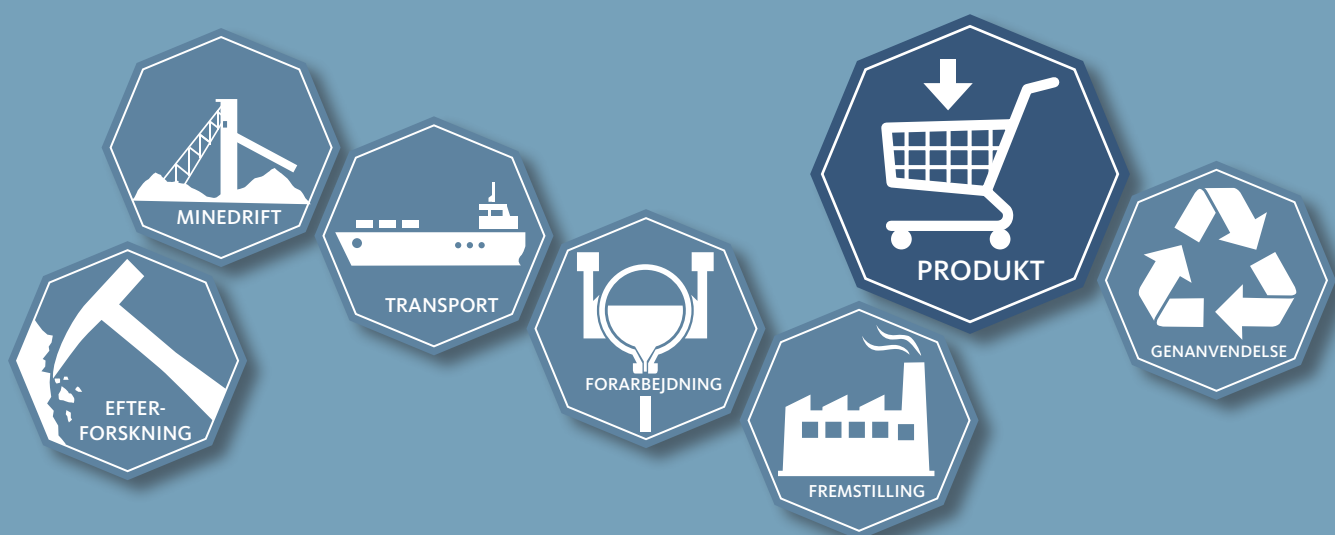


# Dansk industris brug af mineralske råstoffer – økonomisk betydning og forsyningsudfordringer

Rune J. Clausen, Per Kalvig, Jakob Kløve Keiding, Niels Fold og Ingeborg Vind

## MiMa rapport 2023/2



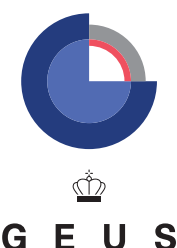
# Dansk industris brug af mineralske råstoffer – økonomisk betydning og forsyningsudfordringer

Rune J. Clausen, Per Kalvig, Jakob Kløve Keiding, Niels Fold og Ingeborg Vind

## MiMa rapport 2023/2



VIDENCENTER FOR MINERALSKE RÅSTOFFER OG MATERIALER  
DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER FOR DANMARK OG GRØNLAND



# Dansk industris brug af mineralske råstoffer – økonomisk betydning og forsyningsudfordringer

## MiMa rapport 2023/2

Forfattere: Rune J. Clausen<sup>1</sup>, Per Kavig<sup>1</sup>, Jakob Kløve Keiding<sup>1</sup>, Niels Fold<sup>2</sup> & Ingeborg Vind<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Afdelingen for Kortlægning og Mineraler Råstoffer  
De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

<sup>2</sup>Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning  
Københavns Universitet  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

<sup>3</sup>Danmarks Statistik  
Sejrøgade 11  
2100 København Ø

Repro: GEUS  
Tryk: GEUS

**Juni 2023**

**ISBN: 978-87-7871-590-6**

© Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) under  
De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)  
Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet  
Øster Voldgade 10  
1350 København K

# Indholdsfortegnelse

<b>Forkortelser</b>	<b>6</b>
<b>Figuroversigt</b>	<b>7</b>
<b>Tabeloversigt</b>	<b>8</b>
<b>Sammenfatning</b>	<b>9</b>
<b>Executive Summary</b>	<b>12</b>
<b>1. Formål og afgrænsning</b>	<b>15</b>
<b>2. Forsyningskæder og kritikalitet</b>	<b>17</b>
2.1 Begrebet mineralske råstoffer .....	17
2.2 Opdeling af de mineralske råstoffer .....	18
2.3 Forsyningskæderne for mineralske råstoffer.....	20
2.4 Kritiske mineralske råstoffer .....	21
2.4.1 Forsyningsrisiko .....	23
<b>3. Datagrundlag</b>	<b>29</b>
3.1 Nationalregnskabet .....	29
3.2 Industriens køb af varer og tjenester.....	31
3.3 Regnskabsstatistik for private byerhverv (regnskabsstatistikken) .....	31
3.4 Udenrigshandel med varer .....	32
3.5 Fast realkapital .....	32
3.6 Detaljegrad for brancher og varer .....	33
3.7 Afgrænsning af den danske økonomi .....	33
<b>4. Metodebeskrivelse</b>	<b>35</b>
4.1 Identifikation af varegrupper der fortrinsvist består af mineralske råstoffer .....	35
4.2 Identifikation af mineralske råstoffer i varer .....	35
4.3 Omregning fra varekøbspriser til råstofværdier.....	40
4.4 Vurdering af økonomisk betydning.....	41
4.5 Forsyningsrisiko .....	44
<b>5. Danske primære og sekundære erhvervs afhængighed af mineralske råstoffer</b>	<b>48</b>
5.1 De primære og sekundære erhvervs samlede råstofforbrug .....	48
5.2 De primære og sekundære erhvervs råstofforbrug pr. hovedafdeling .....	52
5.3 Investeringer.....	56
5.4 Råstoffernes afledte økonomiske betydning .....	58
5.5 Kritikalitetsanalyse af råstoffer anvendt af primære og sekundære virksomheder .....	63
5.6 Vurderinger af kritikalitetsanalysen .....	66

5.7	Råstoffernes betydning for nationale politiske strategier .....	67
5.8	Neodym til vindmølleindustrien.....	71
5.9	Danske primære og sekundære virksomheders råstof importafhængighed .....	72
<b>6.</b>	<b>Konklusion</b>	<b>73</b>
	<b>Referencer</b>	<b>75</b>
	<b>Bilag A</b>	<b>78</b>
	Oversigt over EU's kritiske og strategiske råstoffer .....	78
	<b>Bilag B</b>	<b>79</b>
	Faktaark over EU-kritiske råstoffer.....	79
	BAUXIT – ALUMINA – ALUMINIUM [Al].....	80
	ANTIMON [Sb].....	83
	ARSEN [As].....	85
	BARYT [Ba] .....	87
	BERYLLIUM [Be].....	89
	BISMUTH [Bi] .....	91
	BORATER [B].....	93
	FELDSPAT .....	95
	FLUORIT [CaF <sub>2</sub> ].....	97
	FOSFATBJERGARTER / FOSFOR [P].....	99
	GALLIUM [Ga].....	101
	GERMANIUM [Ge] .....	103
	GRAFIT (naturligt) [C] .....	105
	HAFNIUM [Hf].....	108
	KOBBER [Cu].....	110
	KOBOLT [Co] .....	112
	LITHIUM [Li] .....	114
	MAGNESIUM [Mg] / MAGNESIT [MgCO <sub>3</sub> ].....	117
	MANGAN [Mn].....	120
	NIKKEL [Ni] .....	122
	NIOBIUM [Nb].....	124
	PALLADIUM [Pd].....	126
	PLATIN [Pt].....	128
	SCANDIUM [Sc] .....	130
	SILICONMETAL [Si].....	132
	SJÆLDNE JORDARTSMETALLER [REE] .....	134
	STRONTIUM [Sr].....	137
	TANTAL [Ta].....	139
	TITANIUMMETAL [Ti] .....	141
	VANADIUM [V].....	144
	WOLFRAM [W].....	146
	Forkortelser – Bilag B.....	148
	Referencer – Bilag B .....	149
	<b>Bilag C</b>	<b>150</b>

Beregningsmetoden for EU's vurdering af forsyningsrisiko .....	150
Beregningseksempel for aluminium .....	152
<b>Bilag D</b>	<b>154</b>
Estimat for forbruget af sjældne jordartsmetaller til fremstilling vindmøllekomponenter i Danmark .....	154
<b>Bilag E</b>	<b>159</b>
Kategorisering af varer .....	159
<b>Bilag F</b>	<b>162</b>
Baggrundsdata for Figur 5-1 .....	162
<b>Bilag G</b>	<b>163</b>
Brancheinddeling efter DB07 (117-gruppering) .....	163
<b>Bilag H</b>	<b>164</b>
De primære og sekundære erhvervs køb af varer (brancher på 117-gruppering og varekategorier på 2-ciffer niveau) .....	164
<b>Bilag I</b>	<b>167</b>
De primære og sekundære erhvervs køb af varer baseret på mineralske råstoffer .....	167
<b>Bilag J</b>	<b>169</b>
Sammensatte materialers og komponenters grundstofindhold .....	169
<b>25 Salt; svovl; jord- og stenarter; gips, kalk og cement</b> .....	171
<b>28 Uorganiske kemikalier; forædlinger af ædle metaller, af sjældne jordarters metaller mv.</b> .....	171
<b>70 Glas og glasvarer</b> .....	172
<b>72 Jern og stål</b> .....	173
<b>73 Varer af jern og stål</b> .....	174
<b>74 Kobber samt varer deraf</b> .....	175
<b>76 Aluminium samt varer deraf</b> .....	176
<b>Elektronik</b> .....	177
<b>EI-motor</b> .....	177
<b>Katalysator</b> .....	178
<b>Slidstål (værktøjsstål)</b> .....	178
<b>Transformator</b> .....	178
<b>Li-batterier</b> .....	179
<b>Pb-batterier</b> .....	179
<b>Optiske fiberkabler</b> .....	179
<b>Referencer</b> .....	180
<b>Bilag K</b>	<b>181</b>
Materialekomplekse varers overordnede materiale- og komponentsammensætning .....	181

# Forkortelser

BNP	Bruttonationalprodukt
BBR	Bygnings- og Boligregistret
BVT	Bruttoværditilvækst
CCS	Carbon Capture and Storage
CCUS	Carbon Capture Storage and Utilization
CRM	Critical Raw Materials (kritiske råstoffer)
DB	Dansk Branchekode
DST	Danmarks Statistik
DG GROW	The Department for Growth
EC	European Commission/Europa Kommissionen (EU Kommissionen)
EOL-RR	End-Of-Life Recycling-Rate
ESA	European System of National Accounts
Eurostat	Statistical Office of the European Communities
FE	Forsvarets Efterretningstjeneste
FN	De Forenede Nationer
HHI	Herfindahl-Hirschman Index
HREE	Heavy Rare Earth Elements REE (tunge sjældne jordartsmetaller)
HS	Harmonized System (det harmoniserede varebeskrivelses- og kodesystem)
I.A.N.	Intet andetsteds nævnt
IEA	International Energy Agency
IoMT	Internet of Medical Things
ITO	Indiumtinoxid
ICT	Information and Communications Technology
IKT	Informations- og Kommunikationsteknologi
KN	Kombineret Nomenklatur
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LREE	Light Rare Earth Elements REE (lette sjældne jordartsmetaller)
MiMa	Videncenter for Mineralske råstoffer og Materialer
MRI	Magnetic Resonance Imaging
NCA	Nickel-Cobalt-Aluminium Oxide
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne
NdFeB	Neodym, jern og bor
PGM	Platingruppemetaller
PRODCOM	'Industrial production statistics in the EU'
REE	Rare Earth Elements (sjældne jordartsmetaller)
REO	Rare Earth Oxide
SCREEN	Solutions for CRITICAL Raw materials – a European Expert Network
SmCoFe	Samarium, kobolt og jern
SNA	System of National Accounts
SR	Supply Risk
UK	United Kingdom
UM	Udenrigsministeriet
UN	United Nations
WGI	World Governance Indicators (fra World Bank)

# Figuroversigt

Figur S1	Råstoffernes afledte betydning for bruttoværditilvækst som funktion af forsyningsrisiko.....	11
Figur 2-1	Generisk diagram af mineralske råstoffers forsyningskæder med angivelse af årsager til potentielle flaskehalsproblemer, udfordringer og konsekvenserne af et forsyningssvigt.....	18
Figur 2-2	Den globale råstofproduktion i 2022 for nogle af de mest anvendte mineralske råstoffer.....	20
Figur 2-3	Eksempel på kritikalitetsplot fra EU Kommissionen.....	22
Figur 2-4	Oversigt over genanvendelsesrater (EoL-RIR) i EU-27 for de råstoffer EU-kommissionen har vurderet som kritiske.....	27
Figur 4-1	Den overordnede struktur for EU's kritikalitetsmetodologi.....	45
Figur 5-1	Overordnet gruppering af de primære og sekundære erhvervs varekøb.....	49
Figur 5-2	De primære og sekundære erhvervs varekøb fordelt efter råstof og opdelt i forhold til råstoffernes anvendelse i simple materialer eller materialekomplekse produkter.....	50
Figur 5-3	De primære og sekundære erhvervs varekøb fordelt efter råstof.....	51
Figur 5-4	De primære og sekundære erhvervs bruttoværditilvækst i 2019 fordelt efter fem hovedgrupper.....	52
Figur 5-5	Relativ fordeling af de råstofvarekøb som foretages af primære og sekundære erhverv fordelt efter fem hovedafdelinger.....	53
Figur 5-6	Råstofferne i de primære og sekundære erhvervs varekøb. De ti mest købte råstoffer i hver hovedgruppe er vist.....	55
Figur 5-7	De primære og sekundære erhvervs samlede forbrug af fast realkapital samt køb af varer af mineralske råstoffer.....	57
Figur 5-8	De primære og sekundære erhvervs forbrug af fast realkapital, samt køb af varer af mineralske råstoffer.....	57
Figur 5-9	De primære og sekundære erhvervs mineralråstofbaserede forbrug af fast realkapital samt køb af varer af mineralske råstoffer.....	58
Figur 5-10	Ressourceproduktiviteten som antal beskæftigede, bruttoværditilvækst og eksport beregnet for de 30 økonomisk mest betydningsfulde råstoffer for de primære og sekundære erhverv.....	60
Figur 5-11	Afledt købsværdi, antal beskæftigede, bruttoværditilvækst (BVT) og eksport for de 30 økonomisk mest betydningsfulde råstoffer for de primære og sekundære erhverv.....	61
Figur 5-12	De primære og sekundære erhvervs ressourceproduktivitet målt på eksport, bruttoværditilvækst og antal beskæftigede.....	62
Figur 5-13	Råstoffernes afledte betydning for bruttoværditilvæksten som funktion af forsyningsrisiko..	64
Figur 5-14	Råstoffernes afledte betydning for beskæftigelsen som funktion af forsyningsrisiko.....	64
Figur 5-15	Råstoffernes afledte betydning for eksporten som funktion af forsyningsrisiko.....	65
Figur 5-16	Råstoffernes afledte betydning for varekøbet som funktion af forsyningsrisiko.....	65
Figur 5-17	De mineralske råstoffers afledte betydning for bruttoværditilvæksten i industrien i Danmark i 2011 sammenholdt med EU Kommissionens 2014-vurdering af forsyningsrisiko.....	66
Figur 5-18	Afledt betydning for bruttoværditilvæksten; neodym er fremhævet.....	72



# Tabeloversigt

Tabel 2-1	Største producentlande for henholdsvis udvinding og processering af fem vigtige råstoffer til grøn omstilling i 2022.....	25
Tabel 4-1	Datadækning. Råstoffer rangeret efter økonomisk betydning (bruttoværditilvækst) .....	36
Tabel 4-2	Samlet oversigt over råstoffer identificeret direkte i varekodebeskrivelserne for de varer som de primære og sekundære erhverv købte i 2019.....	37
Tabel 4-3	Samlet oversigt over råstoffer identificeret indirekte i varekodebeskrivelserne for de varer som de primære og sekundære erhverv købte i 2019.....	38
Tabel 4-4	Samlet oversigt over typiske materialetyper og komponenter identificeret i de materialekomplekse varer som de primære og sekundære erhverv købte i 2019. Ligeledes oversigt over råstofferne identificeret i de typiske materialetyper og komponenter.....	38
Tabel 4-5	Vurdering af om råstoffernes typiske slutprodukter er identificeret i de primære og sekundære erhvervs køb af varer, og om datadækningen derved forventes at være god eller lav. Tabellen viser de mindst betydningsfulde råstoffer.....	39
Tabel 4-6	Råstoffer identificeret ved en markedsanalyse.....	40
Tabel 4-7	Uidentificerede råstoffer som er inkluderet i EU's 2023-analyse.....	41
Tabel 4-8	Beregningseksempel for planglas: typisk råstof sammensætning i procent (b) omregnet til værdifordeling i procent.....	42
Tabel 4-9	Branchernes varekøb, eksport, bruttoværditilvækst og antal beskæftigede.....	42
Tabel 4-10	Ressourceproduktiviteten beregnet for eksporten, bruttoværditilvæksten og antal beskæftigede.....	43
Tabel 4-11	EU-metodens parametre inddelt efter kildemateriale.....	44
Tabel 4-12	EU Kommissionens vurdering af forsyningsrisiko i 2023.....	46
Tabel 5-1	De fem hovedafdelingernes typiske varekøb.....	54
Tabel 5-2	De primære og sekundære erhvervs mineralråstofbaserede investeringer (forbrug af fast realkapital) samt køb af varer af mineralske råstoffer.....	57
Tabel 5-3	De primære og sekundære erhvervs varekøb omregnet til råstofværdier samt afledt eksportværdi, bruttoværditilvækst og antal beskæftigede.....	59
Tabel 5-4	Strategiske teknologiområder hvor mineralske råstoffer er af vital betydning.....	67
Tabel 5-5	De 10 mest betydningsfulde råstoffer for de primære og sekundære erhverv i Danmark..	69

# Sammenfatning

Alle samfund er afhængige af mineralske råstoffer til fremstilling af forbrugsvarer og til opbygning af infrastruktur. Efterspørgsel af de mineralske råstoffer er knyttet til både nationaløkonomiske forhold og teknologiske udviklinger og har globalt medført hurtigt voksende råstofforbrug og stor efterspørgsel på en række mineralske råstoffer, som ikke tidligere har været efterspurgt. Store forsyningsudfordringer er knyttet direkte til implementeringen af de grønne teknologier. Den hurtige vækst i forbruget af mineralske råstoffer sætter de komplekse og sårbare forsyningskæder for disse råstoffer under pres, med potentielt alvorlige forsyningsvigt og økonomiske konsekvenser til følge.

Mange lande udarbejder derfor vurderinger af den nationale/regionale råstofforsyningsikkerhed som i kombination med implementering af nye råstofstrategier skal sikre forsyningerne. På EU-niveau har EU Kommissionen i marts 2023 udgivet den seneste kritikalitetsvurdering af, hvilke råstoffer som både har økonomisk betydning for EU og som desuden er forsyningsudfordrede – og dermed betragtes som kritiske.

Da der er store forskelle i medlemslandes råstofforbrug, gennemførte Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) i 2015 en kvantitativ analyse af, hvilke mineralske råstoffer dansk industri købte, og sammenholdt resultaterne med forsyningsikkerheden for EU i 2014 (Kalvig *et al.* 2015). Siden da er de internationale råstofbehov ændret væsentligt, og derfor har MiMa, på opdrag fra Erhvervsstyrelsen, opdateret analysen af, hvilke mineralske råstoffer der har betydning for dansk økonomi. Denne rapport fremlægger analysens resultater.

Analysen er afgrænset til at omfatte råstofforbruget i de primære og sekundære erhverv. Undersøgelsen omfatter: (i) varer baseret på mineralske råstoffer (alle varer, uanset grad af forarbejdning) og (ii) danske virksomheders varekøb og økonomisk aktivitet (i visse tilfælde indbefatter dette desuden danske virksomheders aktiviteter i udlandet). Biobaserede varer eller varer baseret på fossile råstoffer er ikke omfattet.

Metodisk består analysen af en kvalitativ analyse af det danske forbrug udtrykt ved en række økonomiske parametre, som i kombination med råstoffernes EU-forsyningsrisiko anvendes som udtryk for råstofkritikaliteten i Danmark.

Som indikatorer for økonomisk betydning anvendes i denne analyse (i) værdien af branchernes køb af mineralske råvarer og (ii) 'råvarens afledte betydning', som afspejler råstoffernes betydning for værditilvækst ved forarbejdning og betydning for antal beskæftigede og eksport.

Datagrundlaget for analysen er det danske nationalregnskab for året 2019 udarbejdet af Danmarks Statistik, som var seneste endelige nationalregnskabsår, da nærværende analyse blev påbegyndt i 2022. Data er afgrænset til nationalregnskabets opgørelser over virksomhedernes varekøb, vareeksport, bruttoværditilvækst, antal beskæftigede og forbrug af fast realkapital.

Analyseresultaterne er især begrænset af to forhold:

- Datakvaliteten for nationalregnskabets detailopgørelse af branchernes varekøb er robust i forhold til de mest almindelige varegrupper og de største varekøb gjort af brancherne, men der er stigende usikkerhed jo mindre varekøbene er for virksomheden (specialvarer) og jo mindre virksomheden er.

- Varekategoriernes råstofbestanddele er identificeret ved brug af varekodebeskrivelserne i nationalregnskabet kombineret med litteraturreferencer. Det vurderes, at identifikationen af 19 mineralske råstoffer er god, men lav for andre 23 mineralske råstoffer. Øvrige råstoffer, som ikke blev identificeret ved nærværende fremgangsmåde, er bl.a. 15 mineralske råstoffer, som indgår i EU Kommissionens 2023 kritikalitetsvurdering.

Metoden til beregning af råstoffernes økonomiske betydning omfatter følgende tre trin:

- De primære og sekundære erhvervs varekøbs beskrivelser i nationalregnskabet gennemgås og de mineralske råstoffer identificeres, bl.a. ved hjælp af litteraturstudier.
- Købsværdien af varerne fordeles i forhold til de råstoffer, som varerne består af under anvendelse af råstoffernes værdi i varen som fordelingsnøgle. Dette indebærer vurderinger af varernes materialesammensætninger og råstoffernes markedspriser. Fordelingen af varepriser på råstofomkostninger afspejler råstoffernes resulterede værditilvækst i produktet.
- Råstoffernes afledte effekt på nationaløkonomiens bruttoværditilvækst, antal beskæftigede og eksport beregnes ved hjælp af branchernes ressourceproduktivitetsfaktorer.

Til vurderingen af ressourcekritikalitet er råstoffernes afledte økonomiske betydning sammenholdt med EU-metodens 2023-vurdering af forsyningsrisiko. Da EU Kommissionens metode til beregning af forsyningsrisiko for mineralske råstoffer (EC 2014) danner grundlaget for denne rapport's vurdering af sårbarheden for danske virksomheder, er betydningen af de parametre for forsyningsrisiko, som er anvendt af EU-Kommissionen, kommenteret særskilt.

I 2019 købte de primære og sekundære erhverv i Danmark varer for omkring 500 mia. kr., hvor de mineralske råstoffer udgjorde 226 mia. kr.

Analysen viser, at følgende ti råstoffer har den største afledte købsværd: jern, kobber, nikkel, aluminium, guld, skærver og småsten, kalk, krom, sand og zink. Disse 10 råstoffer udgør ca. 90 % af købsværdien i de primære og sekundære erhverv; heraf udgør jern alene ca. 30 % af værdien. De ti råstoffer er karakteriseret ved, at de indgår i forholdsvis simple produkter som stål- og aluprofiler, rør, kabler, tilslagsmateriale og cement, men de indgår samtidig også i materialekomplekse produkter som elektroniske og elektriske produkter, maskiner, anlæg og transportmidler.

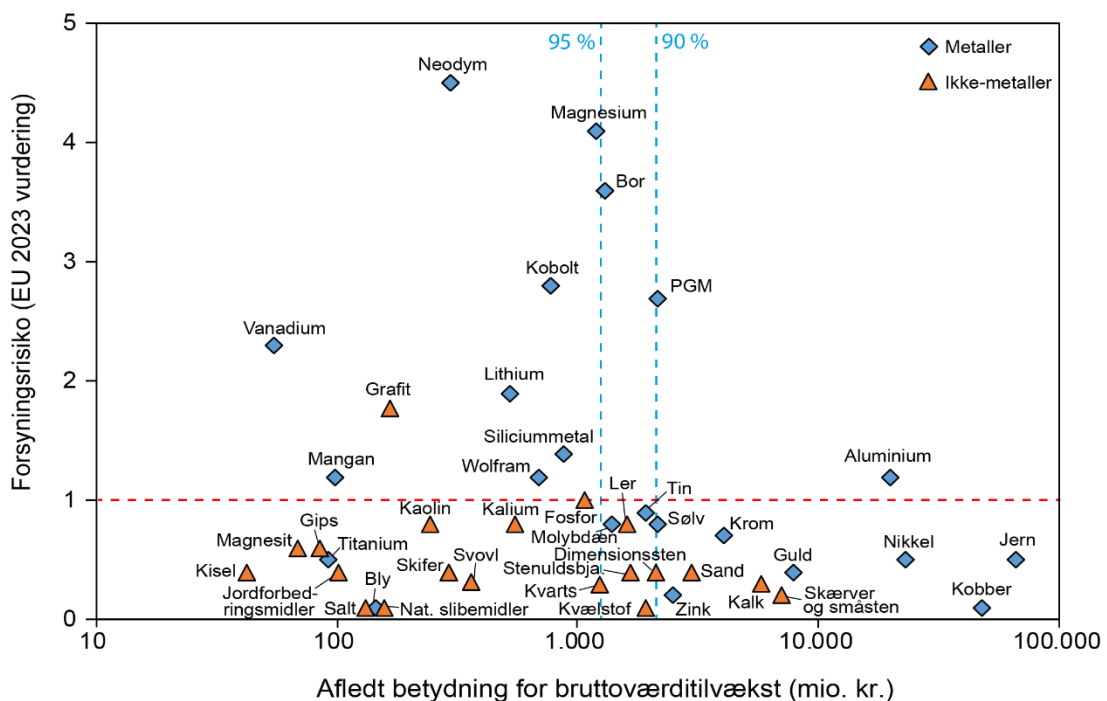
Analysen viser også, at industrien står for hovedparten af købet af varer baseret på mineralske råstoffer, som især omfatter råstofbestanddelene jern, kobber, aluminium, nikkel, guld og krom, som er vigtige bestanddele i stål- og aluminiumsemner, maskiner og elektrisk udstyr. Råstofkøbene fra andre erhverv omfatter især byggeråstofferne (skærver og småsten, kalk, sand, dimensionssten og ler) og gødningsråstoffer (fx fosfat og kalium).

Undersøgelsen har desuden vist, at der ikke er forskel i rækkefølgen af, hvilke råstoffer der har størst økonomisk betydning, når dette vurderes i forhold til nøgleparametrene bruttoværditilvækst, antal beskæftigede og eksport sammenlignet med rangeringen efter afledt købsværdi. Dette beror på, at der er stor spredning i råstoffernes afledte købsværdi og mindre spredning i branchernes ressourceproduktivitet. Forventeligt har byggeråstofferne (skærver og småsten, dimensionssten, kalk mv.) en mindre afledt betydning for eksporten relativt til de øvrige økonomiske parametre. Dette indikerer, at råstoffernes afledte købsværdi er en god indikator for råstoffernes økonomiske betydning.

Nøgleråstoffer til teknologier til den grønne energiomstilling, forsvar, medicinalindustri, informations- og kommunikationsteknologi (IKT) samt landbrug og fødevarer har stor nationaløkonomisk betydning, samtidig med at de er strategisk vigtige råstoffer. Til den grønne omstilling er eksempelvis stål og stålets legeringsmetaller, som fx krom, nikkel, zink og mangan, afgørende for fremstillingen af vindmøletårne, havvindmøllers forankring, samt til konstruktionsstål, maskiner, tanke og rør anvendt i procesanlæg til biogas, power-to-X, elektrolyse, forbrændingsanlæg, varmepumper mv.; lige så afgørende er byggeråstofferne til beton og anlægsformål (fundamenter, energier, betonrør, vejunderlag) samt kobber til generatorer, varmevekslere og eltransmission.

Undersøgelsen viser, at platingruppemetallerne (PGM), bor og aluminium kan betragtes som kritiske, hvis EU Kommissionens kriterier for høj forsyningsrisiko i kombination med skæringslinje ved 95 % percentilen for økonomisk betydning anvendes; anvendes derimod 90 % percentilen er kun PGM og aluminium kritisk, set i forhold til EU-vurderingskriterierne (Figur S1).

De mest betydningsfulde råstoffer har en dominerende betydning for økonomien, og små udsving i prisen eller forsyningen af dem vil kunne påvirke økonomien betydeligt. Dette peger på et behov for mere detaljerede risikoanalyser af de mest betydningsfulde råstoffers forsyningsikkerhed, som inkluderer nationale aspekter af råstoffernes kritikalitet.



**Figur S1** Råstoffernes afledte betydning for bruttoværditilvækst som funktion af forsyningsrisiko. Med angivelse af percentiler og EU Kommissionens grænse for høj/lav forsyningsrisiko. Bemærk log-aritmetisk skala.

# Executive Summary

All societies depend on mineral raw materials to manufacture consumer goods and to build infrastructure. Demand for mineral raw materials is linked to both national economic conditions and technological developments and has globally led to rapidly growing raw material consumption and high demand for a number of mineral raw materials that have not previously been in demand. Major supply challenges are linked directly to the implementation of the green technologies. The rapid growth in the consumption of mineral raw materials puts the complex and vulnerable supply chains for these raw materials under pressure, with potentially serious economic consequences.

In order to secure the supply chains, many countries prepare assessments of the national/regional raw material supply security and implement raw material strategies. At EU level, in March 2023, the EU Commission published the latest criticality assessment of which raw materials are both of economic importance to the EU and which are also supply-challenged - and thus considered critical.

As there are large differences in member countries' consumption of raw materials, the Center for Minerals and Materials (MiMa) in 2015 carried out a quantitative analysis of which mineral raw materials Danish industry bought and compared the results with the security of supply for the EU in 2014 (Kalvig *et al.* 2015). Since then, the international requirements for raw materials have changed significantly, and therefore MiMa, on instructions from the Danish Business Authority, has updated the analysis of which mineral raw materials are important for the Danish economy. This report presents the results of the analysis.

The analysis is limited to include raw material consumption in the primary and secondary sectors. The investigation includes: (i) goods based on mineral raw materials (all goods, regardless of degree of processing) and (ii) goods purchases and economic activity of Danish companies (in some cases this also includes activities of Danish companies abroad). Bio-based goods or goods based on fossil raw materials are not covered.

Methodologically, the analysis consists of a qualitative analysis of the Danish consumption expressed by a number of economic parameters, which in combination with the EU supply risk of the raw materials are used as an expression of the raw material criticality in Denmark.

Since the EU Commission's method for calculating supply risk for mineral raw materials (EC 2014) forms the basis for this report's assessment of the vulnerability of Danish companies, the significance of the parameters for supply risk used by the EU Commission is commented on.

As indicators of economic importance, this analysis uses (i) the value of the industries' purchase of mineral raw materials and (ii) 'the derived importance of the raw material', which reflects the importance of the raw materials for value added during processing and importance for the number of employees and exports.

The data basis for the analysis is the national accounts for the year 2019, which was the most recent final national accounting year, as the present analysis was started in 2022. Data is delimited to the national accounts' statements of companies' purchases of goods, exports of goods, gross value added, number of employees and consumption of fixed real capital. The national accounts are prepared by Statistics Denmark.

The analysis results are particularly limited by two factors:

- The data quality for the national accounts' detailed account of the industries' purchases is robust in relation to the most common product groups and the largest purchases made by the industries, but there is increasing uncertainty the smaller the purchases are for the company (special goods) and the smaller the company.
- The raw material components of the product categories are identified using the product code descriptions in the national accounts combined with literature references. It is assessed that the identification of 19 mineral raw materials is good, but low for another 23 mineral raw materials. Other raw materials, which were not identified by the present method, are i.a. 15 mineral raw materials, which are included in the EU Commission's 2023 criticality assessment.

The method for calculating the economic importance of the raw materials includes the following three steps:

- The primary and secondary sectors purchase descriptions in the national accounts are reviewed and the mineral raw materials are identified, i.a. using literature studies.
- The purchase value of the goods is distributed in relation to the raw materials of which the goods consist, using the value of the raw materials in the goods as the distribution key. This involves assessments of the material compositions of the goods and the market prices of the raw materials. The distribution of product prices on raw material costs reflects the resulting added value of the raw materials in the product.
- The derived effect of the raw materials on the national economy's gross value added, number of employees and exports is calculated using the industries' resource productivity factors.

For the assessment of resource criticality, the derived economic significance of the raw materials is combined with the EU method's 2023 assessment of supply risk.

In 2019, the primary and secondary sectors in Denmark bought goods worth around DKK 500 billion, where the mineral raw materials amounted to DKK 226 billion.

The analysis shows that the following ten raw materials have the largest derived purchase value: iron, copper, nickel, aluminium, gold, aggregates, lime, chrome, sand and zinc. These 10 raw materials make up approx. 90 % of the purchase value in the primary and secondary sectors; of which iron alone accounts for approx. 30 % of the value. The ten raw materials are characterized by the fact that they are included in relatively simple products such as steel and aluminum profiles, pipes, cables, aggregates and cement, but they are also included in materially complex products such as electronic and electrical products, machines, plants and means of transport.

The analysis also shows that the industry accounts for the majority of the purchase of goods based on mineral raw materials, which in particular include the raw material components iron, copper, aluminium, nickel, gold and chromium, which are important components in steel and aluminum profiles, machinery and electrical equipment. The raw material purchases in other industries mainly include construction raw materials (aggregates, lime, sand, dimension stone and clay) and fertilizer raw materials (e.g., phosphate and potassium).

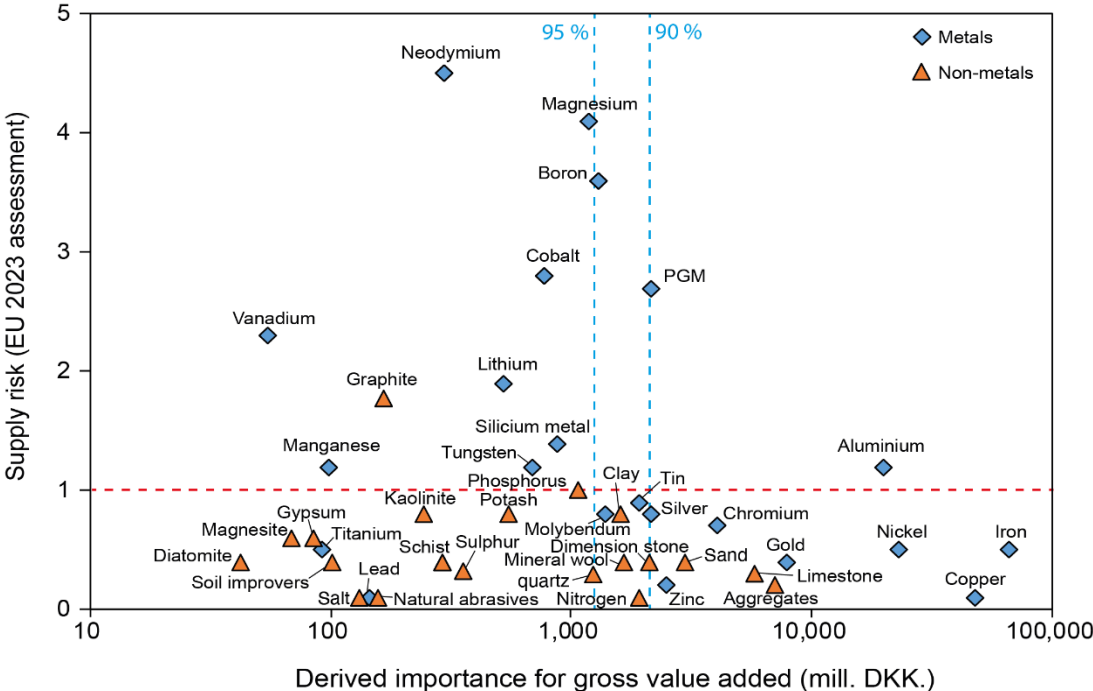
The study has also shown that there is no significant difference in the order of which raw materials have the greatest economic importance when this is assessed in relation to the key parameters gross value added growth, number of employees and exports compared to the ranking by derived

purchase value. This is because there is a large spread in the derived purchase value of the raw materials and less spread in the industries' resource productivity. It is expected that the construction raw materials (aggregates, dimension stone, lime, etc.) have a less derived importance for exports relative to the other economic parameters. This indicates that the derived purchase value of the raw materials is a good indicator of the economic importance of the raw materials.

