF etc.

Leveringszekerheid en strategische autonomie in de EU

In september 2020 presenteerde de Europese Commissie een plan om de afhankelijkheid van buitenlandse partners voor kritieke grondstoffen te verminderen¹ en een beleid van 'open strategische autonomie' uit te voeren. Het jaar daarop in september 2021 werd een *strategic foresight report*¹ geleverd met het statement dat de schaarste in kritieke grondstoffen zal toenemen. Voornamelijk vanwege toenemende behoefte aan elektrische producten zoals lithium-batterijen voor groene energie en elektrische voertuigen en bouwstoffen voor drones, maar ook omdat meer dan de helft van de kritieke grondstoffen buiten de EU worden gedolven. De zorg bestaat dat de stijgende vraag naar kritieke grondstoffen naar verwachting zal samenvallen met een toenemende bereidheid van grote leveranciers (onderstaande figuur) om exportbeperkingen op te leggen.¹ Dit overzicht is verkrijgbaar via het *European Innovation Partnership on Raw Materials* (EIP-RM); een stakeholder platform voor het inzichtelijk maken van het *Raw Materials Initiative* (RMI). Hier wordt het beleid rondom metalen, mineralen en biotische materialen vertaald in concrete doelen, prioriteiten en acties. Opvolgend aan dit platform en het *strategic foresight report* van 2021 zijn er in november 2021 *resilience dashboards* opgezet voor de EU. Deze dashboards analyseren de data van 2017-2020 met een brede set aan indicators, zoals *import dependence for energy materials* and *metal footprint per capita*. Zo worden de relatieve sterke en zwakkere punten binnen EU grondstof en kennis management weergegeven in onderstaande figuur¹. Concluderend kunnen we zeggen dat er meerdere monitorende activiteiten zijn binnen de EU voor kritische kennis en grondstof management, maar dat het platform en dashboard een van de weinige actieve management-tools zijn.

Op deze wijze kan Nederland invloed uitoefenen op zelfs tamelijk statische parameters als de relatie met bronlanden, de kwaliteit van bestuur in die bronlanden, de mate van recycling in Europa en de ontwikkeling van mijnbouw in meer landen.

Het eventueel (in EU-verband) aangaan van strategische allianties kan één van de ‘prestaties’ zijn die het gevolg zijn van deze inspanningen.

Data voor deze indicator:

Op dit moment wordt geen systematisch onderzoek gedaan naar de intensiteit waarmee de overheid zich richt op leveringszekerheid. Gezien de mogelijk brede aard van de activiteiten zou de scope van beleidsinspanningen t.b.v. leveringszekerheid nog moeten worden vastgesteld. De huidige data geven een gefragmenteerd beeld van enkele bekende inspanningen (ad-hoc onderzoek, instandhouding Grondstoffenscanner). Betere monitoring zou op de volgende wijze plaats kunnen vinden:

- Data kunnen worden verkregen via gerichte enquêtes onder de meest betrokken ministeries EZK, LNV, BuZa, OCW, I en W.
- De hoeveelheid ingezette middelen voor onderzoek (indicator: “Opgezette projecten en studies op basis publiek geld met oormerk leveringszekerheid”) zou m.b.t. bijvoorbeeld RVO gemonitord kunnen worden.
- De budgetten die Rijkskennisinstellingen vrijmaken om aan datavoorziening te werken bijvoorbeeld is een relevant gegeven voor deze indicator. De publicaties die in het kader hiervan verschijnen dragen bij aan de indicator
- Daarnaast horen de Rijksinvesteringen in onderzoek door onderzoeksinstituten of consultants betrokken te worden bij deze indicator.

Leveringszekerheid in het werkprogramma monitoring en sturing

Het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023 is een samenwerkingsverband van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), het Centraal Planbureau (CPB), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), RVO.nl, Rijkswaterstaat en TNO onder leiding van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Ieder jaar brengen deze instituten meerdere rapporten uit, waaronder een 2-jaarlijkse CE Rapportage, met als doel de voortgang van de transitie te monitoren, het circulaire-economiebeleid te evalueren en de overheid te voorzien van de kennis die nodig is om het beleid vorm te geven of bij te sturen.

Een van de werkpakketten onder dit programma betreft “Grondstoffen en effect monitoring”, waarin de effecten van het grondstofgebruik op milieudruk en leveringszekerheid geanalyseerd worden. Relevante activiteiten binnen dit werkpakket wat betreft leveringszekerheid zijn als volgt:

- Ontwikkeling GRIS (RIVM, CBS, TNO, CML, RVO)
- Ontwikkeling/monitor indicator kwaliteit/ZZS (RIVM)
- Ontwikkeling indicator kritikaliteit (TNO)
- Update materialenmonitor (CBS)
- PvA dataverzameling inzet secundaire materialen (CBS, RWS, RIVM, Circle Economy)
- Uitbreiding inventarisatie voorraden (CML, CBS). ee

Huidige stand van zaken

Er worden al enkele jaren en op ad-hoc basis investeringen gedaan rond het begrip kritikaliteit en leveringszekerheid. Voorbeelden daarvan zijn.

- Activiteiten rondom “grondstoffenplein” van Grondstoffenscanner:
 - o eind 2017 gelanceerd; komende jaren vertaald naar Engels en verder uitgebouwd.
 - o Beheerd door RVO: jaarlijks budget voor actualisatie 35k in 2020 en 30kEUR in 2021. (Website RVO GSS); daarnaast investeert RVO in DICTU voor de operationele onderhoud, implementatie van nieuwe data en analyses en bijwerken van backlog gegevens.
- Investerings in onderzoek door de ministeries van I&W en EZK (monitoringsprogramma CE, UPCM). Deze bedragen 95kEUR in 2020, 10kEUR in 2021 en 40kEUR in 2022. (Website MSCE)
- Investerings in Rijkskennisinstellingen (bijvoorbeeld GDN, RIVM) De investeringen vanuit de GDN zijn niet beschikbaar. De investeringen van het RIVM in onderzoek naar leveringszekerheid bedroegen 20kEUR in 2020, in relatie tot een specifiek onderdeel van het GRIS (Van Bruggen et al. 2022)
- (Mogelijk toekomstige) uitgaven Rijksoverheid voor het opzetten van een platform leveringszekerheid en risicomangement. Deze ondersteuning wordt sinds 2021 verkend. Via Invest NL en het Groeifonds worden investeringsmogelijkheden onderzocht. Dit heeft zich nog niet vertaald in directe ondersteuning.
- Daarnaast wordt er internationaal en in EU-verband geïnvesteerd in beleidsactiviteiten die kritikaliteit of leveringszekerheid als thema hebben. Voorbeelden van die activiteiten zijn ondergebracht in Tabel 3.

Tabel 3 Voorbeelden van internationale beleidsactiviteiten rond leveringszekerheid

Actor	Middelen	Activiteiten	Prestaties
Europese Commissie	budget JRC Ispra Onderzoeksprogramma's (o.a. EIT RM) Budget DG Grow	Onderzoek en data-verzamelen Onderzoeksprogramma's opzetten HORIZON Europe	RMIS (Raw Material Information System) Rapporten o.a. CRM lijsten
Duitsland	Budgetten EZ voor DERA	DERA-onderzoek	Rapporten Workshops voor industrie RoSys informatieve website
Verenigde Staten	Defense Logistics Agency USGS	Dataverzameling en risico-analyse	Publicatie Mineral Commodity Summaries Beleidsadviezen m.b.t. Strategic stockpile

3.2.2 Investerings in (onderzoek naar) leveringszekerheid van universiteiten en hogescholen

Waarom deze indicator?

Wereldwijde handelsstromen -van grondstof tot eindproduct- vormen een complex onderzoeksterrein waarin modelvorming en instrumentontwikkelingen om waardeketens te kunnen volgen centraal staan. Alhoewel de ontwikkeling van productpaspoorten de komende jaren voor meer transparantie kan zorgen, vereist het academisch onderzoek om dieper inzicht te verkrijgen in handelsketens en de risico's daaromtrent.

Ook onderzoek naar de gevolgen van leverings(on)zekerheid voor het Nederlandse bedrijfsleven is een interessant en amper ontgonnen terrein. Op dit moment financiert de NEVI (Nederlandse Vereniging van Inkoopmanagement) een aantal leerstoelen, die echter niet per se gericht zijn op leveringszekerheid, maar op inkoopmanagement in meer algemene zin.

Data voor deze indicator:

Vanwege de mogelijk brede scope van dit thema is de inperking van het onderzoeksveld van belang om tot relevante monitoring te kunnen komen. Een begin zou gemaakt kunnen worden met de nu bekende onderzoeksgroepen, om van daaruit te komen tot een bredere selectie universiteiten en hogescholen die zich met dit thema bezig houden. Dit zal in eerste instantie via interviews met bekende groepen (zie hieronder) plaatsvinden.

Bij afbakening van de scope kunnen instrumenten gericht op literatuuronderzoek en citatie-indices worden ingezet om de ontwikkeling van publicaties op dit terrein te volgen. Daarmee is ook een beeld te verkrijgen van de ontwikkelingen in Nederland vergeleken met het buitenland.

Huidige stand van zaken:

In Nederland zijn vooral het Centrum voor Milieuwetenschappen (CML, Universiteit Leiden) en het Copernicus instituut (Universiteit Utrecht) toonaangevend op het gebied van leveringszekerheid. In de samenwerking Leiden-Delft -Erasmus is een nieuwe minor opgezet met als titel: “*Geo-Resources for the Future*”

3.2.3 Activiteiten brancheverenigingen en NGO's

Waarom deze indicator?

Tal van nationale en internationale organisaties hebben zich de afgelopen jaren bezig gehouden met het thema kritikaliteit en leveringszekerheid. Zij ontplooiën activiteiten die direct gericht zijn op vragen van leden en andere stakeholders. Naast de inhoud van hun output (voornamelijk rapporten en bijeenkomsten) is de mate van inspanning op dit thema een maat voor de zich ontwikkelende belangstelling voor leveringszekerheid.

Data voor deze indicator:

Desk research zal de basis vormen onder het identificeren van organisaties die zich nationaal en internationaal op dit vlak profileren. We denken aan het aantal conferenties, publicaties, expliciete vraagstelling en eventueel verleende hulp.

Naast het ‘administreren’ van de output, zal als onderdeel van continue monitoring via enquêtes en vraaggesprekken de mate van inspanning en de output van deze organisaties achterhaald dienen te worden.

Huidige stand van zaken:

- **Nationaal**
 - o De Nederlandse Vereniging van Inkoopmanagement (NEVI) was al eerder betrokken bij het (door TNO geleide en door het ministerie van EZK gefinancierd onderzoek Materialen in de Nederlandse Economie). De NEVI ondersteunt een aantal leerstoelen op het gebied van supply chain management en biedt inkopers gereedschappen en cursussen aan.
 - o Federatie metaal- en elektro-technische industrie (FME) heeft zich al jaren ingespannen voor de agendering van het thema leveringszekerheid, is deelnemer aan het uitvoeringsprogramma circulaire maakindustrie UPCM. De FME spant zich ook in op het gebied van Internationaal Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen

- VNO-NCW ondersteunt -vergelijkbaar als FME- de agendering van leveringszekerheid en is in het recente verleden meermaals betrokken geweest bij internationale missies op dat gebied (o.a. naar Duitsland en Marokko).
- **Internationaal**
 - World Trade Organization (WTO): bronlanden van kritieke grondstoffen kunnen via zgn. disputen door de WTO tot de orde geroepen kunnen worden. Deze disputen fungeren als een belangrijke indicator voor de mate waarin “grondstoffennationalisme” zich ontwikkelt.
 - Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO/OECD). De OECD doet met name studies naar Material Flow Analyses (en hoe dit soort methodieken ingezet kunnen worden om meer inzicht in leveringszekerheid te krijgen en deze te verbeteren) en naar responsible (mineral) supply chains. Relevante programma’s en publicaties zijn:
 - *“Material flows and resource productivity”*.
 - *Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas* – een gids voor responsible sourcing
 - “resilient supply chains”, een - web tool –voor beleidsopties
 - World Bank : heeft verschillende publicaties op het gebied van mijnbouw gepubliceerd en in 2009 de Supply chain security Guide
 - World Economic Forum: heeft verscheidene publicaties zoals
 - Advancing Supply Chain Security in Oil and Gas: An Industry Analysis | World Economic Forum (weforum.org)
 - How to tackle supply chain issues for the energy transition | World Economic Forum (weforum.org)
 - En organiseert daarnaast het “Shaping the Future of Energy, Materials and Infrastructure” Platform

3.2.4 Investeringsbedrijfsleven in kapitaal en menskracht t.b.v. leveringszekerheid

Waarom deze indicator?

Daar waar de Nederlandse Rijksoverheid tot op heden geen actief beleid heeft ontwikkeld rond leveringszekerheid, hebben bedrijven leveringszekerheid altijd al hoog in het vaandel staan. De afgelopen jaren is die leveringszekerheid onder spanning komen te staan, getuige de sterk toenemende levertijden zoals die maandelijks in de PMI, de Purchasing Managers’ Index, wordt gerapporteerd.

Voor een beter begrip van ondernemersactiviteiten op dit vlak (en dus ook van de mate waarin de economie als geheel gevoelig is voor leveringszekerheid) is inzicht nodig in de inspanningen en de kosten die gemoeid zijn met leveringsrisico’s. Deze inspanningen kunnen liggen in het mitigeren van deze risico’s, bijvoorbeeld door het aanleggen van voorraden, in het aannemen van personeel dat zich specifiek op deze inkoopproblematiek richt, het aanschaffen van tools of het inhuren van consultants om meer inzicht in de problematiek te krijgen.

Data voor deze indicator:

De PMI geeft geaggregeerde data over o.a. voorraadbeheer. Voor een beter inzicht in onderliggende problematiek zou een op sectoren gerichte data-verzameling te prefereren zijn.

Interviews met en surveys onder een geselecteerde groep bedrijven (in samenwerking met werkgeversorganisaties) zal inzicht geven in de inspanningen en kosten gemoeid met leveringsissues; het gaat dan niet alleen om de absolute inspanningen op een zeker moment, maar wellicht meer om de ontwikkelingen daar in.

Huidige stand van zaken

- De PMI geeft inzicht in de mate waarin bedrijven investeren in voorraadvorming ter mitigatie van leveringsissues en lange levertijden. Een nadere uitleg van het verloop van dergelijke investeringen is beschreven in de Bijlage.

3.2.5 Aantal evenementen rond leveringszekerheid

Waarom deze indicator?

Inspanningen van zowel overheid, kennisinstellingen, NGOs, consultants en bedrijven kunnen allemaal leiden tot bijeenkomsten waarin de voortgang of nieuwe inzichten rond kritikaliteit en leveringszekerheid wordt gedeeld.

Het volgen van het aantal evenementen (en bijvoorbeeld het aantal deelnemers) kan mogelijk ook gekoppeld worden aan externe fenomenen, zoals de COVID-crisis of de oorlog in de Oekraïne.

Data voor deze indicator:

Data voor het aantal evenementen moet afkomstig zijn uit desk research, webscraping en directe input van ervaringsdeskundigen

Meer details over deze bijeenkomsten dienen bij voorkeur door interviews en surveys te worden achterhaald.

Huidige stand van zaken

Een aantal recente bijeenkomsten (webinars) rond leveringszekerheid is als volgt:

- Verum en NEVI – “*Leveringszekerheid van grondstoffen, een zorg voor u?*” (2020?)
- Webinar *Grondstoffen, oorlog en de energietransitie* (april 2022)
- Presentatie *Metaalvraag van de energietransitie* (mei 2019)
- Klimaatakkoord: webinar over schaarse grondstoffen voor de energietransitie (2021)
- Webinars van UPCM
- TU Delft / VU / UU – *Hoe stillen we onze grondstofhonger?* (feb 2022)
- *Kritieke metalen voor de transitie naar een koolstofarme economie* (Artefact Leuven 2018)
- Rondetafelgesprekken Grondstoffen Oekraïne/Rusland/Wit-Rusland (VNO-NCW, maart 2022)

Met de nog te kiezen systematiek zal ook enkele jaren terug moeten worden gekeken en moeten worden onderzocht welke relatie te leggen valt met externe effecten (conflicten, natuurrampen, handelsbarrières, versnelling energietransitie).