Key raw materials for technologies for the green transition, defense, the pharmaceutical industry, information and communication technology (ICT) as well as agriculture and food are of great national economic importance, at the same time as they are strategically important raw materials. For the green transition, for example, steel and steel alloy metals, such as chrome, nickel, zinc and manganese, are crucial for the production of wind turbine towers, the anchoring of offshore wind turbines, as well as for structural steel, machines, tanks and pipes used in process plants for biogas, power-to-X, electrolysis, incinerators, heat pumps, etc.; the construction raw materials for concrete and construction purposes (foundations, energy islands, concrete pipes, road surfaces) and copper for generators, heat exchangers and power transmission are just as important.

The study shows that the platinum group metals (PGM), boron and aluminum can be considered critical if the EU Commission's criteria for high supply risk in combination with the cut-off line at the 95% percentile for economic importance are used; on the other hand, if the 90% percentile is used, only PGM and aluminum are critical, seen in relation to the EU assessment criteria (Figure S1).

The most important raw materials have a dominant effect on the economy, and small fluctuations in their price or supply can significantly affect the economy. This points to a need for more detailed risk analyzes of the supply security of the most important raw materials, which include national aspects of the criticality of the raw materials.



**Figure S1** Derived importance of raw materials for gross value added as a function of supply risk. With indication of percentiles and the EU Commission's limit for high/low supply risk. Note the logarithmic scale.

# 1. Formål og afgrænsning

Globalt er der et kraftigt øget fokus på sikring af forsyning af mineralske råstoffer. Dette skyldes bl.a. råstoffernes vitale rolle i moderne samfund og deres fremtidige udvikling samt øget råstof-forbrug og stigende vanskeligheder med tilstrækkelig og stabil råstofforsyning – en problematik som yderligere forventes forværret i fremtiden.

Den globale teknologiske udvikling og effektivisering medfører en stigende specialisering, monopolisering og kompleksitet i industriens forsyningskæder som i tillæg øger sårbarheden ved et eventuelt forsyningssvigt. Samtidig kræver implementeringen af den ressourcekrævende grønne omstilling en hastig og hidtil uset opskalering af produktionen, som forventes at sætte forsyningskæderne for en række nøgleråstoffer under varigt pres.

I de senere år har Verden oplevet en række alvorlige påvirkninger og udfordringer af forsynings-sikkerheden. Hændelserne tæller bl.a. de globale corona-restriktioner på fabrikker, grænseover-gange og havne i perioden 2020-2022, uheldet i Suezkanalen i marts 2021, som blokerede for ca. 12 % af den globale skibsvaretransport, nedlukningen af magnesium-smelteværkerne i ho-vedproduktionslandet Kina ultimo 2021 og krigen i Ukraine, som bl.a. har affødt omfattende han-delsrestriktioner og ødelæggelse af handelsruter og produktioner (fx European Aluminium 2021; OECD 2022; Forsvarets Efterretningstjeneste 2022; EIT RawMaterials 2023).

Som følge af den øgede politiske bevågenhed vedrørende sikringen af råstofforsyningen til Eu-ropa pågår der i øjeblikket konkrete bestræbelser på at udvikle og diversificere EU's forsyning af mineralske råstoffer, bl.a. gennem lovforslaget Critical Raw Materials Act (EC 2023b), som blev præsenteret i marts 2023. Også i Danmark står forsynings-sikkerhed højt på den politiske dags-orden. Det ses bl.a. i regeringens Udenrigs- og Sikkerhedspolitiske strategi (UM 2023) og i for-bindelse med igangværende udarbejdelser af en kommende national råstofplan (Regeringen 2022) og en national strategi for forsynings-sikkerhed (Styrelsen for Forsynings-sikkerhed 2023).

På denne baggrund har Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) på opdrag fra Erhvervsstyrelsen fået til opgave at kortlægge mineralske råstoffers kritikalitet i Danmark. MiMa har derfor udarbejdet en opdateret analyse af MiMa's kritikalitetsanalyse fra 2015 (Kalvig *et al.* 2015) af, hvilke mineralske råstoffer der har betydning for dansk økonomi, og sammenholdt disse resultater med EU Kommissionens 2023-vurderinger af råstoffernes forsyningsrisici til en vurde-ring af kritikaliteten på nationalt niveau. Nærværende rapport fremlægger resultaterne af denne opdaterede råstofanalyse for Danmark.

Ved forsynings-svigt af mineralske råstoffer er det først og fremmest de primære og sekundære erhverv som rammes, fordi omsætningen her direkte afhænger af tilgangen af fysiske råvarer. Derfor er nærværende analyse afgrænset til kun at omfatte tilgangen af varer baseret på mine-ralske råstoffer til de primære og sekundære erhverv. Målt på bruttonationalproduktet (BNP) ud-gør de primære og sekundære erhverv ca. ¼ af nationaløkonomien. Datagrundlaget for undersø-gelsen er Danmarks Statistiks nationalregnskabsopgørelse af branchernes varekøb i 2019.

Forhold som ofte vurderes at udgøre en forsyningsrisiko for mineralske råstoffer afdækkes over-ordnet i nærværende rapport. I detaljer gennemgås EU Kommissionens metodologi til beregning af forsyningsrisiko, ligesom metodens svagheder påpeges. Rapporten indeholder desuden en oversigt over EUs strategiske og kritiske råstoffer (Bilag A) samt en oversigt over vigtige fakta for



produktion og forbrug af de 34 råstoffer, som er vurderet som kritiske i EU Kommissionens analyse fra 2023 (Bilag B).

I tillæg til nærværende kortlægning af mineralske råstoffers kritikalitet i Danmark, udgiver MiMa en rapport ultimo 2023 som omfatter en kvalitativ analyse, der påpeger nogle af de forhold i forsyningskæderne, som kan få betydning for forsyningsituationen frem mod 2030. Den kvalitative analyse omfatter følgende otte råstoffers forsyningskæder: aluminium, bor, jern/stål, kobber, nikkel, vanadium, wolfram og zink.

## 2. Forsyningskæder og kritikalitet

Alle samfund er afhængige af mineralske råstoffer til primære og sekundære erhverv, hvor de indgår som forarbejdede råstoffer (halvfabrikata) til fremstilling af forbrugsvarer og til opbygning af infrastruktur. Efterspørgsel af de mineralske råstoffer er knyttet til både nationaløkonomiske forhold og til den teknologiske udvikling. De væsentligste årsager til det øgede behov for disse råstoffer er kraftig befolkningstilvækst og en generel global velstandsstigning i kombination med hurtig teknologisk udvikling. Dette har medført hastigt stigende efterspørgsel på hidtil anvendte mineralske råstoffer og ny efterspørgsel på en række mineralske råstoffer, som ikke tidligere har været efterspurgt. I tillæg til dette generelle forøget råstofbehov, kommer de råstoftræk, som er knyttet til implementeringen af den ressourcekrævende grønne omstilling, der kræver en opskalering af råstofproduktionen af hidtil usete historiske dimensioner af en række nøgleråstoffer. De hurtigt voksende ressourcebehov sætter forsyningskæderne for mineralske råstoffer under pres, fordi disse er komplekse, sårbare og det er yderst vanskelig med hurtig opskalering i kapacitet, som kan følge med den forventede efterspørgsel. Hertil kommer, at forsyningskæderne ofte er kendetegnet ved manglende eller meget begrænset geografisk diversitet og har tendens til monopoliseringer. Forsyninger af mange mineralske råstoffer er derfor udfordret med potentielt alvorlige (geo-)politiske, økonomiske og beskæftigelsesmæssige konsekvenser til følge.

Dette er den primære årsag til at mange lande i stigende grad udpeger nationale strategiske råstoffer og skaber initiativer til at sikre forsyningerne af disse. Grundlaget for de råstofstrategiske indsatser baseres på regelmæssige analyser af forsyningssituationen af udvalgte nøgleråstoffer, ofte omtalt som kritikalitetsvurderinger. EU Kommissionen har således i 2010, 2014, 2017, 2020 og senest i 2023 gennemført kritikalitetsvurderinger for at identificere, hvilke råstoffer der for EU's vedkommende kan betragtes som forsyningsudfordrede og desuden har stor økonomisk betydning (EC 2010, 2014, 2017, 2020a, 2023a).

Da der er store nationale forskelle i de enkelte medlemslandes industristrukturer og dermed på råstofforbruget, gennemførte MiMa i 2015 en kvantitativ analyse af, hvilke mineralske råstoffer dansk industri fortrinsvist købte.

### 2.1 Begrebet mineralske råstoffer

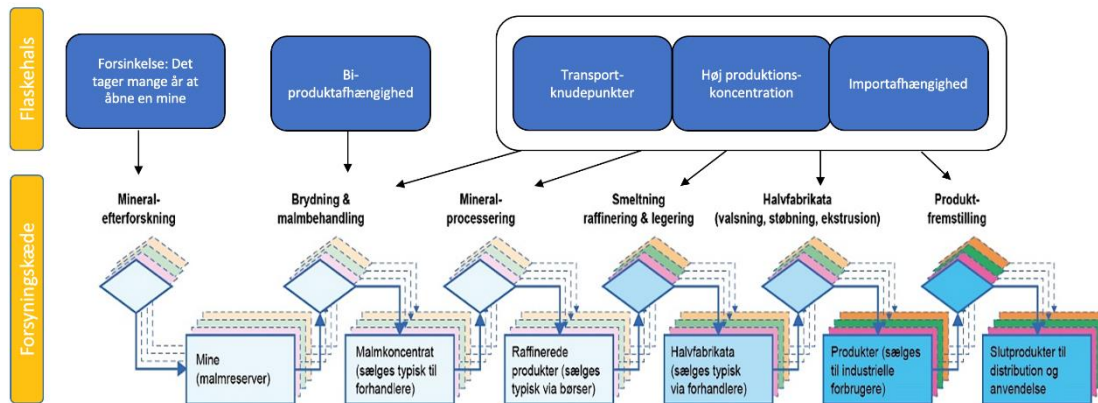
Begrebet mineralske råstoffer anvendes generelt om de mange produkter, som fremstilles med udgangspunkt i hundredvis af forskellige mineraler. Efter udvinding fra geologiske forekomster og efter varierende grad af bearbejdning kan mineralske råstoffer anvendes og dermed indgå i en kommerciel forsyningskæde med udbud og efterspørgsel. Betegnelsen *mineralske* refererer derfor alene til materialets geologiske udgangspunkt og angiver dermed samtidigt, at der er tale om ikke-fornybare råstoffer.

Mange mineralske råstoffer gennemgår en række forarbejdningstrin fra de udvindes i en mine, til de er bearbejdet på en måde, som på kommercielle vilkår kan finde industriel anvendelse. Disse processer involverer flere virksomheder, som dels har specielle ekspertiser til at udføre specifikke funktioner i forsyningskæderne, og dels har kundegrundlag til at afsætte disse produkter. Da mange mineraler indgår i flere forskellige industrielle slutprodukter, forgrenes forsyningskæderne 'nedstrøms'. I sådanne forgrenede net af forsyningskæder vil de relativt opstrøms beliggende

virksomheder betragte deres produktion som en vare/produkt, mens der for de virksomheder, der køber disse varer/produkter, er tale om et råstof/en råvare.

Kompleksiteten af forsyningskæderne stiger i takt med at moderne samfund anvender flere forskellige og mere sammensatte materialer til fremstilling af bygninger, transportmidler, kommunikationsmidler, energifremstilling osv. Dette kræver selvsagt, at mange forskellige miner og tilknyttede forsyningskæder kan sikre tilstrækkelige mængder af de efterspurgte råvarer/produkter.

Typiske trin i forsyningskæderne for mineralske råstoffer fra deres opdagelse til anvendelse, er illustreret i en simplificeret form for et enkelt råstof i den nedre del af Figur 2-1.



**Figur 2-1** Generisk diagram af mineralske råstoffers forsyningskæder med angivelse af årsager til potentielle flaskehalsproblemer, udfordringer og konsekvenserne af et forsyningssvigt.

## 2.2 Opdeling af de mineralske råstoffer

Mineralske råstoffer opdeles ofte i seks grupper med hver deres karakteristika, hvad angår anvendelse og forsyningskæder. De seks grupper er (i) industrimineraler samt bygge- og anlægsmaterialer; (ii) jern- og ferrolegeringsmetaller; (iii) ædelmetaller; (iv) sjældne jordartsmetaller (ENG: rare earth elements, REE); (v) øvrige ikke-jernholdige metaller og (vi) andre materialer, der beskrives nærmere nedenfor.

### Industrimineraler samt bygge- og anlægsmaterialer

Industrimineralerne omfatter bl.a. baryt, bentonit, borat, diatomit, feldspat, fluorit, fosfat, fosfatbjergart, gips, grafit, kaolin, kalium, kalksten, kvartssand, magnesit, grafit, olivin, perlit, salt, svovl og talk.

Industrimineraler er karakteriseret ved, at det er selve mineralets fysiske eller kemiske egenskaber, som udnyttes, og ikke kun nogle af mineralets kemiske bestanddele. Industrimineraler anvendes især som fyldstoffer, smøre- og gødningsmidler samt som ildfaste industrielle materialer og hjælpestoffer. Industrimineralprodukter forarbejdes typisk til færdige produkter ved minen/produktionsstedet og handles ofte direkte mellem producent og forbruger.

Bygge- og anlægsmaterialer omfatter sten, sand, grus, ler og kalk/kridt. Sand og grus af høj kvalitet bruges med cement til fremstilling af beton, mens en del sand og grus af dårligere kvalitet bruges som fyldmaterialer til anlægssopgaver; ler bruges primært til brændte byggematerialer

(tegl- og mursten). Volumenmæssigt er bygge- og anlægsmaterialerne den største gruppe af alle de mineralske råstoffer. Da forekomster af denne type bygge- og anlægsmaterialer er vidt udbredt og kun minimal forarbejdning påkrævet, udgør gruppen en række lavprisprodukter, som søges produceret tæt på anvendelsesstedet for at minimere transportomkostningerne.

#### *Jern og ferrolegeringsmetaller*

Jern og ferrolegeringsmetaller omfatter krom, kobolt, mangan, molybdæn, nikkel, niobium, tantal, titanium, titaniummetal, wolfram og vanadium.

Gruppen indgår i næsten alle industrier som fx jern/stål og deres legeringer. Kobolt og nikkel har desuden stigende betydning for fremstilling af lithium-ion-batterier. Udvinding sker i mange lande. Produkter fra minen er typisk mineralkoncentrater, som efterfølgende skal smeltes og raffineres, hvilket ligeledes foretages i mange lande.

#### *Ædelmetaller*

Ædelmetaller omfatter guld, sølv og platingruppemetallerne iridium, palladium, platin, rhodium, ruthenium og osmium.

Denne gruppe råstoffer kan findes frit (gedigent) og indgår desuden i mineraler med andre grundstoffer. Forekomster af guld og sølv udvindes i mange lande, hvorimod platingruppemineralerne kun udvindes fra få lande. For guld foretages en betydelig del af forarbejdningen ved minen, og kun den sidste del af raffineringen foretages af specialiserede virksomheder; for de øvrige ædelmetaller foretages hovedparten af både forarbejdning og raffinering af specialiserede virksomheder. Platingruppemetallerne, guld og sølv anvendes både industrielt, som investeringsobjekter og til smykkefremstilling.

#### *Sjældne jordartsmetaller (REE)*

De lette sjældne jordartsmetaller omfatter lanthan, cerium, praseodym, neodym, promethium og samarium. De tunge sjældne jordartsmetaller omfatter europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium og lutetium.

Navnet sjældne jordartsmetaller er misvisende, da de hverken er geologisk sjældne eller jordarter. Da de har store indbyrdes kemiske og fysiske ligheder, optræder alle gruppens metaller sammen i mineralerne; men forholdet mellem dem og koncentrationen afhænger af, hvilket mineral der udvindes. De sjældne jordartsmetaller anvendes i mange forskellige industrisektorer, dog typisk i relativt små mængder og med hver deres specifikationskrav, hvilket fordrer involvering af lange forsyningskæder af højt specialiserede virksomheder. Særlig stor efterspørgsel er der på fire sjældne jordartsmetaller neodym, praseodym, dysprosium og terbium, der bruges til fremstilling af magneter til eltransportmidler og vindmøller; og efterspørgslen forventes at vokse eksponentielt frem mod 2030 og 2050 (IEA 2021, Carrara *et al.* 2023, Watari *et al.* 2020 m.fl.).

#### *Øvrige ikke-jernholdige metaller*

De øvrige ikke-jernholdige metaller omfatter bauxit/aluminium, antimon, arsen, beryllium, bismuth, cadmium, kobber, gallium, germanium, hafnium, indium, bly, lithium, magnesium, rhenium, selen, siliciummetal, strontium, tellurium, tin, zink og zirkonium samt ædelmetallerne guld og sølv. Denne gruppe anvendes især, hvor der er behov for specifikke egenskaber i forhold til fx varmeledningsevne, elektrisk ledningsevne, ændring af smeltepunkt, magnetiske eller optiske egenskaber osv., og generelt har alle metallerne i denne gruppe stor betydning for teknologier indenfor grøn omstilling. En del af metallerne i denne gruppe findes kun i meget små koncentrationer i naturen og brydes derfor ikke i selvstændige miner, men udvindes i stedet som biprodukt til andre

metaller; det gælder fx gallium, som er et biprodukt fra aluminiumproduktion, og germanium og indium, som er biprodukter fra zinkproduktion.

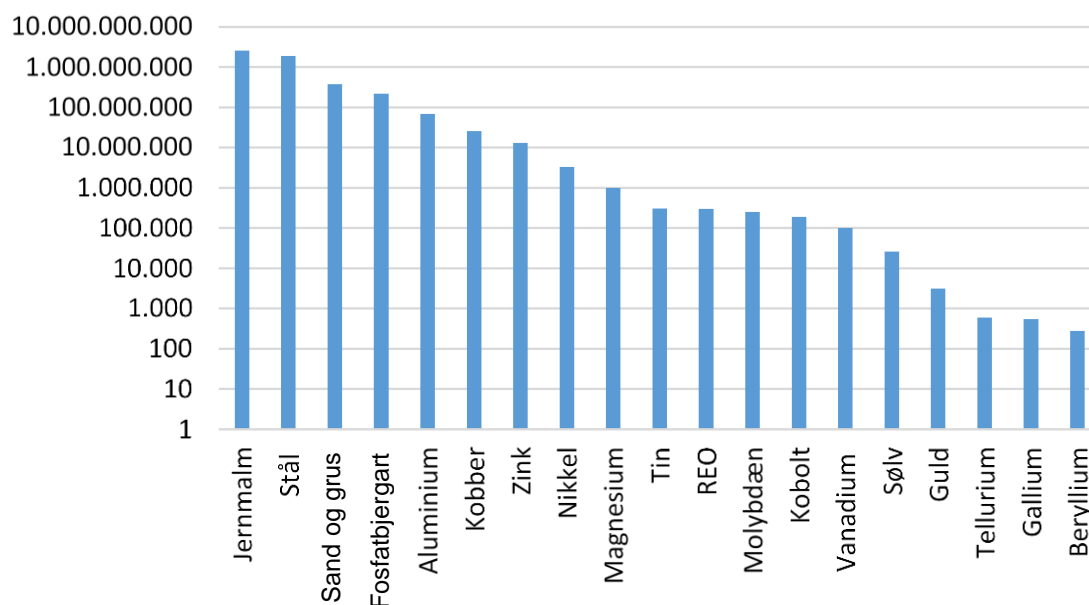
#### Andre materialer

Øvrige materialer omfatter coking coal (industrikul), og ædelgasser som brint, helium, neon, krypton og xenon. Denne gruppe behandles ikke nærmere her.

## 2.3 Forsyningskæderne for mineralske råstoffer

Forsyningskæderne for mineralske råstoffer starter i en mine/grusgrav e.l., som ligger, hvor kombinationer af geologiske, teknologiske og markedsmæssige forhold giver muligheder for at udnytte råstoffet økonomisk og med produktionsforhold, der opfylder landets regler og standarder med hensyn til miljø og sociale forhold.

De globale årlige produktioner af nogle af de mest anvendte råstoffer er volumenmæssigt meget forskellige (Figur 2-2). Da længerevarende oplagring af råstofferne til brug for eventuelle mangel-situationer er ualmindelige, afspejler den globale årlige råstofproduktion nogenlunde det årlige forbrug af råstofferne. Volumen er ikke i sig selv udtryk for, hvor vigtige råstofferne er; mange råstoffer anvendes kun i små mængder, men har essentiel betydning for fremstillingen af en given vare og kan måske ikke undværes eller substitueres, uden at det medfører forringelser af produktet.



**Figur 2-2** Den globale råstofproduktion i 2022 (ton, logaritmisk) for nogle af de mest anvendte mineralske råstoffer. REO er oxider af sjældne jordartsmetaller. Baseret på USGS (2023).

De fleste miner bryder, knuser og behandler de bjergarter, der indeholder de ønskede råstoffer, og fremstiller mineralkoncentrater heraf. De forarbejdningstrin, mineralet skal gennemgå for at blive til et kommercielt råstof, er specifikke for det pågældende mineral og af den sammenhæng råstoffet skal indgå i. Forarbejdningen omfatter ofte adskillige procestrin, som udføres i flere forskellige specialvirksomheder (som kan ligge i forskellige lande, se Figur 2-1), der køber råstofferne med henblik på en given behandling med efterfølgende salg for øje efter værdiforøgelsen.

Sådanne forarbejdningsanlæg/smelte-/raffineringsanlæg modtager koncentratet fra flere forskellige miner, som producerer samme type råstof.

Forarbejdningsanlæggene er ofte placeret i nærheden af de øvrige industrier, som hver for sig danner separate forsyningskæder. Derfor involverer minedrift ofte betydelige transporter over land og/eller hav, og transport er derfor et vigtigt led i en robust forsyningskæde-infrastruktur.

Industrier, der fremstiller halvfabrikata, vil almindeligvis være afhængig af forsyninger af flere forskellige mineralske råstoffer. Det gælder fx ved forarbejdning af jernmalm til stål, hvor der dels skal anvendes legeringsmetaller, industrikul (ENG: coking coal) som reduktionsmiddel og eventuelt olivin som fluxmiddel. Som eksempel kan stålplader, som anvendes i Danmark, være fremstillet af jernmalm fra en mine i Brasilien, krom fra en mine i Sydafrika og nikkel fra en mine i Philippinerne. Alle råvarer er først fragtet til Kina, hvor stålet typisk bliver fremstillet, og efterfølgende sejlet til Danmark i form af stålplader. Her kan de fx anvendes til fremstilling af rustfri stål-tanke, som måske sælges til et bryggeri i et andet land. De øvrige råstoffer til stålfremstillingen kan tilsvarende være produceret i helt andre lande. Eksemplet viser, at selv relativt simple produkter som stålplader er afhængige af mange forskellige velfungerende forsyningskæder længere oppe i forsyningshierarkiet.

## 2.4 Kritiske mineralske råstoffer

De komplekse forsyningskæder for mineralske råstoffer – som forudsætter, at der kan skabes en værdiforøgelse indenfor de enkelte forarbejdningsstrin – er dynamiske og underlagt mange forskellige forhold. For nogle råstoffer har forsyningsudfordringer kun mindre økonomisk og praktisk betydning, men er der forsyningsudfordringer for råstoffer, der både har *stor økonomisk betydning* og *høj forsyningsrisiko* og ikke umiddelbart kan erstattes med andre råstoffer, kan forsyningsudfordringer være samfundsmæssigt kritiske. I disse tilfælde taler man om *kritiske råstoffer*. Igenem de seneste 20 år har de industrialiserede lande udviklet metoder til at afdække sådanne risici for kritiske råstoffer. Som nævnt i kapitel 1 har bl.a. EU Kommissionen siden 2010 gennemført fem kritikalitetsanalyser baseret på løbende opdaterede metoder; den seneste analyse blev offentliggjort i marts 2023 og omfatter 36 råstoffer (Figur 2-3). Tilsvarende analyser udarbejdes efterhånden i de fleste større industrilande. I 2023 har EU udover at analysere, hvilke råstoffer som er kritiske, besluttet at definere en række råstoffer som strategiske. Disse råstoffer er materialer som vurderes at være afgørende for EU for en række strategiske sektorer og hvor allerede nu eller på sigt ventes forsyningsvanskeligheder. EU's strategiske råstoffer ses i Bilag A, men er ikke nærmere beskrevet i nærværende rapport.

De kritiske råstoffer er meget forskellige; nogle produceres i meget store mængder (fx produceres der ca. 210 mio. ton/år fosfatbjergarter), mens andre er biprodukter knyttet til fremstillingen af andre, ikke-kritiske råstoffer (fx germanium med en årlig produktion på ca. 120 ton, som er et biprodukt fra zinkmalm). De kritiske råstoffer har mange brugsområder, men er særligt vigtige indenfor teknologier til den grønne omstilling, eltransportmidler, kommunikations-, drone- og robotteknologier samt til teknologier og udstyr relateret til rumfart og forsvar.

De fleste analyser anvender en 'kritikalitetsmatrix', hvor råstofferne grupperes ud fra en vurdering af økonomisk betydning og forsyningsrisiko. I kritikalitetsmatricen ses den samlede vurdering af et råstofs forsyningsrisiko og dets økonomiske betydning for den enhed, der vurderes (land, region, virksomhed). EU Kommissionens nuværende kritikalitetsmetode til vurdering af et råstofs økonomiske betydning omfatter vurderinger af værditilvækst, hvilke sektorer der anvender



vigtige råstoffer for at sikre råstofforsyninger til egne industrier og være både teknologisk- og markedsledende på de færdige varer.

### 2.4.1 Forsyningsrisiko

I takt med den stigende globale velstand og udvikling af nye teknologier er mineralsektorerne underlagt en række vilkår: Mineralforbruget vokser hurtigt, og nye markeder opstår hurtigere end den tid, det tager at sætte nye miner i produktion og udvikle nye forsyningskæder. I Vesten er der desuden stigende konflikter mellem forskellige arealinteressenter, hvor mine- og mineralindustrien ofte nedprioriteres i forhold til andre interessenter. Som konsekvens er andelen af EU's egne forsyninger vigende eller helt ophørt, og kun en lille andel af de metaller, der anvendes, er udvundet i miner beliggende i unionens medlemslande.

Ved vurderinger af forsyningsrisiko for et givet råstof er det nødvendigt at vurdere de enkelte trin i forsyningskæden, da der er forskellige forsyningsrisici knyttet til henholdsvis minedrift, smeltning, raffinering og øvrige led i de forsyningskæder, der er knyttet til forskellige slutprodukter af de enkelte mineralske råstoffer. For eksempel kendes der mange store geologiske forekomster af sjældne jordartsmetaller (REE) i alle verdensdele, men da Kina dominerer de mellemste og nedre dele af forsyningskæderne for sjældne jordartsmetaller, og desuden kan afsætte disse råstoffer til egne industrier, er det vanskeligt at etablere nye, uafhængige produktioner, hvilket er den primære årsag til Vestens høje forsyningsrisiko for denne gruppe råstoffer. For råstoffet bor er forsyningsrisici især begrundet i det forhold, at verdensproduktionen er domineret af to store fuldt integrerede producenter, heraf et statsejet selskab. Desuden spiller produktionsomkostningerne i forsyningskæden og råstofpriser også en rolle for forsyningsrisiko. For eksempel bliver de biprodukter, som udvindes i forbindelse med raffinering af et hovedmetal, kun udvundet, hvis pris og omkostninger gør en sådan produktion profitabel. For sådanne råstoffer kan årsagerne til forsyningsudfordringerne være knyttet til forhold i dele af forsyningskæderne udenfor de(t) land(e), hvor råstoffet brydes og forarbejdes.

Mineralske råstoffers forsyningsrisiko kan afhænge af, det niveau der betragtes: virksomhedsniveau, et geografisk afgrænset område, et land eller på globalt niveau. Desuden spiller tidsperspektivet en rolle i vurderingerne af den økonomiske betydning. Eksempelvis vurderer virksomheder ofte forsyningsituationen for korte tidsperioder (måneder), hvorimod nationale vurderinger ofte indgår i flerårige scenarier, mens globale vurderinger måske rækker over dekader (fx FN's klimamålsætning). Meget lange tidsperspektiver, som indgår i vurderingen af, hvorvidt der er tilstrækkelige råstoffressourcer til fremtiden, indgår typisk ikke i vurderinger af kritiske råstoffer.

De fleste råvaremarkeder er karakteriseret ved, at der er etableret en balance mellem den globale produktion af mineralet, forarbejdningen til råstof og efterspørgslen for dette produkt. For de fleste råstoffer, som jern, aluminium, kobber, bly, nikkel, tin og zink, er denne balance et resultat af et moderat voksende forbrug, som på forsyningsiden modsvares af et stort antal miner i mange lande, smelteværker og raffinaderier i lidt færre lande og et stort antal aftagere i mange lande. Produktionen påvirkes typisk ikke nævneværdigt, hvis enkelte miner lukker eller åbner, mens lukning eller underkapacitet på smelteværker derimod kan have stor betydning. Anderledes er situationen for de specialmetaller, hvor den årlige produktion måske kun omfatter få hundrede ton (fx germanium, beryllium, gallium og platingruppernes metaller), og hvor efterspørgslen vokser stærkt. For denne gruppe er produktionen baseret på et meget lille antal specialiserede værker, og ændringer i deres produktionskapacitet kan få betydelige konsekvenser for både pris og leveringsmuligheder. Mange nye teknologier inden for datakommunikation, energifremstilling og -



lagring forudsætter brug af råstoffer, som tidligere kun har udgjort et marginalt nichemarked. Når nye teknologier implementeres, opstår der et behov for hurtigt at fremskaffe disse råstoffer i større volumener og meget hurtigt, men etablering af en ny mine eller tilbygninger til eksisterende raffineringer kan meget vel tage 5 til 15 år. Disse dynamiske forskelle i udbud og efterspørgsel er væsentlige årsager til forsyningsrisiko, som det eksempelvis har været tilfældet i forbindelse med efterspørgslen på sjældne jordartsmetaller, lithium, kobolt og grafit, som er nogle af nøgle-råstofferne til grønne teknologier.

Da nærværende rapport anvender de af EU Kommissionen (EC 2023a) estimerede data for forsyningsrisiko, diskuteres nedenstående nogle af de generelle forhold og anvendte parametre, som er bestemmende for, om et råstof udgør en forsyningsrisiko.

#### *Politisk stabilitet/ustabilitet (også omtalt som landerisiko)*

De fleste analyser lægger stor vægt på de politiske forhold i de lande, som bryder råstofferne. Dette indgår også som et betydeligt element i EU Kommissionens vurderinger, idet det antages, at ustabile politiske forhold kan bevirke, at også råstofproduktionen er ustabil, og at eksporten af råstoffet derfor er udfordret. Flere forhold spiller dog ind, og landerisikoen bør vurderes specifikt for hvert enkelt råstof. Eksempelvis gælder det for kobolt, som er på EU Kommissionens liste over kritiske råstoffer, at produktionen fra DR Congo har været stabilt voksende igennem de seneste 15 år på trods af to borgerkrige i samme periode (Bedder 2014). Det er dog vanskeligt at definere entydige parametre for, hvornår et land kan karakteriseres som politisk ustabil, og at forsyninger fra sådanne lande er ustabile. For eksempel kan forsyninger fra lande, der vurderes som politisk ustabile, være særligt beskyttet eller nyde særligt gunstige vilkår for at sikre landets behov for indtægter eller opnå andre politiske fordele.

#### *Landekonzentration – produktion*

Landekonzentrationen for råstofreserver og minedrift af et givet råstof bliver almindeligvis tildelt stor betydning i vurderinger af forsyningsrisiko – eksempler på landekonzentrationer for fem vigtige råstoffer til den grønne omstilling er vist i Tabel 2-1. Men landekonzentrationen giver ikke nødvendigvis et billede af, om koncentrationen har betydning for forsyningsrisiko. Mere retvisende vurderinger ville fremkomme ved at skelne mellem markedsmonopol (virksomhedernes markedsandel pr. led i værdikæden), værdikædemonopol (samme virksomhed kontrollerer flere led i værdikæden) og landemonopol (landets markedsandel af den globale produktion eller forarbejdning af råstoffet). Dette gælder fx de sjældne jordartsmetaller, hvor Kina har indført forskellige import-, produktions- og eksportrestriktioner og dermed har etableret en solid beskyttelse af deres de facto værdikædemonopol. Omvendt er der eksempler på, at konkurrenceelementet er opretholdt i lande med en stor produktionsandel af et givet råstof, hvor produktionen er fordelt på mange forskellige miner med forskellige ejerforhold, det gælder fx kobberproduktionen i Chile og Peru. Yderligere er der eksempler på, at landekonzentrationen for minedrift af råstoffer er betydeligt mindre end landekonzentrationen for de forarbejdningsanlæg, som skal omdanne malmminerale til de råstoffer, som industrierne anvender; det gælder fx jern, kobber og zink. Koncentrationen af ressourcerne, og dermed minedriften, i få lande, er derfor ikke nødvendigvis et retvisende mål for forsyningsrisikoen.

Det skal desuden bemærkes, at det for de fleste metalliske råstoffer kun undtagelsesvist gælder, at både mine og de forarbejdende og forbrugende industrier alle findes i samme land, så varer kan fremstille med egne råstoffer, og selv i de få tilfælde, hvor national råderet over råstofressourcerne findes, reduceres forsyningsudfordringerne kun sjældent. Nogle lande har indført nationale tiltag for at sikre at en større del af værditilvæksten forbliver i landet og sker i det land, der

råder over mineralressourcen. I USA pågår der fx implementering af store programmer til sikring af alle led af forsyningskæderne af sjældne jordartsmetaller.

**Table 2-1** Største producentlande for henholdsvis udvinding og processering af fem vigtige råstoffer til grøn omstilling i 2022. Kinas dominans i forsyningskæder, der forarbejder mineralske råstoffer, ses tydeligt. REO: oxider af sjældne jordartsmetaller. Kilde: IEA (2022).

	Udvinding	%	Processering	%
Kobber	Chile	28	Kina	40
	Peru	12	Chile	10
	Kina	8	Japan	5
	Øvrige	52	Øvrige	45
Nikkel	Indonesien	33	Kina	35
	Philippinerne	12	Indonesien	15
	Rusland	11	Japan	8
	Øvrige	44	Øvrige	42
REO	Kina	60	Kina	87
	Rusland	13	Malaysia	12
	Myanmar	11	Estland	1
	Øvrige	16	Øvrige	0
Kobolt	DR Congo	69	Kina	65
	Australien	4	Finland	10
	Rusland	4	Tyskland	5
	Øvrige	23	Øvrige	20
Lithium	Australien	52	Kina	58
	Chile	22	Chile	29
	Kina	13	Argentina	10
	Øvrige	13	Øvrige	3

#### Globale mineralreserver som mål for knaphed

Nogle undersøgelser inddrager forholdet mellem de nuværende kendte råstofressourcer og den producerede mængde pr. år som mål for eventuel knaphed på råstoffet, ofte omtalt som 'depletion time', og dermed som mål for forsyningsrisici. Denne type knaphedsindikatorer er imidlertid alene udtryk for et øjebliksbillede af ressourcesituationen og kan ikke bruges fremadrettet uden mange forbehold, hvoriblandt følgende bør indgå: (i) udfordringer ved at forudsige efterspørgslen på et givet råstof 10 år frem i tiden og dermed skønne forsyningsbehovet; og (ii) størrelser af råstofressourcer er dynamiske og påvirkes af bl.a. nye efterforskningsfund, nye brydningsmetoder, ny teknologi i behandlingen af malm og raffinering af metaller, ændringer i råstofpriser, ændringer i forbrug og genanvendelsesandel.