3.3 Reflectie: behoefte aan indicatoren voor mitigatie-strategieën

De huidige prestatie-indicatoren zijn vooral gericht op het monitoren van bewustzijn en begrip en minder op het monitoren van tastbare adaptatie en mitigatie.

Eerst moeten we vaststellen wat bedoeld wordt met tastbare mitigatie van de risico's van leveringszekerheid. Veelgenoemde voorbeelden zijn acties zoals het vastleggen van Europese of nationaal bilaterale leveringsovereenkomsten, specifieke onderzoek naar vormen van substitutie²¹, het aanleggen van grondstofvoorraden, het financieren van verzekeringen om schadeposten als gevolg van leveringsonzekerheid te dekken, het publiek financieren/onderhouden van kapitaalgoederen/kritieke assets, het investeren in nieuwe basisindustrie of recyclingactiviteiten, het herstarten van mijnbouwcapaciteit binnen de EU, het inzetten op herontwerp om afhankelijkheden te verkleinen, etc.

²¹ (materiaal-voor-materiaal, product-voor-product, proces-voor-proces, functie-voor-functie)

De data en informatie om vanuit de Rijksoverheid tot dergelijke acties over te gaan ontbreken grotendeels op dit moment. De gebeurtenissen in 2022 laten zien dat een task force, gezant of onderzoeksteam vanuit de Rijksoverheid snel de juiste vragen kan stellen²², maar dat die vragen in het huidige institutionele landschap heel moeilijk vertaald kunnen worden naar haalbare, geïnformeerde en effectieve acties.

Met de meetbare prestatie-indicatoren zoals gepresenteerd in hoofdstuk 3 volgen we het proces waarmee data, informatie en kennis gegenereerd kan worden. Zonder dat proces zal de genoemde informatie om tot actie over te kunnen gaan niet ontstaan. Het specifieke proces omschrijven we als supply-chain risico management, wat in detail wordt toegelicht in hoofdstuk 4.

Met de juiste data, informatie en kennis stellen we publieke beslissers in staat om de direct mitigerende acties te nemen. Moeilijke vragen kunnen dan beter worden beantwoord en in actie worden vertaald, zoals: wat moet de prijs zijn bij het collectief inkopen van grondstoffen of halffabricaten? Op basis van welke prioriteiten (“merit order”) verdelen we nationaal ingekochte goederen? Hoe stemmen we binnen de EU eventuele bilaterale afspraken tussen lidstaten en “third-countries” af? Hoe kan de overheid contact tussen supply-chain professionals effectief faciliteren? Welke criteria worden toegepast op de verdeling van onderzoeksgeld op nationaal en Europees niveau als het gaat om materiaalkunde in de breedste zin van het woord? Welke economische, sociale en milieukundige impact vinden we acceptabel of wenselijk voor mijnbouwactiviteiten in Europa? Hoe delen we kennis met agentschappen/kennisplatforms in andere lidstaten en binnen de Europese Commissie?

Om nieuwe handelingsperspectieven voor de Nederlandse markt (en overheid) te creëren zijn de middelen, acties en prestaties zoals in dit hoofdstuk beschreven een noodzakelijke stap.

²² <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/russische-inval-in-oekraïne/economische-gevolgen>

3.4 Outcome -en Effect-indicatoren

Het evalueren van het Missiegedreven Innovatiesysteem is gericht op de middelen, activiteiten en prestaties van bedrijven, overheden en andere organisaties. Uiteindelijk moeten deze inspanningen leiden tot outcomes (dat wat de beleidsprestaties indirect zouden kunnen/moeten bereiken) en effecten (de gewenste uiteindelijke leveringszekerheid).

Tabel 4 Suggestie voor outcome- en effect-indicatoren

Fase in beleidsevaluatie	Omschrijving	Tijdshorizon (jaren)
Outcome	Afhankelijkheid Nederlandse import van landen met ongunstige WGI-score (World Governance Index)	5 jaar
Outcome	Afhankelijkheid Nederlandse import van landen die exportrestricties hanteren t.o.v. in totale import	5 jaar
Outcome	Ontwikkeling RecyclingInputrate (RIR) in NL van door EU aangeduide kritieke materialen	10 jaar
Outcome	Aantal handelsconflicten voorgelegd aan WTO (gerelateerd aan supply chain restricties) (met oog op economisch belang voor Nederland)	1 jaar
Outcome	Aantal 'klachten' van bedrijven bij branche-organisaties	1 jaar
Outcome	Omvang voorraden bij bedrijven en in NR	1 jaar
Outcome	Gemiddelde levertijd	1 jaar
Outcome	Aantal leveringsonderbrekingen	1 jaar
Effect	Handelsbalans goederen NL	n.v.t.
Effect	Aandeel agro-food & industrie in economie	n.v.t.
Effect	Aandeel agro-food & industrie in onderwijs en vacatures	n.v.t.
Effect	% van totale productgroepen onderdeel van de export (diversiteit)	n.v.t.
Effect	% groei van export in door GreenTaxonomy aangeduide sectoren/producten	n.v.t.
Doel	Leveringszekerheid	n.v.t.

In Tabel 4 zijn outcomes en effect-indicatoren genoemd. Ze zijn gebaseerd op gangbare indicatoren in kritikaliteits- en macro-economische studies. In deze paragraaf lichten we de aard van deze indicatoren en de relatie met leveringszekerheid nader toe. Vooral daar waar mogelijk en op langere termijn de overheid en het bedrijfsleven invloed kunnen hebben op nationale afhankelijkheid van kritieke materialen kunnen we spreken van een mogelijke 'outcome'-indicator: een indicator die in directe zin iets zegt over leveringszekerheid, maar nog niet over de uiteindelijke gewenste staat van leveringszekerheid voor de Nederlandse economie.

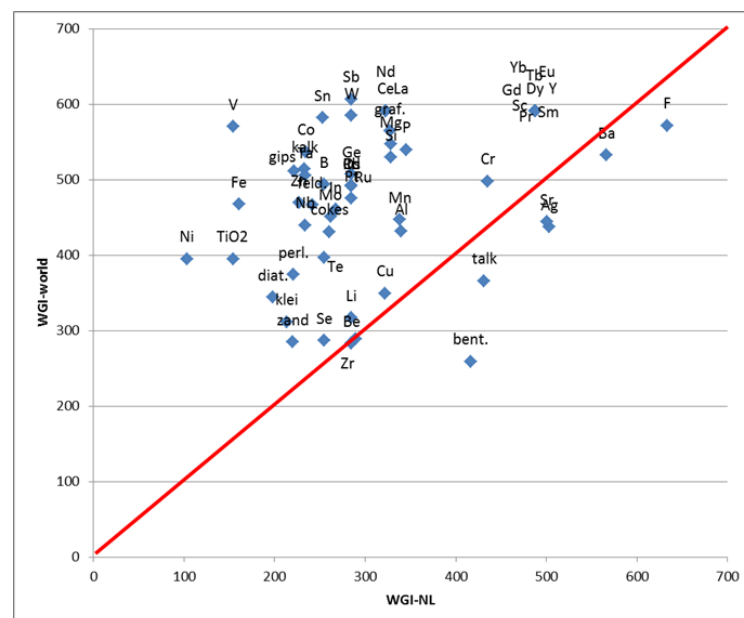
We hebben de volgende aan kritikaliteit gelieerde **outcome-indicatoren** opgenomen:

- Afhankelijkheid Nederlandse import van landen met ongunstige WGI-score (World Governance Index)
- Afhankelijkheid Nederlandse import van landen die exportrestricties hanteren t.o.v. in totale import
- Ontwikkeling RecyclingInputrate (RIR) in NL van door EU aangeduide kritieke materialen
- Aantal handelsconflicten voorgelegd aan WTO (Wereldhandelsorganisatie) (gerelateerd aan supply chain restricties) (met oog op economisch belang voor Nederland)
- Aantal 'klachten' van bedrijven bij branche-organisaties

- Omvang voorraden bij bedrijven en in Nationale Rekeningen (NR)
- Afhankelijkheid Nederlandse import van landen met ongunstige WGI-score (World Governance Index)

Leveringszekerheid en kritikaliteit hangen samen met hoeveelheid en diversiteit van bedrijven (en hun geografische locaties) die grondstoffen produceren en de aard en kwaliteit van bestuur van die bedrijven en landen. Alhoewel Nederland niet in staat is de concentratie van producerende landen te beïnvloeden, kan de keuze van de landen van waaruit import plaatsvindt wel een punt van overweging zijn. Overigens geldt dit alleen voor de stap in de supply chain die direct verbonden is met grondstoffen of met de eerste verwerkende stappen van zo'n grondstof (bijvoorbeeld: kopererts, geraffineerd koper, koperen draden of sheets). Daarmee kan immers gekozen worden voor partnerlanden met een stabielere of betrouwbaarder regering, en voor landen die geen track record hebben op het gebied van het instellen van export-beperkende maatregelen. Daarbij geldt dat het kiezen van bronlanden geen primaire verantwoordelijkheid is van de overheid: deze verantwoordelijkheid ligt in principe bij bedrijven. Als risicomonitoring uitwijst dat publieke interventie gewenst is, kan via lange termijn contracten en (handels)afspraken de samenstelling van de bronlanden veranderen. Dit is doorgaans een proces dat vele jaren kost. Het volgen van de eventueel verschuivende aard van de partnerlanden is daarmee een indicator voor eventueel ingezet beleid van Nederlands bedrijfsleven.

Een illustratie van een dergelijke analyse voor ruim 60 grondstoffen heeft TNO gepubliceerd in het rapport "Materialen in de Nederlandse Economie"²³. In Figuur 3 is de geschaalde World Governance Index WGI-score voor de landen waaruit Nederland importeert uitgezet tegen de gewogen geschaalde WGI-score voor de wereldwijde productie (NB: de WGI-schaling leidt ertoe dat een hogere WGI-score een slechtere score voor 'governance' representeert). Hieruit ontstaat het beeld dat de gewogen WGI-score van Nederlandse import beter (=lager) is dan de wereldwijde score. Dat betekent dat de Nederlandse import uit gemiddeld beter bestuurde landen komt.



Figuur 3 Vergelijking van de geschaalde en gewogen WGI voor import in Nederland vs. Globale herkomst grondstoffen

²³ Ton Bastein, Elmer Rietveld, TNO 2015 R11613 Materialen in de Nederlandse economie - Een kwetsbaarheidsanalyse - , 2015

De ontwikkeling van de Recycling Input Rate (RIR: de hoeveelheid materiaal in de productieketen dat afkomstig is van 'post consumer scrap') is aanzienlijk moeilijker te volgen: data op dit gebied zijn notoir slecht te verkrijgen. Een vaak gebruikte referentie is nog steeds het review-rapport van de UNEP uit 2011²⁴!

Afgezien daarvan is de ontwikkeling van deze RIR mogelijk wel een gevolg van Europees en nationaal beleid. Een verandering van de RIR is immers vooral te verwachten waar overheidsincentives of regelgeving (bijvoorbeeld rond recycled content) veranderen. Vanzelfsprekend is niet uitgesloten dat ook innovaties een rol kunnen spelen in het verhogen van de recyclinggraad. Een eventueel veranderende RIR is daarmee een outcome-indicator van beleid op dat vlak.

De **effect-indicatoren** beschrijven aspecten die een economie op macroschaal wil bereiken: een toekomstbestendige, weerbare en competitieve economie. De indicatoren hebben niet alleen betrekking op leveringszekerheid: ze beschrijven zaken die door tal van inspanningen (technische kennis, handelspolitiek, supply-chain management, commercie etc.) worden bereikt en waar uiteindelijk een goede leveringszekerheid een belangrijke bijdrage aan levert.

We hebben in **Error! Reference source not found.** de volgende aan kritikaliteit gelieerde effect-indicatoren opgenomen:

- Gemiddelde levertijd
- Aantal leveringsonderbrekingen
- Handelsbalans goederen NL
- Aandeel agro-food & industrie in economie
- Aandeel agro-food & industrie in onderwijs en vacatures
- % van totale productgroepen onderdeel van de export (diversiteit)
- % groei van export in door GreenTaxonomy aangeduide sectoren/producten.

Van alle effect-indicatoren kan worden gezegd dat ze een gewenste situatie kunnen beschrijven. De kortere gemiddelde levertijd is altijd beter dan een langere. Een gering aantal handelsonderbrekingen is altijd te prefereren boven een groot aantal. Het is voor een nationale economie altijd goed om een zo positief mogelijk handelsbalans te hebben, omdat een positieve handelsbalans algemeen aangenomen wordt als een maatstaf voor een concurrerende economie.

De al eerder aangestipte Purchasing Managers' Index PMI is een belangrijke effect-indicator die relevante korte-termijn-inzichten oplevert. De mate waarin een aantal voor de bedrijfsvoering relevante aspecten (levertijden, voorraadvorming, kostprijzen) van maand tot maand verandert geeft een uitstekend inzicht in de kwetsbaarheid van de Nederlandse industrie. Een uitgebreide beschrijving van de PMI en van het verloop van genoemde deelaspecten daaronder staat beschreven in de BIJLAGE: De Purchasing Managers' Index PMI: voorbeeld van een operationele grondstof-gerelateerde indicator.

Het aandeel maakindustrie in een economie is hier als indicator opgenomen omdat het vermogen om goederen te produceren een maatstaf is voor de veerkracht en de toekomstbestendigheid van een economie²⁵. Naast de omvang van de maakindustrie in het BNP nemen we ook aan dat een zo groot mogelijk aandeel van agro-food en industrie in het onderwijs duidt op een economie meteen zo groot mogelijke leveringszekerheid. De meest expliciete uiting van leveringszekerheid in de concurrentiepositie van de nationale economie komt voort uit de diversiteit van de export en de groei van productgroepen die door de Green Taxonomy worden aangeduid als onderdeel van

²⁴ UNEP-rapport Recycling Rates of Metals, editor: International Resource Panel; lead author: M. Reuter, 2011.

²⁵ <https://spectator.clingendael.org/nl/publicatie/nederland-met-industriepolitiek-20-eindelijk-bij-de-tijd>

de duurzaamheidstransities²⁶. In deze logica behoren bijvoorbeeld chemische producten of machines die hernieuwbare energie produceren wel tot gewenste productgroepen en bijvoorbeeld fossiele brandstoffen nadrukkelijk niet.

²⁶ https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

4 Focus op Risicomanagement

In vorige hoofdstukken is beschreven hoe leveringszekerheid als een beleidsproces kan worden beschouwd en gemonitord.

In dit hoofdstuk beargumenteren we dat dit proces kan worden opgepakt als een nationale en publieke vorm van *supply chain risk management* (“keten bevoorradingsrisico management”).

Om supply chain risk management te kunnen uitvoeren en de mate van investering daarin op rationele wijze te kunnen inschatten is het noodzakelijk om te beginnen met continue en systematische inspanningen om meer data en informatie te verzamelen. Deze data en informatie moet alle relevante aspecten van de vraag en aanbod van de grondstoffen, halffabricaten en eindproducten voor de Nederlandse economie beschrijven. Met voldoende informatie en kennis wordt de voorwaarde geschapen om actie te kunnen ondernemen; actie die de huidige situatie verandert en meer leveringszekerheid en uiteindelijk ook strategische autonomie creëert.

De prestatie-indicatoren zijn in de vorige hoofdstukken besproken. In dit hoofdstuk wordt verkend hoe het monitoren van deze indicatoren past in continu risicomanagement en het creëren van het “luisterend oor” voor de bijbehorende data en informatie. Allereerst bespreken we aanleiding en de term (supply chain) risk management. Dan beargumenteren we waarom supply chain risk management in deze situatie de juiste aanpak is. Vervolgens zetten we met een voorbeeld uiteen dat de indicatoren genoemd in hoofdstuk 3 de ondersteunende data levert, een framework, dat nodig is om de leveringszekerheid te verbeteren op basis van supply chain risk management.

4.1 Economische veiligheid en leveringszekerheid

Door de toegenomen globalisering, langere supply chain van producten en toegenomen economische afhankelijkheid van andere landen, zijn de economie en nationale veiligheid steeds meer verweven geraakt.

Nederland erkent dit en heeft daarom van economische veiligheid een belangrijke strategische prioriteit gemaakt. In haar Nationale Veiligheidsstrategie (2019) heeft ze de relatie tussen economische veiligheid en de veelomvattendere nationale veiligheid specifiek benadrukt. In opdracht van ministerie van EZK heeft RAND Europe van het Wetenschappelijk Onderzoek- en Documentatiecentrum in 2019 de opdracht gekregen om de economische veiligheid te onderzoeken. Van de zeven risico's geïdentificeerd in het rapport de '*Verwevenheid tussen economie en nationale veiligheid*'²⁷, gaan er drie over leveringszekerheid:

- Afhankelijkheid van natuurlijke grondstoffen: naar andere landen en actoren toe voor de toelevering van kritieke grondstoffen en energie.
- Leveranciersspecifieke afhankelijkheid: afhankelijkheid van bepaalde leveranciers voor de levering en het onderhoud van de kritieke infrastructuren en processen. Dit wordt verder versterkt door een tekort aan bepaalde vaardigheden en/of technologieën en gebrekkige concurrentie. Dit kan leiden tot een beperkte inspanning om de veerkracht van de kritieke infrastructuren, sectoren en processen te garanderen en daarnaast tot een stagnerende innovatie en R&D.
- Overheidsingrijpen: bestedingen, economisch beleid en regelgeving (of gebrek daaraan) door de overheid kunnen een grote invloed kan hebben op de kwaliteit, beschikbaarheid en veerkracht van de kritieke infrastructuren, sectoren en processen.

Opvolgend aan de nationale veiligheidsstrategie in 2019 is ook in 2020 door de Europese Commissie en EU Raad het onderwerp “strategische autonomie met behoud van de open

²⁷ L. Retter, E. Finking, S. Hoorens, A. Lynch, *Verwevenheid tussen economie en nationale veiligheid*, 2019

economie” als speerpunt geïdentificeerd. Bedreigingen die in staat zijn essentiële economische processen te treffen worden vervolgens in de Geïntegreerde Buitenland- en Veiligheidsstrategie Nederland van 2018- 2022 (GBVS) genoemd als één van de zes urgente bedreigingen voor de nationale veiligheid.²⁸

Leveringszekerheid lijkt daarmee een risicomanagement aanpak te verdienen, vergelijkbaar met bijvoorbeeld risico's zoals terrorisme, virusziekten en hoogwater. De zoektocht naar prestatie-indicatoren voor beleidsevaluatie rondom leveringszekerheid is daarop geënt.

4.2 Supply chain risk management of directe actie?

Nu de oorlog van Oekraïne en Rusland de olie-, gas- en graanprijzen heeft verhoogd en de beschikbaarheid van olie en gas vermindert, is leveringszekerheid in het dagelijkse leven zichtbaar geworden. Er is nog meer aandacht gekomen voor kritikaliteit en leveringszekerheid en dit verhoogt de druk om ook leveringszekerheid van kritieke materialen te verbeteren. Zoals uit het vorige paragraaf is gebleken, staat leveringszekerheid al sinds 2018 hoog op de Europese agenda. Als er al jaren bekend is dat we hier aandacht aan moeten schenken, waarom moeten we aan supply chain risk management doen om de transitie naar een meer leveringszeker proces te volmaken? Kunnen we niet meteen meer zeldzame grondstoffen kopen en nationale reserves aanleggen?

Op dit moment leggen we nationale strategische reserves aan van olie en gas. Nederland heeft als EU-land een voorraadplicht van olie, gebaseerd op internationale berekeningsmethoden van het IEA en de EU. Met de strategische voorraad kan Nederland in het geval van een oliecrisis bijdragen aan een gezamenlijke actie met OESO-landen. Ook levert het voorzieningszekerheid aan binnenlandse verbruikers van olie, zoals de industrie en transportsector. De minister van EZK kan de opdracht geven om (delen van) de voorraad in te zetten voor aanvulling van brandstoftekorten op de binnenlandse markt. Zo kunnen binnenlandse verbruikers erop vertrouwen dat er olieproducten voor hen beschikbaar blijven.²⁹ De strategische olievoorraden kunnen worden ook ingezet bij (inter)nationale olietekorten. Dit is nodig omdat olie een drijfveer is voor onze economie, en tekorten kunnen grote economische schade veroorzaken. Olie, vergelijkbaar met andere internationaal afhankelijke producten met een lange supply chain, kunnen tijdelijke verstoringen van de toevoer ervaren door bijvoorbeeld (geo)politieke spanningen, een natuurramp of oorlog.

De vraag is of we op basis van huidige inzichten en met de ervaringen uit het energiedomein kunnen besluiten of, hoe en waar het aanleggen van nationale reserves van zeldzame grondstoffen en materialen zinvol is. De uiterst complexe wereld van supply chains maakt het aannemelijk dat voordat dergelijke stappen raadzaam zijn er supply chain risk management nodig is om tot betere leveringszekerheid te komen.

In het rapport “Kritikaliteit van grondstoffen: ontwikkeling en operationalisatie” werd gesteld dat het operationaliseren van het begrip leveringszekerheid in feite neerkomt op het opzetten van een risicomanagement proces. De voorbeelden uit Tabel 3 laten zien dat verschillende landen elementen ontwikkelen die gezien kunnen worden als onderdeel van risico-managementproces: ze doen onderzoek op basis van indicatoren en rapporteren op basis van de prestatie van deze indicatoren op mogelijke risico's op het gebied van leveringszekerheid.

Een risico is een combinatie van de kans dat een nadelige gebeurtenis plaatsvindt en de impact die die gebeurtenis heeft voor de operatie in kwestie. Dat laatste kan zijn de continuïteit van de bedrijfsvoering (voor een bedrijf) of de lange termijn economische of strategische toekomst van een land. Risicomanagement bestaat vervolgens uit het afwegen van het risico tegen de

²⁸ *Verwevenheid tussen economie en nationale veiligheid* (L. Retter, E. Finking, S Hoorens, A. Lynch, 2019

²⁹ <https://cova.nl/voorraadplicht/> (22-6-2022)

inspanning en de kosten van de afdekking van dit risico. Deze berekening helpt ons de afwegingen te maken voor een brede range aan risico's waar een entiteit mee te maken kan krijgen. Risicomanagement zorgt er dus eerst voor dat de data (bijvoorbeeld over leveringszekerheid) beschikbaar zijn en geïnterpreteerd kunnen worden, maar vervolgens ook voor een afweging van impact en de benodigde resources voor het mitigeren van dergelijke risico's tegen andere risico's waar (in dit geval) het land mee te maken krijgt. Supply chain risicomanagement (in het Nederlands; keten bevoorradersrisico management) is van origine een bedrijfstak met als doel een bedrijf beschermen tegen externe marktinvoeden en de beheersing van risico's die de strategische, financiële en operationele doelstellingen bedreigen.³⁰ Supply chain risk probeert risico's in kaart te brengen en te mitigeren rondom materialen en (markt)informatie en het optimaliseren van financiële stromingen in het productieproces. Bijvoorbeeld de aanwezigheid van de benodigde grondstoffen op de markt, afhankelijkheden van een leverancier, stakeholdermanagement van leveranciers en oorzaken van prijsfluctuaties die de prijs van een ingekocht, opgeslagen of verkocht product kunnen beïnvloeden. Hieronder verstaan we producten; *a tangible item, that may be bought or sold; something produced for commerce*. Hieronder vallen ook zeldzame grondstoffen en materialen.

Ook EZK is bekend met een supply chain risk management aanpak; al benoemen zij dat niet expliciet. Zij publiceerde in 2020 een stappenplan rondom strategische autonomie waarin EZK een visie communiceert die sterk overeenkomt met supply chain risk management. In dat stappenplan wordt de afkadering van het doel (belang/goed/infrastructuur of dienst) als stap 1 ervaren, waarna de afhankelijkheid werd ingeschat aan de hand van afhankelijkheids- en schaarste indicatoren. Supply chain risk management start met een *Risk appetite statement*. Een *risk appetite statement* kan omschreven worden als 'de hoeveelheid en soort van risk dat een organisatie bereid is om te lopen met betrekking tot de strategische doelen.¹¹' In het kader van de Nederlandse staat, zou een voorbeeld kunnen zijn; hoeveel risico willen we lopen met betrekking tot de aanlevering van kobalt, lithium, grafiet en nikkel die we nodig hebben voor de productie en opslag van zon -en windenergie en dus het behalen van de groene energie doelstellingen? Een risk appetite statement concretiseert de risico tolerantie van een entiteit op de omzet (of leveringszekerheid) als onderdeel van een risico management strategie. Deze strategie is het plan om de gewenste situatie te bewerkstelligen met inachtneming van de risk appetite statement.

Vervolgens wordt er in een risico governance model aandacht gegeven aan de regulering van bovengenoemde doelstellingen en risico analyses met policies, mandaten en richtlijnen. Als laatste wordt de eigenaarschap van deze rechten en plichten vastgelegd in een *Risk operating model*. De volgende stap in het proces is het verminderen van de geïdentificeerde risico's door mitigerende maatregelen³¹.

³¹ Strategic commodity and cashflow at risk modelling for corporates. M. Pergler & A. Rasmussen. 2013.

(Supply chain) risk management en de vragen die het ons stelt

- Wat is ons doel?
- Hoe meten wij betrouwbaar of dit doel wel of niet wordt gehaald?
- Hoeveel zichtbaarheid hebben wij binnen onze bevoorradingsketen?
- Hoeveel risico willen wij lopen om dit niet te behalen?
- Hoeveel geld willen wij beschikbaar stellen voor het zekerstellen van het doel?
- Wie is er verantwoordelijk voor het behalen van dit doel?
- Wie gaat de activiteiten uitvoeren en hoe?
- Hoe kunnen we, op de voor ons beste manier, de risico's mitigeren?

Een voorbeeld van het verminderen van het risico voor het te duur aankopen en onjuiste aanleggen van reserves van een product is het bepalen van een referentieprijs; een herkenbare benchmark waaraan de kwaliteit en vraag/aanbod van een product zichtbaar is, onafhankelijk van de koper en verkoper¹¹.

Het probleem met het creëren van een benchmark is dat veel data inzicht vereist is over de (toekomstige) vraag, aanbod, voorraad, marktstructuur en competitie, kwaliteit van de informatie, en partnerschappen. En dit is nog niet beschikbaar voor grondstoffen, halffabricaten en eindproducten.

Om tot een gedegen risico-managementsysteem te komen (en dus ook een manier om bijvoorbeeld een inschatting te kunnen maken van de in Tabel 2 genoemde 'middelen') zoals dat rond energievoorraden wel bestaat, zullen we moeten investeren in 'intelligence'. Op dit moment is er geen centrale database of controle orgaan voor het verzamelen, ontvangen, interpreteren en gebruiken van gegevens met betrekking tot kritikaliteit en leveringszekerheid.

Het ontbreken van gegevens kan vervolgens in beleid resulteren dat gebaseerd is op subjectieve kwalitatieve data verzameld binnen steeds wisselende samenstellingen van onderzoekers en beleidsmakers.

De afwezigheid van het centraal op data gebaseerd en geïnstitutionaliseerd 'luisterend oor' heeft als gevolg dat er geen actieve implementatie is van een strategisch meerjarenplan voor de inschatten (en mogelijke verbetering) van leveringszekerheid. Op dit moment kunnen beleidsmakers risico's moeilijk inschatten of mogelijke mitigerende maatregelen nemen omdat we niet scherp hebben welke risico's we lopen en welke acties deze risico's zouden kunnen verhelpen.

Kortom: Als we naar een "leveringszeker" proces willen transformeren, is het opzetten van nationale inkoop, stock-management, assetmanagement een mogelijk gewenste "outcome", maar op dit moment hebben we te weinig informatie om op de juiste reserves en beleid te maken. Supply chain risk management in combinatie met de inzet van middelen genoemd in hoofdstuk 3 van dit rapport geeft ons een *framework* waarbinnen wij gericht beleid kunnen maken en risico's kunnen mitigeren.

5 Op weg naar gestandaardiseerde methodiek om toekomstige leveringszekerheid te bepalen

Deze studie geeft aanzetten voor methoden, die een beeld kunnen geven hoe we -als land en als onderzoekswereld- het begrip leveringszekerheid invulling zouden kunnen geven. Daarbij stelden we in eerdere hoofdstukken dat het niet alleen gaat om te kijken naar de inspanningen die de samenleving zich getroost om minder kwetsbaar te worden voor huidige leveringsonderbrekingen. De echte kwetsbaarheid zit mogelijk in toekomstige onbalans in aanbod van en vraag naar grondstoffen en halffabrikaten. Daarbij springt in de literatuur vooral de zorg om materialen t.b.v. energie-transitietechnologie in het oog. Beleid dat streeft naar een robuustere economie moet dus ook activiteiten in gang zetten die invulling geven aan die toekomstige ontwikkelingen.

Er zijn voldoende rapporten die wijzen op deze toekomstige onbalans, maar een van de uitdagingen is dat deze qua opzet nogal van karakter verschillen. Eenduidigheid van de activiteiten (één van de belangrijke pijlers onder het MIS) is gebaat bij eenduidigheid van inzichten, en die is er tot dusverre niet.

In dit hoofdstuk verkennen we enkele toonaangevende studies (en hun gekozen methoden) voor het ramen van de toekomstige globale grondstofbehoefte. Op basis van die inzichten zullen we een suggestie te doen voor een eenduidige en periodiek uit te voeren verkenning van de toekomstige vraag naar kritieke grondstoffen in de Nederlandse economie.

5.1 Inleiding: waarom de toekomst belangrijker lijkt dan voorheen

In de afgelopen jaren is het vermoeden gerezen dat een periodieke verkenning van de toekomstige materiaalvraag noodzakelijk is voor volwassenen economieën. (Tercero & Aguilar 2022³²).

Bij het uitvoeren van (actuele) kritikaliteitsstudies stond het heden doorgaans centraal. Het nadenken over toekomstige vraag werd veelal als te speculatieve activiteit beschouwd. Nu zijn (kwantitatieve) langjarige voorspellingen in een transitie ook notoir onbetrouwbaar gebleken (Hassan Qudrat-Ullah 2017)³³. Het vermoeden dat toekomstige ramingen toch relevant zijn blijft echter bestaan. Ter illustratie dit citaat van M. Bazilian van het Payne institute van de Colorado School of Mines: *“All future raw material demand predictions will turn out to be wrong, but it’s important that we make them”*. Dit hoofdstuk gaat er daarom van uit dat een verkenning van toekomstige vraag een noodzakelijke aanvulling is van beleid voor het versterken van leveringszekerheid.

De levering van grondstoffen aan de wereldeconomie is door velen als vanzelfsprekend aangenomen. Toch zijn er in de afgelopen decennia iconische bewustwordingsmomenten geweest, zoals die rondom de publicatie van de studie van de Club van Rome in 1972, de milieuwetten die volgden op het Brundtland rapport in 1987, de handelsconflicten tussen China en Japan in 2010, etc. Ondanks die momenten hebben besluitvormers met een politieke, economische en bedrijfsmatige achtergrond nauwelijks blij gegeven van de noodzaak om op een methodische wijze de toekomstige grondstofbehoefte van

³³ Hassan Qudrat-Ullah (2017) How to enhance the future use of energy policy simulation models through ex post validation, Energy, Volume 120, 2017, Pages 58-66, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.095>.

economieën in te schatten. De COVID-19-pandemie, de inval van Rusland in de Oekraïne en duurzaamheidsdoelen op vele niveaus hebben de aandacht voor een methodiek voor toekomstig grondstoffengebruik in de afgelopen tijd echter sterk doen toenemen.

De fysieke impact van beleidsdoelen: materialen voor de energietransitie

Duurzaamheidsdoelen vragen om een zelden eerder vertoonde opschaling van gebruik van grondstoffen en fysieke producten. De Europese Green Deal (EGD) heeft tot doel de EU om te vormen tot een moderne, hulpbronnefficiënte en concurrerende economie. Het stelt ambitieuze doelen voor de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, een daling van 55% ten opzichte van het niveau van 1990 in 2030 en tot nul in 2050. Het 'fit-for-55'-pakket, dat in juli 2021 door de Europese Commissie is aangekondigd, bevat verreikende wetgevingsvoorstellen om het energie- en klimaatbeleid van de EU af te stemmen op deze doelstellingen. Om deze doelstellingen te bereiken, is in de komende decennia een stevig deel nodig van het Europese BNP. Dit betekent dat vele honderden miljarden worden geïnvesteerd in producten die tot enkele jaren geleden tot nichemarkten gerekend konden worden. Het bereiken van een snelle en kostenefficiënte groene transitie is afhankelijk van voorspelbare en betaalbare toegang tot groene technologieën en hun componenten. Er bestaan gereede twijfels over de snelheid waarmee het aanbod van 'kritieke' grondstoffen en componenten gelijke tred kan houden met deze ambities.