Når man taler om mineralske råstoffer, anvendes begrebet *malmreserve* om den del af en mineralforekomst, om hvilken det er påvist, at den kan brydes økonomisk; malmreserven er således almindeligvis kun en lille delmængde af *mineralressourcen*. Begrebet *mineralressourcer* anvendes om den del af en mineralforekomst, som endnu ikke er sikkert påvist, eller som giver uløste tekniske udfordringer, og derfor under de gældende prisforhold ikke er økonomiske at bryde, og derfor ikke kan indgå i malmreserverne. Hvis priser og teknologi ændres i positiv retning, kan nogle ressourcer opklassificeres til reserver; det omvendte er dog også tilfældet – faldende priser kan reducere reserverne, lukke eksisterende miner og forhindre nye i at åbne.

Efterforskning af mineralske råstoffer, også af de kritiske råstoffer, er næsten udelukkende overladt til private investorers økonomiske interesser og kun helt undtagelsesvis drevet af nationale råstofinteresser, hvilket til en vis grad er i modsætning til efterforskning af energiråstoffer. Det er generelt vanskeligt at skaffe kapital til mineralefterforskning og minedrift, som betragtes som stærkt risikobetonede projekter. I de seneste 15 år har der dog været en stigende interesse blandt junior-efterforskningselskaber til at efterforske i kritiske råstoffer med stærkt stigende priser. Set fra et projektsynspunkt er korrelationen mellem metalpris og mineralefterforskning dog uhenigtsmæssig, da det i de fleste tilfælde tager mere end 10-15 år fra et nyt mineralfund er gjort, til en eventuel ny mine kan åbne; derfor er de råstofpriser, der er gældende på efterforskningstidspunktet, kun af beskeden interesse for vurdering af rentabiliteten af et mineprojekt, som ligger mange år ude i fremtiden. Utilstrækkelig mineralefterforskning vil på sigt kunne reducere 'levetiden' af de påviste mineralforekomster og dermed bidrage til øgede forsyningsudfordringer. Selvom der endnu ikke er tegn på, at geologiske mangelsituationer er ved at opstå, er det almindeligt anerkendt, at der går længere tid imellem fund af nye verdensklassemineralforekomster, og at fremtidens råstoffer skal findes dybere, og råstofferne skal udvindes fra malme af ringere kvalitet end tidligere, hvilket generelt øger omkostningerne til mineralefterforskning. Det skal betones, at begrebet kritiske råstoffer ikke er relateret til geologiske mangelsituationer, men alene knyttet til dynamiske udfordringer i de tilhørende forsyningskæder.

#### *Biproduktafhængighed*

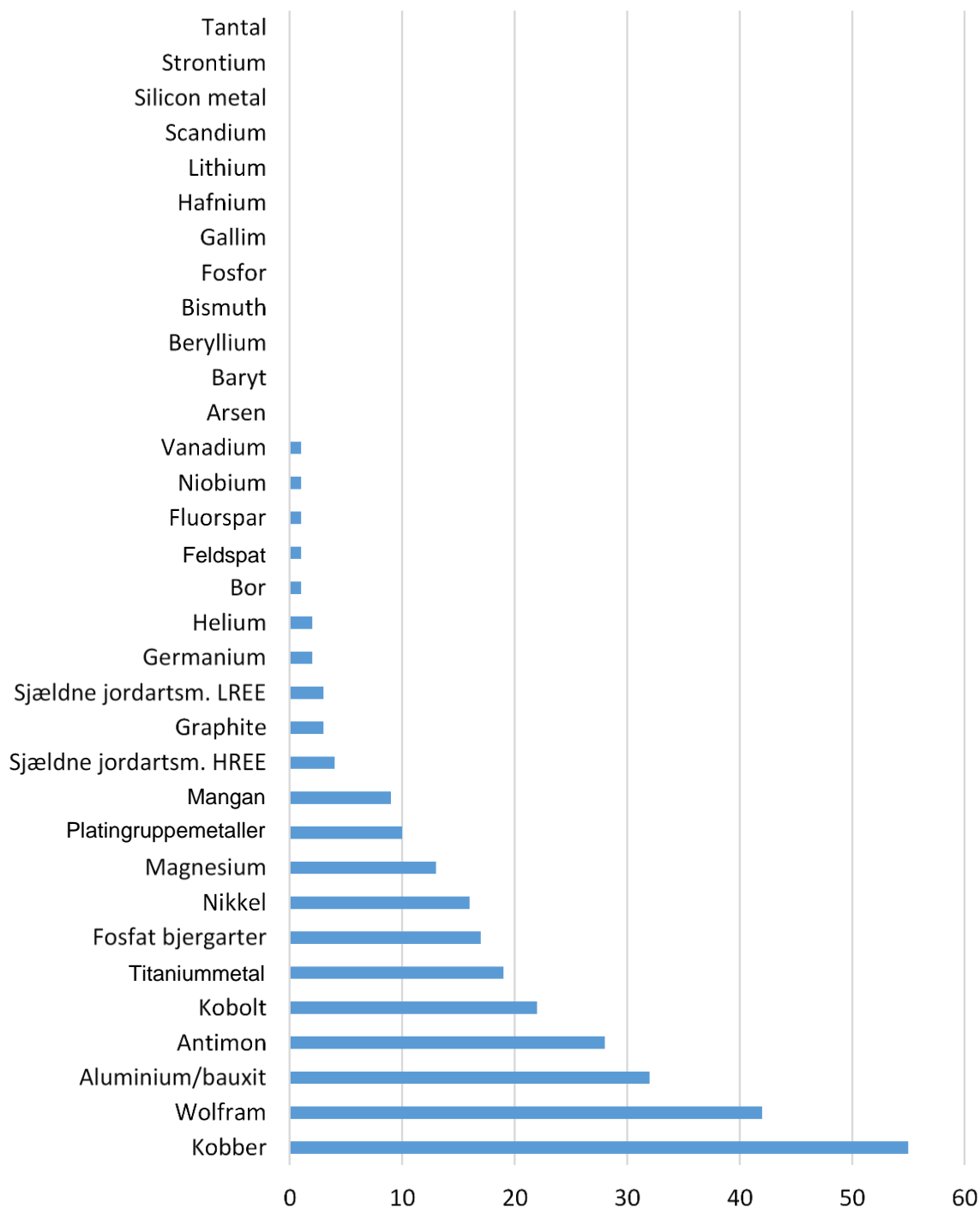
Malmen i nogle miner indeholder flere forskellige metaller og giver mulighed for at producere mere end ét metal. Almindeligvis vil et af malmens metaller være det økonomisk vigtigste og er dermed *hovedproduktet*, mens de øvrige metaller er *biprodukter*. Biprodukt-metallet/metallerne og hovedproduktmetallet/metallerne kan være knyttet til samme eller forskellige mineraler i malmen; fx er bly ofte biprodukt til zink og findes henholdsvis i mineralerne galena (blyglans) og sphalerit (zinkblende). I sådanne tilfælde fremstiller minen to forskellige produkter/mineralkoncentrater, som sendes til to forskellige smelteværker, som i princippet kan ligge i forskellige lande. I andre tilfælde sidder biproduktmetallet og hovedproduktmetallet i samme mineral (fx sølv i blymineralet galena eller gallium i zinkmineralet sphalerit). I sådanne tilfælde producerer minen kun ét enkelt produkt/mineralkoncentrat, og biproduktet udvindes først i et senere led i forsyningskæden. En del metaller fremstilles dog *kun* som biprodukter, da de i naturen ikke forekommer i tilstrækkelige koncentrationer til, at selvstændig produktion er rentabel. Det gælder for fx gallium, germanium, indium og tantal, som sidder i mineraler, der brydes på grund af deres indhold af andre metaller. For denne gruppe af biprodukter stopper produktionen, hvis produktionen af hovedproduktet ophører, hvad enten årsagen er lukning af minen, eller smelteværk fravælger produktionen af biproduktet. Biprodukters afhængighed af hovedproduktet er derfor en vigtig parameter, når forsyningsrisiko skal vurderes. En yderligere komplikation er, at der kun helt undtagelsesvis findes ressource-/reservedata for nogle af de kritiske specialmetaller (fx tellurium og selen), som udvindes som biprodukter i forbindelse med raffinering af et af hovedmetallerne.

#### *Genanvendelse*

Genanvendelse kan reducere afhængigheden fra primærproduktion og dermed bidrage til at nedbringe de forsyningsrisici, der er forbundet med primærproduktionen. Man skal dog være opmærksom på, at genanvendelse for visse råstoffer ikke er en mulighed eller kun har en begrænset effekt. Eksempler på sådanne råstoffer er fosfor anvendt i gødningsstoffer, og råstoffer som anvendes i små mængder i små enheder, hvorved både indsamling og genanvendelsesgrad er meget lave, hvilket er tilfældet for brugen af sjældne jordartsmetaller i smartphones.

Det skal desuden bemærkes, at i vækstmarkeder har genanvendelse kun marginal betydning som råstofforsyning, og genanvendelse kan ikke bidrage til at reducere forsyningsudfordringerne

nævneværdigt i sådanne markeder; det gælder fx for neodym, praseodym og dysprosium til stærke magneter og for batteriråstofferne grafit, lithium og kobolt. Genanvendelsesrater i EU-27 for den gruppe råstoffer, som EU Kommissionen i 2023 vurderede som kritiske, er vist i Figur 2-4, hvoraf det fremgår, at genanvendelsen for 21 ud af 33 er mindre end 10 %, samt at blandt disse finder der ingen genanvendelse sted for 12 af råstofferne.



**Figur 2-4** Oversigt over genanvendelsesrater (EoL-RIR) i EU-27 for de råstoffer EU-kommissionen har vurderet som kritiske. Kilde: EC (2023a).

### *Substitution*

De fleste undersøgelser vælger at se substituérbarhed som et aspekt, der kan bidrage til at reducere den globale forsyningsrisiko; andre analyser betragter substitution som et aspekt, der skal indgå i vurderingen af et råstofs økonomiske betydning. EU Kommissionens kritikalitetsanalyser opdeler substitution både i forhold til råstoffets økonomiske betydning og forsyningsrisiko (mere herom i afsnit 4.5). Den største udfordring ved vurdering af råstoffernes substituérbarhed knytter sig til stillingtagen af, hvordan vurderingen skal afgrænses, nærmere bestemt i forhold til (i) detaljegraden hvormed substituérbarheden pr. anvendelse vurderes, (ii) substitutionsniveauet (råstof-, materiale-, komponent- og/eller produktniveau), og (iii) tidsperspektivet for substituérbarheden.

### *Importafhængighed*

De fleste af de ting, vi som samfund anvender dagligt, består af mange forskellige grundstoffer, som indgår i forskellige blandinger til materialer, der anvendes til varer. Det anslås, at en smartphone indeholder omkring 60 forskellige grundstoffer. Sådant materialekompleksitet er tilfældet for mange af varer og produkter, der er vidt udbredt og dagligt anvendes. Fremskaffelsen af 60 forskellige grundstoffer vil skønsmæssigt kræve mineraler fra omkring 40 forskellige miner. Kun meget få lande har de geologiske forhold, som kan give grundlag for en så kompleks produktion af grundstoffer, og endnu færre lande – om nogen – har den nødvendige industrielle infrastruktur til forarbejdning af disse råstoffer og fremstilling af råvarer og varer. Derfor er næsten alle lande afhængige af import af råstoffer, råvarer, materialer eller varer, men omfanget – og hvilke råstoffer – importen afhænger af, varierer fra land til land.

### *Hurtig udvikling af nye markeder*

Med den teknologiske udvikling følger nye krav til materialeegenskaber, fx lettere, stærkere, bedre elektrisk- og varmeledningsevne, forbedrede magnetiske egenskaber, øget stivhed, øget formbarhed etc. Nye krav til materialerne kan føre til, at grundstoffer, som traditionelt ikke har været kommercielt anvendt, bliver efterspurgt. I særdeleshed har materialeteknologiske innovationer på områderne datakommunikation og CO<sub>2</sub>-reducerende energiteknologier (vindmøller, solceller, batterier m.m.) øget presset på specifikke råstoffer. Råstofefterspørgslen kan komme meget pludseligt, som det har været tilfældet med de sjældne jordartsmetaller til magneter, og lithium, kobolt og grafit til batterier, og kan betyde, at mineindustrien og de tilhørende forsyningskæder kan have vanskeligheder med at fremstille råstoffer til den øgede efterspørgsel. Typisk tager det 10-15 år at etablere en ny mine, men det tager kun få år at introducere ny teknologi, som efterspørger råstofferne. Dette misforhold mellem råstofproduktion og -efterspørgsel kan føre til øget forsyningsrisiko. Disse forhold indgår almindeligvis ikke i vurderinger af forsyningsrisici.

## 3. Datagrundlag

### 3.1 Nationalregnskabet

Den kvantitative analyse af mineralske råstoffers betydning for dansk økonomi er baseret på data fra Danmarks Statistik (DST). Alle data er fra nationalregnskabet for året 2019, som var det seneste endelige nationalregnskabsår, da nærværende analyse blev påbegyndt i 2022. Data på det nødvendige detaljeniveau er først tilgængelige, når det endelige nationalregnskab foreligger.

Nationalregnskabet er en sammenhængende beskrivelse af samfundsøkonomien og dens udvikling, herunder de transaktioner der foretages mellem personer, virksomheder og institutioner. Nærværende analyses databehov afgrænser sig til nationalregnskabet opgørelser over virksomhedernes varekøb, vareeksport, bruttoværditilvækst, beskæftigelse og forbrug af fast realkapital. Til analysen er opgørelserne tilgået på følgende vis:

- *Varekøb*: Data fra nationalregnskabet tilgang- og anvendelsestabeller (særudtræk af 'Forbrug i produktion' med brancher efter 117-gruppering (jf. Dansk Branchekode (DB)) og varekoder efter nationalregnskabet produktnumre) i løbende priser. DST har samtidig leveret en nøgle, der knytter nationalregnskabet produktnumre til den kombinerede nomenklatur (KN).
- *Vareeksport*: Data fra nationalregnskabet input-output-tabeller (særudtræk med brancher leveret af DST).
- *Bruttoværditilvækst*: Data fra statistikbanktabellen NABP117: 1-2.1.1 Produktion, BVT og indkomstdannelse (117-gruppering) efter transaktion, branche og prisenhed.
- *Beskæftigelse*: Data fra statistikbanktabellen NABB117: Beskæftigelse og timer (117-gruppering) efter socioøkonomisk status og branche.
- *Forbrug af fast realkapital*: Data fra statistikbanktabellen NABK69: Akkumulations- og statuskonti, investering og beholdning af faste aktiver (69-gruppering jf. DB) efter beholdning/strøm, aktiv, branche og prisenhed.

Nationalregnskabet baserer sig på alle relevante primærstatistikker og tilføjer supplerende kilder, skøn og modelantagelser, hvor der er datamangel eller inkonsistens. Dermed afhænger nationalregnskabet præcision af kildeusikkerhed, faglige vurderinger og de modelantagelser, der ligger til grund for udarbejdelsen.

Nationalregnskabet udgøres af et stort antal indbyrdes konsistente og sammenhængende statistikker/tabeller, som tilsammen beskriver den danske økonomi og er opstillet i henhold til retningslinjer fra Eurostat (European System of National Accounts, ESA) og FN (System of National Accounts, SNA). At tallene er indbyrdes konsistente, betyder fx, at import plus produktion af en bestemt vare netop er lig med forbruget/købet af denne vare (inkl. eksport og lager).

Kernen i nationalregnskabet er tilgang- og anvendelsestabellen (ENG: supply and use tables), som opstilles årligt for mere end 2.500 produkter (hvoraf cirka halvdelen er varer, mens resten er tjenester) og 117 brancher. Til denne analyse er der brugt et skræddersyet udtræk fra tilgang- og anvendelsestabellen.

Nationalregnskabet opstilles ved at integrere og konsolidere alle relevante primære statistikker, heriblandt regnskabsstatistikkerne, udenrigshandelsstatistik over import og eksport, industriens

salg af varer, industriens køb af varer samt statistikken over firmaernes køb og salg (baseret på momsoplysninger).

Nationalregnskabet opgørelser over varekøb (anvendelse) sker via varebalancering og med udgangspunkt i tilgangssiden (varesalget). Tilgangen af en bestemt vare (produktion og import) vil altid være lig med anvendelsen (forbrug i Danmark, eksport og lagerændringer). I grove træk er metoden, at:

- (i) Den samlede indenlandske tilgang af varer estimeres på detaljeret varekodeniveau som summen af den danske produktion (især opgjort fra primærstatistikken 'Industriens salg af varer') og importen, hvor eksporten fratrækkes (detaljeret import og eksport opgjort er især fra primærstatistikken 'Udenrigshandel med varer');
- (ii) Den samlede indenlandske tilgang af varer fordeles på anvendelse i 117 brancher efter tilgængelige kilder (fx 'Industriens køb af varer' og 'Udenrigshandel med varer') og antagelser om, hvilke brancher aftager hvilke varer (fx at vinduer og isoleringsmaterialer primært købes af byggebranchen); for visse varegrupper kræver fordelingen, at tilgangen til husholdninger, investeringer og lagre medregnes (fx biler, rengøringsmidler, computere);
- (iii) Regnskabsstatistikens opgørelse over det samlede varekøb pr. branche danner ramme om fordelingen, så regnskabernes oplysninger om forholdet mellem fx varekøb og omsætning respekteres.

#### *Pålidelighed, usikkerhed og anvendelighed*

Udover statistikilder bygger nationalregnskabet i et vist omfang på skøn og antagelser – dels på områder, hvor kilderne ikke dækker fuldstændigt, dels i forhold til tilfælde, hvor kilderne ikke er konsistente. Det betyder, at nationalregnskabet i visse tilfælde ikke stemmer fuldt overens med alle de indgående kilder, om end det tilstræbes, at det gør. Tilgang- og anvendelsestabellen må således ikke tages som et fuldstændigt og nøjagtigt billede af virkeligheden og bør fortolkes med dette in mente, særligt når man ser på det mest detaljerede niveau.

Primærstatistikkerne indsamler information fra og om virksomhederne, typisk ved stikprøveundersøgelser som er designet, så især de største virksomheder dækkes, men også administrative data (specielt momsoplysninger) benyttes. De præcise dækningsgrader og grænser, for hvad der skal indberettes, er forskellige fra statistik til statistik. Mellem statistikkerne er det også forskelligt, om der sker en opregning fra stikprøven til en større population. Dette er beskrevet nærmere i afsnit 3.2, 3.3, 3.4 og 3.5 om centrale primærstatistikker.

Samlet set er primærstatistikkerne meget pålidelige, for så vidt angår det, som statistikkerne er designet til at repræsentere. I nogle tilfælde (her specielt 'Industriens køb af varer og tjenester') repræsenteres kun de større virksomheder og de primære varekategorier. Varehandlen hos de mindre virksomheder samt detailinformationerne for de mindre betydende varer er ikke lige så sikkert bestemt, og nøjagtigheden er derfor mindre her.

Nærværende analyse har anvendt opgørelserne af varekøbet fra nationalregnskabet, som bygger på følgende primærstatistikker:

- Industriens køb af varer og tjenester (omfatter industri og råstofindvinding)
- Regnskabsstatistik for private byerhverv (omfatter sekundære og tertiære erhverv)
- Udenrigshandel med varer

## 3.2 Industriens køb af varer og tjenester

Formålet med opgørelsen *Industriens køb af varer og tjenester* er at give detaljerede oplysninger om industriens køb. Statistikken beskriver de enkelte industribranchers vare-, emballage- og tjenestekøb fordelt på detaljerede kategorier. Råstofindvinding er inkluderet i statistikken.

Oplysningerne omfatter køb af råvarer, komponenter, hjælpestoffer, emballage og tjenester, uanset om de er importeret eller købt på hjemmemarkedet. Industriens køb af varer og tjenester giver derved en mere detaljeret opdeling af regnskabsstatistikens post *Vareforbrug, køb af lønarbejde mv.* Statistikken omfatter ikke investeringer i kapitalapparat (maskiner etc.) og heller ikke køb af energi (elektricitet, brændsel, fjernvarme).

Statistikken er spørgeskemabaseret. Alle virksomheder i industri og råstofindvinding med mindst 50 ansatte eller en årsomsætning over 100 mio. kr. indgår i undersøgelsen, som er obligatorisk; i alt er cirka 800 virksomheder omfattet.

Der er en bagatelgrænse for varegrupper på under 50.000 kr. eller varegrupper, der samlet set udgør mindre end 5 % af virksomhedens samlede varekøb. Der er dog virksomheder, som indberetter varekøb under bagatelgrænsen. Virksomheder kan indberette et 'bedste skøn' på et eller flere punkter.

### *Pålidelighed, usikkerhed og anvendelighed*

De indberettende virksomheder er ansvarlige for 75-80 % af den samlede omsætning i industri og råstofindvinding. DST foretager ikke opregning som led i databehandlingen, hvilket betyder, at statistikken kun repræsenterer de 75-80 % af den samlede omsætning i industri og råstofindvinding, som sker i de større virksomheder.

Der foreligger ikke usikkerhedsberegninger, men data anses for pålidelige, hvad angår de varegrupper, som industrien køber mest af. For specialvarer er statistikens bagatelgrænse på 5 % af det samlede varekøb dog problematisk, idet fx produkter, hvor de sjældne jordartsmetaller, specialmetaller og ædelmetaller indgår, formentlig vil være under denne grænse. Til sammenligning udgør de 20 råstoffer, der købes mest af i verden, ca. 95 % af det samlede råstofkøb, hvorimod de resterende mere end 100 råstoffer udgør de resterende 5 %. Vigtige råstoffer kan tilhøre denne 5 %-kategori; fx er permanente magneter med sjældne jordartsmetaller til vindmøller estimeret til at udgøre omkring 1 % af den samlede materialeomkostning for en gennemsnitlig vindmølle Bilag D.

## 3.3 Regnskabsstatistik for private byerhverv (regnskabsstatistikken)

*Regnskabsstatistik for private byerhverv* (regnskabsstatistikken) indeholder informationer om regnskabstal, herunder beskæftigelse og værditilvækst, for alle virksomheder inden for både sekundære og tertiære erhverv, dvs. både industrien og serviceerhvervene.

DST udarbejder registret på baggrund af virksomhedernes indberettede skatteoplysninger, suppleret med spørgeskemaundersøgelser. Regnskabsoplysninger, beskæftigelse og værditilvækst skal indberettes til SKAT af selskaber med en årsomsætning mellem 0,5 og 100 mio. kr. samt af personligt ejede firmaer med en årsomsætning mellem 0,3 og 25 mio. kr.



#### *Pålidelighed, usikkerhed og anvendelighed*

Indberetninger via spørgeskemaer udgør 71 % af erhvervenes samlede omsætning. Virksomheder med mere end 50 beskæftigede indberetter altid, mens virksomheder med færre beskæftigede udvælges ved en stikprøve. Spørgeskemaerne suppleres med de mindre detaljerede indberetninger via SKAT, som gøres detaljerede vha. strata-inddeling og nøgletal. Oplysninger fra SKAT til regnskabsstatistikken udgør 17 % af erhvervenes samlede omsætning. De resterende 12 % af omsætningen udgøres af virksomheder, som DST ikke har modtaget oplysninger fra i det konkrete år, og som heller ikke er fundet hos SKAT. For sidstnævnte gruppe af virksomheder estimeres regnskabsværdierne baseret på nøgletal og antal beskæftigede lønmodtagere.

### **3.4 Udenrigshandel med varer**

Statistikken for *Udenrigshandel med varer* dækker Danmarks import og eksport af varer fordelt på ca. 9.300 forskellige varekoder og er opgjort i værdi (kr.) og nettovægt (kg), evt. med supplerende enhed (fx liter, stk. eller kvadratmeter). Transithandel er ikke medtaget i registret.

Statistikken bygger på to overordnede kilder:

- Extrastat dækker Danmarks varehandel (import og eksport) med ikke EU-lande (tredje lande) på baggrund af de told- og proviantoplysninger, som virksomheder indberetter til SKAT.
- Intrastat dækker Danmarks varehandel med EU-lande. Da der ikke er krav om indberetning til SKAT af handelsoplysninger inden for EU, er det DST selv, der indhenter oplysningerne. Oplysningerne kommer primært fra 8.000 virksomheder i Danmark. Intrastat bygger på indberetninger fra danske virksomheder med en samlet årlig vareimport og/eller -eksport som udgør minimum henholdsvis 3,9 mio. kr. og 5 mio. kr. i 2013-priser. Denne tærskel for indsamling af grundmateriale til Intrastat fastsætter dækningen for import og eksport til henholdsvis 95 % og 97 %.

Både Extrastat og Intrastat har bagatelgrænser for indberetning: For Extrastat skal transaktionen indberettes, hvis den overstiger 7.500 kr. pr. transaktion, og vægten er over 1.000 kg. For Intrastat er transaktionstærsklen fastsat således: Såfremt summen af ensartede transaktioner inden for en kalendermåned er mindre end 3.000 kr., og vægten er under 1.000 kg, kan disse varer anføres samlet under et særskilt varenummer (betegnet 'andre varer'); i modsat fald skal de anføres under særskilte varenumre.

#### *Pålidelighed, usikkerhed og anvendelighed*

Ifølge DST er statistikens pålidelighed på aggregeret niveau meget høj.

### **3.5 Fast realkapital**

Forbrug af fast realkapital er i denne analyse kun belyst i forbindelse med en diskussion af analysens afgrænsning (Afsnit 5.3), hvor det bl.a. konkluderes, at hvor en analyse af vareforbruget i industrien og bygge- og anlægsvirksomheder kan være en rimelig indikator for disse hovedafdelingers råstofafhængigheder, vil det for hovedafdelingerne forsyning, råstofindvinding samt landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri kræve, at investeringer baseret på mineralske råstoffer inkluderes i analysen for at give et mere retvisende billede. Derfor kan det vise sig relevant at inkludere

forbrug af fast realkapital i fremtidige analyser af branchernes forsyningssikkerhed af mineralske råstoffer. Derfor gives her en kort belysning af datagrundlaget for statistikken *Fast realkapital*.

*Fast realkapital* er en opgørelse, der udarbejdes som led i det samlede nationalregnskab. Statistikens variable opgøres på følgende aktive typer: Boliger, Andre bygninger, Anlæg, Transportmidler, IT-udstyr, Telekommunikationsudstyr, Andre maskiner og inventar samt våbensystemer, Stambesætninger mv., Forskning og udvikling, 'Olie, gas, mineral efterforskning', Computer software og Originalværker indenfor kunst og underholdning mv.

#### *Kildemateriale*

Kilderne til beregning af fast realkapital består af en række registre og primærstatistikker, der indeholder beholdningsoplysninger, enhedsværdier samt investeringsoplysninger. Blandt sådanne registre og statistikker kan nævnes: BBR, Motorregistret, Skibsregistret, Flyregistret, Registret for rullende materiel og Ejendomsregistret. Fra DST indgår Erhvervsregistret, Nationalregnskabets investeringer (erhvervsfordelte og sektorfordelte), Varestatistikken, Udenrigshandelsstatistikken, Landbrugsstatistikken, Statistikken for offentlige virksomheder, Engrosprisindekset og Byggeomkostningsindekset.

#### *Pålidelighed, usikkerhed og anvendelighed*

Usikkerheden på fast realkapital er tæt forbundet med usikkerheden på de kilder, der anvendes. Derudover er der usikkerhed knyttet til de antagelser, der gøres om bl.a. levetider. Der findes ikke traditionelt opgjorte tal for usikkerheden på de variabler, der beskrives i statistikken.

### **3.6 Detaljegrad for brancher og varer**

Nationalregnskabets maksimale detaljegrad for brancher er 117, baseret på Dansk Branchekode (DB07). Produktbalancerne opgøres for ca. 2.500 produkter, hvoraf der er ca. 1.300 (fysiske) varer. Varekoderne er nationalregnskabets egne produktnumre, som næsten er identiske med det varekodesystem ('Varekataloget') som benyttes ved indberetning til *Industriens køb af varer og tjenester*.

I nærværende analyse indgår de 42 brancher, som udgør de primære og sekundære erhverv (Bilag G), og disse branchers køb af 625 forskellige varer, som er de varer, der hører under de 34 varekapitler (Bilag E), som MiMa har identificeret som bestående af primært mineralske råstoffer.

Data fra nationalregnskabet, som er grundlaget for denne analyse, indeholder ikke fortrolige data, så alle relevante detaljer er medtaget i nærværende analyse.

### **3.7 Afgrænsning af den danske økonomi**

Nationalregnskabet opgøres for den danske økonomi, som imidlertid ikke altid er lig med aktiviteter på dansk jord. En betydelig del af dansk produktion foregår i udlandet som "fabriksløs" produktion. Den fabriksløse produktion udgør 15-20 % af industriens bruttoværditilvækst (DST 2018, KRAKA 2023). At en betydelig del af den danske produktion rent geografisk foregår i udlandet, har relevans for diskussionen om Danmarks forsyningssikkerhed.

Det afgørende kriterium for om udenlandske aktiviteter, herunder vareforbrug i udlandet, medregnes i nationalregnskabet og opgørelse af den danske økonomi er, om de danske virksomheder juridisk set ejer råvarerne og køber en service (fremstilling) i udlandet. Når vareforbruget til fremstillingsaktivitet i udlandet medregnes i danske statistikker, medregnes det som dansk vareimport, og tilsvarende opgøres salget af de fremstillede varer som eksport, og den genererede værditilvækst indgår i det danske nationalregnskab. Hvis en dansk virksomhed derimod ejer et udenlandsk selskab (datterselskab) eller har ejerandele i et udenlandsk selskab, og i øvrigt ikke har det juridiske ejerskab over vareforbruget i udlandet, så medregnes de udenlandske aktiviteter ikke i danske statistikker. I disse tilfælde medregnes vareforbruget først i danske statistikker, hvis den danske virksomhed importerer varen til Danmark eller juridisk set påtager sig ejerskab over varen.

## 4. Metodebeskrivelse

Dette kapitel beskriver de metoder, der er anvendt til at vurdere de mineralske råstoffers nationaløkonomiske betydning og forsyningsrisiko. I nærværende analyse er råstoffernes økonomiske betydning beregnet, mens forsyningsrisiko er baseret på EU Kommissionens vurderinger.

Datagrundlaget for analysen er nationalregnskabet's opgørelse over tilgangen af varer til danske virksomheder, som beskrevet i kapitel 3. Med udgangspunkt i disse data omfatter metoden følgende tre trin:

- Varekøb omregnes til råstofækvivalente værdier ved at adskille varekøbene i deres råstofbestanddele.
- Råstoffernes afledte effekt på nationaløkonomiens bruttoværditilvækst, beskæftigelse og eksport beregnes ved hjælp af branchernes ressourceproduktivitetsfaktorer.
- Vurdering af råstoffernes forsyningsrisiko baseres på EU's seneste vurdering for 2023 og beregnes derfor ikke.

### 4.1 Identifikation af varegrupper der fortrinsvist består af mineralske råstoffer

I 2019 fordelte de primære og sekundære erhvervs varekøb sig på ca. 1.200 varekoder. Ved en gennemgang af nationalregnskabet's varettekster blev ca. 600 varekoder fundet som værende helt eller delvist baseret på mineralske råstoffer.

Varer, som udelukkende består af mineralske råstoffer, er fx metalvarer (plader, bjælker, kabler, tråd), mens varer, som delvist består af mineralske råstoffer, ofte er materialekomplekse produkter, som formentlig desuden indeholder en del plast, gummi og træ, men som udgør en ubetydelig del af råstofsammensætningen målt på materialeomkostning.

Varekoderne følger en nummerering, som tager udgangspunkt i 99 varegrupperinger. På dette overordnede grupperingsniveau omfatter varerne i 28 varegrupper varer, som helt eller delvist består af mineralske råstoffer. Oversigt over disse varegrupper ses i Bilag E.

### 4.2 Identifikation af mineralske råstoffer i varer

Til identifikation af indholdet af de mineralske råstoffer, som indgår i råvarer og varer, er der anvendt fire forskellige fremgangsmåder, som anvendes i forhold til, hvor vanskeligt det er at bestemme råstofferne ud fra nationalregnskabet's varekodebeskrivelser:

- Råstoffet er identificeret direkte i varekodebeskrivelsen (Tabel 4-2).
- Materialet er identificeret direkte i varekodebeskrivelsen, hvorefter råstofindholdet er identificeret ud fra litteraturen (Tabel 4-3 og Bilag J).
- Produktet er sammensat af forskellige materialer, som ikke nævnes i varekodebeskrivelsen. For denne gruppe er råstofindholdet estimeret i to trin: (i) sammensætningen af typiske komponenter og materialer i produktet, vurderet på basis af litteratur og estimering; og (ii) råstofferne i komponenter og materialer, vurderet ud fra litteratur og estimering (Tabel 4-4 og Bilag J, samt Bilag K).

- Hverken råstof, materiale eller produkt kan identificeres. Råstoffer(ne) i produktet er i stedet fundet ved en detailundersøgelse af forbruget i Danmark ('deep dive'). Denne metode er, på grund af behov for omfattende research, mest egnet til analyser målrettet specifikke råstoffer; i nærværende analyse er den derfor kun udført for neodym til permanente magneter til brug i vindmøller (Tabel 4-6 og Bilag D).

Alt i alt blev der ved fremgangsmåden identificeret 42 mineralske råstoffer, som fordeler sig på 22 metaller og 20 andre råstoffer.

#### *Datadækning*

Der er en vis usikkerhed i forhold til, om et råstof identificeres eller ej, her omtalt som *datadækningen*. Dette skyldes flere forhold:

- Metodens tilgang tager udgangspunkt i produktinformationer i varekodebeskrivelserne; kun for neodym er der anvendt en konkret markedsvurdering af råstoffets anvendelse.
- Der fokuseres på at identificere de mest typiske materialer i produkterne og de mest typiske råstoffer, som disse er fremstillet af.
- Der fokuseres på de råstoffer, som har afgørende økonomisk betydning for de materialekomplekse produkter.

Samlet set gælder der, at jo sjældnere råstoffet anvendes og jo mindre mængde, der anvendes af råstoffet, jo større sandsynlighed er der for, at råstoffet underrepræsenteres eller ikke identificeres.

Til vurdering af datadækningen er typiske globale slutprodukter sammenlignet med de identificerede råstoffers slutprodukter (Tabel 4-5 og Tabel 4-7). For råstofferne inden for 90 %-percentilen (markeret med stjerne i Tabel 4-1) er det vurderet, at råstoffernes typiske globale anvendelser er identificeret i analysen, hvilket peger på en god datadækning. For de øvrige identificerede råstoffer er datadækningen typisk lav (se sammenligning i Tabel 4-6). Datadækningen er opsummeret i Tabel 4-4; i tabellen listes desuden de råstoffer, som er på EU-2023-listen over kritiske råstoffer, men som ikke har kunnet identificeres i nærværende analyse.

**Tabel 4-1** *Datadækning. Råstoffer rangeret efter økonomisk betydning (bruttoværditilvækst).*

● <b>God datadækning</b>	● <b>Lav datadækning</b>	● <b>Uidentificerede råstoffer (sammenlignet med de råstoffer som indgår i EU's kritikalitetsvurdering i 2023)</b>
Jern*, kobber*, nikkel*, aluminium*, guld*, skærver og småsten*, kalk*, krom*, sand*, zink*, dimensionssten, platin, sølv, ler, stenuldsbjergart, skifer, neodym, kvælstof og fosfor.	Bor, kobolt, lithium, silicium metal, wolfram, tin, molybdæn, kvarts, natrium, magnesium, vanadium, mangan, kaolin, grafit, jordforbedringsmidler, titanium, gips, salt, bly, kalium, svovl, magnesit og kisel.	Niobium, tantal, indium, scandium, strontium, gallium, germanium, coking coal (industrikel), antimon, beryllium, fluor, hafnium, LREE (minus neodym) og HREE.

\* Råstoffer som i analysen udpeges som de ti mest betydningsfulde for nationaløkonomien (se kapitel 0)

**Table 4-2** Samlet oversigt over råstoffer identificeret direkte i varekodebeskrivelserne for de varer som de primære og sekundære erhverv købte i 2019. Farvekode: ■ **Metal** ■ **Øvrige råstoffer**.