De impact van publiek beleid betekent dat de publieke vraag wordt beantwoord door bedrijfsmatige ontwikkelingen. Deze zijn het meest waarneembaar op het gebied van elektrische mobiliteit en opwekking/transport/opslag van elektriciteit, maar beslaan ook andere behoeften van eindgebruikers zoals isolatie, warmtewinning en innovatieve chemische producten op basis van biomassa.

Het uitbreken van de COVID-pandemie en de Russische invasie van Oekraïne hebben licht geworpen op de kwetsbaarheid van moderne toeleveringsketens, met name voor de toegang tot bepaalde kritieke goederen (bijvoorbeeld persoonlijke beschermingsmiddelen, halfgeleiders) en grondstoffen. Deze twee crises brengen verschillende uitdagingen met zich mee op het gebied van de voorzieningszekerheid. De COVID-pandemie heeft geleid tot bezorgdheid over het vermogen van markten om vraag en aanbod in evenwicht te brengen. Deze zorgen verdwenen echter in de loop van de tijd, aangezien het aanbod zich aanpaste aan de vraag, zij het met vertraging en tegen een prijs. De Russische invasie van Oekraïne heeft een nieuw soort impact op de schijnbaar herstellende mondiale toeleveringsketens: geopolitiek machtsspel, in een mate die sinds het olie-embargo van 1973 niet meer is voorgekomen. Het legt een extra druk op een mondiaal economisch systeem dat nog niet hersteld is van de schokken opgelopen tijdens de COVID-pandemie.

Bovendien dook er een fundamentele dreiging op die maar weinigen zo duidelijk en urgent hadden verwacht: de mogelijkheid dat mondiale politieke beslissingen de (morele) legitimiteit van supply chain-transacties zouden kunnen belemmeren.

Met name de reputatieschade die bedrijven en aanbestedende overheden kunnen oplopen is de afgelopen jaren in de belangstelling gekomen. Het is niet meer voldoende om te zeggen dat een bepaalde grondstof of product beschikbaar is op de wereldmarkt. Op basis van MVO (Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen)-beleid of nieuwe publieke richtlijnen is er ook de noodzaak om materiaal op een verantwoorde (d.w.z. maatschappelijk aanvaardbare) manier in te kopen. Voorbeelden van reputatieschade

deden zich de afgelopen jaren voor als het ging om arbeidsomstandigheden in mijnen³⁴ en fabrieken³⁵.

Het uitgangspunt van dit hoofdstuk is dat de geopolitieke ontwikkelingen en belangrijke beleidsvoornemens, zoals de energietransitie, vragen om een periodieke toekomstverkenning van grondstofgebruik, op de schaal van nationale en globale economieën. Deze vraag wordt voor het eerst in lange tijd relevant geacht voor industriële moderne samenlevingen. Wellicht zelfs voor het eerst in vreedstijd. Daarbij wordt gemakshalve en door velen nog steeds aangenomen dat aanbod van grondstoffen en halffabrikaten de vraag zal volgen. Een geavanceerde, op de toekomst gerichte, analyse gaat daar niet op voorhand van uit en houdt rekening met technologie-ontwikkeling, de lange-termijn-vraagstukken rond mijnbouw en geopolitieke dynamiek.

5.2 Hoe te komen tot een aanvaarde methodiek t.b.v. toekomstige leveringszekerheidsvraagstukken?

Het doel van dit hoofdstuk is om een methodiek voor te stellen voor een periodieke verkenning van de toekomstige vraag naar grondstoffen. De basis voor het opzetten van een methodiek bestaat uit de volgende elementen:

- i) De scope, oftewel de selectie van sectoren en technologieën waar de verkenning zich op richt. Hoewel de energietransitie het meest voordehand liggende onderwerp zal zijn, kan de scope worden opgerekt door het toevoegen van productgroepen vanuit de landbouw, elektronica, de optische industrie, de chemische industrie of de bouw. Het verbreden van de scope heeft als voordeel dat ontwikkelingen in verschillende sectoren die gebruik maken van dezelfde grondstoffen in samenhang worden bekeken.
- ii) De kernindicatoren, oftewel de wijze waarop de toekomstige vraag van grondstoffen uitgedrukt wordt en hoe deze waarden worden bepaald.
- iii) De toekomstscenario's. De keuze voor de achterliggende toekomstscenario's is impliciet bepalend voor de resultaten en de noodzaak om de uitkomsten van de verkenning in actie om te zetten. Ook al omdat voor gebruik van de uitkomsten op nationaal vlak gebaat is bij het gebruik van eenduidige roadmaps en scenario's. Overigens is een aandachtspunt bij de keuze van het baseline scenario of er voor dat scenario ook al expliciete kengetallen voor materiaalvraag zijn gebruikt. Zo ja, dan moet de bron van deze kengetallen worden gebruikt i.p.v. de baseline scenario om een interferentie van aannamen ("kip-ei situatie") te voorkomen.

Naast inhoudelijke elementen zijn ook de beschikbaarheid van data en helderheid over de governance (wie voert de raming uit, wat is de frequentie van de raming, wie financiert het onderzoek en op welke manier worden de uitkomsten gebruikt in beleidsvorming) cruciaal voor de op te zetten methodiek.

5.3 Inventarisatie studies

Om te komen tot een aanvaarde methodiek voor nationaal gebruik zijn enkele toonaangevende studies geanalyseerd, waarbij we hebben gekeken naar scope, indicatoren en ingezette toekomstscenario's. De analyses stellen in feite de vraag: "hoe hebben gezaghebbende studies op het gebied van toekomstige vraag naar materialen hun analyse verricht?" De volgende studies -die zich naar verwachting het beste lenen voor een methodische basis- worden in deze paragraaf nader toegelicht:

³⁴ <https://www.theguardian.com/global-development/2019/dec/16/apple-and-google-named-in-us-lawsuit-over-congolese-child-cobalt-mining-deaths>

³⁵ <https://www.business-humanrights.org/en/latest-news/new-research-findings-accuse-hm-of-failing-to-ensure-living-wages-for-its-supply-chain-workers-incl-co-response/>

- Fraunhofer (2021): “Rohstoffe für Zukunftstechnologien”³⁶
- Eurometaux (2022): “Metals for Clean Energy”³⁷
- IEA (2021): “The role of critical materials in the energy transition”³⁸
- JRC (2020): “Critical minerals in clean energy transitions”³⁹
- USGS (2020) “Investigation of U.S. Foreign Reliance on Critical Minerals”⁴⁰, een studie met een bescheiden component in forecasting
- SCRREEN (2019): D2.3 “report on the future use of raw materials”⁴¹
- CML (2018): “Expected demand for resources in the Netherlands”⁴²

5.3.1 *Fraunhofer: Rohstoffe für Zukunftstechnologien*

Achtergrond en scope van de studie

De studie “Rohstoffe für zukunftstechnologien” is sinds 2009 de standaard van studies naar toekomstig materiaalgebruik. Sinds de eerste versie (Angerer et al. 2009) onderzoekt deze serie van studies de drijfveren achter toekomstige technologieën. Samen met vervolgonderzoek in opdracht van de Deutsche Rohstoffenagentur DERA (gepubliceerd in 2016 met een update in 2021) hebben de resultaten geholpen om aanzienlijke kennislacunes te overbruggen met betrekking tot de vraag naar grondstoffen die nodig zijn om nieuwe systemen op te bouwen⁴³ (Marscheider-Weidemann et al. 2016). De recente studie actualiseert de stand van kennis over de behoefte aan mineralen en metalen als gevolg van technologische verandering. In tegenstelling tot de eerdere studies waarin de capaciteitsopbouw van opkomende technologieën werd toegewezen aan industriële takken, zijn de 33 technologieën in dit onderzoek geclusterd weergegeven. De clusters zijn “Mobiliteit en ruimtevaart”, “Digitalisering en Industrie 4.0”, “Energietechnologieën en decarbonisatie”, “Recycling en water beheer” en “Stroom- en datanetwerken”. Daarom onderzoeken de clusters ook technologieën die geen opkomende technologieën zijn, maar wel essentieel zijn voor de clusters, zoals elektriciteitsnetwerken.

In Figuur 4 staan enkele ramingen uit deze studie gegeven. De studie geeft de volgende aspecten weer:

- De productie van grondstoffen in 2018 (uitgangsjaar)
- De huidige vraag (2018) naar die grondstoffen voor alleen de gekozen ‘emerging technologies”
- De verwachte vraag naar grondstoffen voor weer alleen de gekozen ‘emerging technologies” ten opzichte van de huidige productie. Hierbij zijn drie SSP (Shared Socioeconomic Pathways)-scenario’s gekozen, waarbij per baseline de toekomstige vraag wordt ingeschat.

³⁶ https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Laufende-Projekte/Rohstoffwirtschaft/Zukunftstechnologien/lp-zukunftstechnologien_node.html

³⁷ <https://eurometaux.eu/media/jmxf2qm0/metals-for-clean-energy.pdf>

³⁸ IEA, 2021, The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary>

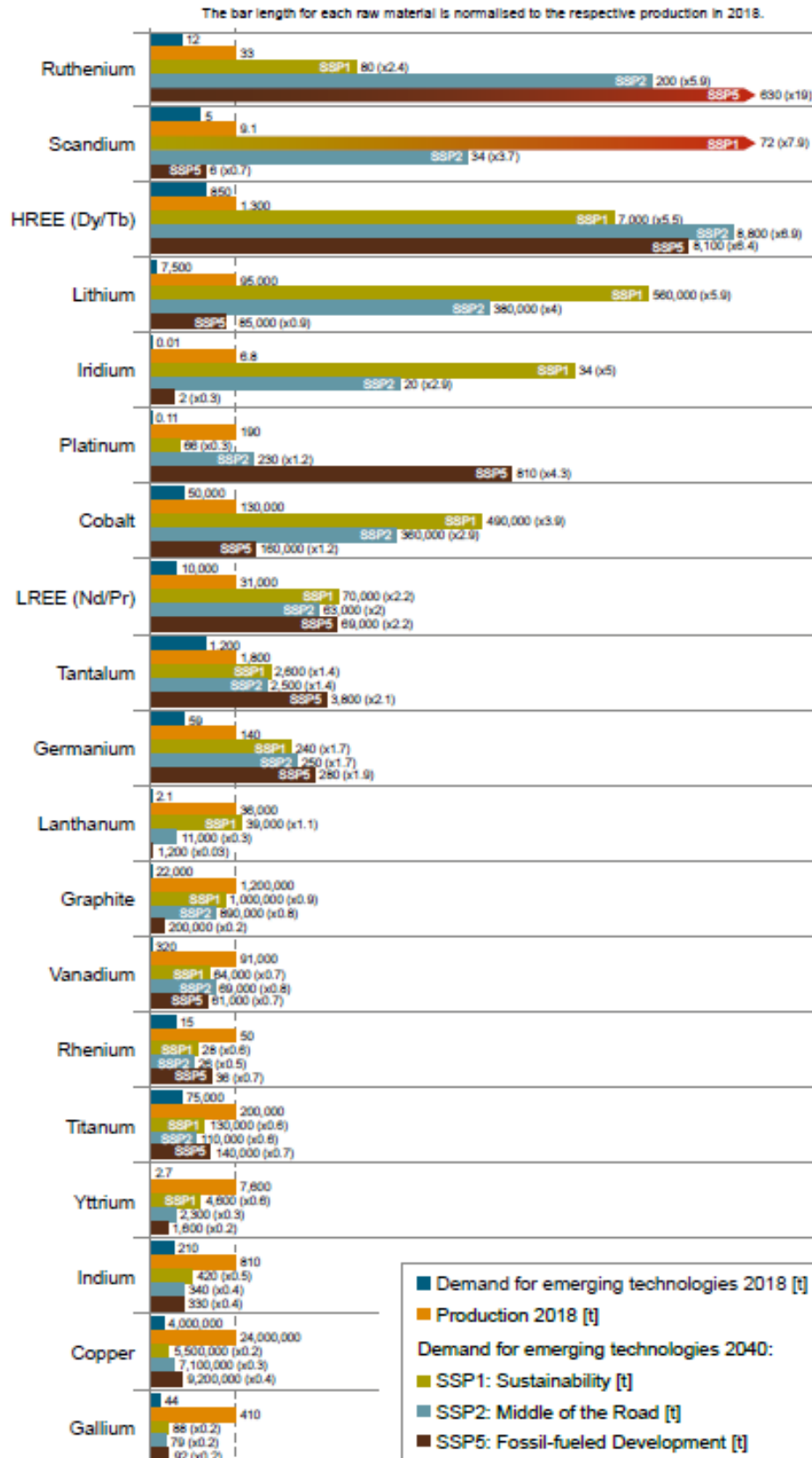
³⁹ https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf

⁴⁰ Investigation of U.S. Foreign Reliance on Critical Minerals—U.S. Geological Survey technical input document in response to Executive Order No. 13953 Signed September 30, 2020 (usgs.gov)

⁴¹ <http://screen.eu/wp-content/uploads/2019/02/SCRREEN-D2.3-Report-on-the-future-use-of-critical-raw-materials.pdf>

⁴² <https://scholarlypublications.universiteitleiden.nl/access/item%3A2953301/view>

⁴³ F. Marscheider-Weidemann, S. Langkau, T. Hummen, L. Erdmann, L. Tercero Espinoza, G. Angerer, M. Marwede, S. Benecke, ERGEBNISSE DER STUDIE: „ROHSTOFFE FÜR ZUKUNFTSTECHNOLOGIEN 2016“



Figuur 4: vraag naar grondstoffen in 2018 en 2040 volgens FhG ISI scenario

Data/bronnen

De gebruikte data is afkomstig uit de interne xEV-database van Fraunhofer ISI. De databank werd in 2014 ontwikkeld door Fraunhofer ISI en is sindsdien jaarlijks bijgewerkt

De referenties bevatten gegevens over de ontwikkeling in het verleden, beschrijvingen van de huidige situatie ook als scenario's en voorspellingen voor de nabije toekomst

Indicatoren voor toekomstige vraag

De grondstofvraag wordt uitdrukt in metrische tonnen en indexcijfers.

De indicatoren die als input voor de analyse dienen zijn de gebruikelijke Shared Socioeconomic Pathways-indicatoren: bevolkingsgroei, verstedelijking, opleidingsniveau, gezondheidsniveau

Gebruikte scenario's

De Shared Socioeconomic Pathways (SSP's), die zijn opgesteld als onderdeel van het 5e beoordelingsrapport van het Intergouvernementeel Panel inzake klimaatverandering (IPCC) voor klimaatbeleidskwesties, worden gebruikt als scenario's (Kriegler et al. 2012). Voor de geselecteerde scenario's SSP1 (Duurzaamheid), SSP2 (Midden Path) en SSP5 (Fossiel Pad), worden de narratieven voor de individuele clusters aangevuld en ondersteund met gegevens als deze niet rechtstreeks uit de SSP-database volgen. De database is in beheer van het Oostenrijkse IIASA.

5.3.2 *Eurometaux (en KU Leuven): Metals for Clean Energy*

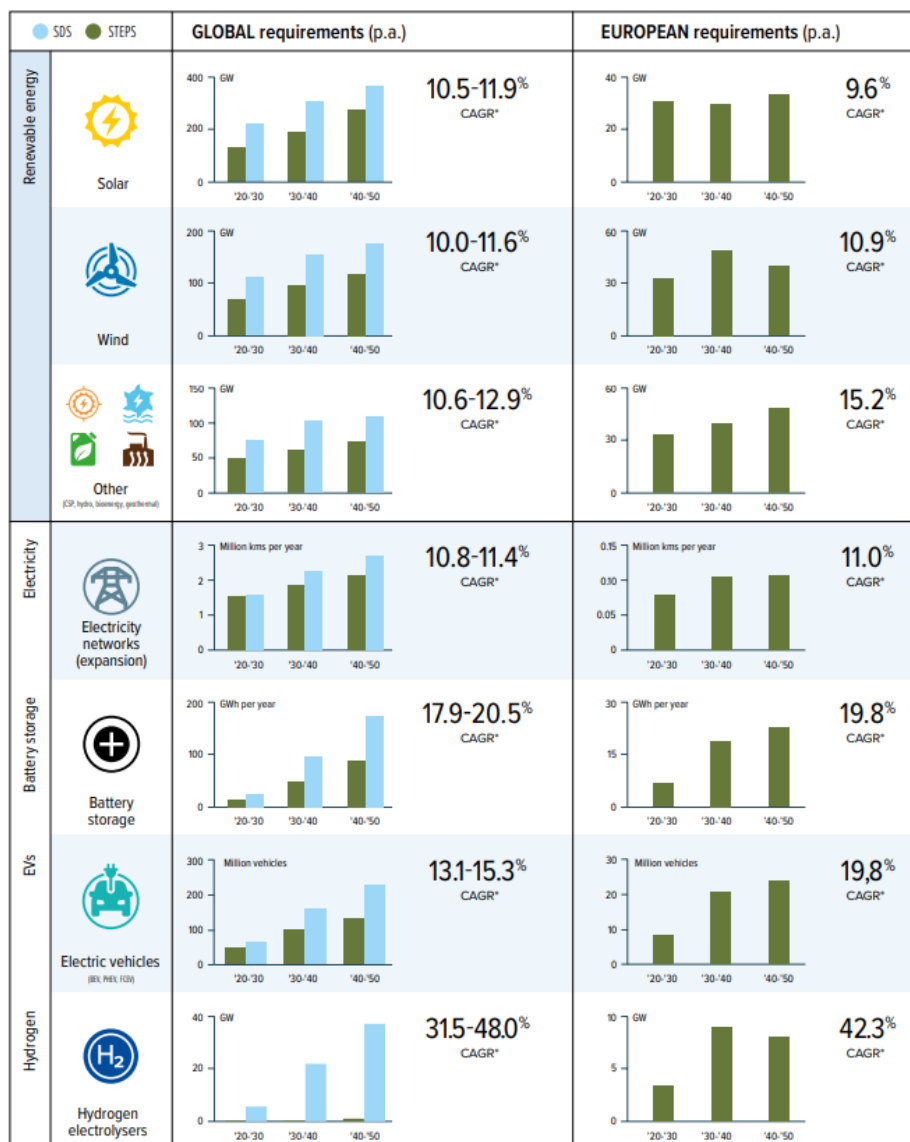
Achtergrond en scope van de studie

Deze studie analyseert hoe Europa twee politieke doelen kan behalen: "het bereiken van de duurzame toegang tot hulpbronnen" en "het verminderen van strategische afhankelijkheden voor zijn energietransitiemetalen". Deze afhankelijkheid wordt onderzocht door een vraag-, aanbod- en duurzaamheidsbeoordeling van de EU Green Deal en de behoeften aan grondstoffen.

De conclusie luidt dat voor veel verschillende metalen 40-100% van de huidige beschikbare hoeveelheid in 2050 nodig is voor energietechnologie voor het halen van de klimaatdoelen van Parijs, gebaseerd op huidige klimaatacties en IEA scenario's. Aluminium en koper domineren de hoeveelheden die gebruikt worden in 'clean technologies', maar enkele andere metalen met een lager volume (Lithium, Kobalt en Zeldzame Aardmetalen) zullen een erg hoge vraag hebben vanwege deze transitie. De EU heeft de mogelijkheid om een hoger niveau van strategische autonomie en duurzaamheid te behalen, door optimalisatie van recycling, investering in *domestic value chains* en pro-actieve *global sourcing*. Het rapport stelt dat *'firm action is needed'* om bottlenecks te voorkomen aan het eind van dit decennium.

Er worden ook aanbevelingen gegeven voor acties. Ten eerste wordt gesteld dat minder **afhankelijkheid begint bij kleinere vraag**. Het aanleggen van een lijst met robuuste en ethische leveranciers is aan te raden. Het rapport verwacht dat recycling 25 tot 100% van de metaalvraag in 2050 zou kunnen leveren. Maar een significante bijdrage van recycleert wordt niet eerder verwacht dan 2040.

Zie Figuur 5 voor een beeld van de groeiscenario's die zijn gebruikt door de auteurs.



Figuur 5: Wereldwijde en Europese vraag naar energietransitietechnologie in een STEPS en SDS scenario met aandacht voor een bandbreedte (laag is STEPS, hoog is SDS) van de CAGR : Compound Annual Growth Rate.

Data/bronnen

Er wordt gebruikt gemaakt van de data die het International Energy Agency (IEA) heeft geleverd, voor 2020-2050, met name voor technologiescenario's met een wereldwijde en EU-specifieke grondstofvraag.

Daarnaast heeft "Minespans", een onderdeel van McKinsey, data geleverd voor wereldwijd geplande projecten en enkele andere informatiebehoeften vervuld.

Er worden acht pagina's aan bronvermeldingen bijgevoegd in het complete rapport (naast IEA).

Indicatoren voor toekomstige vraag

De totale grondstofvraag wordt berekend door de 'clean energy technology forecasts' te vermenigvuldigen met de 'metal's average intensity across each application'. Voor elke

technologie zijn er aannames gedaan over de eventueel veranderende samenstelling (vermindering of vermeerdering van materiaalbehoefte) in de komende jaren

Gebruikte scenario's

Twee scenario's van het IEA worden gebruikt: STEPS (The Stated Policies Scenario) en het SDS (The Sustainable Development Scenario). De input-indicatoren worden verkregen door - 'low, medium, high' paden in de scenario's aan te nemen. Dit wordt gedaan voor elke technologie, waarbij de 'share of EU domestic clean energy production' wordt gevarieerd. Er worden 11 'clean energy technologies' meegenomen.

5.3.3 *IEA: The role of critical materials in the energy transition*

Achtergrond en scope van de studie

Het Internationale Energie Agentschap (IEA) monitort sinds de jaren '70 het globale mondiale energiesysteem. Ze verwachten sinds enkele jaren dat de verschuiving naar een hernieuwbaar energiesysteem zal leiden tot een enorme toename van de behoefte aan grondstoffen, waarbij ze aannemen dat de energiesector zich zal ontwikkelen tot belangrijke kracht op de minerale markten. Tot medio 2010 vertegenwoordigde de energiesector slechts een klein deel van de totale vraag naar de meeste grondstoffen. De ontwikkelingen na 2010 noopte het IEA tot een studie die zij bij het lanceren betitelde als “meest belangrijke ooit in de geschiedenis van het agentschap”.

Deze studie onderzoekt wat een energiesysteem van clean energy technologies aan verschillende mineralen nodig heeft, voor twee verschillende scenario's: één in lijn met de Paris Agreement goals en één in lijn met het doorzetten van huidige beleidstrends. Ook worden risico's rondom prijsvolatiliteit en leveringszekerheid van deze mineralen benoemd. Tot slot worden enkele aanbevelingen gedaan om leveringszekerheid van mineralen te borgen.

Het IEA doet zelf de volgende zes sleutelaanbevelingen:

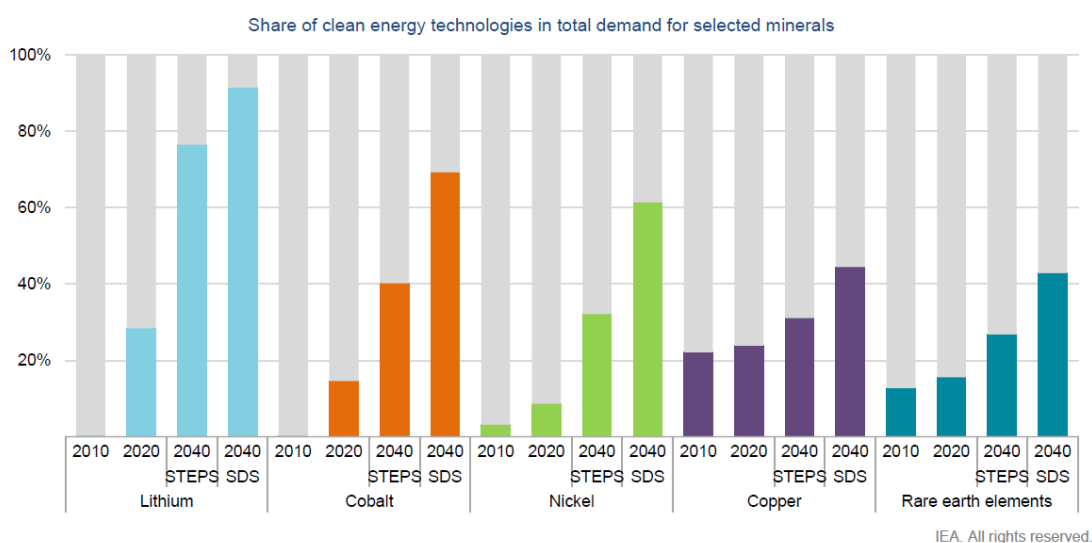
1. Zorg voor voldoende investeringen in gediversifieerde bronnen van nieuw aanbod.
2. Bevorder technologische innovatie op alle punten in de waardeketen.
3. Schaal recycling op.
4. Verbeter de veerkracht van de toeleveringsketen en de markttransparantie.
5. Stel strengere normen op het gebied van milieu, maatschappij en bestuur op.
6. Versterk de internationale samenwerking tussen producenten en consumenten.

Voor de huidige studie, waarin we zijn geïnteresseerd in operationalisatie van leveringszekerheid zijn aanbevelingen 4, 5 en 6 van belang. Voor circulaire strategieën zijn punten 1, 2 en 3 juist weer van belang. Voor aanbeveling 4 geldt dat beleidsmakers een reeks maatregelen moeten onderzoeken om de veerkracht van toeleveringsketens voor verschillende mineralen te verbeteren, reactievermogen te ontwikkelen op mogelijke verstoringen van de voorziening en de markttransparantie te vergroten. Maatregelen kunnen regelmatige marktbeoordelingen en stresstests omvatten, evenals in sommige gevallen vrijwillige strategische voorraden.

Voor aanbeveling 5 geldt dat pogingen om hogere milieu- en sociale prestaties te stimuleren, duurzaam en verantwoord geproduceerde volumes zullen vergroten en de inkoopkosten ervan verlagen. Als industriële spelers met strenge milieu- en sociale normen op de markt worden beloofd, kan dit ook nieuwe leveranciers naar een meer gediversifieerde markt brengen.

Voor de 6^e aanbeveling geldt dat een overkoepelend internationaal kader voor dialoog en beleidscoördinatie tussen producenten en consumenten een cruciale rol kan spelen, een gebied waar het energiezekerheidskader van het IEA nuttig zou kunnen worden benut. Een dergelijk initiatief zou acties kunnen omvatten om (i) betrouwbare en transparante gegevens te verstrekken; (ii) regelmatig beoordelingen uit te voeren van mogelijke kwetsbaarheden van toeleveringsketens en mogelijke collectieve reacties; (iii) kennisoverdracht en capaciteitsopbouw bevorderen om duurzame en verantwoorde ontwikkelingspraktijken te verspreiden; en (iv) de milieu- en sociale prestatienormen versterken om te zorgen voor een gelijk speelveld.

Enkele resultaten van de studie zijn getoond in Figuur 6.



Figuur 6: aandeel van enkele grondstoffen voor belangrijkste hernieuwbare technologieën

Data/bronnen

Een zeer uitgebreide bronnenlijst is bijgevoegd. Enkele opvallende bronnen zijn de “Energy deployment trends” van de door IEA zelf uitgebrachte World Energy Outlook 2020. Daarnaast worden de “Energy Technology Perspectives 2020” gebruikt. Met name voor de materiaal intensiteiten wordt een goed gesorteerde lijst met bronnen per technologie genoemd.

Voor het aanbod van grondstoffen worden USGS databronnen gebruikt. Voor halffabricaten in de eerste stadia van de leveringsketen worden de gegevens van het World Bureau of Metal Statistics (2020) gebruikt en die van Adamas Intelligence (2020) voor zeldzame aardmetalen. Voor de recyclingdata worden studies gebruikt van Henckens (2021), de UNEP (2011), die van Sverdrup and Ragnarsdottir (2016) en die van de OECD (2019). Van mijnbouw brancheorganisaties worden investeringen in nieuwe mijnen gebruikt en voor prijzen van grondstoffen de data van S&P Global.

Indicatoren voor toekomstige vraag

De toekomstige vraag wordt uitgedrukt als “clean energy technologies’ share of total demand” (dus hoeveel van alle geproduceerde lithium is bestemd voor clean energy technologieën, etc.). Daarnaast wordt ook een indexgetal gebruikt om de toekomstige vraag te ijkken naar die van vandaag.

Gebruikte scenario's:

De scenario's voor de vraag worden gebaseerd op adoptieratio's uit de specifieke bronnen, de aandelen van onderliggende technologieën, de materiaalintensiteit per functionele eenheid (bijvoorbeeld kWh) en het verloop van materiaalintensiteiten per functionele eenheid door de tijd. De aannames achter deze materiaalintensiteiten zijn cruciaal, maar we verwijzen naar de studie zelf om de herkomst en de context van de gekozen waarden uit te leggen. De scenario's voor het aanbod worden verkregen door extrapolatie van huidige mijnbouwproductie en de inschattingen van recycling.

Voor de economische en sociale ontwikkelingen worden twee scenario's van het IEA gebruikt: STEPS (The Stated Policies Scenario) en het SDS (The Sustainable Development Scenario). De input-indicatoren worden verkregen door - 'low, medium, high' paden in de scenario's aan te nemen. Dit wordt gedaan voor elke technologie, waarbij de 'share of EU domestic clean energy production' wordt gevarieerd. Er worden 11 'clean energy technologies' meegenomen.

5.3.4 JRC: *Critical minerals in clean energy transitions*

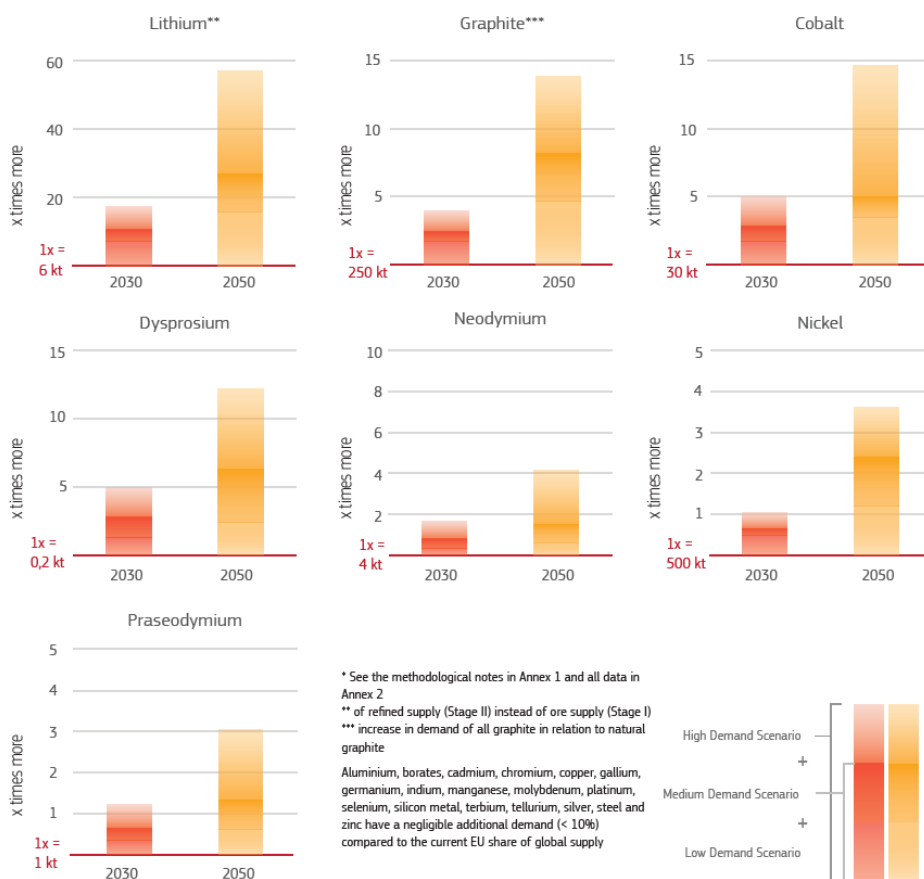
Achtergrond en scope van de studie

Deze studie kijkt naar de toeleveringsketens van negen technologieën in drie strategische sectoren: hernieuwbare energie, e-mobiliteit, defensie en ruimtevaart. De volgende technologieën worden in de scope van de studie meegenomen: Li-ion batterijen, brandstofcellen, windenergie, elektrische tractiemotoren, fotovoltaïsche, (PV) technologie, robotica, drones (onbemande luchtvaartuigen of UAV), 3D-printen (3DP, Additive manufacturing of AM) en digitale technologieën.