Varegruppe	Mono-materialer (baseret på ét råstof)
25 Salt; svovl; jord- og stenarter; gips, kalk og cement	Salt, sand, ler, naturlige slibemidler Grafit (naturlig grafit) Svovl (svovl og jernsulfider) Kisel (fx kiselgur, trippelse og diatomejord (moler)) Dimensionssten (granit, porfyr, visse dolomitprodukter mv.) Skærver/småsten (visse dolomitprodukter mv.) Magnesit (magnesit, dolomit) Gips (gips, gipssten, brændt mm.) Kalk (kalk, kalksten, kridt, brændt, læsket mm.) Jordforbedringsmiddel (vermikulit, perlit, kieserit, epsomit, jordpigmenter)
26 Malme, slagge og aske	-
28 Uorganiske kemikalier; forædlinger af ædle metaller, af sjældne jordarters metaller, radioaktive grundstoffer og isotoper	Silicium metal Fosfor (fosfater, fosforsyre mv.) Svovl (sulfater, sulfider, sulfitter, svovlsyre mv.) Kvælstof (salpetersyre, ammoniak, nitrater mv.) Carbondioxid* Aluminium (oxider, hydroxider) Mangan (oxider) Jern (oxider og hydroxider) Karbonater* Andre svovlkemikalier Zinkoxid- og peroxid Salt (saltsyre og klorovovlsyre) Hydrogen* Oxygen*
31 Gødningsstoffer	Fosfat Kalium
68 Varer af sten, gips, cement, asbest, glimmer og lignende materialer	Dimensionssten (brosten, kantsten, monumentsten) Skifer Stenuldsbjergart (slaggeuld, stenuld o.l. mineralisk uld) Gips
69 Keramiske produkter	Ler (ildfaste keramiske konstruktionsmaterialer, mursten, tagsten, rør mv.)
70 Glas og glasvarer	-
71 Natur-, kulturperler, ædel- og halvædelsten, ædle metaller, ædel-metaldouble samt varer deraf; bijouterivarer; mønter	Sølv
72 Jern og stål	Jern (ulegeret stål)
73 Varer af jern og stål	Jern (ulegeret stål)
74 Kobber samt varer deraf	Kobber
76 Aluminium samt varer deraf	Aluminium
79 Zink samt varer deraf	Zink
80 Tin samt varer deraf	Tin
81 Andre uædle metaller; sintrede keramiske metaller; varer af disse materialer	Titanium

\*Hydrogen, oxygen, carbondioxid og karbonater er undtaget fra analysen.































































**Tabel 4-3** Samlet oversigt over råstoffer identificeret indirekte i varekodebeskrivelserne for de varer som de primære og sekundære erhverv købte i 2019. Farvekode: ■ **Metal** ■ **Øvrige råstoffer**.

Varegruppe	Mono-materialer (baseret på flere råstoffer)	Typiske grundstoffer
25 Salt; svovl; jord- og stenarter; gips, kalk og cement	Cement	Kalk og ler
28 Uorganiske kemikalier; forædlinger af ædle metaller, af sjældne jordarters metaller, radioaktive grundstoffer og isotoper	Natrium- og kaliumhydroxider	Salt og kalium
31 Gødningsstoffer	"NPK-blandinger"	Fosfat, kalium, kvælstof
68 Varer af sten, gips, cement, asbest, glimmer og lignende materialer	Beton	Sand, grus, kalk, mikrosilica (silicium metal)
70 Glas og glasvarer	Glasfiber Planglas Opbevaringsglas Andet glas	Sand, kalcium, aluminium, magnesium, bor Sand, natrium, kalcium, aluminium, magnesium Sand, natrium, kalcium, aluminium, magnesium Sand, natrium, kalcium, aluminium, magnesium
72 Jern og stål	Jern og ulegeret stål Rustfrit stål Blandet stål og affald (1:100)	Jern, zink Jern, nikkel, krom, mangan Jern, nikkel, krom, mangan, zink
73 Varer af jern og stål	Ikke identificeret, men antaget	Som for 72 jern og stål
74 Kobber samt varer deraf	Messing Bronze Cupro-nikkel Andre kobberlegeringer (5:4:1)	Kobber, zink Kobber, tin Kobber, nikkel Kobber, zink, tin
76 Aluminium samt varer deraf	Ikke identificeret, men antaget	Aluminium, silicium metal, magnesium, kobber, krom

**Tabel 4-4** Samlet oversigt over typiske materialetyper og komponenter identificeret i de materialekomplekse varer som de primære og sekundære erhverv købte i 2019. Ligeledes oversigt over råstofferne identificeret i de typiske materialetyper og komponenter.

Varegruppe	Typiske materialetyper og komponenter som indgår i komplekse produkter	Værditypiske grundstoffer
36-37 og 82-96 (maskiner, pumper, fartøjer, varmevekslere mv.)	Slidstål	Krom, molybdæn, wolfram, vanadium, kobolt, jern
	Stål	Som beskrevet i Tabel 4-3.
	Rustfrit stål	Som beskrevet i Tabel 4-3.
	Aluminiumslegeringer	Som beskrevet i Tabel 4-3.
	Kobber	Som beskrevet i Tabel 4-3.
	Kobberlegering	Kobber, zink, tin, nikkel
	Katalysator	Platin
	Elmotor	Kobber, aluminium, jern, grafit
	Elektronik	Guld, sølv, palladium, kobber, tin
	Andet glas	Som beskrevet i Tabel 4-3.
	Li-batteri	Lithium, kobolt, aluminium, nikkel, kobber, grafit, mangan
	Pb-batteri	Bly, svovl, antimon
	Optiske fiberkabler	Silicium, germanium
	Transformator	Kobber, jern
NdFeB-permanentmagneter	Neodym	

**Tabel 4-5** Vurdering af om råstoffernes typiske slutprodukter er identificeret i de primære og sekundære erhvervs køb af varer, og om datadækningen derved forventes at være god eller lav. Tabellen viser de mindst betydningsfulde råstoffer, som jf. analysen tilsammen udgør 10 % af den afledte bruttoværditilvækst (BVT) i de primære og sekundære erhverv.

Råstof	Primære og sekundære erhverv i Danmark			Vurdering af datadækning	
	Købsform  Råmateriale  Komposit e.l. komponent e.l.	BVT i 2019 (mia. kr.)	Typiske slutprodukter identificeret i analysen	Typiske slutprodukter <u>ikke</u> identificeret i analysen	 God  Lav
Platin		3	Katalysatorer Elektronik	Kemikalier Medicinalindustri	
Sølv			Elektronik, smykker	-	
Tin		2	Elektronik	Kemikalier Hvidblik Glasproduktion Bronzelegeringer	
Stenuldsbjergart		2	Isolering	-	
Molybdæn		2	Slidstål	Konstruktionsstål Rustfrit stål Nikkellegeringer Støbeforme	
Ler		1	Tegl	-	
Bor		1	Gødningsstof Glasfiber Permanentmagneter til elektriske motorer, gear og generatorer	Farmaceutiske produkter Flammehæmmere Amalgam, keramik Rengøringsmidler Batterier, capacitorer Lim, neutronabsorbant	
Magnesium		1	Slidstål, alulegeringer, glas	Ikke nærmere undersøgt	
Kvælstof		1	Gødning Kemikalier	-	
Kvarts		1	Vinduer Glasfiber Opbevaringsglas	Optisk glas Solceller Elektronik	
Natrium		1	Glas	Kemiske produkter	
Fosfor		1	Kemiske produkter Gødningsstoffer	-	
Wolfram		1	Værktøjsstål	Carbider	
Kobolt		0,9	Batterier	Permanentmagneter Katalysatorer Stållegeringer	
Svovl		0,4	Kemikalier	Gødning, pesticider, vulkanisering	
Neodym		0,4	Permanentmagneter til elektriske motorer, gear og generatorer	Katalysatorer Batterier Glas og keramik	
Kalium		0,4	Gødningsstof	Ikke nærmere undersøgt	
Lithium		0,4	Batterier		
Skifer		0,3	Byggemateriale		
Kaolin		0,3	-		
Grafit		0,2	Li-batterier		
Naturlige slibemidler		0,2	-		
Bly		0,2	Blysyrebatterier		
Mangan		0,1	Li-batterier, stål		
Jordforbedringsmidler		0,1	-		
Titanium		0,1	-		
Gips		0,1	-		
Magnesit		0,1	-		
Kisel		0,1	-		



**Tabel 4-6** Råstoffer identificeret ved en markedsanalyse, se Bilag D.

Varegruppe	Sammensatte materialetyper og komponenter	Værditypiske grundstoffer
Ukendt	NdFeB-permanentmagneter	Neodym

**Tabel 4-7** Uidentificerede råstoffer som er inkluderet i EU's 2023-analyse. Kilde: EC (2023a).

Råstof	Vurdering af datadækning	
	Typiske slutprodukter <u>ikke</u> identificeret	• Uidentificerede
Indium	Indiumtinoxid (ITO) til fladskærme og solceller	•
Scandium	Avancerede legeringer (fly og forsvar), brændselsceller	•
Strontium	Magneter, aluminiumslegeringer, medicinsk udstyr, pyroteknik	•
Gallium	Halvledere, optisk elektronik	•
Germanium	Optiske fibre, satellitter, solceller	•
Industrikel	Stålfremstilling	•
Bauxit	Aluminiumfremstilling	•
Antimon	Flammehæmmer, legeringsmetaller	•
Beryllium	Elektroniske komponenter	•
Fluor	Stål- og aluminiumsfremstilling, kølemiddel	•
Fosfatbjergart	Gødning	•
Hafnium	Speciallegeringer, nukleare anvendelser	•
LREEs	LED	•
HREEs (neodym undt.)	LED, permanentmagneter	•

### 4.3 Omregning fra varekøbspriser til råstofværdier

Købsværdien af en vare kan fordeles i forhold til de råstoffer, som varen består af, hvor råstoffernes værdi i varen bruges som fordelingsnøgle. Dette gøres med antagelse om, at værditilvæksten i varen er proportional med råstofomkostningerne. På denne måde kan råstoffernes værditilvækst i produktet anvendes som proxy for råstoffernes økonomiske betydning for produktet.

Et eksempel på en sådan estimering er vist i Tabel 4-8 for materialetypen 'planglas'. Planglas anvendes primært til fremstilling af vinduer, og råstofsammensætningen for planglas er derfor anvendt som proxy for vinduesglas. Råstoffernes værdifordeling er beregnet med udgangspunkt i råstofpriserne og i råstoffernes typiske vægtindhold i vinduesglas. Råstoffernes procentuelle andel af materialeværdien for glasset multipliceres herefter med værdien for industriens køb af planglas, hvorved varekøbsværdien fordeles på dets råstofbestanddele.

Det er ofte muligt at finde kilder på typiske råstofpriser, og hvor det har været muligt, er et gennemsnit af flere kilder anvendt. Der knytter sig dog en del usikkerhed til det at finde den rigtige pris, da samme råstof handles til forskellige priser, afhængigt af hvor forarbejdet råstoffet er i den konkrete anvendelse, og hvor i verden det handles. Det er således ikke unormalt at se et prispænd på en faktor 10.

Heldigvis er der en stor spredning i priserne på de forskellige råstoffer, hvilket modvirker denne usikkerheds mulige indvirkning på resultatet; råstofpriserne strækker sig således fra ~0,2 kr./kg for sand og op til ~240.000 kr./kg for platin.

**Tabel 4-8** Beregningseksempel for planglas: typisk råstofsammensætning i procent (b) omregnet til værdifordeling i procent. Kilde: MiMa (2015).

Råstoffer	A Råstofpris (kr./kg)	b Vægtindhold i vinduesglas (%)	A*b Råstofværdien i vinduesglas (kr./kg glas)	Værdifordeling i vinduesglas (beregnet) (%)
Silikat	0,3	72	0,22	28
Na <sub>2</sub> O	1,5	14	0,21	28
Lime	0,5	10	0,05	7
MgO	10,0	2,5	0,25	33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,0	0,6	0,03	4
		100	0,76	100

## 4.4 Vurdering af økonomisk betydning

Typisk anvendes begrebet produktivitet til at beskrive forholdet mellem et økonomisk output (fx værditilvækst) og et input i produktionen (fx arbejdskraft), og med en forventning om kausalitet mellem de to parametre (fx Damvad 2013, Miljøstyrelsen 2013, Produktivitetskommissionen 2013, Erhvervsstyrelsen 2013). I analysen anvendes begrebet ressourceproduktivitet om forholdet mellem vareforbruget og en række økonomiske faktorer for de primære og sekundære erhverv i Danmark.

Ressourceproduktiviteten er beregnet for bruttoværditilvæksten, eksporten og beskæftigede for hver branche i de primære og sekundære erhverv på basis af nøgleoplysningerne i Tabel 4-9 og Tabel 4-10. Beregningsmetoden kan kort beskrives således:

$$\text{Ressourceproduktivitet}_{\text{Bruttoværditilvækst}} = \frac{\text{Bruttoværditilvækst (kr.)}}{\text{Vareforbrug (kr.)}}$$

$$\text{Ressourceproduktivitet}_{\text{Eksport}} = \frac{\text{Eksport (kr.)}}{\text{Vareforbrug (kr.)}}$$

$$\text{Ressourceproduktivitet}_{\text{Beskæftigelse}} = \frac{\text{Beskæftigelse (kr.)}}{\text{Vareforbrug (kr.)}}$$

At beregne ressourceproduktiviteten på brancheniveau er en generalisering af ressourceproduktiviteterne på virksomhedsniveau. Det er dog ikke muligt at foretage beregningen på virksomhedsniveau, da brancheniveauet er den højeste mulige detaljegrade i nationalregnskabet. Usikkerheden, som knytter sig til at anvende ressourceproduktiviteten på brancheniveau, er generelt lille for råstoffer eller varer, som anvendes af mange virksomheder, mens usikkerheden for ressourceproduktiviteten stiger jo mere unik vareforbruget er, og som derfor hidrører en bestemt virksomheds ressourceproduktivitet.

### Råstoffernes økonomiske betydning

Ved at kende branchernes ressourceproduktivitet kan de enkelte varekøb omregnes og råstofværdierne kan dermed bestemmes for den afledte økonomiske betydning målt på bruttoværditilvæksten, eksporten og antal beskæftigede i de respektive brancher. For hvert råstof udtrykkes det totale afledte bidrag til økonomien ved summen af disse bidrag og udtrykkes således:

$$\emptyset B_i = \sum_b R_b \cdot K_b$$

hvor

$\emptyset B$  er den økonomiske betydning for et råstof (i)

R er ressourceproduktiviteten i branchen (b)

K er købsværdien af råstoffet i branchen (b)

**Tabel 4-9** Branchernes varekøb, eksport, bruttoværditilvækst (BVT) og antal beskæftigede.

Branche på 2-cifterniveau		Varekøb, mio. kr.	Eksport, mio. kr.	BVT, mio. kr.	Antal beskæftigede
01	Landbrug og gartneri	28.809	18.746	25.203	61.649
02	Skovbrug	262	375	2.150	5.639
03	Fiskeri	1.999	3.990	1.911	2.428
06	Indvinding af olie og gas	34	8.779	15.339	1.515
08	Indvinding af grus og sten	1.245	801	1.200	1.127
09	Service til råstofindvinding	184	2.111	2.424	1.962
10	Fødevarerindustri	97.121	79.996	28.367	45.765
11	Drikkevarerindustri	2.817	4.347	2.942	3.442
12	Tobaksindustri	390	974	555	382
13	Tekstilindustri	3.309	3.934	2.321	3.453
14	Beklædningsindustri	1.555	2.011	1.042	1.798
15	Læderindustri	181	113	154	259
16	Træindustri	5.410	3.212	4.590	8.752
17	Papirindustri	3.827	4.140	3.213	4.601
18	Trykkerier	2.465	1.572	2.843	6.048
19	Olieraffinaderier	28.700	15.483	2.288	488
20	Kemisk industri	18.653	30.631	21.245	11.456
21	Medicinalindustri	14.674	112043	85.534	24.276
22	Plast- og gummiindustri	8.987	10.712	8.760	12.444
23	Glas-, beton- og keramisk industri	9.601	4.658	10.942	14.113
24	Fremstilling af metal	5.987	5.806	3.404	5.184
25	Metalvarerindustri	19.881	14.510	19.765	35.403
26	Elektronikindustri	12.348	20.500	19.404	16.766
27	Fremstilling af elektronisk udstyr	9.287	11.049	8.051	9.878
28	Maskinindustri	72.307	95.825	54.181	56.546
29	Fremstilling af motorkøretøjer og del	3.320	3.318	2.622	3.877
30	Fremstilling af andre transportmidler	2.844	2.395	1.781	2.922
31	Møbelindustri	6.864	9.966	5.791	9.148
32	Anden fremstillingsvirksomhed	5.913	18.657	13.634	9.518
33	Reparation og installation af maskiner og udstyr	7.886	2.694	6.394	13.206
35	Energiforsyning	11.147	3.542	24.178	10.627
36	Vandforsyning	40	0	3.314	844
37	Kloak- og rensningsanlæg	721	0	5.703	1.877
38	Renovation og genbrug	6.271	247	6.718	8.765
41	Opførelse af bygninger	27.566	9.730	40.022	67.107
42	Anlægsarbejder	26.908	19.923	17.527	35.567
43	Bygge- og anlægsvirksomhed, som kræver specialisering	59.056	4.330	52.326	89.016
	<b>I alt</b>	<b>508.569</b>	<b>531.120</b>	<b>507.838</b>	<b>587.848</b>

**Tabel 4-10** Ressourceproduktiviteten beregnet for eksporten, bruttoværditilvæksten og antal beskæftigede.

Branche_2-cifterniveau		Ressourceproduktivitet (eksport, mio. kr.)	Ressourceproduktivitet (bruttoværditilvækst, mio. kr.)	Ressourceproduktivitet (samlet antal beskæftigede)
01	Landbrug og gartneri	0,7	0,9	2,1
02	Skovbrug	1,4	8,2	21,5
03	Fiskeri	2,0	1,0	1,2
06	Indvinding af olie og gas	258,2	451,1	44,6
08	Indvinding af grus og sten	0,6	1,0	0,9
09	Service til råstofindvinding	11,5	13,2	10,7
10	Fødevarerindustri	0,8	0,3	0,5
11	Drikkevarerindustri	1,5	1,0	1,2
12	Tobaksindustri	2,5	1,4	1,0
13	Tekstilindustri	1,2	0,7	1,0
14	Beklædningsindustri	1,3	0,7	1,2
15	Læderindustri	0,6	0,9	1,4
16	Træindustri	0,6	0,8	1,6
17	Papirindustri	1,1	0,8	1,2
18	Trykkerier	0,6	1,2	2,5
19	Olieraffinaderier	0,5	0,1	0,0
20	Kemisk industri	1,6	1,1	0,6
21	Medicinalindustri	7,6	5,8	1,7
22	Plast- og gummiindustri	1,2	1,0	1,4
23	Glas-, beton- og keramisk industri	0,5	1,1	1,5
24	Fremstilling af metal	1,0	0,6	0,9
25	Metalvarerindustri	0,7	1,0	1,8
26	Elektronikindustri	1,7	1,6	1,4
27	Fremstilling af elektronisk udstyr	1,2	0,9	1,1
28	Maskinindustri	1,3	0,7	0,8
29	Fremstilling af motorkøretøjer og dele	1,0	0,8	1,2
30	Fremstilling af andre transportmidler	0,8	0,6	1,0
31	Møbelindustri	1,5	0,8	1,3
32	Anden fremstillingsvirksomhed	3,2	2,3	1,6
33	Reparation og installation af maskiner og udstyr	0,3	0,8	1,7
35	Energiforsyning	0,3	2,2	1,0
36	Vandforsyning	0,0	82,9	21,1
37	Kloak- og rensningsanlæg	0,0	7,9	2,6
38	Renovation og genbrug	0,0	1,1	1,4
41	Opførelse af bygninger	0,4	1,5	2,4
42	Anlægsarbejder	0,7	0,7	1,3
43	Bygge- og anlægsvirksomhed, som kræver specialisering	0,1	0,9	1,5
	<b>I alt</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>

## 4.5 Forsyningsrisiko

EU Kommissionens vurdering af de mineralske råstoffers forsyningsrisiko er anvendt (EC 2023a), dels fordi det er den mest aktuelle, og dels fordi der ikke foreligger en national vurdering af forsyningsrisikoen for de mineralske råstoffer, som anvendes af danske virksomheder. Nedenfor gennemgås derfor EU Kommissionens data- og metodegrundlag (EC 2023a, EC 2017b, EC 2017c, Schrijvers 2020) samt metodens fordele og begrænsninger.

### Parametre

Metoden består af en sammenvægtning af forskellige parametre, se kapitel 2, der er udvalgt med henblik på at afspejle forhold som kan påvirke risikoen for afbrydelse af forsyningen af et råstof i EU, og inkluderer de i Tabel 4-11 og Figur 4-1 viste parametre. Følgende parametre vurderes som positive for forsyningsikkerheden: genanvendelsesgraden af skrot og anvendelsernes substitutionsmuligheder, og i forhold til de dominerende forsyningslande vurderes handelsforholdet til EU (positivt og negativt), mens geopolitisk ustabilitet øger forsyningsrisikoen og handelsparameteren kan påvirke enten positivt eller negativt.

Metoden anvender en flaskehalscreening som tilgang, hvilket betyder, at forsyningsrisikoen så vidt muligt vurderes for to led i forsyningskæden – ekstraktion og forarbejdning/processering – hvoraf den højeste af de to vurderinger bliver resultatet for forsyningsrisiko.

### Kildemateriale

En del af kildematerialet bag de anvendte parametre er baseret på primærkilder (repræsentative undersøgelser af faktiske forhold), mens andet er baseret på DG-GROWs egen-vurdering.

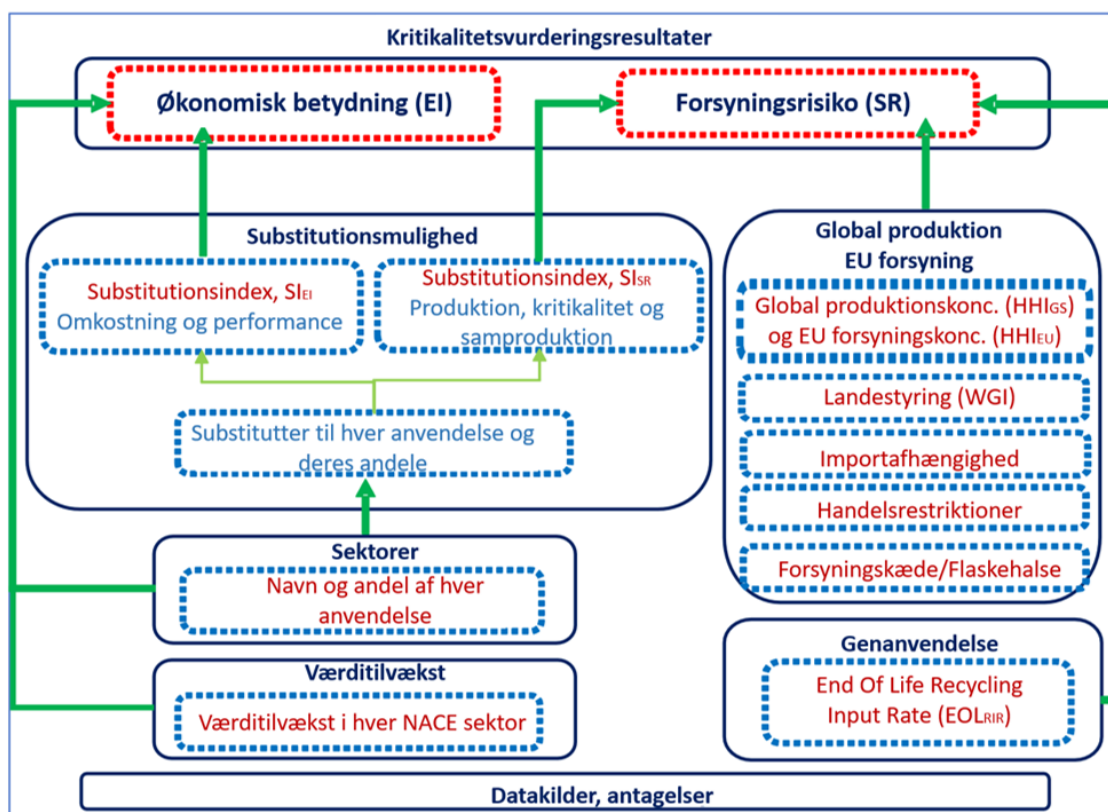
### Usikkerhed

Metodens styrke er, at relevante betragtninger om forsyningsrisiko sættes på formel. Omvendt må følgende forhold anses som metode-svagheder:

- Risiko er normalt defineret ved de to dimensioner sandsynlighed og konsekvens indenfor en nærmere fastsat ramme ift. tidsperspektiv, scenarie, geografisk afgrænsning mv. Dette indgår ikke i disse analyser.
- Koblingen mellem indikatorerne, og det der søges målt, er ofte usikre.
- Datagrundlaget for enkelte parametre er op til 10-15 år gamle.
- Metoden er ikke ideel til at basere proaktive beslutninger på, fordi den ikke inkluderer fremskrivninger og scenariebetragtninger for fremtidige forsyningskæder.

**Tabel 4-11** EU-metodens parametre inddelt efter kildemateriale (primærkilde eller egen-vurdering).

Baseret på primærkilde	DG-GROW's egen-vurdering
Genanvendelsesgrad, $EOL_{RIR}$ (EU MSA + UNEP)	Substitutionsparametre, SP, SCr og SCo
Import-reliance, IR (Eurostat)	Handelsparametre, ET-Tac, EQ, EP og Euc
Råstoffets anvendelse (identificeret i PRODCOM)	Anvendelsens substitutionsmuligheder, sub-share (SCRREEN: litteratur, internetsøgning mv.)
Global mineproduktion (WMD)	
Global processering (fx World Bureau of Metal Statistics)	
Import af råstof fra mine (Eurostat)	
Import af forarbejdet vare (Eurostat)	
Landevurdering (World Bank)	
Handelsparameter, t (DG Trade)	



Figur 4-1 Den overordnede struktur for EU's kritikalitetsmetodologi. Efter: EC (2023a).

Beregningen af forsyningsrisikoen for mineralske råstoffer ved brug af EU-2023-metoden er beskrevet i detaljer i Bilag C, hvor beregningen af forsyningsrisikoen for aluminium gennemgås. Det fremgår af eksemplet, at forsyningsrisikoberegningen er mest følsom overfor: (i) det landebaserede WGI-tal, som er skaleret til at ligge mellem 0 og 10, og som i praksis strækker sig fra 1,4 (Finland) til 9,9 (Somalia); (ii) landekonzentrationen for hhv. den globale mineproduktion og EU-import, som går fra tæt ved 0 % og op til 100 % for HREE (processering); og (iii) genanvendelsen (ENG: End-Of-Life Recycling-Input-Rate,  $EOL_{RIR}$ ) som har en spredning på mellem 0 % og 83 % (bly) for de vurderede råstoffer. De øvrige parametres spredning giver mindre signifikante forskelle på resultatet og er for aluminium som følger: Substitutions-parameteren ( $SI_{SR}$ ) kan maksimalt antage en værdi mellem 0,5 og 1, mens handelsparameteren (t) maksimalt kan antage en værdi mellem 0,8 og 2. Importafhængighedsparameteren (IR) ligger mellem 0 (for fx hafnium) og 100 (for fx molybdæn), men denne spredning er kun bestemmende for, i hvor høj grad WGI-tallet regnes for importlandene eller produktionslandene og har derfor ikke en direkte betydning for forsyningsrisikoværdien.

**Tabel 4-12** EU Kommissionens vurdering af forsyningsrisiko i 2023. Forsyningsrisiko er beregnet for to led i forsyningskæden (ekstraktion og processering). Den største værdi er facit (orange fremhævelse). Kilde: EC (2023a).

Råstof	SR Ekstraktion	SR Processering	Råstof	SR Ekstraktion	SR Processering
Aggregater	0,2	-	Neodym	4,5	3,7
Aluminium/bauxit	1,2	0,5	Praseodym	1,8	3,2
Antimon	1,8	0,7	Samarium	2,0	3,5
Arsen	-	1,9	Magnesit	0,6	-
Baryt	1,3	-	Magnesium	-	4,1
Bentonit	0,4	-	Mangan	1,2	1,0
Beryllium	1,8	1,2	Molybdæn	0,8	0,2
Bismuth	-	1,9	Naturlig kork	0,9	-
Bor	3,6	1,4	Naturlig grafit	1,8	-
Cadmium	-	0,2	Naturlig gummi	0,9	-
Krom	0,7	0,6	Naturlig teak	1,7	-
Kobolt	2,8	0,5	Neon	-	0,7
Coking coal (industri- strikul)	1,0	0,4	Nikkel	0,4	0,5
Kobber	0,1	0,1	Niobium	4,4	3,8
Diatomit	0,3	-	Perlit	0,8	-
Feldspat	1,5	-	PGM	-	2,7
Fluorspat	1,1	-	Iridium	-	3,9
Gallium	-	3,9	Palladium	-	1,5
Germanium	-	1,8	Platin	-	2,13
Guld	0,4	-	Rhodium	-	2,4
Gips	0,6	-	Ruthenium	-	3,8
Hafnium	-	1,5	Fosfatbjergart	1,0	-
Helium	-	1,2	Fosfor	-	3,3
HREE	2,3	5,1	Kalium	0,7	-
Dysprosium	5,3	5,6	Rhenium	-	0,5
Erbium	2,2	5,6	Rundtømmer	0,1	-
Europium	2,2	5,6	Sapele træ	1,3	-
Gadolinium	1,1	3,3	Scandium	-	2,4
Holmium	2,2	5,6	Selenium	-	0,3
Lutetium	2,2	5,6	Silika	0,3	-
Terbium	2,5	4,9	Siliciummetal	-	1,4
Thulium	2,2	5,6	Sølv	0,8	-
Ytterbium	2,2	5,6	Strontium	2,6	-
Yttrium	1,4	3,5	Svovl	-	0,3
Hydrogen	0,5	0,3	Talkum	0,2	-
Indium	-	0,6	Tantal	1,3	-
Jernmalm	0,5	0,2	Tellur	-	0,3
Kaolin	0,8	0,5	Tin	0,5	0,9
Krypton	-	0,7	Titanium	0,5	-
Bly	0,1	0	Titaniummetal	0,5	1,6
Kalksten	0,3	-	Wolfram	0,5	1,2
Lithium	0,8	1,9	Vanadium	2,3	1,7
LREE	3,7	3,58	Xenon	-	0,8
Cerium	3,9	4,0	Zink	0,2	0,1
Lanthan	2,0	3,5	Zirkon	0,8	-





## 5. Danske primære og sekundære erhvervs afhængighed af mineralske råstoffer

I dette kapitel fremlægges vurderinger af de mineralske råstoffers betydning for de primære og sekundære erhverv i Danmark, samt vurderinger af i hvilket omfang denne del af dansk erhverv er sårbar over for forsyningssvigt af mineralske råstoffer.

Analysen er baseret på nationalregnskabet's opgørelse over nationaløkonomiens køb af varer i 2019. I databehandlingen er varekoderne opløst i deres bestanddele af mineralske råstoffer. Datagrundlaget og metoden er nærmere beskrevet i kapitel 4.

Resultaterne af analysen beskriver:

- Branchernes forbrug af råvarer og halvfabrikata fordelt på 59 mineralske råstoffer, hvoraf 45 er metaller og 14 er ikke-metaller.
- De mineralske råstoffers afledte økonomiske betydning for bruttoværditilvæksten, eksporten og antal beskæftigede, beregnet ved brug af branchernes produktivitetfaktorer.
- Vurderinger af, hvor kritiske de mineralske råstoffer er for de primære og sekundære erhverv for dermed at kunne vurdere sårbarheden ved eventuelle forsyningssvigt.
- Sammenfald mellem de økonomisk mest betydende råstoffer og deres relevans for strategiske områder som grøn omstilling, forsvar, medicinalindustri, landbrug og fødevarer samt informations- og kommunikationsteknologi.

### 5.1 De primære og sekundære erhvervs samlede råstofforbrug

I 2019 købte de primære og sekundære erhverv i Danmark varer for omkring 500 mia. kr., heraf udgjorde varer baseret på mineralske råstoffer 226 mia. kr. Her præsenteres resultatet af databehandlingen, hvor de primære og sekundære erhvervs samlede køb af varer baseret på mineralske råstoffer er fordelt på varernes råstofbestanddele. I alt blev der identificeret 52 mineralske råstoffer.

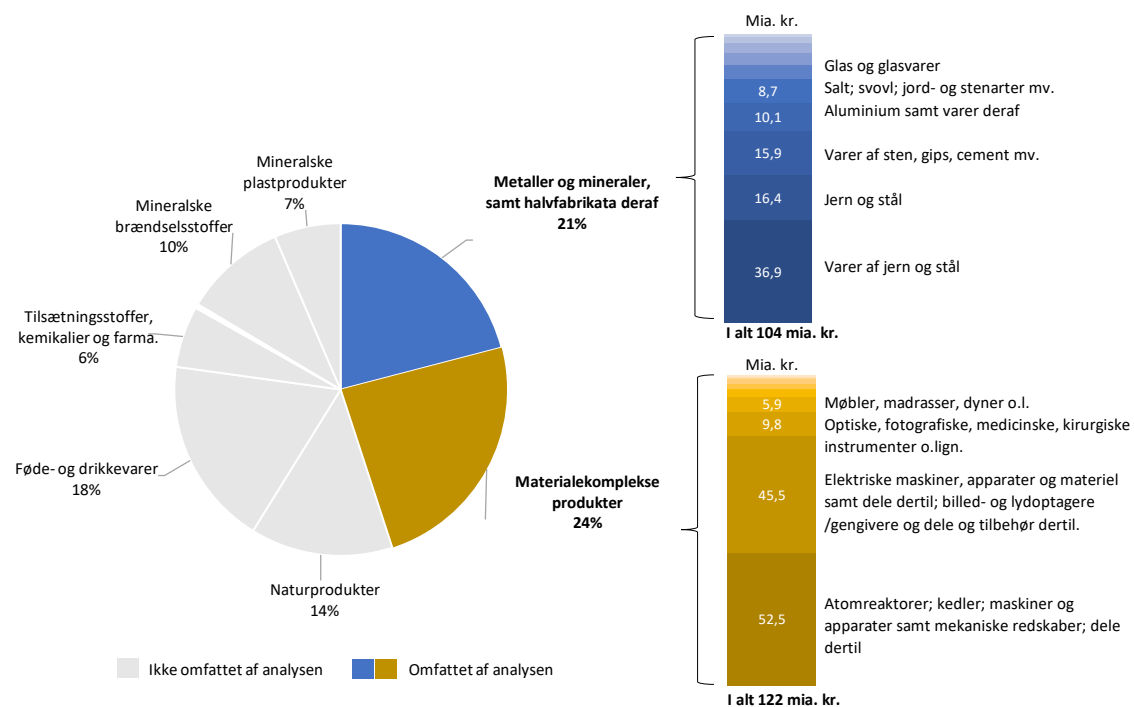
#### *Varekompleksitet*

Halvdelen af de 52 identificerede mineralske råstoffer indgår i materialer med få råvarer, som generelt har mere simple forsyningskæder, hvor råstofoprindelsen nemt kan spores og forsyningsrisikoen afdækkes, mens den anden halvdel indgår i materialekomplekse produkter som maskiner, pumper, elektriske apparater og fartøjer, som er kendetegnet ved mere komplekse forsyningskæder, hvor det er sværere at spore råstofoprindelsen og forsyningsrisikoen (Figur 5-1). Råstoffer, som i overvejende grad købes som materialesimple varer, er fx sand (i sand og beton), kalk (i kalk, cement og beton), skærver og sten (i tilslag og til beton), kalium (i gødningsprodukter), mens andre råstoffer i overvejende grad købes som materialekomplekse produkter, fx kobber, guld (elektroniske og elektriske produkter) og krom (stållegeringer). Råstoffer, som indgår nogenlunde ligeligt i de to kategorier, er fx jern, aluminium og nikkel (Figur 5-2).