In de studie worden capaciteitstrends gecombineerd met de aannames over de levensduur. Op deze wijze worden de jaarlijks ingezette capaciteiten berekend, uitgedrukt in GW of aantal voertuigen. De toekomstige capaciteiten van hernieuwbare energiebronnen en voertuigen vloeien voort uit beleidsrelevante scenario's. LDS en MDS zijn afgeleid van de EU-langetermijnstrategie (LTS) – Een schone planeet voor iedereen en de derde is een JRC-TIMES-scenario ontwikkeld voor het Low Carbon Energy Observatory (LCEO) project.

De berekeningen van de materiaalvraag houden rekening met vier factoren: inclusief geïnstalleerd vermogen, levensduur van de installatie, sub-technologie marktaandeel en materiaalintensiteit

Figuur 7 geeft een beeld van het toekomstig gebruik van enkele sleutelgrondstoffen.



Figuur 7: ramingen toekomstig gebruik Lithium, Grafiet en Kobalt volgens de JRC

Data/bronnen

De volgende gegevenstabellen tonen de specifieke waarden voor de 2030 en 2050 Low Demand Scenario-, Middel Demand Scenario- en High Demand Scenario's

Indicatoren voor toekomstige vraag

De resultaten in 2030/2050 worden vergeleken met het huidige EU-verbruik van het materiaal in alle toepassingen.

Gebruikte scenario's:

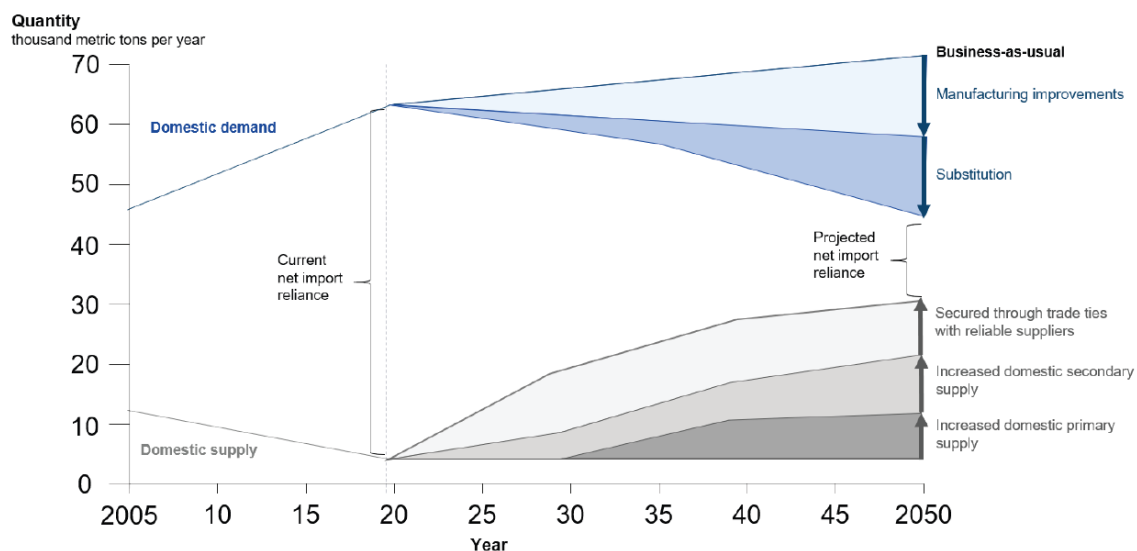
De studie maakt gebruik van de modellen en scenario's van het midden van de eeuw van de "Clean planet for anyone" studie van de EU. De scenario's geven verschillende ambitieniveaus weer, van hoge tot lage inzet van deze technologieën tot verhoogde of verlaagde materiaalefficiëntie, en moeten als zodanig eerder worden gezien als een bereik dan als werkelijke waarden.

5.3.5 USGS: Investigation of U.S. Foreign Reliance on Critical Minerals

Achtergrond en scope van de studie

De United States Geological Survey (USGS) is één van de belangrijkste onderzoeksinstituten op het gebied van mijnbouw in de wereld. Het USGS heeft in 2020 een methode gelanceerd voor het bepalen van de kritikaliteit, waarbij een klein deel in het teken staat van de toekomstige grondstofvraag.

Als een specifiek doel voor het verminderen van de zogenaamde Netto Import Reliance (NIR) voor bepaalde productgroepen is vastgesteld, stelt het USGS voor om scenario's te ontwikkelen om te bepalen hoeveel elk van deze strategieën (gezien hun beperkingen) kan bijdragen aan dat doel onder verschillende veronderstellingen van de toekomstige binnenlandse vraag. Figuur 8 geeft een illustratief voorbeeld van de manier waarop dit kan worden bereikt. Wanneer de beoogde NIR is bereikt, kunnen de strategische inventarissen van de industrie en de Amerikaanse overheid op een evenredig niveau worden gehouden om de nodige buffer te bieden in het geval van een onderbreking van de voorziening.



Figuur 8: USGS illustratie van toekomstverkenning USGS

Data/bronnen

De studie gaat uit van de database voor ca 70 grondstoffen. Gegeven de diepte van de database en de gedetailleerde beschouwing in de jaarlijkse “ mineral commodities”, is er voor grondstoffen voldoende data en informatie aanwezig voor historische actuele situaties.

Indicatoren voor toekomstige vraag

De voorgestelde verkenning drukt zich uit in metrische tonnen.

Gebruikte scenario's:

Een Business-as-usual scenario is gecreëerd (op basis van de eigen backcasting) om de algehele vraag in de Verenigde Staten naar de minerale grondstof in kwestie over een specifieke periode in de toekomst te bepalen. Vervolgens kunnen verschillende strategieën voor het verminderen van de binnenlandse vraag en het verhogen van het aanbod worden onderzocht om te bepalen hoeveel en hoe snel deze strategieën zouden bijdragen aan een verlaging van de totale NIR.

5.3.6 SCRREEN: report on the future use of raw materials

Achtergrond en scope van de studie

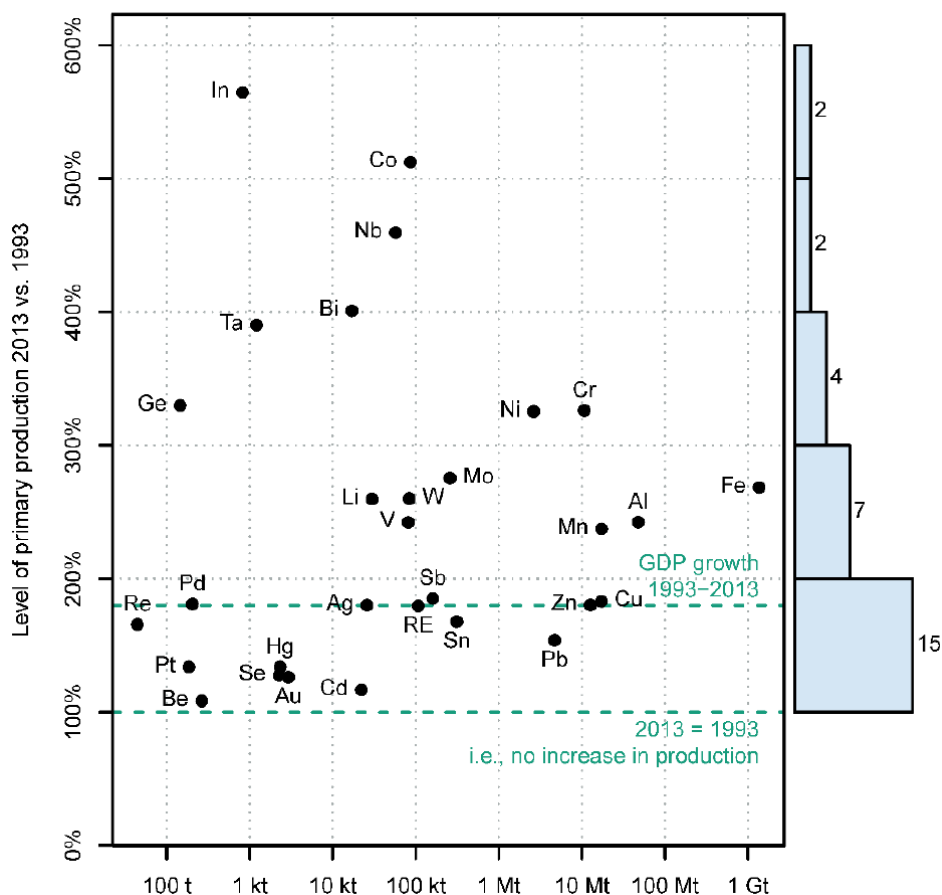
Het doel van deze studie was om informatie over historisch en actueel gebruik van kritieke grondstoffen (critical raw materials CRMs) in de EU te combineren met de analyse van belangrijke trends in hun toekomstige vraag. Zo worden prognoses ontwikkeld voor de vraag in de EU tot 2035 voor hun afzonderlijke hoofdtoepassingen. De bedoeling is om het

potentieel van deze methode te laten zien met een breed overzicht over verschillende grondstoffen, toepassingen en trends. Grondstoffen zijn gekozen op basis van de volgende criteria:

- Aanvoer van de grondstof wordt door de EU als kritisch beschouwd en staat daarom op de CRM-lijst van 2014 of 2017.
- De vraag naar de grondstof wordt beïnvloed door ten minste één van de volgende toepassingen: katalysatoren, schermen, huishoudelijke energieopslag, elektrische voertuigen, kunstmest, glasvezel optica, straalmotoren, chassis, PV panelen, smartphones en wind turbines.
- Grondstoffen met een toepassing die naar verwachting snel een nieuwe dominante vraag in de nabije toekomst zal zijn, bijvoorbeeld platina-groep metalen die opeens voor een groot deel voor waterstofproductie worden ingezet terwijl die toepassing thans nog verwaarloosbaar is voor deze metalen.

Een interessante onderzoeksvraag die verkend wordt in deze studie is onder welke omstandigheden een toekomstige vraag publieke interventie legitimeert. Een objectieve maatstaf wordt niet gebruikt, mede gegeven de mogelijk verstreckende gevolgen om deze grens te deterministisch in te stellen.

Bij de scoping is gebruik gemaakt van de ontwikkeling van grondstofgebruik tussen 1993 en 2013, zie Figuur 9.



Figuur 9: historische ontwikkeling grondstofgebruik als basis voor scope SCREEN studie

Data/bronnen

De studie toont een lange lijst van grondstof-specifieke en technologie-specifieke studies, die ramingen voor vraag en materiaalintensiteiten (kg grondstof per functionele eenheid) laten zien. Ook worden databases van instituten als IIASA (SSP Scenario Database) en de Wereldbank gebruikt.

Indicatoren voor toekomstige vraag

De toekomstige grondstofbehoefte wordt uitgedrukt in metrische tonnen per jaar.

Gebruikte scenario's:

De SCRREEN studie gebruikt geen specifieke achtergrondscenario's, maar de vele gerefereerde grondstof- en/of technologie-specifieke studies hebben tal van onderliggende scenario's gebruikt. De SCRREEN studie maakt een eigen projectie, een mix van numerieke waarden, op basis van dit soort onderliggende scenario's.

5.3.7 CML: Expected demand for resources in the Netherlands

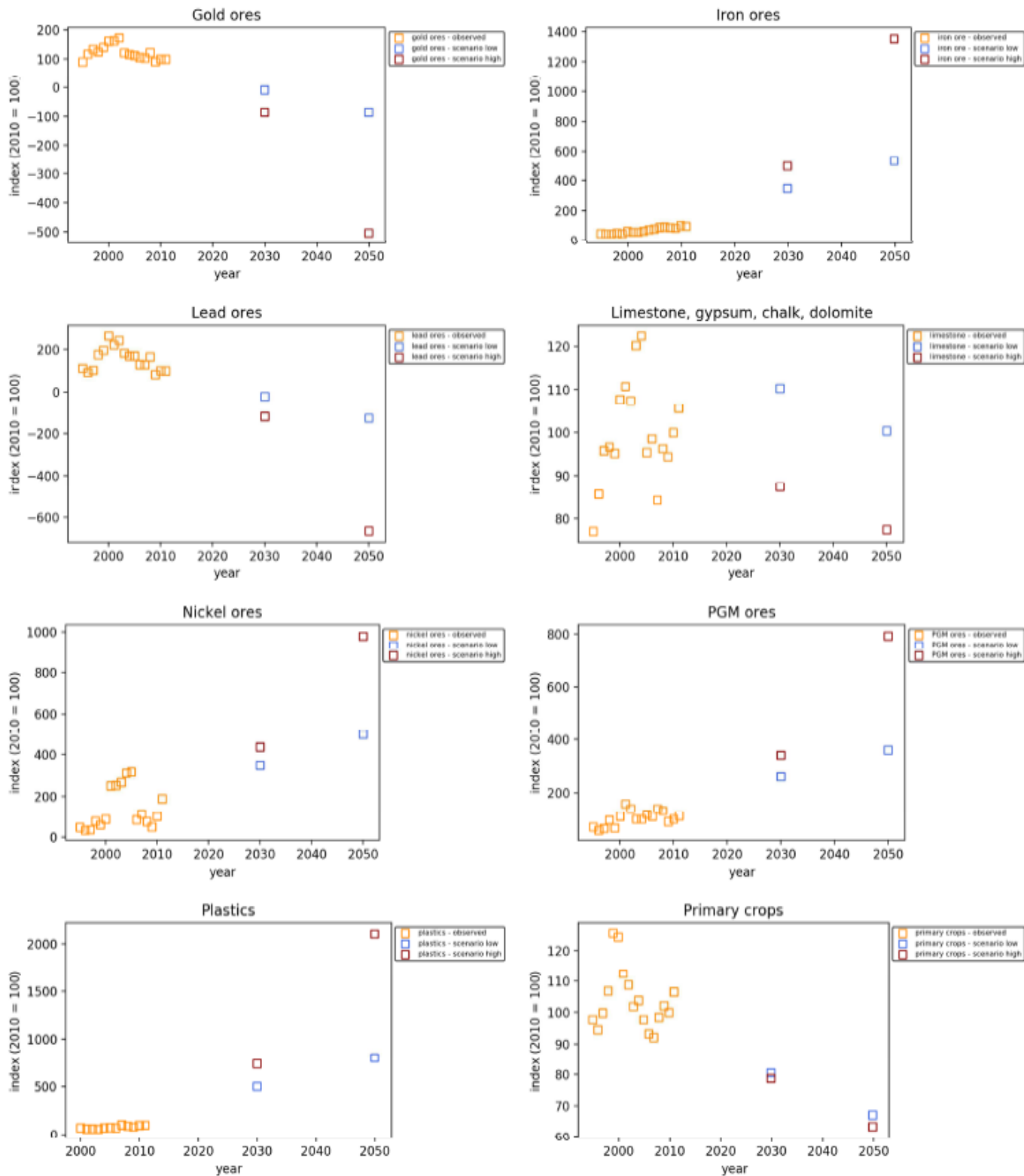
Achtergrond en scope van de studie

Dit rapport had als doel om een Business-as-usual (BAU)-scenario te ontwikkelen: wat is de verwachte vraag naar grondstoffen in Nederland zonder specifiek beleid? Het BAU-scenario is benaderd zowel vanuit een consumptie- als het productieperspectief. De studie is een vervolg op het eerdere rapport "Trends in productie en consumptie van hulpbronnen in Nederland en in de wereld", waar trends in het gebruik van hulpbronnen in het verleden worden gespecificeerd.

De scoping van grondstoffen is:

- Dieren producten
- Landbouwgewassen (voedsel en veevoer)
- Fosfaat
- IJzer en staal
- Belangrijkste metalen, non-ferro: aluminium, koper, zink, lood
- Kleine metalen, non-ferro: zeldzame aardelementen, goud en zilver, metalen uit de platinagroep
- Kunststoffen
- Cement en beton.

Zie Figuur 10 voor een overzicht van ramingen van enkele grondstoffen volgens de CML methode.



Figuur 10: historische trends en toekomstige raming grondstofvraag NL onder WLO scenario laag en hoog

Data/bronnen

Voor dit project is gekozen voor een top-downbenadering, die met behulp van de EXIOBASE-database is verricht. EXIOBASE is een ecologisch uitgebreide input-outputmodel met informatie over zogenaamde extensies die zowel emissies als het gebruik van natuurlijke hulpbronnen bevatten.

Indicatoren voor toekomstige vraag

De studie drukt zich uit in indexgetallen die de verhouding van toekomstige vraag vergelijken met de huidige vraag. Hierbij is het goed om te vermelden dat de auteur Arjan de Koning ook studies heeft gepubliceerd waarbij de zogenaamde CAGR, de Compound Annual Growth Rate, als kernindicator wordt gebruikt.

Gebruikte scenario's:

Over de volgende indicatoren zijn aannamen gemaakt voor een BAU-scenario in EXIOMOD:

- Selectie van middelen
- Relevant schaalniveau en tijdshorizon
- Productie- en consumptieperspectief
- Verwachte ontwikkelingen in de Nederlandse samenleving

Deze indicatoren zijn gekozen op basis van de Welvaart en LeefOmgeving (WLO) studie van het CPB uit 2015 en de Nederlandse Energie Verkenningen (NEV, thans KEV) uit 2018. Het WLO een tijdshorizon hebben die loopt tot 2050. Het NEV-scenario liep tot 2035, wat inhield dat de studie moest extrapoleren om de vraag naar hulpbronnen voor energie tot 2050 te kunnen schatten.

5.3.8 *Synthese van zeven beschouwde methoden*

Op basis van de zeven geïnterviewde studies stellen wij voor de volgende uitgangspunten te hanteren bij analyses over toekomstige materiaalbehoeftes en de leveringszekerheidsvragen die daarbij om de hoek komen kijken:

- Het gebruik van IEA energiescenario's heeft de voorkeur, vanzelfsprekend als de focus ligt op de materiaalbehoefte t.b.v. en a.g.v. de energietransitie; jaarlijkse updates van dit scenario rekening houdend met beleidsvoornemens wereldwijd zijn vereist.
- De toekomstige vraag naar grondstoffen wordt in relatieve termen uitgedrukt ten opzichte van de wereldproductie in een gegeven jaar.
- Als horizonjaren stellen wij 2030, 2040 en 2050 voor.
- De materiaalintensiteiten van de relevante technologieën vereisen de meeste onderzoeksinspanning en moeten jaarlijks worden gecheckt op basis van de meest recente inzichten in de stand der techniek.
- De autonome groei van de mijnbouwsector moet expliciet worden vermeld en gebaseerd zijn op transparante data van publieke bronnen als BGS, USGS en World Mining Data.

5.4 **Hoe toekomstige leveringszekerheid te monitoren: inzichten aan de hand van expert-interviews**

Als aanvulling op de analyse van de studies in §5.3 zijn interviews met enkele experts (René Kleijn (CML), Benjamin Sprecher (TU Delft), Auke Hoekstra (TU/e), Karin IJsselmuiden (NEVI) en Ernst Worell (Universiteit Utrecht)) verricht. Hun is gevraagd naar hun suggesties voor het opzetten van periodieke verkenningen van de toekomstige grondstoffenvraag. Daarbij kwamen zowel methodische aspecten als procesaspecten ter sprake. Daarbij is het doel nog steeds: het

opzetten van een herkenbare methode om de Nederlandse leveringszekerheid in de toekomst te beoordelen en vervolgens draagvlak en gezag voor die methode te verkrijgen.

5.4.1 *Uitbreiden analysemogelijkheden: LCA & substitutie*

Inzicht in de ontwikkeling van de toekomstige vraag zou verkregen kunnen worden aan de hand van een bepaalde klasse van LCA's (Life Cycle Assessments), namelijk LCA's die niet alleen de status-quo van een productieproces gebruiken, maar die ook op veranderingen anticiperen: prospective LCA's. In dit type LCA staat de verandering van technologie centraal. De samenstelling, energiebronnen en de proceskenmerken worden geacht te verlopen in de tijd. Dit geldt voor zowel de foreground (het product zelf/binnen de scope van de LCA) en de background (de rest van de economie). Deze prospectieve LCA's zouden, indien beschikbaar, een voorname plaats moeten innemen in de gebruikte literatuur.

Het meenemen van substitutiemogelijkheden van grondstoffen in productieprocessen is een veelbesproken onderdeel van kritikaliteitsstudies. Dit betreft ook verbeterde kennis van technologiealternatieven en hun materiaalgebruik. De controverse zit vooral rond de vraag: wanneer kun je daadwerkelijk spreken van een alternatief voor een bedrijf dat onder tijdsdruk het productieproces wil laten doorgaan? Er is gesuggereerd dat substitutie in de vorm van materiaal-voor-materiaal in verkenningen van de toekomstige grondstof vraag gehandhaafd kan blijven. Daarbij mag de interpretatie van substitutie ruimer worden genomen. Substitutie hoeft niet slechts te worden beschouwd voor de korte termijn (weken, maanden), zoals dat bij kritikaliteitsstudies wel het geval is. Meer theoretische substitutie, mits gestaafd door onderzoek op een technisch matuur/hoger niveau, mag ook worden meegenomen. Substitutieopties met een meer onzekere status verdienen een plaats in de periodieke verkenning, juist ook om gebrek aan voortgang rondom technische haalbaarheid van een substitutieoptie te tonen.

5.4.2 *Toekomstig aanbod*

Niet alleen toekomstige vraag naar grondstoffen, maar ook het toekomstig aanbod zou onderdeel moeten zijn van de periodieke verkenning. De geopolitieke kant van het aanbod is inherent onzeker, maar de beschikbaarheid van nieuwe productielocaties kan wel degelijk worden gemonitord. Daarnaast speelt de rol van secundair aanbod een rol. Een realistische inschatting van het aanbod van recycelaat completeert het beeld van het grondstofvraagstuk. De End-Of-Life Recycling-Input-Rate definitie moet hierbij wel strikt worden gehanteerd. Het is niet voldoende om te wijzen op het feit dat stromen secundaire materialen aanwezig zijn, ze moeten ook daadwerkelijk een alternatief zijn voor primaire grondstoffen voor de bewuste technische applicatie.

Een periodieke verkenning van de toekomstige grondstofvraag van Nederland biedt ruimte om meer aandacht te besteden aan de waardeketen-analyse. Hoewel waardeketens bij uitstek slecht zijn gevat in de aanwezige data, is een analyse van de plek van een productieproces in de waardeketen van groot belang. Een voorbeeld is de keten van batterijen, waarbij bedrijven als CATL, Panasonic en Tesla expliciet in een keten zouden moeten worden geplaatst. Daarbij is de grote uitdaging dan om de "horizontale leveranciers" en de kleinere spelers in die keten zo goed mogelijk onderdeel te laten zijn van de analyse. De verwachting is wel dat voor de komende jaren ketenanalyses vooral illustratief zullen blijven en nog niet een goede empirische weergave zullen geven van werkelijke ketens..

Afsluitend verdienen halffabricaten, zoals chemische producten, meer aandacht in de periodieke verkenning van de toekomstige vraag. Deze producten worden in kritikaliteitsstudies weggelaten omdat de informatie voorbij de eerste stadia alleen goed interpreteerbaar is voor mensen met een diepe expertise van een product en het bijbehorende proces. Naast een expliciete

vermelding van halffabricaten zijn geografische productielocaties en eigendomsrechten van groot belang. Het CBS heeft aangetoond dat het resultaten publiek kan publiceren over strategische “productieassets” op basis van eigendomsverhoudingen. Het betrekken van productielocaties zorgt ervoor dat de verkenning naar toekomstige grondstofvraag aansluiting vindt bij onderzoek naar zogenaamde “kritieke innovatie assets”, die worden gevormd door sociaal en economisch kapitaal op specifieke locaties.

5.4.3 *Additionele indicatoren: Vereiste groeisnelheid versus gerealiseerde groeisnelheid: CAGR*

Vrijwel alle studies naar de toekomstige materiaalvraag drukken zich uit in absolute grootheden of indexgetallen die de toekomstige vraag vergelijken met de huidige vraag naar of het huidige aanbod van grondstoffen. Er is echter consensus over het belang van het rapporteren van de vereiste opschalingssnelheid, de Compound Annual Growth Rate (CAGR). Deze indicator verschaft een extra inzicht t.o.v. indexgetallen omdat het direct toont welke groei op korte termijn zou moeten worden gerealiseerd in het balanceren van vraag en aanbod. Deze indicator stelt in feite hoe het aanbod van grondstoffen jaar-in-jaar-uit zou moeten toenemen.

De CAGR toegepast op toekomstige (vereiste) vraag kan vergeleken worden met de CAGR van historische data. Hieruit kan gedestilleerd worden wat de groei moet zijn in vergelijking met de tot op heden gerealiseerde groei.

5.4.4 *Additionele indicatoren: implementatietijd*

Een andere belangrijke indicator die is genoemd tijdens de gesprekken is de factor tijd, en dan met name de tijd die nodig is om relevante en vereiste veranderingen te implementeren. De factor tijd is dus niet alleen belangrijk voor ramingen van de toekomstige vraag naar grondstoffen, maar ook voor de duiding van handelingsperspectief. Hoe snel kan een onbalans tussen vraag en aanbod voor de (Nederlandse) economie worden gemitigeerd? Hoe lang duurt het voordat een mijnbouw- of productiefaciliteit is geopend, of een alternatieve leverancier is gevonden, of kennis is opgebouwd binnen de beschikbare beroepsbevolking? De benodigde tijd voor het in productie nemen van een mijn is een duidelijk voorbeeld van een indicator die al dikwijls wordt gebruikt.

Waarom een toekomstverkenning er toe doet voor publieke overheden

Natuurlijk grafiet

Elektrische voertuigen zullen het komende decennia de ontwikkelde economieën in de wereld veroveren. Hoewel batterijtechnieken kunnen veranderen over de jaren, is het gebruik van grafiet naar verwachting aan minder schommelingen onderhevig. Welk type batterij ook wordt toegepast, de verwachting is dat grafiet (net als Lithium) een dominante rol zal blijven spelen in elk type.

Op dit moment is de herkomst van natuurlijk grafiet (“crystalline”, “amorphous”, “lumped” maar zeker ook het uiteindelijke “spherical” grafiet dat gebruikt wordt in batterijen) uit China. Ook de synthetische grafietsoorten worden gedomineerd door China. De synthetische variant heeft bovendien zelfs onder de beste vervaardigingscondities een veel hogere carbon-footprint dan natuurlijk grafiet. Kortom: het is denkbaar dat levering van grafiet en batterijen uit China aan Europa en Nederland met andere ogen zal worden bekeken in de komende jaren, vanwege de carbon-footprint.

Het is voor de Nederlandse overheid van belang om deze situatie te onderkennen en te monitoren. Er zijn in Nederland bedrijven aanwezig met een belang in grafiet. Deze groep loopt uiteen van disruptieve start-ups van synthetisch grafiet (“Pre-inspect”), logistieke dienstverleners in de Rotterdamse haven tot batterijfabrikanten (“Landport”) tot batterijgebruikers (“Tesla”). Er zijn acties denkbaar vanuit de overheid om op verschillende tijdschizonten deze bedrijven te helpen bij het anticiperen op nieuwe levering situatie van natuurlijk grafiet.

Natuurlijk rubber

Natuurlijk rubber is al meer dan 100 jaar een onmisbaar onderdeel voor voertuigen en machines. Met name zware voertuigen en vliegtuigen zijn nog afhankelijk van de levering van natuurlijk rubber. Het is niet goedkoop noch eenvoudig om voor hoge-prestatie banden een alternatief te vinden. Tegelijk ligt het voor de hand dat de toepassing van rubber, zeker natuurlijk rubber dat qua milieudruk beter scoort dan substituuat materialen, zal toenemen in banden/voertuigen, kleding, machinebouw, bouwmaterialen en recreatieve goederen.

Alternatieven zoals verschillende typen synthetische rubber zijn in de toepassing (de “blend”) nog dikwijls duurder, minder betrouwbaar of beide. Tegelijk zijn er in de afgelopen jaren enkele malen dreigingen geweest van schimmels die eventueel grote hoeveelheden plantages kunnen bedreigen. Een majeure afname van de levering van natuurlijk rubber zal verregaande gevolgen hebben voor de betaalbaarheid van voertuigen en indirect voor de kostprijs van veel industriële producten.

Er zijn in Nederland bedrijven aanwezig met een belang in natuurlijk rubber. Deze groep loopt uiteen van disruptieve start-ups van synthetisch rubber (“CarbonX”), bandenfabrikanten (“Michelin NL”), machinebouwers (“van Kempen machinebouw”) tot voertuigassemblage (“VDL”). Het is mogelijk om deze bedrijven te helpen hun keten te verzekeren, alternatieve leveranciers te overwegen en onderzoekstrajecten voor rubber recycling af te stemmen.

6 Aanbevelingen: hoe om te gaan met beleidsvorming rond leveringszekerheid?

6.1 Werken aan (meer) leveringszekerheid vraagt om intensieve beleidsmonitoring van activiteiten en voortgang

Het werken aan een grotere leveringszekerheid is een uiterst complexe opgave. De directe relatie tussen activiteiten op nationaal niveau en de uiteindelijke leveringszekerheid is moeilijk te leggen. Daarbij is de aandacht voor leveringszekerheid de afgelopen jaren groot noch continu geweest. Pas de afgelopen twee jaar als gevolg van de COVID-crisis en recenter de Russische inval in Oekraïne staat het thema hoog op diverse agenda's. Om tot beter en meer op continuïteit gericht inzicht te komen in de aard van leveringszekerheid kunnen we spreken van een beleidsevaluatie-opgave die zich laat beschrijven als een Missiegedreven Innovatiesysteem (MIS), zoals beschreven in hoofdstuk 2 en 3 van dit rapport.

In hoofdstuk 3 is een aantal suggesties gedaan voor het monitoren van de status en de voortgang van de verschillende aspecten van dit MIS. Vanaf 2023 zou een start gemaakt moeten worden met de uitontwikkeling, uitvoering en implementatie van deze suggesties om in komende ICER-documenten een beeld te kunnen genereren van de mate waarin Nederland investeert in één van deze hoofddoelen van het voorgenomen CE-beleid.

Daarnaast is het zaak om de relatie tussen 'circulaire' initiatieven en de mogelijke gevolgen van circulair beleid op leveringszekerheid te blijven (onder)zoeken en daarover realistisch te rapporteren. Dat leveringszekerheid (of 'open strategische autonomie') een thema is dat blijvend op de beleidsagenda zal staan leidt na de gebeurtenissen van de afgelopen jaren geen twijfel. In hoeverre kenmerkend circulaire initiatieven daar blijvend en significant een bijdrage aan zullen leveren zal kritisch gevolgd moeten worden en onderwerp van de ICER moeten worden. De focus zal daar allicht liggen op de (high-tech-) maakindustrie en de energiesector.

6.2 Werken aan (meer) leveringszekerheid vraagt continuïteit

Naast het monitoren van de activiteiten op het vlak van leveringszekerheid, zou de Nederlandse overheid ook moeten overwegen te investeren in data en kennis over leveringszekerheid, hoe deze mogelijk te beïnvloeden is en hoe de strategische belangen te dienen met deze kennis. Daartoe zou op de eerste plaats leveringszekerheid een solide plek moeten krijgen op de agenda van de meest betrokken ministeries en op de tweede plaats een investering moeten plaatsvinden in het genereren van de kennis en inzichten die voor een solide beleid nodig zijn.

Die investering richt zich niet alleen op data-verzameling, maar ook op het onderhouden van relaties met betrokkenen in binnen- en buitenland. In Nederland geldt dat vooral voor het bedrijfsleven, waarbij overheden, kennisinstellingen een ondersteunende of coördinerende rol kunnen hebben. Niet alleen is daar veel kennis over inkoop-vraagstukken, maar ook komen daar de observaties vandaan die inzicht bieden in de actuele problematiek op het vlak van leveringszekerheid.

Het instellen van een Nederlands kennisplatform voor leveringszekerheid lijkt de best mogelijke borging van continuïteit. Een dergelijke organisatie moet zich vooral richten op de coördinatie en uitbouw van bestaande activiteiten binnen kennisinstellingen, brancheverenigingen, beroepsgroepen en afdelingen van de Rijksoverheid. Concrete voorstellen voor een dergelijke organisatie zijn in het recente verleden gemaakt bij InvestNL en het groeifonds door TNO, CML, de TU Delft en HCSS.