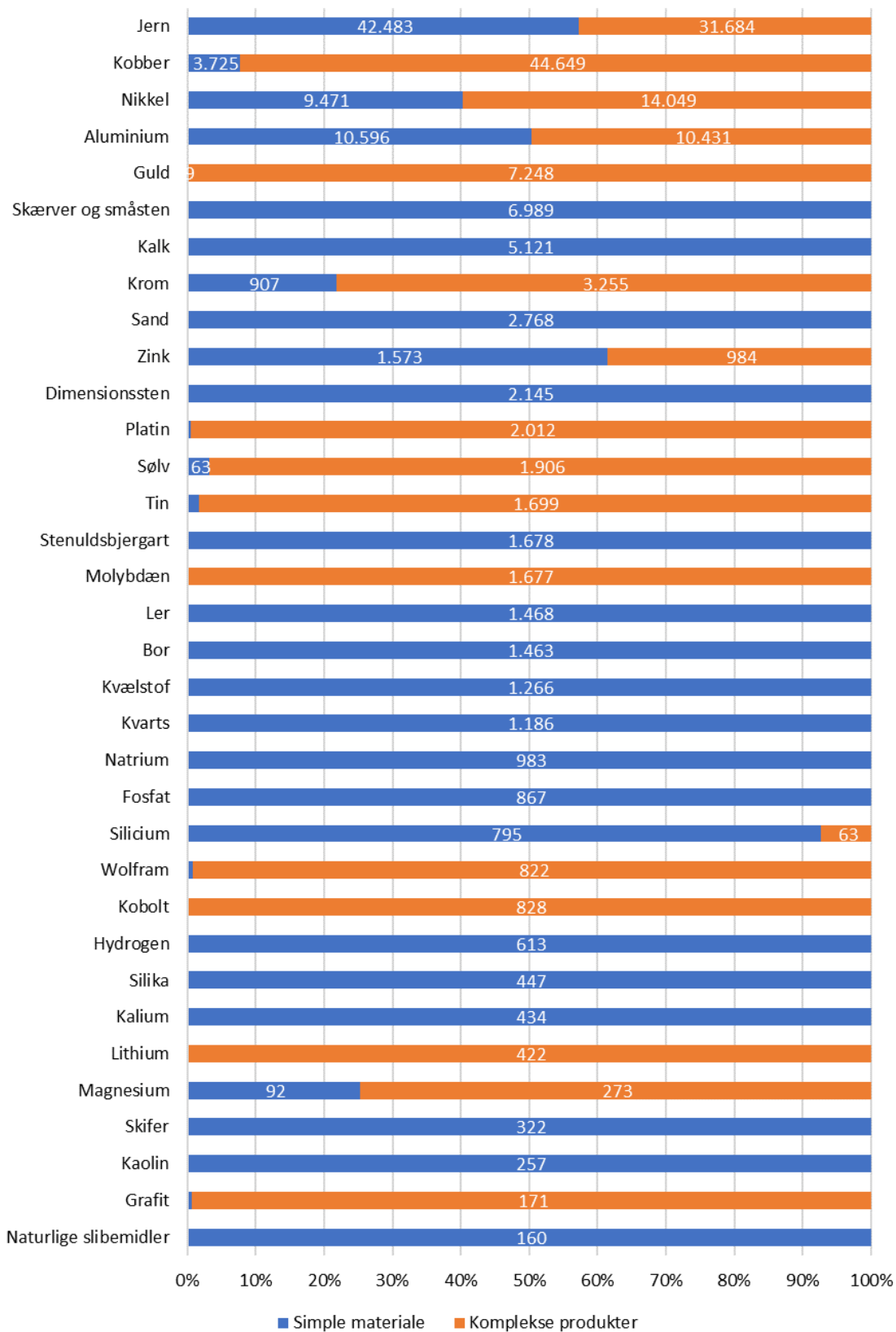
#### *Købsværdi*

Analysen viser først og fremmest at få råstoffers økonomiske betydning er dominerende; alene jern og kobber udgør tilsammen mere end 50 % af købsværdien (percentiler af den totale købsværdi er vist i højre side af Figur 5-3). Sammenlagt med købsværdien for råstofferne nikkel,

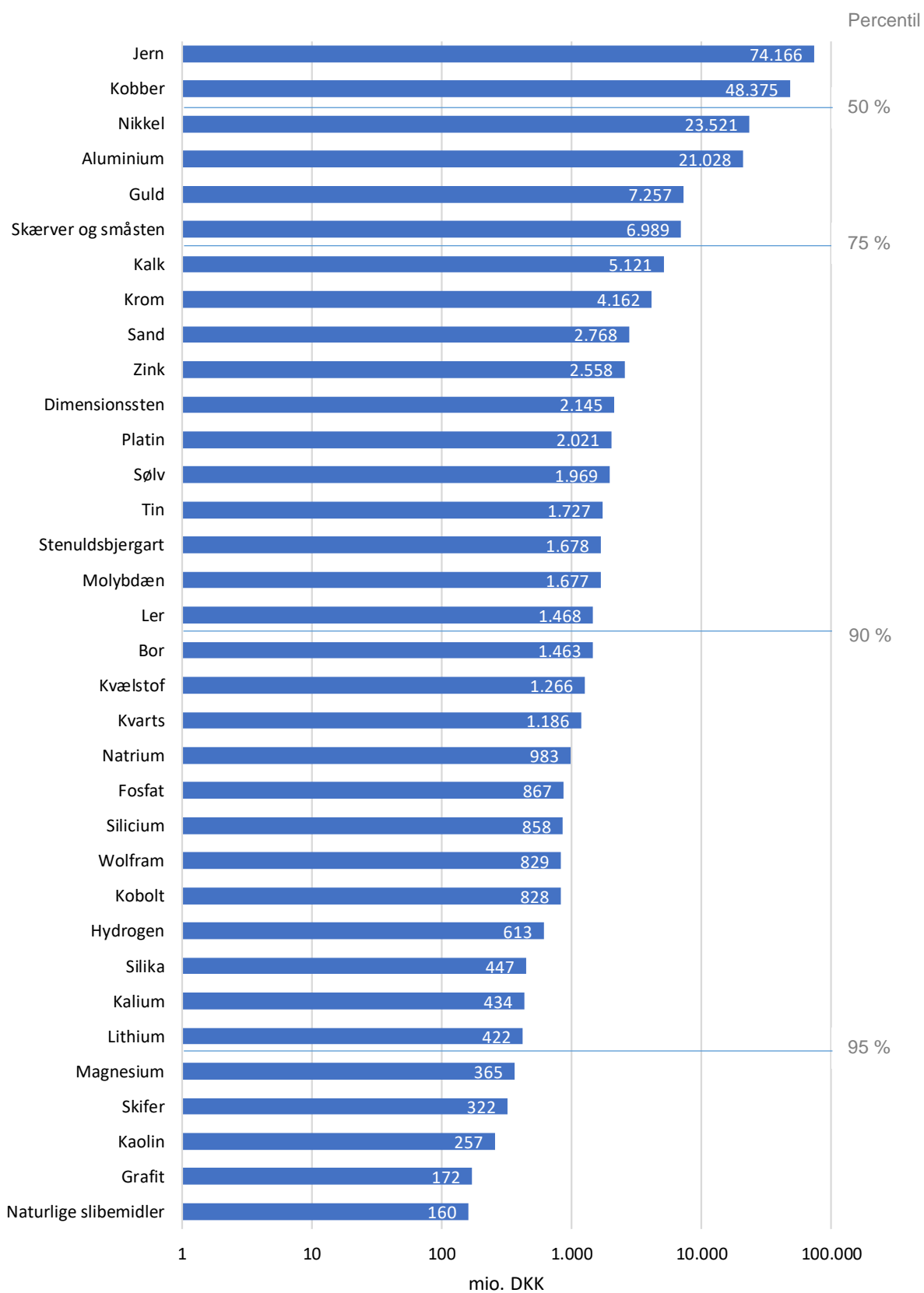
aluminium, sten og skærver, guld, kalk, krom, sand, zink og dimensionssten opnås 90 % af det samlede køb. Således udgør kun 11 råstoffer 90 % af købsværdien, mens de resterende 41 råstoffer repræsenterer 10 % af købsværdien. Analysen viser desuden, at der er en signifikant forskel på de enkelte råstoffers økonomiske betydning. Jern repræsenterer fx en købsværdi som er 100 gange højere end fosfat. Dette indikerer en høj grad af robusthed ved metodens evne til at differentiere mellem råstoffernes økonomiske betydning, noget som udfordrer EU-metoden (mere herom i afsnit 5.6).



**Figur 5-1** Overordnet gruppering af de primære og sekundære erhvervs varekøb. To af varegrupperingerne er baseret på mineralske råstoffer. Undergrupper er uddybet ved søjlediagrammer (se Figur 5-3). Et mere detaljeret overblik af varekøbene er vist i tabeller i Bilag H og i figurer i Bilag I.



**Figur 5-2** De primære og sekundære erhvervs varekøb fordelt efter råstof og opdelt i forhold til råstoffernes anvendelse i simple materialer (blå) eller materialekomplekse produkter (orange). De 30 økonomisk mest betydningsfulde råstoffer er vist.



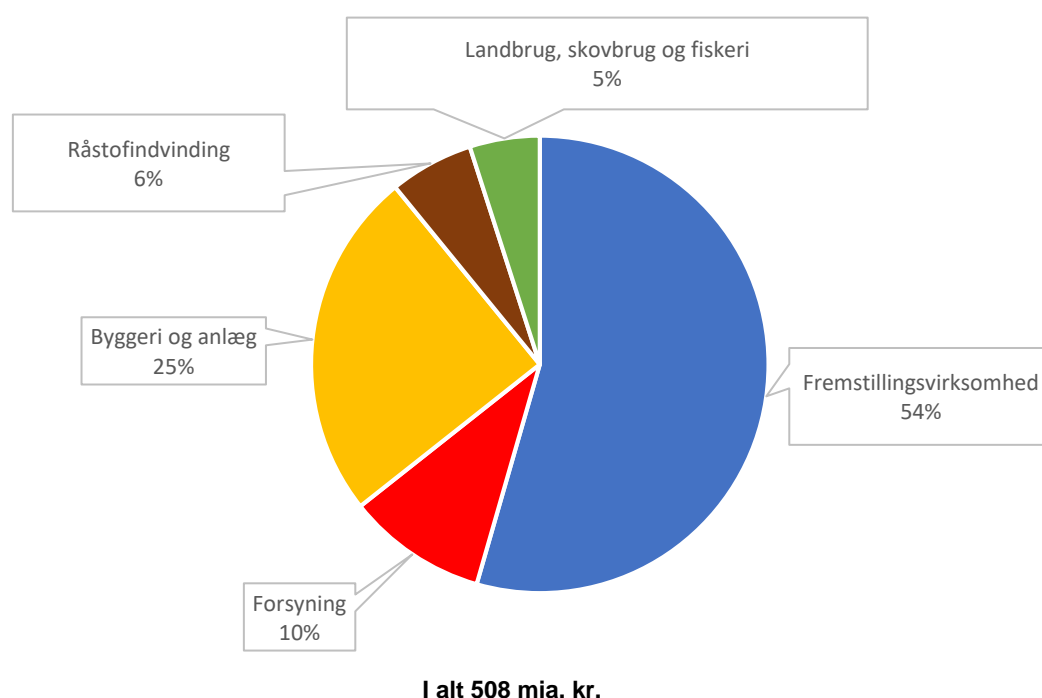
**Figur 5-3** De primære og sekundære erhvervs varekøb fordelt efter råstof. Bemærk logaritmisk skala og angivelse af percentiler. De 30 økonomisk mest betydningsfulde råstoffer er vist.

## 5.2 De primære og sekundære erhvervs råstofforbrug pr. hovedafdeling

Dansk Branchenomenklatur inddeler de primære og sekundære erhverv i seks hovedafdelinger: (i) Landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri; (ii) Råstofindvinding; (iii) Fremstillingsvirksomhed; (iv) El-, gas- og fjernvarmeforsyning; (v) Vandforsyning, kloakvæsen, affaldshåndtering samt (vi) Bygge- og anlægsvirksomhed<sup>1</sup>. I denne gennemgang behandles hovedafdeling (iv) og (v) under ét som *Forsyning*, mens fremstillingsvirksomheder benævnes som *Industrien*. Industrien udgjorde omkring 54 % af erhvervenes bruttoværditilvækst i 2019 og er dermed den største hovedafdeling (Figur 5-4).

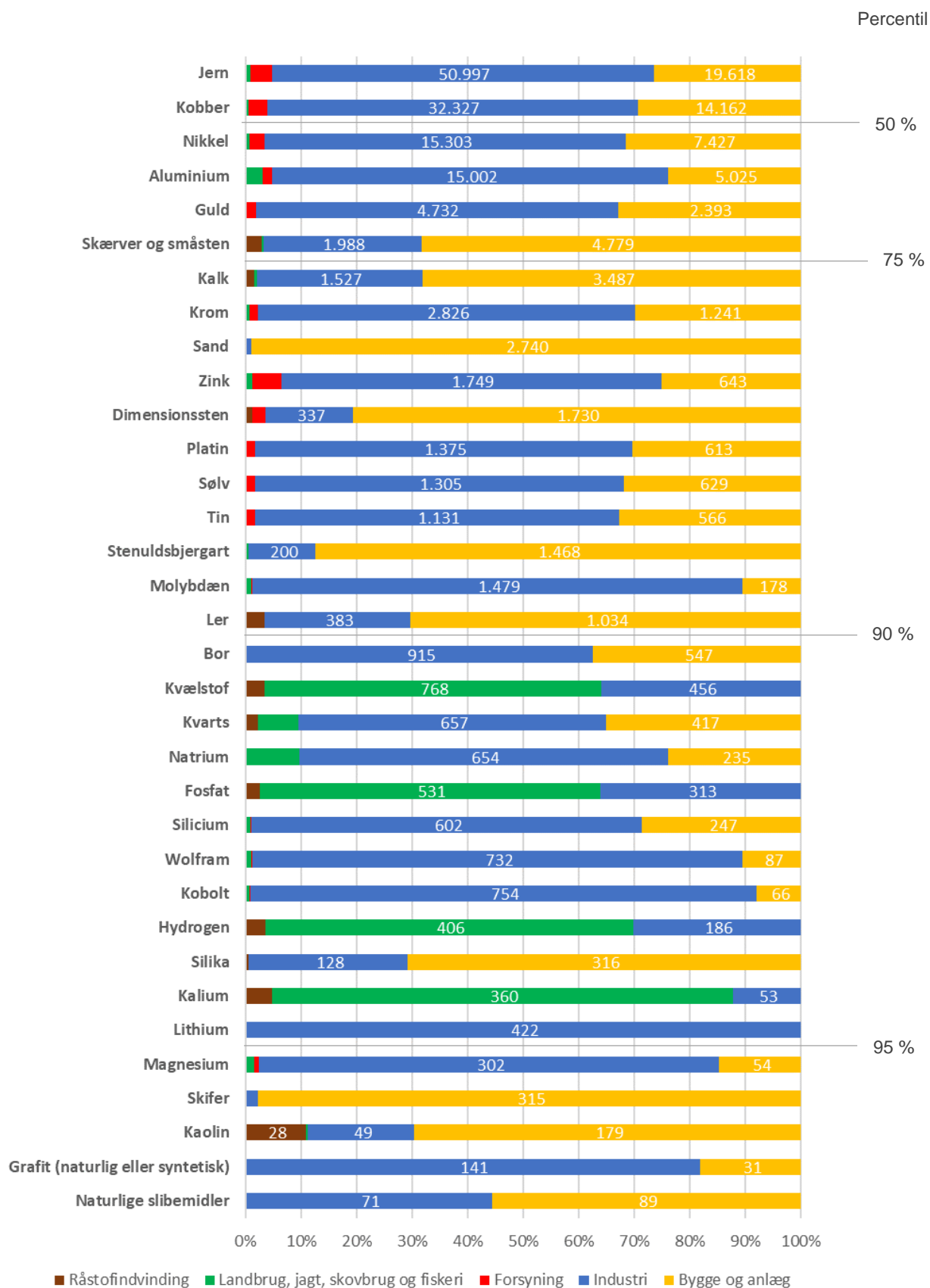
Hovedafdelingernes varekøb fordelt på råstoffer er vist i Figur 5-5. Her ses det, at industrien som forventet står for hovedparten af råstofkøbene, som især omfatter råstofbestanddelene jern, kobber, aluminium, nikkel, guld og krom, som indgår i industriprodukter som stål- og aluminiumemner, maskiner og elektrisk udstyr. Råstofkøbene fra andre hovedafdelinger omfatter især gødningsråstoffer (fosfat og kalium) og byggeråstoffer (skærver og småsten, kalk, sand, dimensionssten og ler).

Hver hovedafdelings 10 største råstofkøb er vist i Figur 5-6. Det ses, at industri, forsyning samt byggeri og anlæg er afhængig af en række fælles råstoffer (jern, kobber, aluminium og guld) til fremstilling af deres produkter. Hovedafdelingerne råstofindvinding og landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri har et meget lavt råstofforbrug, som især skyldes, at meget af deres køb betegnes som investeringer og derfor ikke optræder i statistikken over varekøb (se afsnit 5.3).



**Figur 5-4** De primære og sekundære erhvervs bruttoværditilvækst i 2019 fordelt efter fem hovedgrupper. Kilde: Nationalregnskabet.

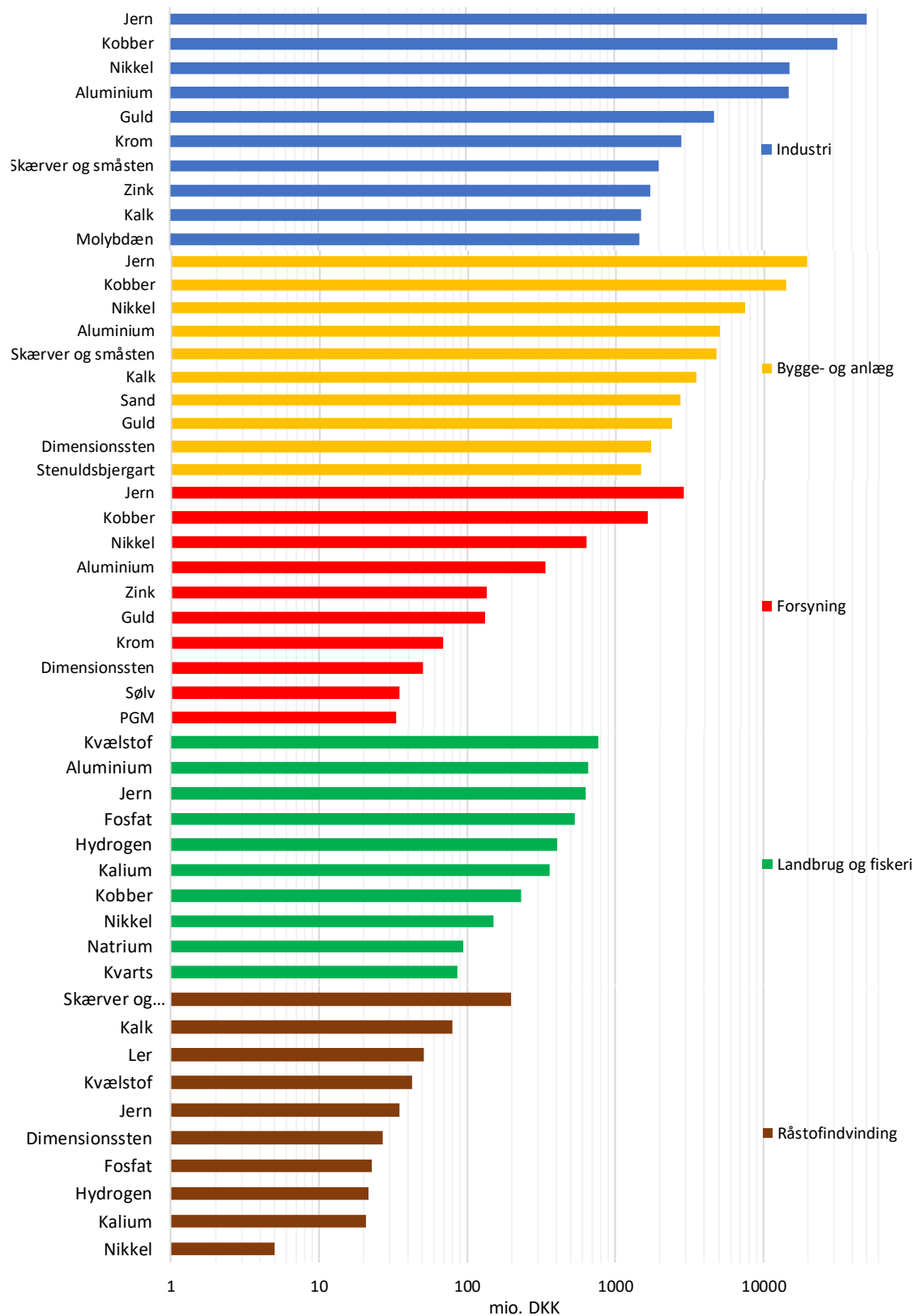
<sup>1</sup> Bygge- og anlægsvirksomhed vil nogle gange ses forkortet til 'byggeri og anlæg' eller 'bygge og anlæg'



**Figur 5-5** Relativ fordeling af de råstovarekøb som foretages af primære og sekundære erhverv fordelt efter fem hovedafdelinger. Rangeret efter råstofkøb med angivelse af percentil.

**Tabel 5-1** De fem hovedafdelingernes typiske varekøb. Kilde: Nationalregnskabsnumre udleveret af Danmarks Statistik.

Hovedafdelinger	Eksempler på de største varekøb på detaljeret varenummer-niveau (varebeskrivelser som de fremgår af forklaringsnøglen)	
<b>Industri</b>	V730807	Jern-, stålkonstruktioner ian
	V848300	Aksler, lejer, gear ol. Heru. Dele
	V841301	Dele t væskepumper, væskeeleve.
	V841807	Køle- og fryseudstyr, ian
	V850300	Dele til elektriske motorer
	V853701	App t elek. Styring max 1000 V
	V251700	Småsten grus og knuste sten
<b>Byggeri og anlæg</b>	V681002	Mur-, tagsten, byggeelementer. Beton
	V730807	Jern-, stålkonstruktioner ian
	V251700	Småsten grus og knuste sten
	V850203	Generatorsæt u. forbrænding. Motor
	V848101	Ventiler, haner o. lign
	V851707	App t bærefrekvens, digitalnet
<b>Forsyning</b>	V720401	Affald og skrot af jern, stål
	V740400	Affald og skrot af kobber
	V760200	Affald og skrot af aluminium
	V853600	Afbryder, sikringer ol. U 1000 V
<b>Landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri</b>	V310200	Nitrogenholdige gødningsstoffer
	V310500	Mineralske e.l. kemi gødningsstoffer
<b>Råstofindvinding</b>	V251700	Småsten grus og knuste sten



**Figur 5-6** Råstofferne i de primære og sekundære erhvervs varekøb. De ti mest købte råstoffer i hver hovedgruppe er vist. Bemærk logaritmisk skala.



## 5.3 Investeringer

Investeringer i maskiner, bygninger, IT-udstyr, transportmidler etc. er også baseret på mineralske råstoffer, men indgår ikke i varekøbet (forbrug i produktionen). Investeringer er varer og produkter, som indgår i opbygningen af virksomheden som kapitalapparat (fast real kapital). De inddeles i nationalregnskabet konkret efter 1) boliger, 2) andre bygninger, 3) anlæg, 4) transportmidler, 5) informations- og kommunikationsteknologi (IKT)-udstyr, andre maskiner og inventar samt våbensystemer, 6) stambesætninger og 7) intellektuelle rettigheder. For de primære og sekundære erhverv, og i forhold til fokuset på mineralske råstoffer, er især gruppe 2-5 relevante for råstofanalysen. 'Forbrug af fast realkapital', som er nationalregnskabets opgørelse af hvor meget investeringerne er nedskrevet i et givent år, er anvendt som proxy for forbruget af de nævnte investeringer og er illustreret i Figur 5-7, Figur 5-8, og Figur 5-9.

Figur 5-7 viser det samlede forbrug; både investeringer baseret på mineralske råstoffer og købet af varer af mineralske råstoffer. Køb af varer baseret på mineralske råstoffer udgør størstedelen af forbruget (ca. 75 %). I alt fordeler investeringerne sig således: IKT-udstyr, maskiner mv. ca. 34. mia. kr., anlæg 18 mia. kr., bygninger (andre end beboelse) 17 mia. kr. og transport 4 mia. kr. Til sammenligning udgør det samlede køb af varer baseret på mineralske råstoffer 226 mia. kr.

Figur 5-8 viser, at varer af mineralske råstoffer udgør en højere procentandel for industri og byggeri og anlæg, omkring 90 %, mens investeringernes andel kun er 10 %. For de tre øvrige hovedafdelinger; forsyning, råstofindvinding samt landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri er det i stedet køb af investeringer som dominerer; her udgør køb af varer af mineralske råstoffer kun 7-20 %. Dermed kan det konkluderes, at hvor en analyse af vareforbruget i industrien og byggeri og anlæg kan være en rimelig indikator for disse hovedafdelingers råstofafhængigheder, vil det for hovedafdelingerne forsyning, råstofindvinding samt landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri kræve, at investeringer baseret på mineralske råstoffer inkluderes i analysen for at give et mere retvisende billede.

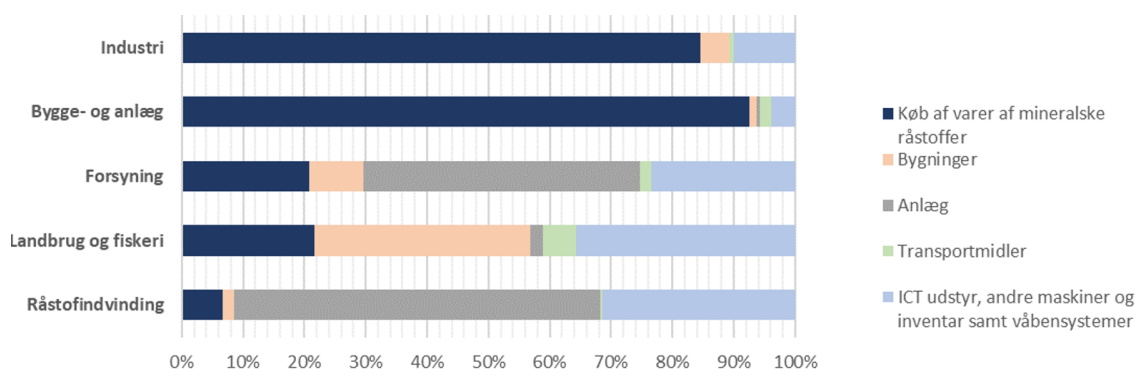
Figur 5-9 karakteriserer de fire investeringskategorier samt varekøb af mineralske råstoffer, i forhold til, hvilke hovedafdelinger der køber dem. Det er særligt karakteristisk, at posten anlægsinvesteringer domineres af forsyning samt råstofindvinding; det drejer sig antageligt om anlæg af kloakker, vandværk, ledningsnet til el og fjernvarme, energianlæg, boreplatforme o.l., som forbruger store volumener af byggeråstofferne sand, kalk, småsten og skærver samt jern i konstruktionsstål og kobber til elforbindelser. Byggeri og anlægssektorerne køber flest (afskriver flest) transportmidler, hvilket hænger sammen med de store mængder materialer, som de flytter rundt på. Råstofbestanddelene i transportmidler er især stål og legeringsmetaller til strukturelle dele og sliddele samt råstoffer, som indgår i elektroniske apparater og glas.

**Tabel 5-2** De primære og sekundære erhvervs mineralråstofbaserede investeringer (forbrug af fast realkapital) samt køb af varer af mineralske råstoffer. Alle priser i mio. kr. Kilde: NABK69, Statistikbanken.

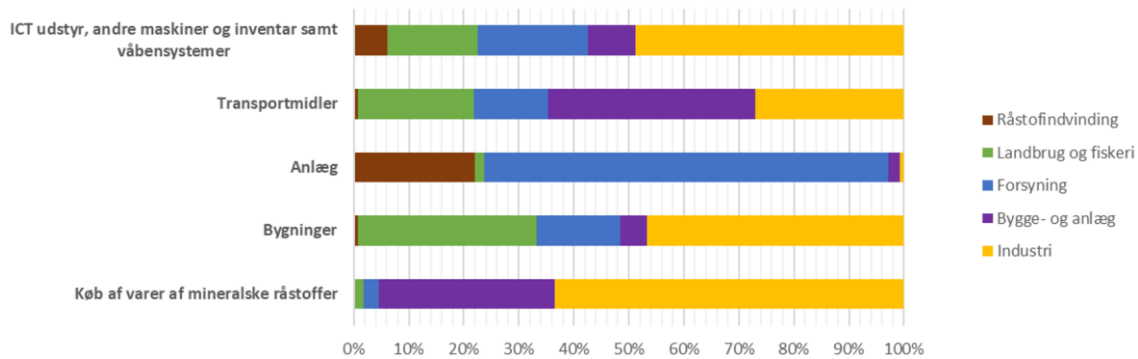
	Forbrug af fast real kapital (2019)				
	Køb af varer af mineralske råstoffer	ICT-udstyr, andre maskiner og inventar samt våbensystemer	Anlæg	Bygninger	Transportmidler
Industri	138.869	16.474	129	7.787	1.084
Byggeri og anlæg	70.015	2.895	372	813	1.519
Forsyning	6.005	6.792	13.012	2.540	538
Landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri	3.354	5.513	315	5.413	850
Råstofindvinding	433	2.052	3.902	128	29
<b>I alt</b>	<b>218.679</b>	<b>33.726</b>	<b>17.730</b>	<b>16.681</b>	<b>4.020</b>



**Figur 5-7** De primære og sekundære erhvervs samlede forbrug af fast realkapital samt køb af varer af mineralske råstoffer. Baseret på Tabel 5-2.



**Figur 5-8** De primære og sekundære erhvervs forbrug af fast realkapital, samt køb af varer af mineralske råstoffer. Baseret på Tabel 5-2.



**Figur 5-9** De primære og sekundære erhvervs mineralråstofbaserede forbrug af fast realkapital samt køb af varer af mineralske råstoffer. Baseret på Tabel 5-2.

## 5.4 Råstoffernes afledte økonomiske betydning

Råstoffernes afledte økonomiske betydning er beregnet for eksporten, bruttoværditilvæksten (BVT) og antal beskæftigede. Resultatet er vist i Tabel 5-3 og Figur 5-11.

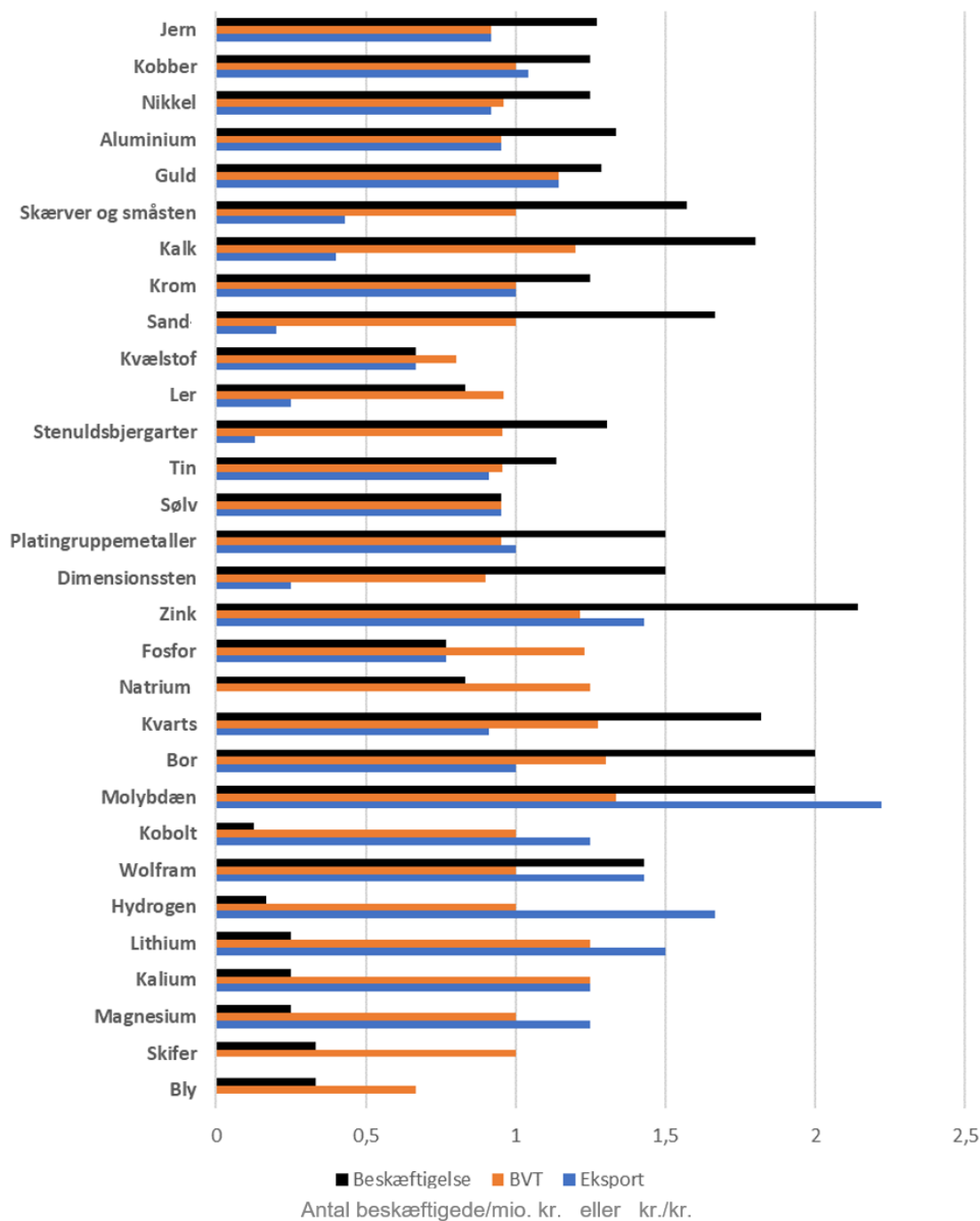
Det overordnede billede er, at råstoffernes betydning i forhold til hinanden stort set er uændret ved de forskellige økonomiske parametre, sammenlignet med råstoffernes afledte købsværdi. Dette skyldes især to forhold:

- Der er stor spredning i råstoffernes afledte købsværdi
- Der er en mindre spredning i branchernes produktivitet (jf. Tabel 4-10 og Figur 5-12), og dermed en mindre spredning i råstoffernes afledte produktivitet (Figur 5-10).

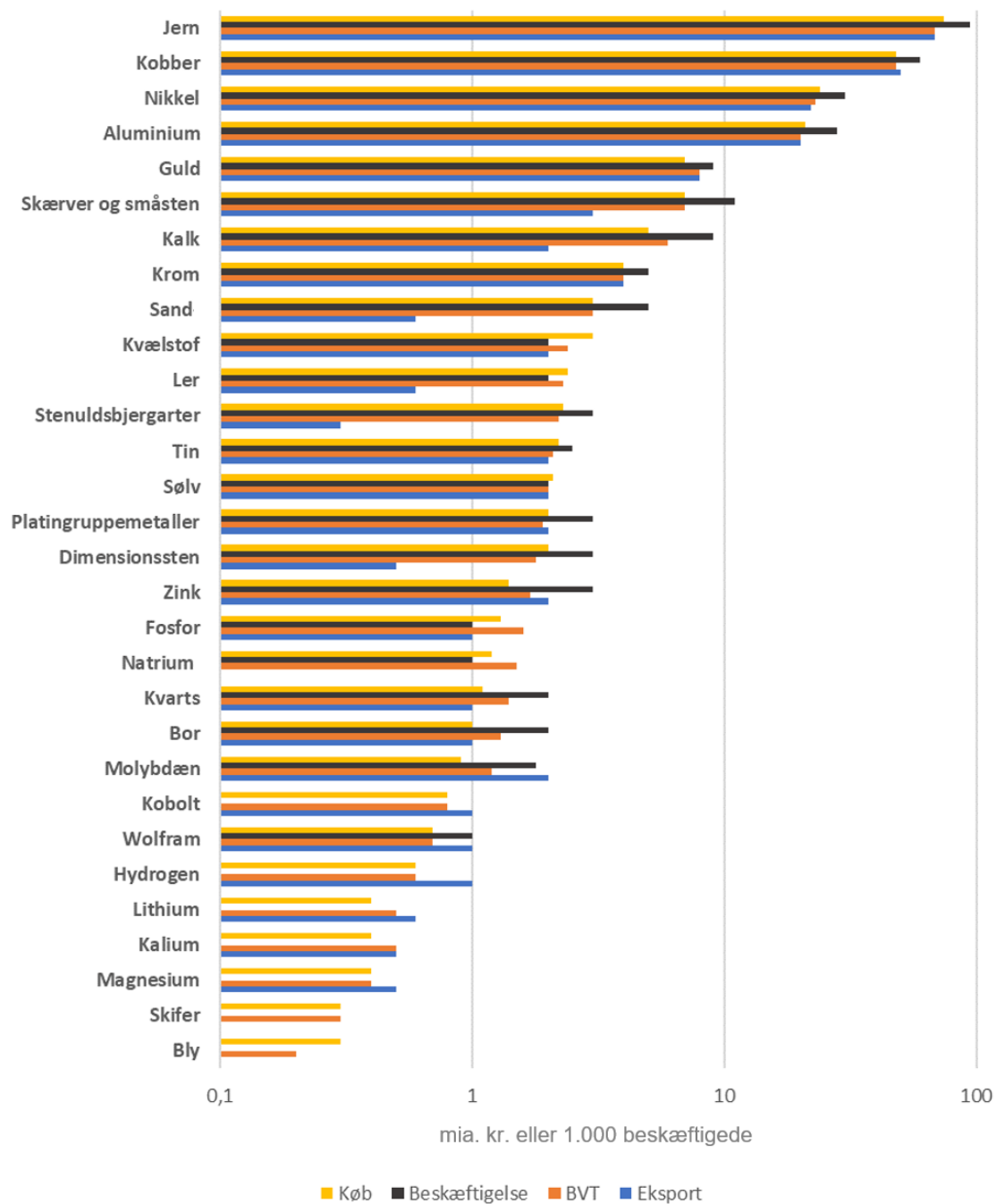
Der er nogle få forventelige afvigelser i rangeringen af råstofferne, når de forskellige økonomiske parametre sammenlignes. Det drejer sig primært om byggeråstofferne (skærver, sten, dimensionssten, kalk mv.) som har en mindre afledt betydning for eksporten relativt til de øvrige økonomiske parametre.

**Tabel 5-3** De primære og sekundære erhvervs varekøb omregnet til råstofværdier samt afledt eksportværdi, bruttoværditilvækst og antal beskæftigede. Til sammenligning er EU Kommissionens vurdering af forsyningsrisiko i 2023 vist. De 30 økonomisk mest betydningsfulde råstoffer er vist.

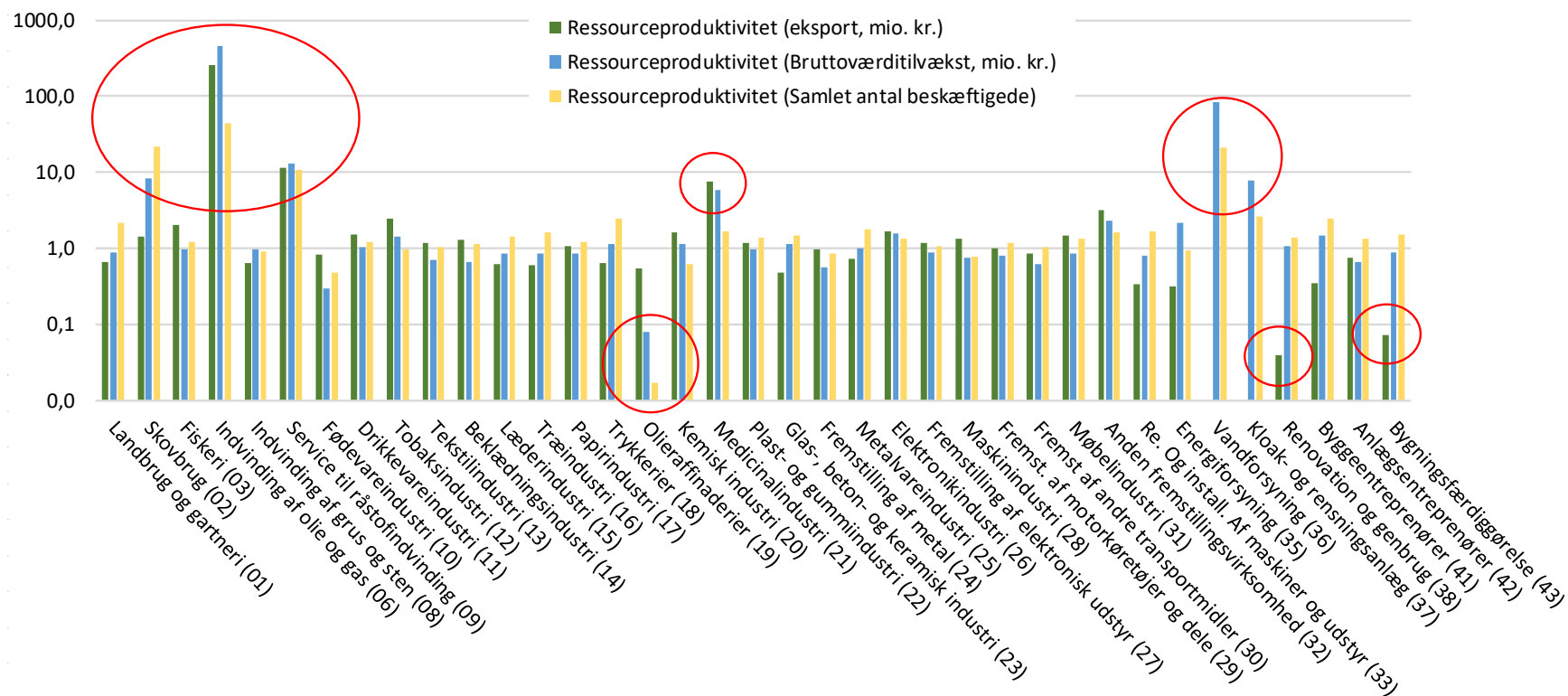
	Eksport mia. kr.	Brutto- værditil- vækst mia. kr.	Beskæftigede Antal 1.000	Køb mia. kr.	Forsyningsrisiko EU 2023
Jern	68	68	94	74	0,5
Kobber	50	48	60	48	0,1
Nikkel	22	23	30	24	0,5
Aluminium	20	20	28	21	1,1
Guld	8	8	9	7	0,4
Skærver og småsten	3	7	11	7	-
Kalk	2	6	9	5	0,3
Krom	4	4	5	4	0,7
Sand	0,6	3	5	3	0,3
Kvælstof	2	2,4	2	3	-
Ler	0,6	2,3	2	2,4	0,8
Stenuldsbjergarter	0,3	2,2	3	2,3	-
Tin	2	2,1	2,5	2,2	0,9
Sølv	2	2	2	2,1	0,8
Platingruppemetaller	2	1,9	3	2	2,7
Dimensionssten	0,5	1,8	3	2	-
Zink	2	1,7	3	1,4	0,2
Fosfor	1	1,6	1	1,3	1,0 eller 3,3
Natrium	0	1,5	1	1,2	-
Kvarts	1	1,4	2	1,1	1,4
Bor	1	1,3	2	1	3,6
Magnesium	1	1,2	1,5	1,1	4,1
Molybdæn	2	1,2	1,8	0,9	0,8
Kobolt	1	0,8	0,1	0,8	2,8
Wolfram	1	0,7	1	0,7	1,2
Lithium	0,6	0,5	0,1	0,4	1,9
Kalium	0,5	0,5	0,1	0,4	0,7
Svovl	0,5	0,4	0,2	0,2	0,3
Neodym	-	0,4	-	-	4,5
Skifer	<0,1	0,3	0,1	0,3	-
Bly	<0,1	0,2	0,1	0,3	0,1



**Figur 5-10** Ressourceproduktiviteten som antal beskæftigede, bruttoværditilvækst og eksport beregnet for de 30 økonomisk mest betydningsfulde råstoffer for de primære og sekundære erhverv. Baseret på Tabel 5-3.



**Figur 5-11** Afledt købsværdi, antal beskæftigede, bruttoværditilvækst (BVT) og eksport for de 30 økonomisk mest betydningsfulde råstoffer for de primære og sekundære erhverv. Bemærk logaritmisk skala. Baseret på Tabel 5-3.



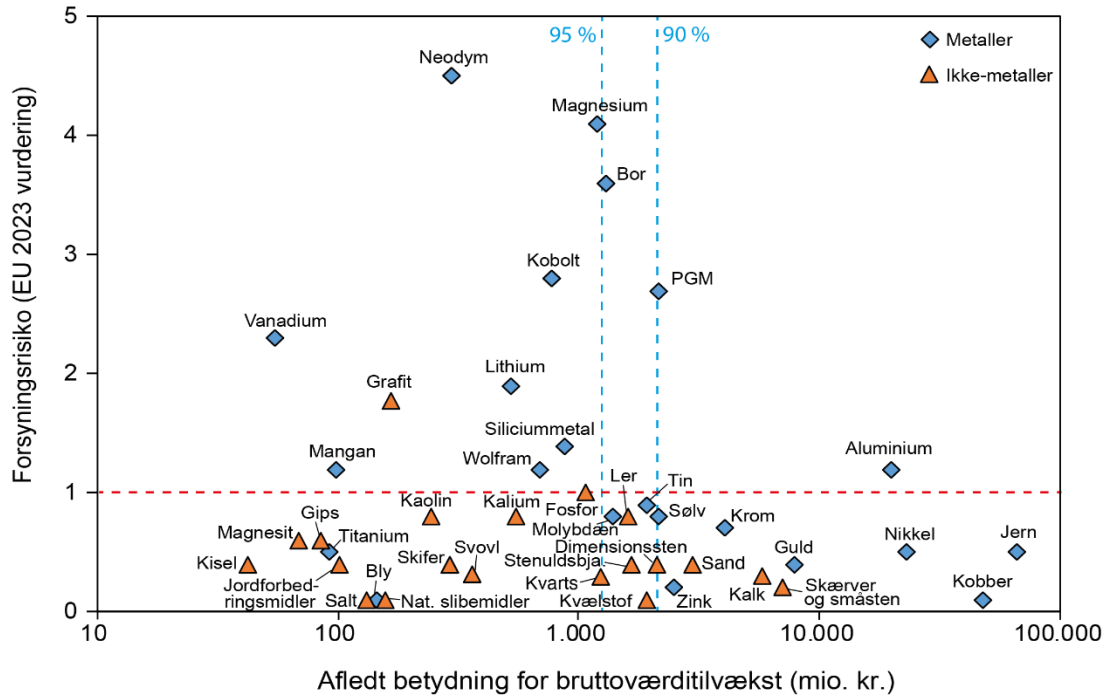
**Figur 5-12** De primære og sekundære erhvervs ressourceproduktivitet målt på eksport, bruttoværditilvækst og antal beskæftigede. Røde cirkler markerer outliers i forhold til normalområdet. Bemærk logaritmisk skala. Enheden er en faktor; kr. eller antal ansatte pr. kr. brugt til varekøb.

## 5.5 Kritikalitetsanalyse af råstoffer anvendt af primære og sekundære virksomheder

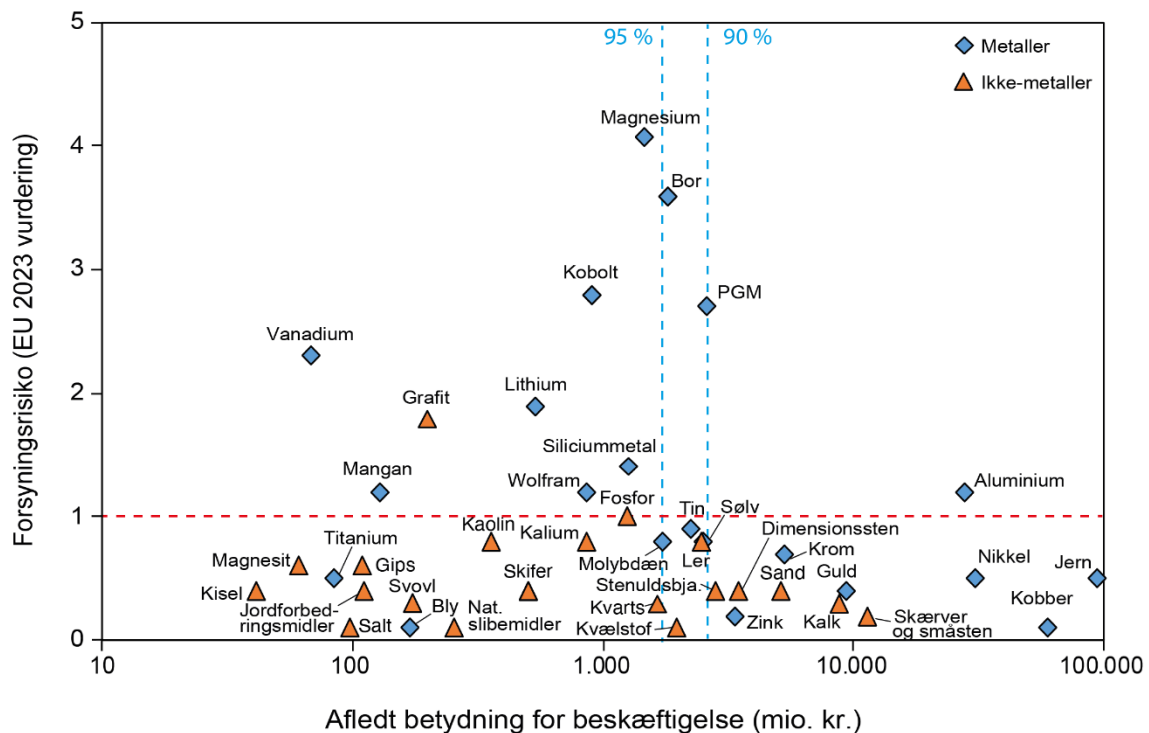
Ved at sammenholde råstoffernes økonomiske betydning med råstoffers forsyningsrisiko, baseret på EU Kommissionens 2023-vurdering, se EC (2023a), er der foretaget en kvalificering af, hvor kritiske de mineralske råstoffer er for de primære og sekundære erhverv i Danmark.

Resultaterne viser, at der ikke er stor forskel på råstoffernes kritikalitet målt på de forskellige økonomiske parametre, hvorfor kun Figur 5-13 for bruttoværditilvæksten gennemgås her (øvrige figurer er Figur 5-14, Figur 5-15 og Figur 5-16). Figur 5-13 er vist med EU Kommissionens fastsatte skæringslinje for 'høj forsyningsrisiko' og med to indikative skæringslinjer for den økonomiske betydning fastsat af MiMa. Som det ses er to af de 90 % mest økonomisk betydningsfulde råstoffer kritiske (aluminium og PGM (platingruppemetaller)), mens skæringslinjen ved 95 % percentilen for økonomisk betydning desuden kategoriserer bor som kritisk.

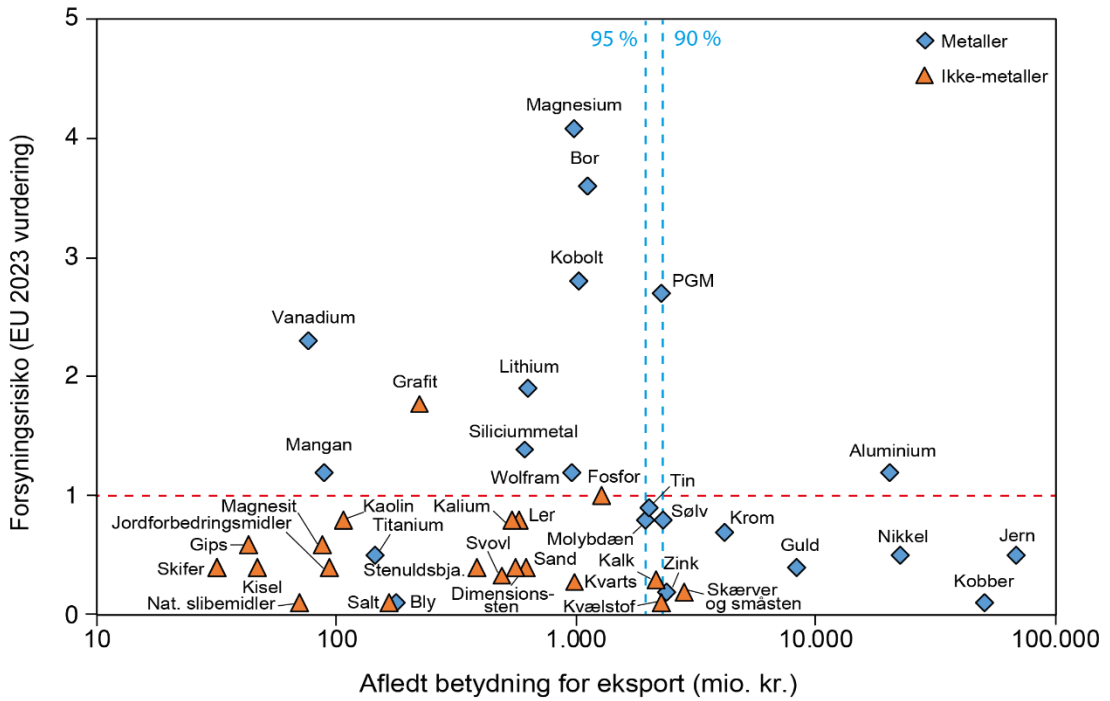




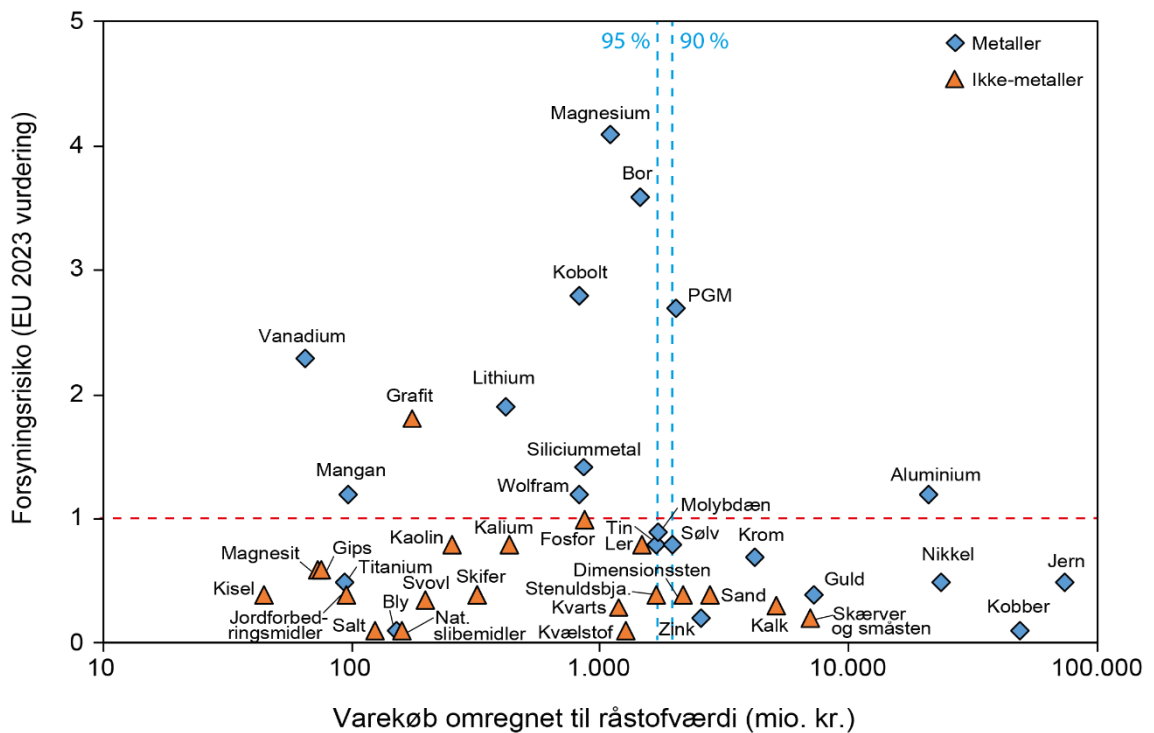
**Figur 5-13** Råstoffernes afledte betydning for bruttoværditilvæksten som funktion af forsyningsrisiko. Med angivelse af percentiler og EU Kommissionens grænse for høj/lav forsyningsrisiko. Bemærk logaritmisk skala.



**Figur 5-14** Råstoffernes afledte betydning for beskæftigelsen som funktion af forsyningsrisiko. Med angivelse af percentiler og EU Kommissionens grænse for høj/lav forsyningsrisiko. Bemærk logaritmisk skala.



**Figur 5-15** Råstoffernes afledte betydning for eksporten som funktion af forsyningsrisiko. Med angivelse af percentiler og EU Kommissionens grænse for høj/lav forsyningsrisiko. Bemærk logaritmisk skala.



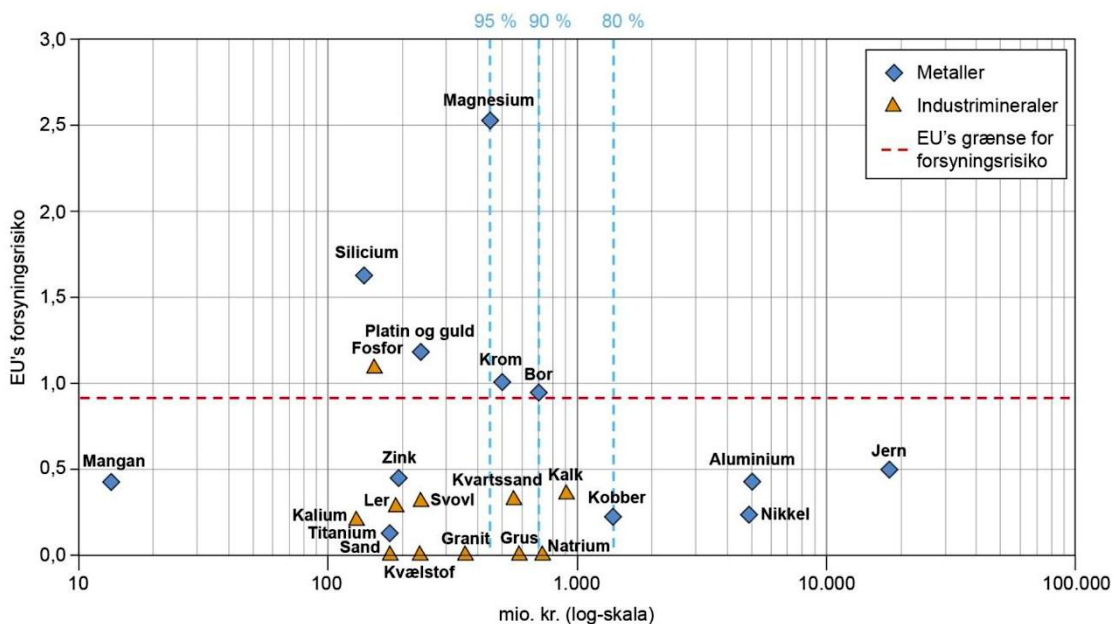
**Figur 5-16** Råstoffernes afledte betydning for varekøbet som funktion af forsyningsrisiko. Med angivelse af percentiler og EU Kommissionens grænse for høj/lav forsyningsrisiko. Bemærk logaritmisk skala.

## 5.6 Vurderinger af kritikalitetsanalysen

Metodegrundlaget for nærværende analyse for kritiske råstoffer i Danmark adskiller sig på flere måder fra MiMa's analyse af kritiske råstoffer i Danmark fra 2015 (MiMa, 2015) og fra EU Kommissionens kritikalitetsanalyse fra 2023 (EU 2023). Nedenfor foretages en række sammenligninger mellem resultaterne af de tre analyser, og konsekvenserne af metodeforskellene kommenteres.

### MiMa's 2015-analyse (Figur 5-18)

Metode og datagrundlag for MiMa's 2015-analyse og nærværende analyse er grundlæggende de samme, men afgrænsningen i 2023 omfatter ikke kun industrien, men også forsyning, byggeri og anlæg samt landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri (de primære og sekundære erhverv), samtidig med at flere råstoffer er medtaget. Dette til trods er resultaterne af de to analyser i høj grad overensstemmende. Blandt afvigelserne mellem de to analyser er bl.a.: (i) kobbers økonomiske betydning er relativt højere i 2023-analysen, hvilket skyldes at forbruget af materialekomplekse produkter er medtaget; kobber indgår især i materialekomplekse produkter som motorer, generatore, elektriske og elektroniske apparater og transformatorer; (ii) byggeråstofferne rangerer ligeledes højere, fordi byggebranchen er medtaget i 2023-analysen; og (iii) en række råstoffer som fx neodym, wolfram, grafit, vanadium, kobolt er medtaget. Desuden blev 2015-analysen vist med forsyningsrisikoen efter EU Kommissionens 2014-vurdering (skala 0-4), hvor 2023-analysen er vist med EU-2023-vurdering (skala 0-10).



**Figur 5-17** De mineralske råstoffers afledte betydning for bruttoværditilvæksten i industrien i Danmark i 2011 sammenholdt med EU Kommissionens 2014-vurdering af forsyningsrisiko. Kilde: Kalvig et al. (2015).

### EU Kommissionens 2023-analyse (Figur 2-3)

Analysen præsenteret her (MiMa-2023-analysen) adskiller sig metodisk fra EU-2023-analysen med hensyn til, hvordan råstoffernes økonomiske betydning kvantificeres. EU-metoden baserer et råstofs økonomiske betydning ved (i) for hvert råstof at summere hele bruttoværditilvæksten af de brancher, som antages at være slutbruger, og (ii) foretage en vægtning af resultatet med en

antagelse om råstofferne substitutionsmulighed, som kan ændre resultatet med op til 30 %. MiMa-2023-analysen er funderet på branchernes vareindkøb, som er registreret i nationalregnskabet ved hjælp af statistiske kilder og herefter konverteret til råstofværdier baseret på information om varernes sammensætning. Disse råstofværdier er dernæst blevet omregnet til økonomiske parametre ved at tage højde for branchernes produktivitet. Det er værd at bemærke, at subjektive vurderinger ikke spiller en væsentlig rolle i denne metode. Metodeforskellene mellem nærværende analyse og EU-2023-analysen bevirker, at der er væsentlige forskelle i resultaterne af de to analyser. Det bemærkes i øvrigt, at ved MiMa's metode vil en fordobling eller halvering af et givet råstofs værdi ikke ændre markant på resultatet, mens en tilsvarende resultatændring for EU-metoden fuldstændigt kan ændre resultatet. Dette indikerer, at EU-metoden er skrøbelig over for ændringer i de antagelser, den bygger på.

## 5.7 Råstofferne betydning for nationale politiske strategier

De primære og sekundære erhverv har ikke kun betydning for nationaløkonomien, men råvareforsyningen til disse erhverv er også fundamental for forsyningen af el, vand, varme, medicin, boliger, transportmidler, internet m.m.

Dele af de primære og sekundære erhverv fremhæves i forskellige sammenhænge som strategiske og tillægges dermed større betydning for fx enkelte brancher, teknologier, virksomheder, aktiviteter, fagområder mv. Sådanne afgrænsninger sker typisk ud fra politiske eller interesse-mæssige vinkler, hvorfor det er svært at forene disse til en samlet national prioriteringsliste. Eksempler på områder, som i forskellige sammenhænge har været omtalt som strategiske, er vist i Tabel 5-4.

**Tabel 5-4** Strategiske teknologiområder hvor mineralske råstoffer er af vital betydning.








































Grøn omstilling		Forsvar	Medicin
<b>Energiproduktion</b> ① Vindmøller ③ Biogasanlæg ④ Forbrændingsanlæg ⑤ Solceller ⑥ Energijøer ⑦ Geotermi	<b>Forbrug og reduktion</b> ⑫ Energiruder og isolering ⑬ Effektivisering (IKT & robotter) ⑭ CCS	① IKT (sensorer, satellitter, computere, kommunikationsudstyr) ② Fly, missiler ③ Kørende materiel ④ Ammunition	① IKT (digitale- og AI-therapeutics, IoMT) ② Instrumenter og robotter (VR-kirurgi, MRI, robotter, 3D-print) ③ Procesanlæg
<b>Energikonvertering</b> ⑧ Varmepumper ⑨ Power-to-X	<b>Transport</b> ⑮ Transportmidler ⑯ Transportanlæg (metrobyggeri, letbaner, togbaner mv.)	<b>Informationsteknologi (IKT)</b> ① Datacentre, data-transmission, computere mv.	<b>Landbrug &amp; fødevarer</b> ① Dyrkning ② Maskiner ③ Procesanlæg
<b>Transmission</b> ⑩ El-transmissionsnet ⑪ Gas-transmissionsnet & CCUS	<b>Klimatilpasning</b> ⑰ Klimatilpasning (vandafledning, bassiner, dæmnin-ger, kystsikring, terrænhævning)		









I nationalregnskabet kan man læse, hvilke brancher som køber varerne, hvilket indikerer, hvilke slutprodukter vareforbruget anvendes til, men slutprodukternes specifikke anvendelse oplyses

ikke. Datagrundlaget giver derfor ikke mulighed for at udpege, i hvilket omfang råstofferne indgår i den grønne omstilling, og dermed hvilke der har særlig strategisk betydning i denne sammenhæng. Det er dog muligt at vise, hvilke slutprodukter som typisk vil understøtte de strategiske områder. Disse koblinger er vist i Tabel 5-5, hvoraf det ses, at de råstoffer som er økonomisk vigtige, også indgår i slutprodukter, som er vigtige for mange strategiske områder. Det gælder fx:

- Jern (stål) og aluminium indgår i konstruktioner, som er vigtige for de fleste teknologier; fx for vindmølletårne og havvindmøllers forankring (monopæle), og de indgår i maskiner, tanke, procesanlæg og rør, som bl.a. er vigtige for produktionsteknologi i fødevarer- og medicinalindustrien, biogasanlæg og power-to-X. Stålets legeringsmetaller som fx krom, nikkel, zink, mangan, molybdæn, vanadium og wolfram tilfører stålet vigtige styrke- og korrosionsafvisende egenskaber.
- Kobber har stor betydning for teknologier til den grønne omstilling, hvor det bl.a. indgår i elkabler, generatorer, transformatorer, motorer og elektroniske apparater til styring.
- Guld indgår bl.a. som anti-korrugerende belægning i følsomme elektroniske komponenter, som anvendes til Informations- og Kommunikationsteknologi (IKT); som følge af en høj råmaterialeverdi i produkterne fremstår guld blandt de mest betydningsfulde råstoffer.
- Byggeråstofferne (bl.a. kalk, sand, skærver og småsten) anvendes helt overvejende til bygge- og anlægsopgaver, infrastruktur samt til fundering af vindmøller på land, og på sigt til energier, ligesom de spiller en vigtig rolle for klimatilpasningsløsninger som vandafledning, bassiner, kystsikring og kystfodring.

**Tabel 5-5** De 10 mest betydningsfulde råstoffer for de primære og sekundære erhverv i Danmark (målt som afledt bruttoværditilvækst (BVT)). Typiske slutprodukter sammenlignes med potentielle anvendelsesformål.

Percentil (BVT)	Råstof	Primære og sekundære erhverv i Danmark			Potentielle anvendelsesformål (jf. teknologiområder i Tabel 5-4)	
		Købsform  Råmateriale  Komposit e.l. komponent e.l.	Afledt BVT i 2019 mia. kr.	Typiske slutprodukter identificeret i analysen	Grøn omstilling	Forsvar, medicin, IKT, landbrug & fø- devarer
	Jern		80	Konstruktionsstål		
				Jernbaneskiner		
				Procesanlæg		
				Rør		
				Maskiner		
50 %	Kobber		50	Elkabler		
				Transformatorer		
				Elektriske motorer og ge- neratorer		
				Varmevekslere		
				Rør		
				Elektroniske apparater		
	Nikkel		35	Konstruktionsstål		
				Procesanlæg		
				Rør		
75 %	Aluminium		30	Varmevekslere		
				Vinduesrammer		
				Letvægtskonstruktion		
	Guld		8	Elektroniske apparater		

Percentil (BVT)	Råstof	Primære og sekundære erhverv i Danmark			Potentielle anvendelsesformål (jf. teknologiområder i Tabel 5-4)	
		<b>Købsform</b>  Råmateriale  Komposit e.l. komponent e.l.	Afledt BVT i 2019 mia. kr.	Typiske slutprodukter identificeret i analysen	Grøn omstilling	Forsvar, medicin, IKT, landbrug & fø- devarer
	Skærver og småsten		8	Vejunderlag	16	
Jernbanelag				16		
Betonrør				16 17		
Byggeribeton				16		
	Kalk		7	Betonrør	5	
Byggeribeton						
Mørtel						
Gødning					1	
	Krom		5	Procesanlæg	10 12 13 14	3 3
	Sand		4	Betonrør	14	
Byggeribeton				1		
Stabilgrus				16 17		
	Zink		4	Konstruktionsstål		
				Messing		
90 %	Dimensionssten		3	Bygge- og anlæg		

## 5.8 Neodym til vindmølleindustrien

Vindmølleindustrien er et af de teknologiområder, som både nationalt og internationalt betragtes som strategisk vigtigt for den grønne omstilling. Der er derfor stort fokus på forsyningsudfordringerne for de mineralske råstoffer, som vindmølleproducenterne forbruger. Råstofudfordringerne til vindmølleindustrien er især knyttet til permanentmagneter, som har et højt indhold af sjældne jordartsmetaller, herunder især neodym og praseodym til NdFeB-magneter og samarium til SmCoFe-magneter, hvoraf den første gruppe har de største forsyningsudfordringer (Kalvig 2021). NdFeB-permanentmagneterne anvendes i forskelligt omfang i vindmøllens generator og gear, hvor de øger møllernes effektivitet og rentabilitet. NdFeB-permanentmagneter er derfor en vigtig konkurrenceparameter for vindmølleproducenterne.

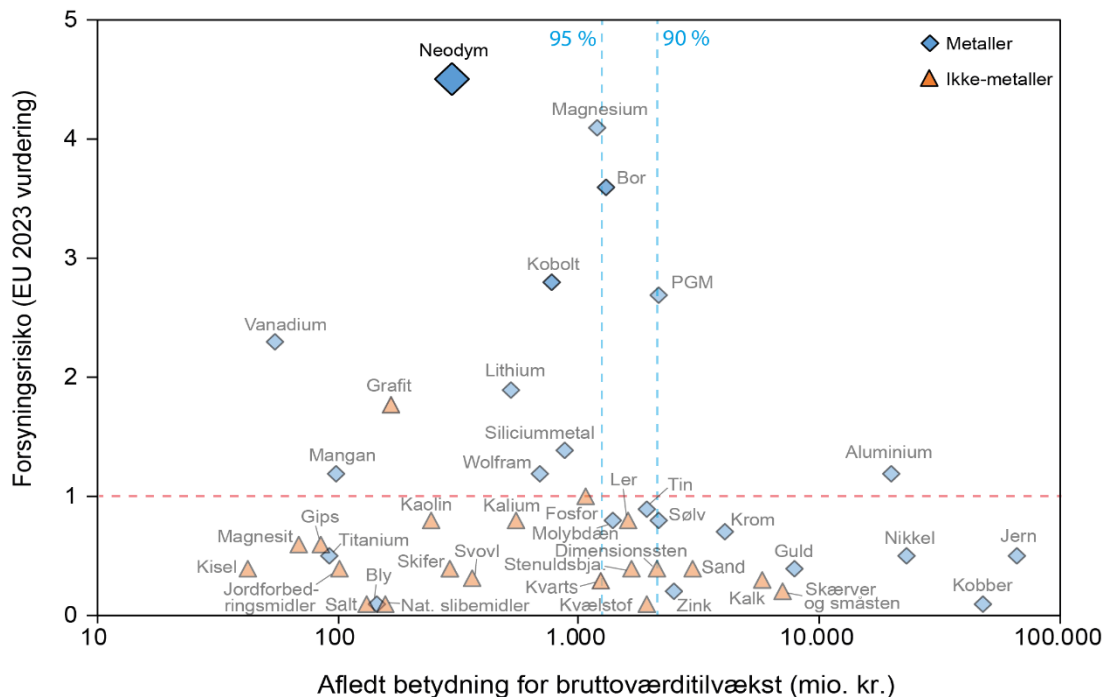
### *Detailanalyse*

Nationalregnskabets varekoder skelner imidlertid ikke mellem forskellige magnettyper, de hører alle under koden V850500). Nationalregnskabet muliggør derfor ikke, at neodyms anvendelser og økonomiske betydning kan identificeres. Specifikt for neodym er der derfor udført en detailanalyse af vindmølleindustriens forbrug af permanentmagneter, og derigennem er neodymforbruget estimeret (Bilag D). Detailanalysen tager udgangspunkt i offentligt tilgængelige globale markedsdata og generelle detailinformationer om magnetforbruget i vindmølle typer og skalerer disse i forhold til volumen af produktionen i den danske vindmølleindustri. Detailanalysen viser, at vindindustriens samlede udgift til NdFeB-permanentmagneter i 2019 udgjorde 0,2-0,5 mia. kr., svarende til et estimeret magnetforbrug på 400-1.000 ton, hvortil der er brugt 130-300 ton neodym. Dette svarer ifølge detailanalysen til omkring halvdelen af Danmarks forbrug af neodym og 1 % af verdensforbruget. Estimatet skal tages med forbehold for en betydelig metodeusikkerhed.