Een investering in een kennisplatform/research-hub kan ook op meer continue basis de relaties met buitenlandse spelers aangaan en onderhouden. Belangrijke spelers hierin zijn o.a. de Deutsche Rohstoffenagentur DERA, die al enige jaren als onderdeel van het Duitse Ministerie van Economische Zaken investeert in dataverzameling en contacten met het Duitse bedrijfsleven. Ook het Verenigd Koninkrijk heeft geïnvesteerd in een kennisbasis op dit vlak en Nederland heeft een belangrijke rol te spelen in het onderhouden van contacten met Britse kennisinstellingen. Een concreet voorbeeld zijn relaties die RVO onderhoudt via de Nederlandse ambassade in Londen met Britse onderzoekers naar leveringszekerheid. Het lijkt een win-win situatie als de aanwezige kennis in beide landen, en in het geval van Britse kennis indirect ook voor andere EU-lidstaten, beschikbaar blijft. Daarbovenop is er via Buitenlandse zaken ook de mogelijkheid bestaande relaties op het gebied van grondstofonderzoek met Canadese, Japanse en Amerikaanse te onderhouden. Het uitwisselen van resultaten van periodieke toekomstverkenningen is bij uitstek een aanleiding om deze contacten warm te houden. De SCRREEN database en het bijbehorende netwerk van experts geldt als voorbeeld voor het langjarig integraal beheren van data en informatie over de combinatie van specifieke grondstoffen, technologieën en adoptiesnelheden. Waar mogelijk moet de SCRREEN database direct worden gebruikt.

6.3 Werken aan leveringszekerheid vereist gedeelde uitgangspunten over toekomstige behoeftes

Om op de toekomst voorbereid te zijn, is bijna vanzelfsprekend een op de toekomst gerichte risico-inventarisatie nodig. Veel kritikaliteitsanalyses hebben dat tot nu toe nagelaten. In dit rapport hebben we op basis van een inventarisatie van enkele gezaghebbende rapporten en op basis van enkele interviews een beeld verkregen van de wijze waarop in principe een eenduidig beeld verkregen zou kunnen worden. Om een eenduidige methodiek te consolideren zou de toekomst-analyse onderdeel moeten uitmaken van bovengenoemde, op de continuïteit gerichte investering van de overheid. Als dat is zeker gesteld, zal de analyse die is verricht in verschillende internationale rapporten moeten worden verbijzonderd voor de Nederlandse situatie. Het kan dan niet alleen gaan om energietransitie: dat is een maatschappelijk belang, maar Nederland is voornamelijk 'consument' van de technologie. De analyse van toekomstige kwetsbaarheden zou zich specifiek moeten richten op voor Nederland vitale belangen.

Het gebruik van internationaal erkende scenario's om de autonome vraag te modelleren is in vrijwel alle voorbeelden die in dit rapport zijn behandeld te zien. De Shared Socioeconomic Pathways gerelateerd aan het werk in het kader van het IPCC is een optie, maar één van de scenario's uit de "a Clean planet for all – long term strategies for Europe"⁴⁴ is een belangrijk alternatief. Bij het uitwerken van de methodiek is het van belang draagvlak te vinden voor één van deze scenario's voor een basis onder analyses de komende jaren in Nederland.

Bepaalde sectoren, maar ook (grotere) bedrijven met een langetermijn-horizon hebben al ruime ervaring in het verrichten van toekomstverkenningen rond hun grondstoffenbehoefte. De inzet van de methodische ervaringen en de aard van hun handelingsperspectief is waardevol om in te zetten. Die ervaring zal (met een andere tijds termijn) ook gelden voor kleinere bedrijven. Het perspectief en de ervaringen van ook deze spelers is essentieel voor het goed functioneren van een op de toekomst gerichte activiteit.

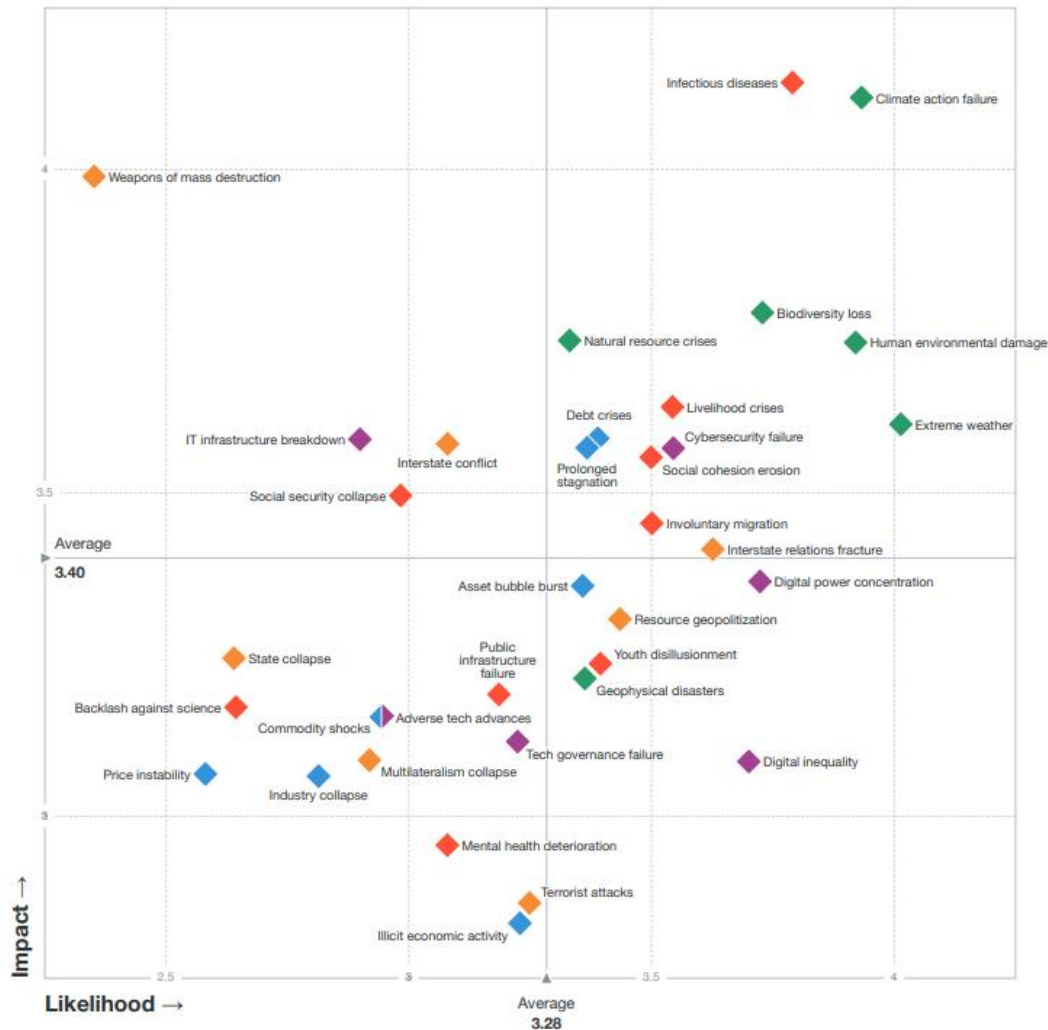
⁴⁴ https://ec.europa.eu/clima/system/files/2019-08/long-term_analysis_in_depth_analysis_figures_20190722_en.pdf

6.4 Behandel leveringszekerheid als risico en als een element uit de nationale risico-beoordeling

In dit rapport hebben we betoogd dat leveringszekerheid moet worden beschouwd als risico en dat investeren in kennis over en activiteiten ten bate van leveringszekerheid gezien kan worden als een verzekeringspremie tegen onverwachte schokken voor de Nederlandse economie of vitale infrastructuur.

Wij pleiten ervoor dit risico te beschouwen als 'gewoon' en logisch onderdeel van de Nationale risicobeoordeling, en daarmee dus het risico voor verschillende types van leveringsonderbrekingen te vergelijken met andere maatschappelijke investeringen in maatschappelijke risico's. Alleen op die manier is vast te stellen hoe de relatie van leveringszekerheid als risico zich verhoudt tot risico's zoals het bestrijden van terrorisme, behouden van waterveiligheid, anticiperen op infectieziekten, en te bedenken hoeveel beleidsinspanningen daar bij horen.

Een dergelijke vergelijking van onderling niet vergelijkbare risico's wordt onder andere jaarlijks gemaakt op het World Economic Forum. Overigens blijkt daar al enige jaren uit dat de betrokkenen bij het WEF klimaatrisico's zowel als het meest waarschijnlijk als het meest impactvol beschouwen.



Figuur 11 Risico-inventarisatie van het WEF in 2021⁴⁵

6.5 Verbreedt analyses voorbij focus op metalen en mineralen

Als we serieus werk maken van leveringszekerheid moet de focus nog meer dan voorheen verbreed worden naar een breder scala aan producten buiten de vaak onderzochte mineralen en metalen. In Nederland is al eerder een verkenning gedaan naar de kritikaliteit van enkele landbouwgerelateerde grondstoffen⁴⁶. In Europees verband behoren enkele biotische grondstoffen (waaronder diverse houtsoorten) al enkele jaren tot de te onderzoeken grondstoffen in het kader van het opstellen van de CRM-lijst. We moeten in de toekomst nadrukkelijker inzetten op analyses van chemische producten, halffabricaten, productielocaties en de samenstelling van de supply chain.

⁴⁵ https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf

⁴⁶ VERKENNING BIOTISCHE GRONDSTOFFEN EN KWETSBAARHEID NEDERLANDSE ECONOMIE, CREM en TNO, 2018, in opdracht van het Ministerie van LNV

BIJLAGE: De Purchasing Managers' Index PMI: voorbeeld van een operationele grondstof-gerelateerde indicator

Door de Nederlandse Vereniging van Inkoopmanagement NEVI wordt elke eerste werkdag van de maand de Purchasing Managers' Index PMI gepubliceerd⁴⁷.

De Purchasing Managers' Index (PMI) wordt samengesteld door het internationale marktonderzoeksbureau IHS Markit (in 2021 overgenomen door S&P). Maandelijks worden 26.000 bedrijven wereldwijd volgens een standaardformat bevraagd over de trends op verschillende aspecten van inkoop. Uit de resultaten wordt maandelijks de PMI afgeleid. In Nederland worden de gegevens aangeleverd door ongeveer 400 bedrijven uit verschillende sectoren in de Nederlandse industrie. In de maandelijkse enquête wordt gevraagd naar productie, nieuwe orders, exportorders, ingekocht materiaal, inkoopprijs, werkgelegenheid, levertijden, voorraad ingekocht materiaal en voorraad gereed product. Verder wordt er gerapporteerd welke commodities in prijs zijn gestegen of gedaald (in de ogen van de inkoopmanagers) of waar er tekorten zijn opgetreden.



Figuur 12 Opbouw van de PMI

Een PMI-score ligt onder of boven de 50. Is de PMI gelijk aan 50 dan duidt dit erop dat er geen verandering heeft plaatsgevonden ten opzichte van een maand eerder. Een PMI boven de 50 wijst op een stijgende trend, een positieve economische verwachting. Een PMI van onder de 50 wijst op een trend naar beneden, een negatief marktgevoel.

De PMI geeft een breed beeld van alle aspecten van het inkoopproces, en levert daarmee relevant inzicht voor het verloop van de economie. De volgende aspecten zijn verbonden aan de ontwikkeling van leveringszekerheid:

- **Voorraad ingekocht materiaal** (Voorraadvorming is een gevolg van risico-mitigerende acties)
- **Hoeveelheid ingekocht materiaal** (De hoeveelheid heeft een relatie met de eventuele voorraadopbouw en kan ook te maken hebben met de hiervoor genoemde voorraadopbouw)
- **Levertijden** (Toenemende levertijden kunnen te maken hebben met actuele en acute schaarste, bijvoorbeeld veroorzaakt door plotselinge vraagtoename in nieuwe technologie, of door acute afname van productie in bronlanden a.g.v. natuurrampen, geopolitieke of arbeidsmarkt-onrust).

⁴⁷ <https://nevi.nl/membership/nevi-inkoopmanagersindex-pmi>

- **Inkoopprijs** (Inkoopprijs wordt door talloze parameters beïnvloed, maar een opwaartse druk op de prijzen kan een signaal zijn van een onbalans in vraag en aanbod, en dus van een mogelijke leveringsonzekerheid).

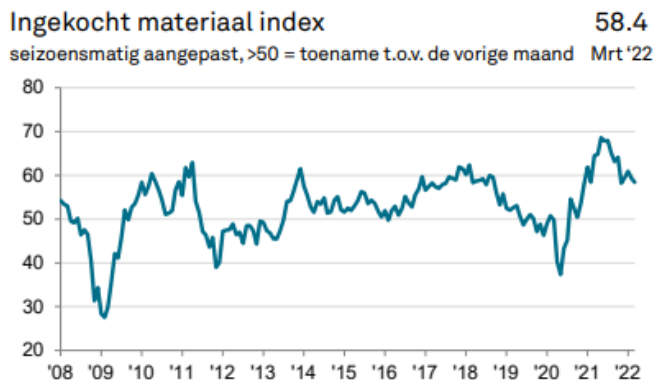
Het verloop van de PMI in de afgelopen jaren

De PMI-rapportage geeft een beeld van het verloop van de verschillende onderdelen van de PMI over de afgelopen (ruim) 10 jaar. We zoomen in op de elementen die in de vorige paragraaf als relevant voor leveringszekerheid werden geselecteerd.

In elk van deze overzichten is duidelijk de enorme impact te zien van de crises van de afgelopen 12 jaar.

Door de economische crisis die ontstond in de nasleep van de bankencrisis uit 2008 namen de hoeveelheid ingekocht materiaal, voorraadvorming en de inkoopprijs enkele maanden achter elkaar af. De levertijdenindex nam in die periode sterk toe. In de wijze waarop de PMI wordt samengesteld betekent dit dat het met de levertijden in die periode steeds beter gesteld is dan in de maand daarvoor, oftewel: de levertijden worden steeds korter, waarschijnlijk door overtollige en dus snel te verschepen voorraden bij toeleveranciers.

De gevolgen van de corona-crisis op de leveringszekerheid en de reacties van bedrijven daarop zijn ook duidelijk waarneembaar: de barrières in internationaal verkeer en door regionale lockdowns in combinatie met een sterke economie laten zich voelen in een sterk toenemende levertijd (oftewel: sterk afnemende levertijdenindex). Bedrijven reageren daarop door voorraden aan te leggen van grondstoffen en halffabrikaten.



De hoeveelheid ingekochte materialen neemt al sinds het najaar van 2020 toe. Bedrijven proberen vanwege verwachte prijsverhogingen buffervoorraden aan te leggen en vooruit te bestellen.

Voorraad ingekochte materialen index 58.1
 seizoensmatig aangepast, >50 = toename t.o.v. de vorige maand Mrt '22



Daarmee samenhangend neemt de voorraad ingekochte materialen als sinds najaar 2020 toe: bedrijven proberen hun reserves te vergroten in verband met de lage leveringszekerheid en de vertragingen in de toeleveringsketens.

Levertijden index 24.4
 seizoensmatig aangepast, >50 = kortere levertijden t.o.v. de vorige maand Mrt '22



Al jaren neemt de druk op levertijden toe (een score onder de 50 betekent dat de levertijd steeds langer wordt). Sinds begin 2021 zijn levertijden langer dan ooit tevoren. Bedrijven maken melding van tekorten aan grondstoffen en (elektronische) componenten. Sinds maart wordt dit toegeschreven aan lockdowns in het Verre Oosten en de oorlog in Oekraïne.

Inkooprijds index 87.7
 seizoensmatig aangepast, >50 = inflatie t.o.v. de vorige maand Mrt '22



Mede als gevolg van druk op levertijden neemt de inkooprijds van een groot aantal grondstoffen en componenten zoals metalen en elektronische chips, transport en energie als sinds medio 2020 toe.

Al met al ontstaat een beeld van sterk onder druk staande leveringszekerheid voor het Nederlandse bedrijfsleven, waardoor prijzen en levertijden stijgen. De zichtbare reactie hierop is het zo goed mogelijk vooruit plannen en op orde houden dan wel vergroten van de voorraden grondstoffen, componenten en halffabrikaten.