### *Økonomisk betydning*

Den afledte økonomiske betydning for bruttoværditilvæksten er beregnet med produktivitetsfaktoren for maskinindustrien, hvortil vindmølleindustrien hører. For bruttoværditilvæksten giver det en afledt værdi på 0,2-0,4 mia. kr. (Figur 5-18). Set i nationaløkonomisk sammenhæng, og set i forhold til de øvrige råstoffer, er den økonomiske værdi for neodym ikke betydelig.





**Figur 5-18** Afledt betydning for bruttoværditilvæksten. Figuren er identisk med Figur 5-13, bortset fra at neodym er fremhævet her.

## 5.9 Danske primære og sekundære virksomheders råstof importafhængighed

Omdrejningspunktet for det internationale fokus på strategiske og kritiske råstoffer er importafhængigheden af råvarer, som er knyttet til komplekse, og i visse tilfælde, monopoliserede forsyningskæder, hvor desuden naturkatastrofer og politisk intervention i forbindelse med handelskrig, borgerkrig, konflikter mv. har indflydelse på forsyningsikkerheden (se kapitel 2).

Ud af de 10 mest betydningsfulde råstoffer på listen (Tabel 5-5) er Danmark heldigvis netto-selvforsynende med tre, mens EU-27 yder et væsentligt bidrag til netto-selvfor syningen for yderligere fire råstoffer:

- De tre råstoffer, som Danmark er netto-selvforsynende med, er sand og småsten fra grusgrave og kalk fra kalkbrud. Disse råstoffer er særligt vigtige for bygge- og anlægsindustrien, men har dog også andre anvendelser (Kallesøe *et al.* 2016).
- EU-27 er ikke netto-selvforsynende på metaller, men medregnes bidraget fra genanvendelse, opnås dog en netto-selvfor syning på over 50 % for jern/stål, kobber, nikkel og guld (SCREEN 2023a, b, c). Det skal bemærkes, at bidrag fra genanvendelse ikke aktivt kan opskaleres, da bidraget styres af den frigivne mængde fra skrot og affald. Genanvendelse løser dermed ikke udfordringer med stigende råstofbehov; vækst kræver fortsat tilførsel fra primærproduktionen.

## 6. Konklusion

MiMa har undersøgt hvilke mineralske råstoffer der er af økonomisk betydning for danske primære og sekundære erhverv og sammenholdt dette med EU Kommissionens analyser af råstoffernes forsyningsrisiko fra 2023. Den økonomiske analyse tager udgangspunkt i to hovedtilgange: (i) identifikationen af 42 mineralske råstoffer, der anvendes i varer som de primære og sekundære erhverv køber; og (ii) beregning af råstoffernes afledte økonomiske betydning for bruttoværditilvækst, antal beskæftigede og eksport. På denne baggrund konkluderes følgende:

### *Økonomisk betydning*

I 2019 købte de primære og sekundære erhverv i Danmark varer for omkring 500 mia. kr., hvoraf de mineralske råstoffer udgjorde 226 mia. kr. De ti råstoffer, der har størst økonomiske betydning, er jern (34 %), kobber (22 %), nikkel (11 %), aluminium (10 %), guld (3 %), skærver og småsten (3%), kalk (2 %), krom (2 %), sand (1 %) og zink (1 %). Disse råstoffer, som udgør ca. 90 % af købsværdien for de primære og sekundære erhverv, anvendes både i let forarbejdede produkter som stål- og aluprofiler, rør, kabler, tilslagsmateriale og cement samt i mere komplekse produkter som elektroniske og elektriske apparater, maskiner, anlæg og transportmidler. Blandt de nævnte ti råstoffer tilhører udvindes følgende råstoffer i Danmark: skærver/småsten, kalk og sand, som især anvendes til opbygning af infrastruktur i form af bygninger og anlæg.

Vurderes råstofferne i forhold til nøgleparametrene bruttoværditilvækst, antal beskæftigede og eksport sammenlignet med rangeringen efter afledt købsværdi, har analysen vist, at der ikke er forskel i rækkefølgen af, hvilke råstoffer der har størst økonomisk betydning, hvilket skyldes, at der er stor spredning i råstoffernes afledte købsværdi og mindre spredning i branchernes resourceproduktivitet.

Datagrundlaget vurderes at være robust mht. vurderinger af de mest økonomisk betydende råstoffer, dog med stigende usikkerhed jo sjældnere varekøbene er. Det vurderes samlet set, at datadækningen for identifikation af 19 mineralske råstoffer er god, men lav for andre 23 mineralske råstoffer. Dog skal man være opmærksom på, at investeringer i maskiner, bygninger, kontorartikler, transportmidler etc. er baseret på mineralske råstoffer, men ikke indgår i varekøbet (forbrug i produktionen). Gennemgangen viser, at vareforbruget i industrien og byggeri og anlæg kan være en rimelig indikator for disse hovedafdelingens råstofafhængigheder, mens det for hovedafdelingerne forsyning, råstofindvinding samt landbrug, jagt, skovbrug og fiskeri, kræver at investeringer baseret på mineralske råstoffer inkluderes i analysen for at give et mere retvisende billede.

### *Ressourcekritikalitet*

Under anvendelse af EU Kommissionens kriterier for forsyningsikkerhed og egne analyser af indikative værdier for den økonomiske betydning fremstår tre råstoffer som kritiske for de primære og sekundære erhverv i Danmark: aluminium, PGM (platingruppemetaller) og bor; sidstnævnte råstof er dog kun kritisk, hvis 95 % percentilen benyttes og er afhængig af, hvilken økonomisk parameter der benyttes til vurderingen.

En direkte sammenligning med EU's liste over kritiske råstoffer, som omfatter 34 råstoffer (Bilag A), er vanskelig selvom begge undersøgelser benytter samme vurdering af forsyningsrisiko. Dette skyldes især forskellig metodik mht. fastsættelse af råstofferne økonomiske betydning, samt at

15 mineralske råstoffer, som indgår i EU's 2023 kritikalitetsvurdering, ikke blev identificeret i nærværende analyses datamateriale.

#### *Strategisk betydning og råstofimportafhængighed*

Gennemgangen af typiske slutprodukter for de købte varer viser, at råstofferne, som, i nærværende analyse, er vurderet til at have høj nationaløkonomisk betydning for Danmark, også indgår som vigtige råstoffer til strategiske områder som grøn energiomstilling, forsvar, medicinalindustri, IKT, samt landbrug og fødevarer. Til den grønne omstilling er eksempelvis stål og stålets legeringsmetaller som fx krom, nikkel, zink og mangan vigtige til bl.a. fremstilling af vindmøllertårne, havvindmøllers forankring (monopæle) samt til konstruktionsstål, maskiner, tanke og rør anvendt i procesanlæg til biogas, power-to-X, elektrolyse, forbrændingsanlæg, varmepumper mv. Kobber er vitalt som råstof til fremstilling af generatorer, varmevekslere og eltransmission. Byggeråstofferne er også af stor vigtighed til beton til byggerier og til og anlægsformål (fundamenter, energigøer, betonrør, vejunderlag). Råstoffer, identificeret som værende af stor nationaløkonomisk betydning, er derfor også af strategisk betydning. Analysen har desuden afdækket, at Danmark yder et væsentligt bidrag til forsyningen af tre af kalk, sand, skærver og småsten, og på dette område bidrager til den Europæiske forsyningssikkerhed. Da EU-importafhængigheden er størst for krom, zink og aluminium, må det antages, at dette også gælder for Danmark.

## Referencer

- Bedder, J. 2014: Critical thinking about critical raw materials in the EU, Roskill Briefing Paper
- Carrara, S., Bobba, S., Blagoeva, D., Alves Dias, P., Cavalli, A., Georgitzikis, K., Grohol, M., Itul, A., Kuzov, T., Latunussa, C., Lyons, L., Malano, G., Maury, T., Prior Arce, A., Somers, J., Telsnig, T., Veeh, C., Wittmer, D., Black, C., Pennington, D. and Christou, M., Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study, EUR 31437 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, ISBN 978-92-68-00407-4, doi:10.2760/334074, JRC132889. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC132889>
- Damvad 2013: Ressourceproduktiviteten i dansk industri – Økonomisk betydning af ressourceforbruget og ressourceproduktiviteten i danske virksomheder. Udgivet for Miljøstyrelsen. <http://mst.dk/media/mst/9223203/rapport1ressourceproduktivitetidanskindustri.pdf>
- Danmarks Statistik 2007: Dansk Branchekode 2007 – DB07. Udgivet af Danmarks Statistik. Revideret december 2015. ISBN 978-87-501-2055-1. <https://www.dst.dk/klassifikationsbi-lag/73de77b3-7362-44dd-a90b-f2f0dc8e8e48>
- Danmarks Statistik 2018: DST Analyse: Dansk BNP påvirkes af produktion i udlandet. <https://www.dst.dk/Site/Dst/Udgivelser/nyt/GetAnalyse.aspx?cid=31374>
- Danmarks Statistik 2019: Statistikdokumentation for Fast realkapital 2019. <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/fast-realkapital>
- Danmarks Statistik 2021a: Statistikdokumentation for Nationalregnskab 2021. <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/nationalregnskab>
- Danmarks Statistik 2021b: Statistikdokumentation for Industriens køb af varer og tjenester 2021. <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/industriens-koeb-af-varer-og-tjenester>
- Danmarks Statistik 2021c: Statistikdokumentation for Regnskabsstatistik for private byerhverv 2021. <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/regnskabsstatistik-for-private-byerhverv>
- Danmarks Statistik 2022: Statistikdokumentation for Udenrigshandel med varer 2022. <https://www.dst.dk/da/Statistik/dokumentation/statistikdokumentation/udenrigshandel-med-varer>
- EC 2010: Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. <https://www.euromines.org/files/what-we-do/sustainable-development-issues/2010-report-critical-raw-materials-eu.pdf>
- EC 2014: Report on critical raw materials for the EU. Report of the Ad hoc Working Group on defining raw materials. May 2014. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/10010/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>
- EC 2017a: Study on the review of the list of Critical Raw Materials. 2017. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/08fdab5f-9766-11e7-b92d-01aa75ed71a1>
- EC 2017b: Joint Research Centre, Manfredi, S., Tzimas, E., Pennington, D. et al., Assessment of the methodology for establishing the EU list of critical raw materials – Background report, Publications Office, 2017, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/73303>
- EC 2017c: Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Pennington, D., Tzimas, E., Baranzelli, C. et al., Methodology for establishing the EU list of critical raw materials – Guidelines, Publications Office, 2017, <https://data.europa.eu/doi/10.2873/769526>
- EC 2020a: Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020) – Final report. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42883/attachments/1/translations/en/renditions/native>

- EC 2020b: Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020) – Critical Raw Materials Fact-sheets (Final). <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42883/attachments/2/translations/en/renditions/native>
- EC 2023a: Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report. <https://single-market-economy.ec.europa.eu/system/files/2023-03/Study%202023%20CRM%20Assessment.pdf>
- EC 2023b: European Critical Raw Material Act - Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/102. [https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/european-critical-raw-materials-act\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/european-critical-raw-materials-act_en)
- EIT 2023: Materials for energy storage and conversion a European call for action - a report by the materials for energy storage and conversion cluster of the European Raw Materials Alliance. <https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2023/05/FINAL-ERMA-Cluster-2-DIGITAL.pdf>
- Erhvervsstyrelsen 2013: Ressourceproduktiviteten og konkurrenceevne i dansk industri. <https://groenomstilling.erhvervsstyrelsen.dk/sites/default/files/ce-rapport.pdf>
- European Aluminium 2021: Call on EU policymakers to address imminent supply shortages of Chinese magnesium. [https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2022/08/2021-09-27-position-paper\\_impact-of-imminent-short-1.pdf](https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2022/08/2021-09-27-position-paper_impact-of-imminent-short-1.pdf)
- Forsvarets Efterretningstjeneste 2022: Intelligence Outlook 2020. [https://www.fe-ddis.dk/global-assets/fe/dokumenter/2022/udsyn-2022/-fe\\_udsyn\\_22\\_uk.pdf](https://www.fe-ddis.dk/global-assets/fe/dokumenter/2022/udsyn-2022/-fe_udsyn_22_uk.pdf)
- Graedel, T.E., Gunn, G. and Espinoza, L.T. 2014: Metal resources, use and criticality. In: Gunn, G. (edit) 2014. Critical Metals Handbook. British Geological Survey. <https://www.perlego.com/book/999245/critical-metals-handbook-pdf>
- Graedel, T.E. & Reck, B.K. 2015: Six years of criticality assessments: what have we learned so far? Journal of Industrial Ecology 20, 692–699.
- Graedel, T. E., & Nassar, N. T. 2015: The criticality of metals: A perspective for geologists. Geological Society, London, Special Publications, 393, 291-302.
- IEA 2021: The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transition. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- IEA 2022: The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. World Energy Outlook Special Report. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>
- Kallesøe, A., Clausen, R.J., Skar, S., Platen-Hallermund, F., Ditlefsen, C. og Kalvig, P. 2016: Indvinding af danske mineralske råstoffer – en geografisk sammenstilling. MiMa rapport 2016/1. [http://mima.geus.dk/wp-content/uploads/Indvinding\\_Af\\_Danske\\_Mineralske\\_Raastoffer\\_MiMa\\_2016-1\\_kompr.pdf](http://mima.geus.dk/wp-content/uploads/Indvinding_Af_Danske_Mineralske_Raastoffer_MiMa_2016-1_kompr.pdf)
- Kalvig, P., Clausen, R. J. og Fold, N. 2015: Mineralske råstoffers betydning for dansk industri – Anvendelse, forsyningsrisiko og økonomisk betydning. MiMa rapport 2015/3. <http://mima.geus.dk/udgivelser/publikationermima-rapport-20153/>
- Kalvig P. 2021: Sjældne jordartsmetaller (REE) – Forekomster, forarbejdning, forbrug, forsyning og forventninger. MiMa rapport 2021/2. [http://mima.geus.dk/udgivelser/sjaeldne\\_jordartsmetaller\\_ree/](http://mima.geus.dk/udgivelser/sjaeldne_jordartsmetaller_ree/)
- KRAKA 2023: Fabrikløs produktion spiller nøglerolle for produktiviteten i dansk industri. [https://kraka.dk/analyse/fabriksloes\\_produktion\\_spiller\\_noeglerolle\\_for\\_produkiviteten\\_i\\_dansk\\_industri](https://kraka.dk/analyse/fabriksloes_produktion_spiller_noeglerolle_for_produkiviteten_i_dansk_industri)
- Miljøstyrelsen 2013: Ressourceproduktiviteten i dansk industri belyst ved affald. Hentet fra <http://mst.dk/media/mst/9223206/ressourceeffektivitetenidanskevirksoemheder.pdf>

- OECD 2022: The supply of critical raw materials endangered by Russia's war on Ukraine. <https://www.oecd.org/ukraine-hub/policy-responses/the-supply-of-critical-raw-materials-endangered-by-russia-s-war-on-ukraine-e01ac7be/>
- Produktivitetskommissionen 2013: Danmarks Produktivitet – Hvor er problemerne? <http://produktivitetskommissionen.dk/media/135897/rapport.pdf>
- Regeringen 2022: Ansvar for Danmark, Det politiske grundlag for Danmarks regering. <https://www.stm.dk/statsministeriet/publikationer/regeringsgrundlag-2022/>
- SCREEN 2023a: Aluminium Factsheet. [https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2\\_factsheets\\_ALUMINIUM.pdf](https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2_factsheets_ALUMINIUM.pdf)
- SCREEN 2023a: Copper Factsheet. [https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2\\_factsheets\\_COPPER-1.pdf](https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2_factsheets_COPPER-1.pdf)
- SCREEN 2023c: Nickel Factsheet. [https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2\\_factsheets\\_NICKEL.pdf](https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2_factsheets_NICKEL.pdf)
- Schrijvers, D. Hool, A. Blengini, G.A., Chen, W.Q., Dewulf, J., Eggert, R., van Ellen, L. Gauss, R., Goddin, J., Habib, K., Hagelüken, C. 2020: A review of methods and data to determine raw material criticality. Resources, Conservation and Recycling. 2020 Apr 1;155:104617 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919305233>
- Styrelsen for Forsyningsikkerhed 2023: Forsyningsikkerhed. Webisode tilgængeligt Maj 2023. <https://sfos.dk/om-os/forsyningsikkerhed/>
- The White House 2021: Building resilient supply chains, revitalizing American manufacturing, and fostering broad-based growth. 100-Day Reviews under Executive Order 14017. 250 p. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>
- UM 2023: Udenrigs og sikkerhedspolitisk strategi 2023. <https://um.dk/udenrigspolitik/aktuelle-emner/udenrigs-og-sikkerhedspolitisk-strategi-2023>
- UNEP 2009: Critical Metals for Future Sustainable Technologies and their Recycling Potential. Öko-Institut e.V. Report for the United Nations Environment Program. <https://www.oeko.de/oekodoc/1070/2009-129-en.pdf>
- USGS 2023: Mineral Commodity Summaries 2023. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf>
- Watari et al. 2020: Review of critical metal dynamics to 2050 for 48 elements. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919305750>

# Bilag A

## Oversigt over EU's kritiske og strategiske råstoffer

Tabel A-1 EU 2023 liste for kritiske og strategiske råstoffer. Kilde: EC (2023a).

EU 2023 liste for kritiske og strategiske råstoffer.			
Aluminium/bauxit	Fluorspat	<i>Lithium</i>	Strontium
Antimon	Fosfat	LREE	Tantal
Arsen	Fosfatbjergart	<i>Magnesium</i>	<i>Titanium metal</i>
Baryt	<i>Gallium</i>	<i>Mangan</i>	Vanadium
Beryllium	<i>Germanium</i>	<i>Naturlig grafit</i>	<i>Wolfram</i>
<i>Bismut</i>	Hafnium	Niobium	<i>Kobber*</i>
Bor/borat	Helium	<i>PGM</i>	<i>Nikkel*</i>
<i>Kobolt</i>	<i>HREE</i>	Scandium	
Feldspat	Industrikul	<i>Silicium metal</i>	

\* Kobber og nikkel ligger under tærskelværdierne for kritiske råstoffer (se Figur 2-3), men er inkluderet i listen over EU's kritiske råstoffer, fordi de er defineret som strategiske råstoffer.

**LREE** er en forkortelse for lette sjældne jordartsmetaller (ENG: Light Rare Earth Elements) og omfatter grundstofferne: lanthan (La), cerium (Ce), praseodym (Pr), neodym (Nd), promethium (Pr) og samarium (Sm).

**HREE** er en forkortelse for tunge sjældne jordartsmetaller (ENG: Heavy Rare Earth Elements) og omfatter grundstofferne: europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbium (Yb) og lutetium (Lu).

**PGM** er en forkortelse for platingruppemetaller og omfatter ædelmetallerne: platin, (Pt) palladium (Pd), rhodium (Rh), ruthenium (Ru), iridium (Ir) og osmium (Os).

# Bilag B

## Faktaark over EU-kritiske råstoffer

Bilaget er en summarisk, alfabetisk gennemgang af 31 mineralske råstoffer, som EU -Kommissionen i 2023 vurderede som kritiske for EU-27. De kritiske råstoffer omfatter både grundstoffer og kemiske forbindelser/mineraler (fx bauxit, fosfatbjergarter, feldspat, fluorit, fosfat, magnesit) og forarbejdede råstoffer (fx aluminium, magnesium, silicon metal, titanium metal). EU-Kommissionen inkluderer ikke scandium som sjældent jordartsmetal, og er derfor behandlet særskilt; desuden skelner EU-Kommissionen mellem lette- og tunge sjældne jordartsmetaller; i Bilag B er denne skelnen ikke opretholdt. I Bilag B behandles platin og palladium separat; de øvrige platingruppermetaller er ikke medtaget.

Bilag B omfatter følgende:

- Råstofkarakteristik.
- Kendte/påviste ressourcer af råstoffet i EU-27.
- Global primærproduktion (minedrift), med angivelse af de største producentlande og angivelse af landekonzentration (HHI-data), samt angivelse af EU-produktion og -forarbejdning.
- Global handel og landefordeling for de største export-/importlande, samt HS varekoder for varer i de mest typiske relaterede forsyningskæder.
- Anvendelser og -fordeling på industrisektorer, med angivelse af nogle vigtige udviklingsteknologier som forbruger råstoffet.
- Genanvendelse med angivelse af HS -varekode, samt angivelse af global EoL-RIR. Angivelse af EU's beregnede substitutionsindex.
- Angivelse af kritikalitetsvurderinger i EU-27, Canada, Indien, Japan, Kina, UK, USA samt IEA.
- Grafisk præsentation af den primære produktion for perioden 2000-2021, fordelt på total global produktion, Kinas produktion og EU-27-produktion.



## BAUXIT – ALUMINA – ALUMINIUM [Al]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Al: (nr. 13) post-overgangsmetal Smeltepunkt: 660 °C Kogepunkt: 2.467 °C	Gibbsit, bøhmit, diaspor

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Frankrig, Grækenland, Ungarn, Italien	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton) (bauxit)	390.000.000	H	-	Grækenland (0,5%)	Tyskland (0,9%) Frankrig (0,7%) Spanien (0,5%) Grækenland (0,3%) Slovakiet (0,3%) Sverige (0,2%)	Bauxit - tørret og calcine- ret
Australien (%)	27					
Kina (%)	24					
Guinea (%)	22					
Brasilien (%)	8					
EU-27(%)	-					
HHI	1.895					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne (bauxit)			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe- rede/raffinerede materi- aler (HS varekoder)
HS4 2606: Alumin- ium ores and concen- trates (bauxit)	5.480	5.480	260600: Aluminium ores and concen- trates (bauxit)	7601: Raw aluminium
	Guinea 55%	Kina 70%		7604: Aluminium bars
	Australien 20%	Spanien 3%		7605: Aluminium wire
	Indonesien 11%	Ukraine 3%		7606: Aluminium plating
	Brasilien 3%	Irland 3%		7607: Aluminium foil
			7612: Aluminium cans	

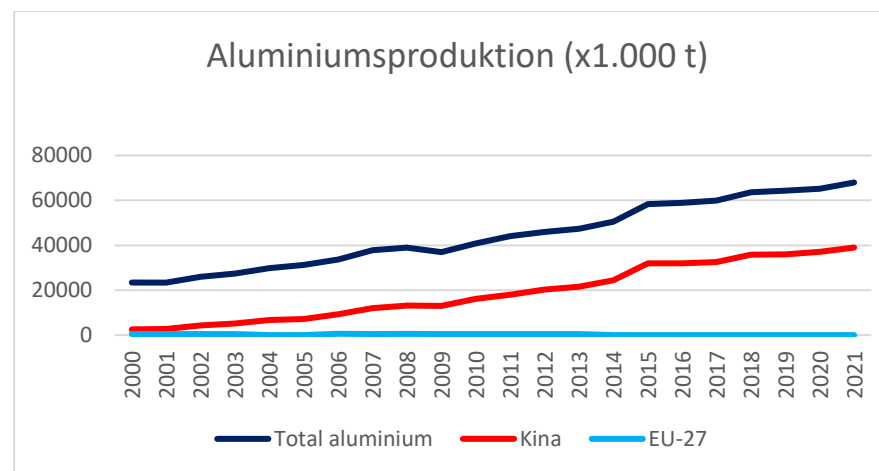
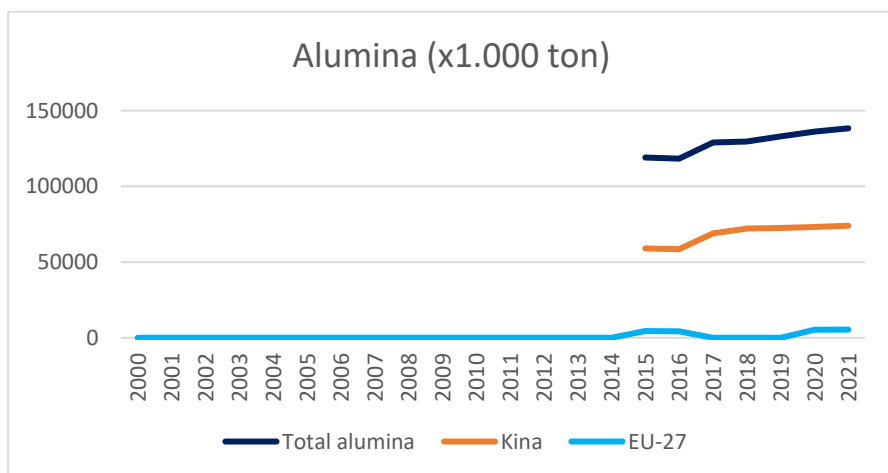
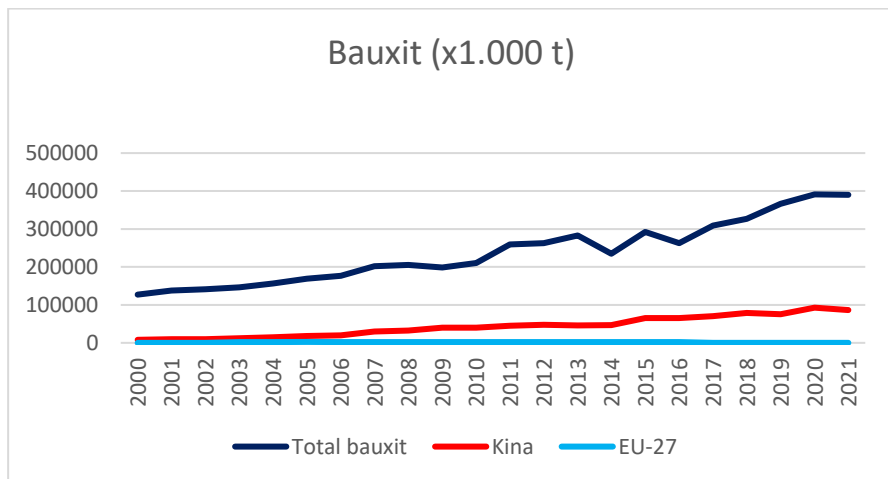
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (aluminium) (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		15.406.000 ton
Primære aluminiumsprodukter	Aluminiumsproduktion	90%
Høj-alumina ildfastmateriale	Ildfaste materialer	3%
Høj-alumina cement	Cement	3%
Slibemidler	Slibemidler	2%
Kemikalier	Kemikalier	n.a.

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Batterikappe; katode (NCA)	Varmeleder; rammematerialer	Letvægtsmateriale i nacelle, blade m.m.	Letvægtsmaterialer i konstruktionen	Letvægts konstruktionsmaterialer	Letvægtsmaterialer til konstruktioner	Letvægtsmaterialer; speciallegeringer	Legeringer til: lette, stive konstruktion; interiør i kabiner, rumfart	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
7603: Aluminium scrap	32%	0,86	0,82

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
5,8	Ekstraktion: 1,2 Processering: 0,5	NEJ	NEJ	JA	JA	NEJ	NEJ	JA	JA

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

Forventet forbrug:

År 2030: Aluminium: 95 Mt. Kilde: <https://www.minerals.org.au/sites/default/files/Commodity%20Outlook%202030.pdf>

## ANTIMON [Sb]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Sb: (nr. 51) metalloid Smeltepunkt: 631 °C Kogepunkt: 1.950 °C	Stibnit; mange andre mineraler indeholder Sb

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Frankrig, Tyskland, Sverige, Finland, Slovakiet, Grækenland	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semiprodukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	109.102	H + B	Guld og basemetaller (rafinerings)	Nej	Belgien (8,6%) Frankrig (5,9%) Spanien (1,5%) Tyskland (0,9%) Holland (0,6%) Italien (0,6%) Sverige (0,1%) Polen (0,1%) Østrig (0,1%)	Antimon trioxid (ATO)
Kina (%)	55					
Rusland (%)	23					
Tadsjikistan (%)	12					
Australien (%)	2					
EU-27 (%)	0					
HHI	3.713					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
261710: Antimony ore and concentrates	161	161	261710: Antimony ore and concentrates	811010: Antimony, unwrought; powders
	Rusland 31%	Kina 59%		282580: Antimony oxides
	Australien 31 %	Vietnam 12%		
	Tadsjikistan 9%	Indien 7%		
	Myanmar 5%	Oman 7%		
			811090: Antimony and articles: wrought	

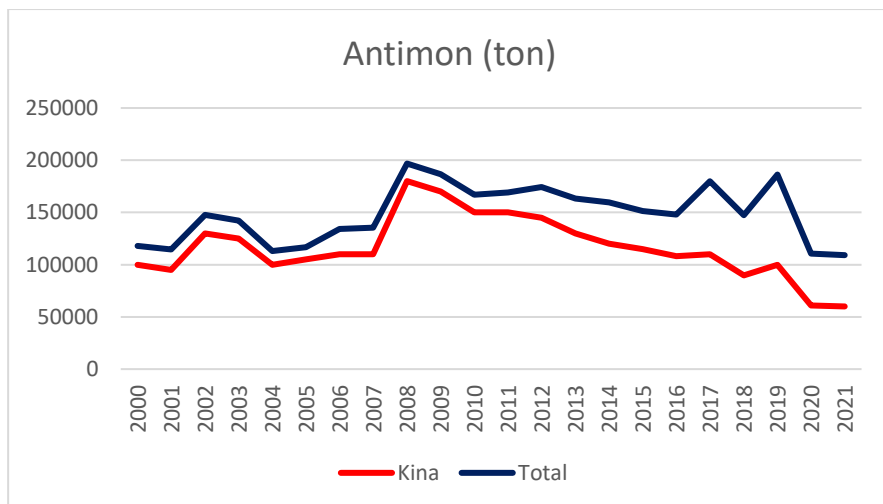
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		649 ton
	Brandhæmmer	43%
	Bly-syre batteri	32%
	Bly-legeringer	14%
	Plastik	6%
	Glas & keramik	5%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
811020: Antimon waste & scrap	28%	0,94	0,92

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
5,4	Ekstraktion: 1,8 Processering: 0,7	2,9	1,8	JA	JA	JA	JA	JA	JA

### Historisk produktion (primære råstoffer) (ref. 15)



### Bemærkninger

## ARSEN [As]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
As: (nr. 33) metalloid Smeltepunkt: 814 °C Kogepunkt: 615 °C	Arsenopyrit (FeAsS), realgar (As <sub>4</sub> S <sub>4</sub> ), enargit (Cu <sub>3</sub> AsS <sub>4</sub> )

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Polen (300 kton)	Polen (10 kton)

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	60.000	B	Kobber-, guld-, zink- og blyforekomster samt ko- boltforekomster	Nej	Belgien (1,8%)	Arsentriklorid
Peru (%)	45					
Kina (%)	40					
Marokko (%)	11					
EU-27 (%)	2					
HHI	3.754					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af for- syningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe- rede/raffinerede materi- aler (HS varekoder)
280480 Arsenic	27,5	27,5	281219 Arsenic trichloric, chloric, oixed	281219 Arsenic trichloric, chloric, oixed
	Kina 25%	Tyskland 20%		
	Japan 25%	Kina 15%		
	Tyskland 22%	Holland 12%		

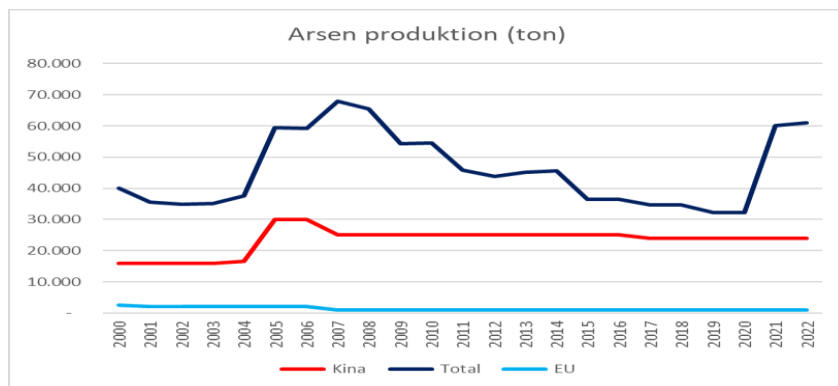
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
281219 Arsenic trichloric, chloric, oixed	Samlet forbrug	1.300
	Landbrug (pesticider, herbicer, insekticider)	-
	Stålindustri (legeringer)	-
	Farmaceutisk industri	-
	Glasindustri	-
	Halvledere (mikrochips)	-

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	Arsen- og galliumarsenider er kritisk til integrerede kredsløb til mikroprocessorer, herunder til mikrochips

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
262060: Slag ash & residues from the manufacture of iron and steel	0%	0,96	0,86

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
2,9	Ekstraktion: - Processering: 1,9	NEJ	NEJ	JA	JA	NEJ	JA	JA	NEJ

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

## BARYT [Ba]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Ba: (nr. 56) alkali-jordmetal Smeltepunkt: 725 °C Kogepunkt: 1.640 °C	Baryt (BaSO <sub>4</sub> )

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Frankrig, Ungarn, Italien, Polen, Serbien (velbestemt), Spanien	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	7.429.000	H + B	Hydrothermale forekom- ster af bly-zink	Tyskland (0,4%) Slovakiet (0,1%)	-	-
Kina (%)	39					
Indien (%)	22					
Marokko (%)	15					
Kasakhstan (%)	6					
EU-27(%)	0					
HHI	2.306					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af for- syningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe- rede/raffinerede materi- aler (HS varekoder)
251110: Natural barium sulphate	518	518	HS2511: barium sulphate; HS 251120: Natural barium carbonate	Baryt-aggregat
	Indien 26%	USA 21%		Formalet baryt
	Kina 19%	Saudi Arabien 12%		Mikroniseret baryt
	Marokko 8%	Holland 5%		
	Holland 7%	Italien 4%		Blanc Fixe

ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - pro- dukttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
251110: Natural ba- rium sulphate		506.000 ton
Tung-medie	Olie-gasindustrien	60%
Tung-fyldstof	Gummi, maling, plastik	30%
Ba-karbonat	Glas og keramik	10 % (kemisk industri)
Ba-oxid	Elektronik	n.a.
Ba-titanit	Beton / mørtel	n.a.
Ba-klorid	Medicinal	n.a.
Ba-metal		

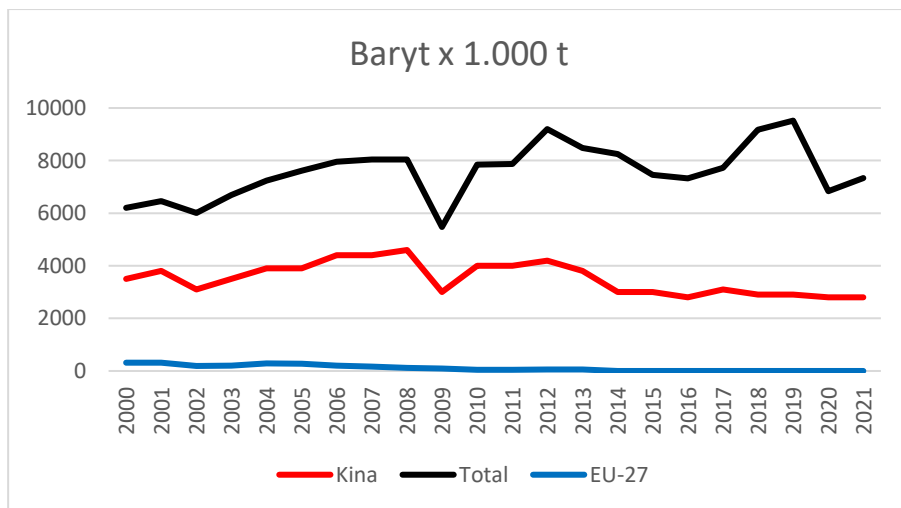


VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
-	<1%	0,92	0,87

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022 (ref. 8)	IEA 2022 (ref. 9)	Japan 2021 (ref. 10)	Indien 2016 (ref. 11)	Canada 2022 (ref. 12)	Kina 2020 (ref. 13)
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4						
3,5	Ekstraktion: 1,3 Processering: -	NEJ	NEJ	JA	JA	JA	NEJ	NEJ	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

## BERYLLIUM [Be]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Be: (nr. 4) alkalijordmetal; meget let og hårdt Smeltepunkt: 1.278 °C Kogepunkt: 2.970 °C	Beryl, bertrandit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
-	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	256	H + B	-	Nej	Nej	Ja
USA (%)	66					
Kina (%)	27					
Uganda (%)	3					
Mozambique (%)	1					
EU-27 (%)	0					
HHI	5.168					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
811211: Beryllium unwrought, waste, powders	32	32	Beryllium malm	811212: Be articles thereof: unwrought beryllium; powder
	USA 61%	Rusland 17%		Be-oxider/-hydroxider
	Kasakhstan 25%	Singapore 11%		Be ubearbejdet og pulver
	Japan 4%	Japan 11%		Be-legeringer
	Tyskland 2%	Frankrig 9%		Be-keramiske materialer
				Be metal

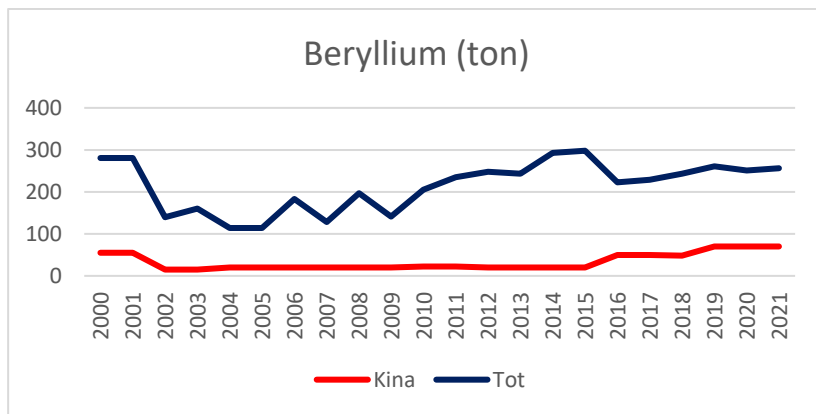
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		37,5
Be-keramiske produkter Be-metal	Kommunikation og elektronik	42%
	Bil- og forsvarselektronik	44%
	Energisystemer	8%
	Industrielle komponenter	3%
	Øvrige	5%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	Legeringer; elektrooptiske systemer	Legeringer; kommunikationsnetværk; elektrooptiske systemer	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
811211: Be: unwrought, waste, powders; 811213: Be waste and scrap	0%	0,99	0,99

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
5,4	Ekstraktion: 1,8 Processering: 1,2	NEJ	NEJ	JA	JA	NEJ	JA	JA	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

USA dominerer den øvre del af kæden.

Forbruget forventes at vokse generelt; ikke specifikt til grønne anvendelser.

## BISMUTH [Bi]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Bi: (nr. 83) postovergangsmetal; tungt, sprødt Smeltepunkt (lavt): 271 °C	Bismutit, bismuthinit, bismit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Bulgarien	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	18.990	B	Bly, guld, kobber, wolfram	Nej	Belgien (4%)	Raffineret bismuth, Bi-kemikalier, Bi-legeringer
Kina (%)	84					
Sydkorea (%)	5					
Laos (%)	5					
Japan	3					
EU-27 (%)	1					
HHI	7.166					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
261790003	89	89	CN 81060000	CN28259020; CN81121200
	Kina 40%	Hong Kong 13%	Blymalm	Raffineret Bi (99,8%)
	USA 11%	USA 12%	Wolframmalm	Bi, teknisk kvalitet (99,99%)
	Hong Kong 8%	Tyskland 10%		Bi, farmaceutisk kvalitet)
	Sydkorea 7%	Holland 10%		

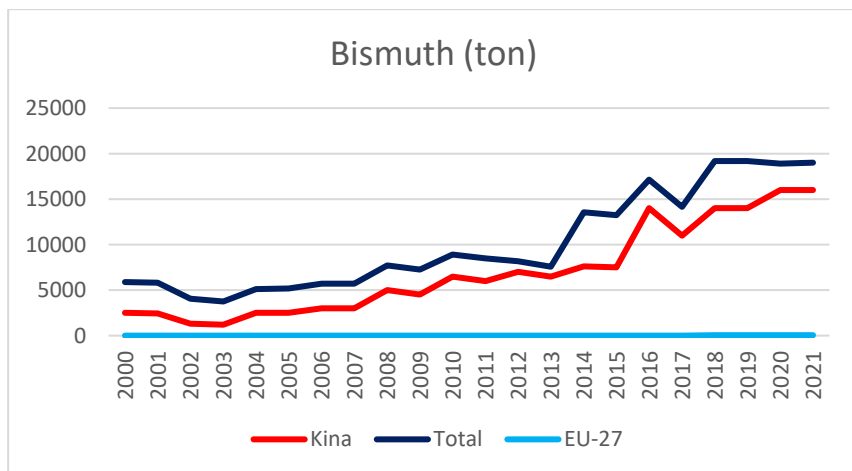
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		1.985 ton
Bi-barer og -stykker	Kemikalier	62%
Bi-pulver	Lav-temperaturlegeringer	28%
Bi-legeringer	Metallurgiske additiver	1%
Bi-kemikalier		

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
-	0%	0,92	0,95

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
5,7	Ekstraktion: - Processering: 1,9	2,3	1,5	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

## BORATER [B]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
B: (nr. 5) metalloid; bor er ofte associeret med Na, Ca, Mg Smeltepunkt: 2.079 °C Kogepunkt: 2.550 °C	Borax, colemanit, ulexit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
-	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	2.911.000	H	-	Nej	Tyskland (1,7%)	Ja
Tyrkiet (%)	58					
Kina (%)	13					
Chile (%)	10					
Bolivia (%)	7					
EU-27 (%)	-					
HHI	3.773					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2840	831	831	252800; 252810; 252890	2840: borat; 284011: Refined borax (anhydrous); 284019: Refined borax (hydrated); 284030: perborater; D65284020
	Tyrkiet 41%	Kina 28%	Borminerale	Borax pentahydrat
	USA 37%	USA 10%		Borax decanhydrat
	Kina 4%	Indien 6%		Andhydrer borax
	Luxembourg 3%	Tyskland 5%		Borsyrer
				Dibor trioxid

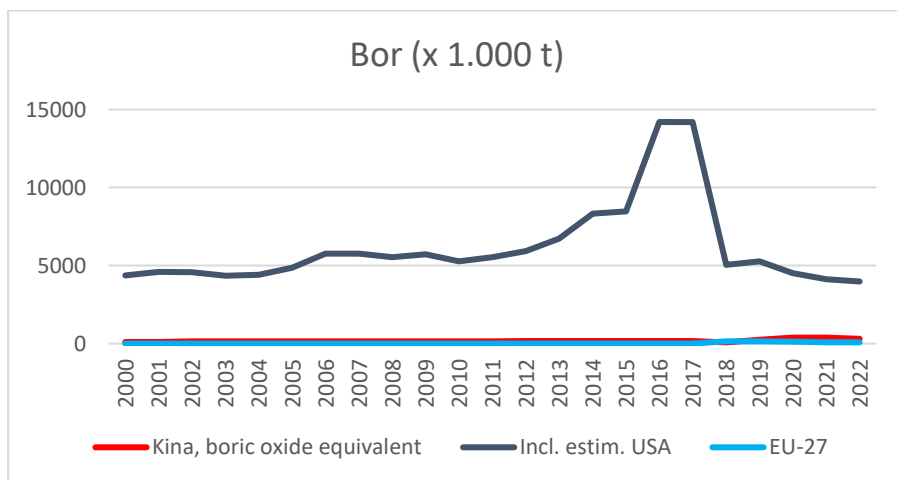
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		20.847
Glasfibre (isolering)	Glas	49%
Specialglas	Keramik	15%
Keramik	Gødning	13%
Gødningsstoffer	Kemikalier	4%
Kemikalier	Byggematerialer	4%
Legeringer	Metaller	4%
Fluxmiddel	Øvrige	1%
Vaskemidler		

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	NdFeB-magneter; Smøremidler	NdFeB-magneter	Dopants (p-type) in crystal lattice of the silicon-based wafers	NdFeB-magneter; Smøremidler	-	-	Halvledere; NdFeB-magneter

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
-	1%	0,99	0,99

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022 (ref. 8)	IEA 2022 (ref. 9)	Japan 2021 (ref. 10)	Indien 2016 (ref. 11)	Canada 2022 (ref. 12)	Kina 2020 (ref. 13)
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4						
3,9	Ekstraktion: 3,6 Processering: 1,4	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	JA	NEJ	NEJ	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

## FELDSPAT

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Mineral: Lys farve; god spaltelighed (to retninger); højt indhold af Na og K Densitet 2,5-2,8 Mohs hårdhed 6	Orthoklas (KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ); albit (NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Polen, Rumænien, Slovakiet, Spanien, Tjekkiet, Tyskland	Polen, Rumænien, Slovakiet, Spanien, Tjekkiet, Tyskland

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semiprodukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	Feldspat: 32 mio. ton	H	-	Italien (6,9%) Spanien (2,4%) Frankrig (1,7%) Tjekkiet (1,4%) Tyskland (0,8%) Portugal (0,4%)	-	-
Indien (%)	24					
Tyrkiet (%)	22					
EU-27 (%)	12					
Kina (%)	9					
HHI	1.394					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2529 Feldspar	1.700	1.700		
	Tyrkiet 19%	USA 15%	252930 Feldspar	-
	Mexico 13%	Italien 12%	252930 Nepheline syenite	-
	Mongoliet 9%	Spanien 11%		
	Canada 59%	Canada 37%		
	Norge 29%	Belgien 19%		
	USA 3%	Mexico 13%		

ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industri-sektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		7,5 mio. ton (2020)
Feldspat og nefelinsyenit koncentrater	Glas Keramik Fliser og tegl	ca. 10%
Processeret feldspat og nefelinsyenit		ca. 40%
Semi-produkter	Diverse	ca. 40%
Glas/keramik		ca. 10%

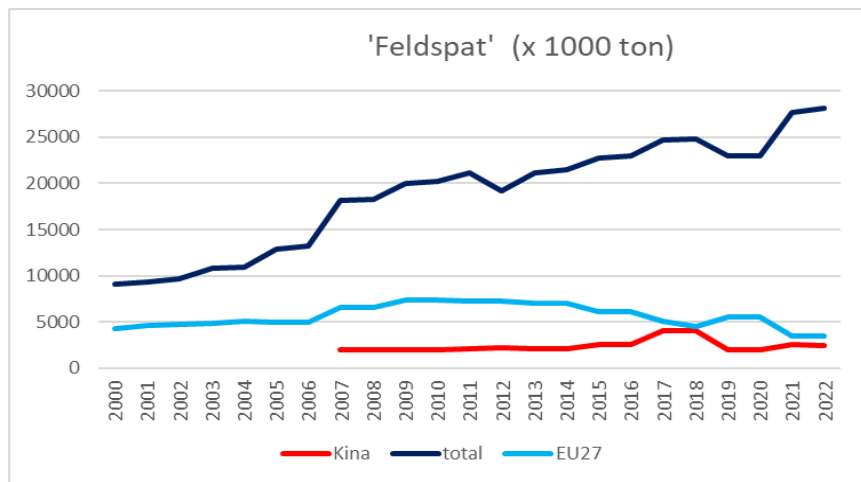


VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
-	1%	0,99	0,99

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
3,2	Ekstraktion: 1,5 Processering: -	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

## FLUORIT [CaF<sub>2</sub>]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
F: (nr. 9) halogen Smeltepunkt: 220 °C Kogepunkt: 188 °C	Fluorit; mange andre mineraler indeholder også F

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Frankrig, Italien, Polen, Spanien, Sverige, Tjekkiet, Tyskland, Ungarn	Spanien

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	8.573.000	H + B	Nej	Spanien (2,5%) Tyskland (0,9%)	Ja	Fluorspar AG; min 97% (CaF <sub>2</sub> )
Kina (%)	63					
Mexico (%)	12					
Mongoliet (%)	9					
Sydafrika (%)	5					
EU-27(%)	2					
HHI	4.229					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af for- syningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raf- finerede materialer (HS vare- koder)
25292200 (Fluor- spar >97% CaF <sub>2</sub> )	419	419	Fluorit (acid grade)	2826: Fluoride
	Mexico 36%	USA 27%		282630: Syntetic cryolite
	Vietnam 19%	Italien 15%	Fluorite (metallurgical grade)	282612: Aluminium fluoride
	Sydafrika 11%	Tyskland 13%		282611: Ammonium/Na-fluoride
	Kina 8%	Kina 12%		280130: Fluoride/bromine

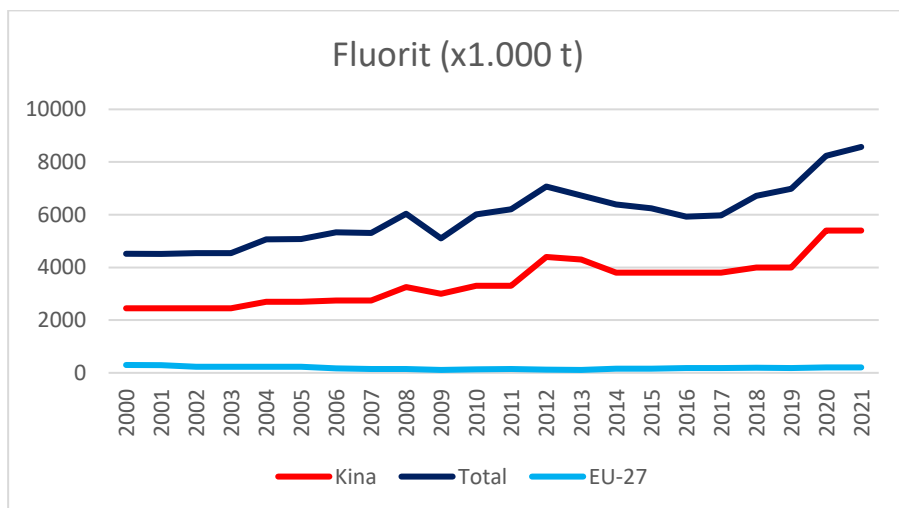
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - pro- dukttyper	Industri-sektorer	Mængde (ton) og andel (%)
290346; 290376; 290344; 290371		755.000 ton
Fluorpolymerer Fluorcarboner Fluoraromatics UF <sub>6</sub> Andre	Overfladebelægninger	11%
	Køling og aircondition	9%
	Stålfremstilling	36%
	Kemikalier	11%
	Nukleare brændselsstave	7%
	Olieraffinerer	4%
Aluminiumfremstilling	15%	

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
-	1%	0,91	0,91

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022 (ref. 8)	IEA 2022 (ref. 9)	Japan 2021 (ref. 10)	Indien 2016 (ref. 11)	Canada 2022 (ref. 12)	Kina 2020 (ref. 13)
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4						
3,8	Ekstraktion: 1,1 Processering: -	NEJ	NEJ	JA	JA			JA	JA

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

## FOSFATBJERGARTER / FOSFOR [P]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
P: (nr. 15) ikke metal Smeltepunkt: 44 °C Kogepunkt: 280 °C	Apatit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Sverige (3.900 mio. ton)	Finland: 540 mio. ton, Serbien (72 mio. ton), Spanien (31 mio. ton)

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	218.629.000	H	-	Finland (0,5%)	Ja	Fosforsyre; gødning
Kina (%)	39					
Marokko (%)	17					
USA (%)	11					
Rusland (%)	6					
EU-27 (%)	0					
HHI	2.026					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af for- syningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe- rede/raffinerede materi- aler (HS varekoder)
2510 (Calcium phosphate)	3.000	3.000		
	Marokko 39%	Indien 28%	251000: Fosfatbjergarter	3103: P-gødningsstoffer
	Jordan 16%	Indonesien 10%	251020: Knust/formalet fosfatbjergarter	
	Rusland 11%	Belgien 6%		
	Egypten 8%	Litauen 5%		

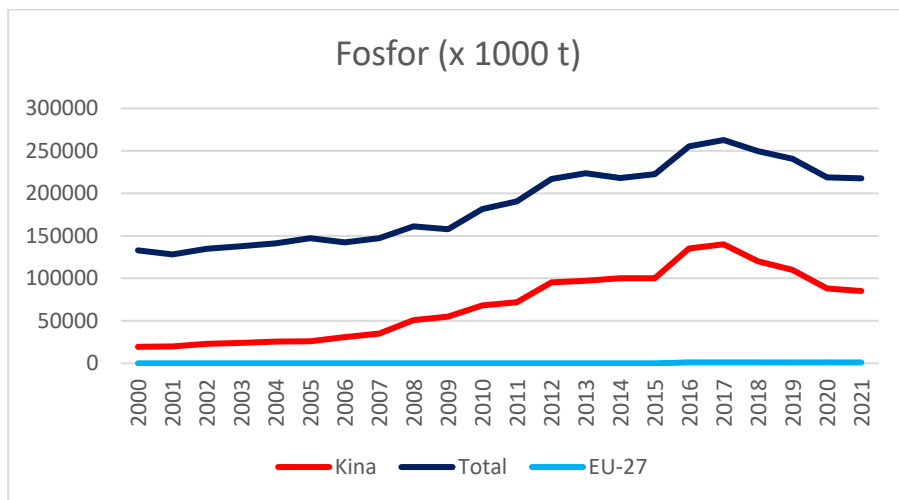
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
280470; 283521; 283523; 283524; 283526; 283529; 283531; 283539		2.011.000 ton
Mineralgødning	Agroindustri	86%
Dyrefoder	Agroindustri	10%
Vaskemidler	Kemikalieindustri	4%
Kemikalier	Kemikalieindustri	
Fødevareradditiver	Fødevarerindustri	

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
-	0%	0,99/0,98	0,98/0,95

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
Fosfatbjergart – 6,4	Ekstraktion: 1,0	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	JA
Fosfor – 4,7	Processering: 3,3								

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

## GALLIUM [Ga]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Ga: (nr. 13) post-overgangsmetal Smeltepunkt: 30 °C Kogepunkt: 2.403 °C	Kun som biprodukt, mest fra bauxit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
-	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	430	B	Zink, bauxit	n.a.	Tyskland, Ungarn	Tyskland, Ungarn
Kina (%)	98					
Japan (%)	1					
Rusland (%)	1					
EU-27 (%)	0					
HHI	9.542					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæ- derne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materi- aler (HS varekoder)	Eksempler: processe- rede/raffinerede materia- ler (HS varekoder)
811292 (Ga+Ge+Hf+In+Nd+Rh+V)	476	476		811292 (Ga+Ge+Hf+In+Nd+Rh+V)
	Brasilien 13%	USA 26%	Bauxit	Primær Ga (99,99%)
	Kina 13%	Japan 15%	Zinkmalm	Raffineret Ga 99,99999%
	Tyskland 8%	Kina 11%		
	Taiwan 7%	Tyskland 9%		

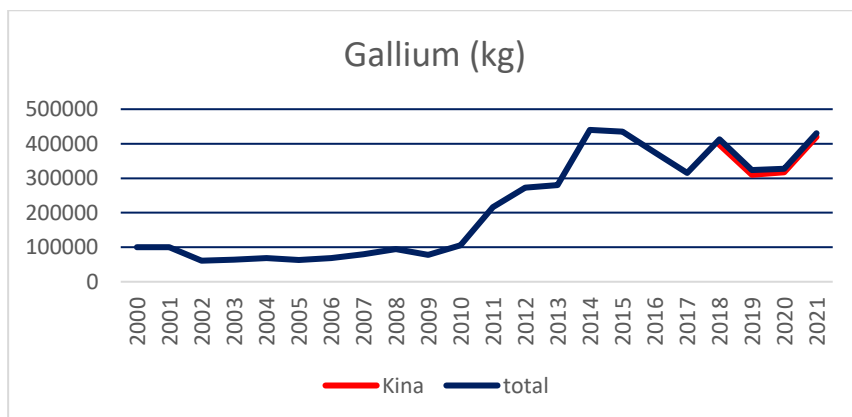
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkty- per	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		27 ton
GaAs-wafer	Elektronik kredsløb	70%
GaN-wafer	Optoelektronik (LED)	25%
Andre	CIGS Solceller	5%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	Kobber-indium-gallium-selen tyndfilm (CIGS); halvledere	Kommunikation; elektrooptiske systemer	Kommunikation- og identifikationssystemer (GaAs; GaN, SN)	-	GaAs-legeringer til halvledere; LED; GaNi-halvledere

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
-	0%	0,98	0,98

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
3,7	Ekstraktion: - Processering: 3,9	3,0	2,0	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

Øget anvendelse af GaAs til solceller kan forventes, hvis prisen kan reduceres, og kan medføre at forbruget af Ga fordobles. Kilde: IEA (2021).

Forventet forbrug:

År 2030: 500 - 2.800 ton

År 2050: 800 - 5.500 ton

Kilde: Watari *et al.* (2020).

## GERMANIUM [Ge]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Ge: (nr. 32) metalloid; sprødt, lyst semimetal Smeltepunkt: 947 °C Kogepunkt: 2.830 °C	Kun som biprodukt fra zink og kobber

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Sverige	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	140	B	Zink, kul-flyveaske	n.a.	Nej	Germaniummetal, germa- niumklorid (GeCl <sub>4</sub> )
Kina (%)	68					
Rusland (%)	4					
Andre (%)	29					
EU-27 (%)	-					
HHI	5.434					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæ- derne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materi- aler (HS varekoder)	Eksempler: processe- rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
811292 (Ga+Ge+Hf+In+Nb+Rh+V)	476	476		CN81129295; CN28256010; HS6 282560: Ge- oxides & Zr-dioxides; HS6: 811230: Ge and articles thereof, waste/scrap
	Brasilien 13%	USA 26%	Zink-koncentrat	Ge-klorid
	Kina 13%	Japan 15%	Kul-aske	Ge-oxid
	Tyskland 8%	Kina 11%		Ge-metal
	Taiwan 7%	Tyskland 9%		

ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkt- typer	Industrisekto- rer	Mængde (ton) og andel (%)
282560: Ge-oxides & Zr-dioxides		39 ton
Fiber optik	Optiske fibre	40%
Infrarød optik	Infrarød optik	47%
Solceller	Satellitsolceller	13%
Fosforescenser	Halvledere	
Metallurgi		

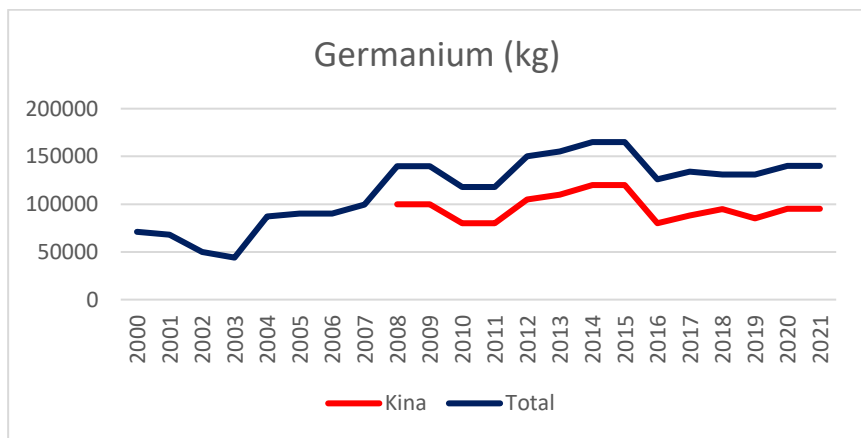


VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	Halvledere	-	Interne navigationssystemer	-	Fiberoptikkabler; infrarødoptik; halvledere

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
811230 Ge articles thereof, waste and scrap	2%	0,94	0,92

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
3,6	Ekstraktion: - Processering: 1,8	3,0	1,1	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

Forventet forbrug:

År 2030: 400 ton

År 2050: 5.500 ton

Kilde: Watari *et al.* (2020).

## GRAFIT (naturligt) [C]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
C: (nr. 6) ikke metal Grundstof og mineral er det samme	Grafit findes både naturligt og syntetisk

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland, Sverige, Tjekkiet, Tyskland, Østrig	Sverige, Tyskland, Østrig

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semiprodukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	1.022.460	H	-	Nej	Ja	Grafitkoncentrater
Kina (%)	80					
Brasilien (%)	7					
Mozambique (%)	3					
Rusland (%)	3					
EU-27 (%)	-					
HHI	6.500					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2504: Graphite (naturlig)	542	542	Graphite ore and concentrate;	250410: Natural graphite in powder or flakes
	Kina 53%	Sydkorea 21%	250410: Graphite flakes and powders;	Grafitpulver (purified)
	USA 7%	Japan 18%	250490: Graphite;	Expandable graphite
	Tyskland 6%	Tyskland 8%		Spherical graphite
	Japan 5%	Indien 4%		Foil graphite

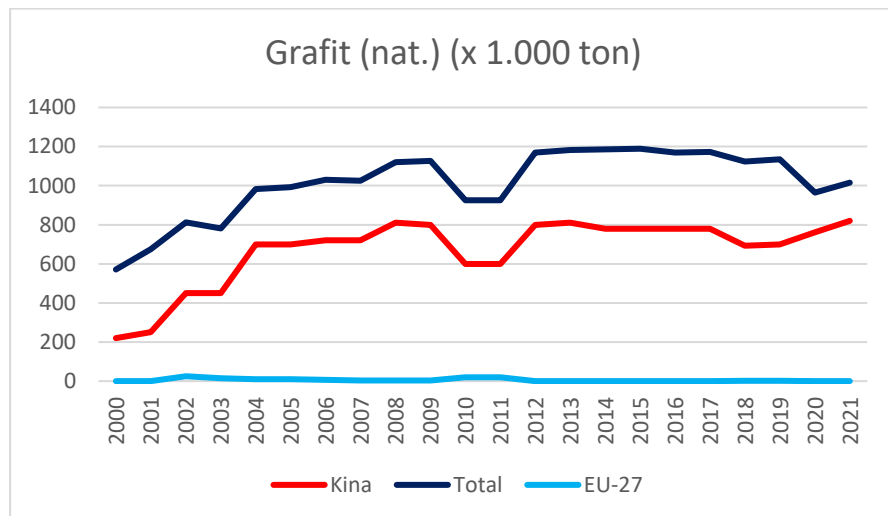
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
854511: Carbon & graphite furnace electrodes		86.000 ton
Ildfast mat. til stålproduktion	Ildfaste materialer	54%
Produkter til støberier	Batterier Li-ion	5%
Battericeller	Friktionsmaterialer	8%
Friktionsmaterialer	Smøremidler	5%
Metallurgiske pulverprodukter	Batterier øvrige	1%
Smøremidler	Andre anvendelser	27%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Anode (alle Li-ion typer)	Bipolare plater	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
	3%	0,98	0,97
Ildfaste sten			
Batterielektroder			
	Medium		

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
3,4	Ekstraktion: 1,8 Processering: -	2,6	1,5	JA	JA	JA	JA	JA	JA

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

Stærkt voksende forbrug til batterier.  
Kina dominerer alle dele af forsyningskæderne.

## HAFNIUM [Hf]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Hf: (nr. 72) overgangsmetal; hårdt, duktilt metal Smeltepunkt: 2.227 °C Kogepunkt: 4.600 °C	Kun som biprodukt til zirkoniumproduktion

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
-	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semiprodukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	-	B	Zirkonium	n.a.	Nej	Frankrig (hafniumoxid, hafniummetal)

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
811292 (Ga+Ge+Hf+In+Nb+Rh+V)	Se gallium	Se gallium	CN 81129210 (Ga+Ge+Hf+In+Nb+Rh+V)	Hf-metal
	Se gallium	Se gallium	Zirkonmalm	Superlegeringer
	Se gallium	Se gallium		
	Se gallium	Se gallium		
	Se gallium	Se gallium		

ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling – produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		4 ton
Transportudstyr Gasturbiner Skægeredskaber Fiberoptikkabler Katalyst Halvledere	Superlegeringer	61%
	Plasma cutting tips	15%
	Nuclear control rod	11%
	Catalyst precursor	7%
	Optiske produkter	3%
	Kemikalier	

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
Al-Sc-legeringer	0%	0,96	0,91

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
4,3	Ekstraktion: - Processering: 1,5	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)

Der findes ingen oversigter over den historiske produktion af hafnium.

### Bemærkninger

## KOBBER [Cu]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Cu: (nr. 29) overgangsmetal Smeltepunkt 1.085 °C	Chalcopyrit (CuFeS <sub>2</sub> ), chalcocit (Cu <sub>2</sub> S), covellit (CuS)

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Bulgarien, Cypern, Finland, Grækenland, Irland, Polen, Portugal, Rumænien, Spanien, Sverige, Tyskland,	Bulgarien (7 mio. ton), Finland (1.000 mio. ton), Grækenland, Polen (>1.000 mio. ton), Portugal (22 mio. ton); Rumænien, Spanien, Sverige (>3.000 mio. ton)

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semiprodukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	21.000.000	H + B	Zink, Pb, Au	Polen (2%) Spanien (0,9%) Sverige (0,5%) Portugal (0,3%) Finland (0,2%)	Tyskland (2,7%) Polen (2,2%) Spanien (1,7%) Belgien (1,5%) Sverige (0,9%) Finland (0,6%) Østrig (0,5%) Serbien (0,3%)	Mange lande, mange produkter
Chile (%)	27					
Peru (%)	10					
Kina (%)	9					
DR Congo (%)	9					
HHI	1.286					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2603: Copper ore	91.000	91.000	2603: Copper ore and concentrates	7401: Precipitated copper
	Chile (33 %)	Kina (58%)		7402: Raw copper
	Peru (17 %)	Japan (13%)		7403: Refined copper
	Indonesien (6 %)	Syd Korea (6%)		7404: Scrap copper
	Australien (5 %)	Tyskland (3%)		

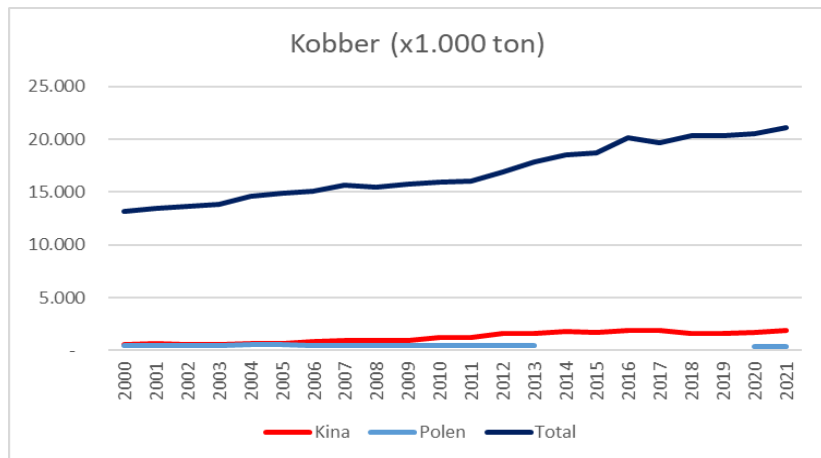
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industri-sektorer	Mængde (ton) og andel (%)
7408: Copper wire 7410: Copper foil 7411: Copper pipes	Forbrug i EU (2020)	2,57 mio. ton
	Rør, plader, wire	ca. 21%
	Komponenter	ca. 22%
	Transportmidler	ca. 16%
	Maskindele	ca. 15%
	Øvrige	ca. 28%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	JA	JA	JA	JA	-	-	JA

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
7404: Copper scrap	55%	0,71	0,70

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
4,0	Ekstraktion: 0,1 Processering: 0,1	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ	JA	JA

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

Kobber har lav forsyningsrisiko som er langt under tærskelværdi for at klassificere som kritisk råstof. Kobber vurderes af EU som strategisk råstof og er alene på den baggrund medregnet som kritisk råstof af EU.



## KOBOLT [Co]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Co: (nr. 27) overgangsmetal Smeltepunkt: 1.495 °C Kogepunkt: 2.870 °C	Biprodukt fra: (i) nikkel-lateritforekomster, (ii) sedimentære kobberforekomster

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland, Grækenland, Polen, Slovakiet, Spanien, Sverige	Finland, Grækenland, Spanien

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	165.300	B	Kobber, nikkel	Finland (0,3%)	Finland (11,4%) Belgien (5,3%) Frankrig (0,1%)	Raffinering af kobolt
DR Congo (%)	73					
Rusland (%)	5					
Canada (%)	3					
Filippinerne (%)	3					
EU-27 (%)	-					
HHI	5.349					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2605: Kobolt ore	118	118	2605: Co-ore; 810520: Co-matte; 8105 Cobalt	282200; 282739; 291523; 8105; 810590
	DR Congo 78%	Kina 75%	Cu- og Ni-malm	8105 Cobalt
	Australien 13%	Finland 14%	Co-holdig matte	81520: Co-matte and other intermediate products
	Østrig 2%	Taiwan 6%	Råmetaller	282200: Co-oxides/hydroxides
	Tyrkiet 2%		Rå Co-sulfater og karbonater	291523: Cobalt acelates
				810590: Co-articles thereof, nes

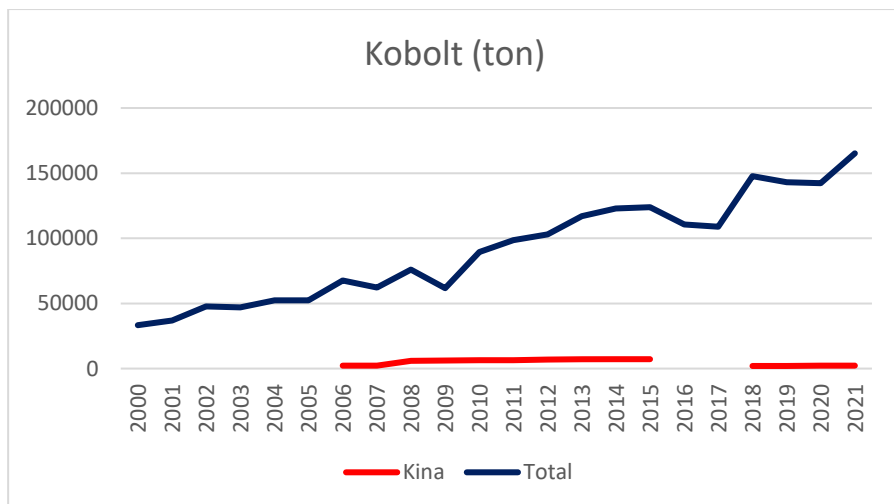
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		13.900 ton
Batterikemikalier Superlegeringer Hårdmetal (karbider) Keramik og pigmenter Magneter Fyldstof	Superlegeringer	36%
	Hårdmetal karbider	14%
	Katalysts	12%
	Pigmenter	13%
	Magneter	6%
	Dæk og maling additiver	11%
	Overfladebelægninger	5%
Batterier	3%	

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Katode (LCO, NCA, NMC)	Katalyst; (delvis erstatning for Pd)	-	-	-	-	-	Katode (LCO, NCA, NMC)	Katalyst; (delvis erstatning for Pd)

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
810530: Co-waste and scrap	22%	0,98	0,97

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
6,8	Ekstraktion: 2,8 Processering: 0,5	2,2	1,7	JA	JA	JA	JA	JA	JA

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

Stærk stigning i batterimarkedet, koblet med DRC's dominans i øvre dele og Kinas dominans i nedre dele af kæden.

Forventet forbrug:

År: 2030: 200.000-400.000 ton

År: 2050: 400.000-1.200.000 ton

Kilde: Watari *et al.* (2020).

## LITHIUM [Li]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Li: (nr. 3) alkalimetald; let, og let antændeligt, danner stærke legeringer med andre metaller Smeltepunkt: 181 °C Kogepunkt: 1.342 °C	Li-karbonater, lepidolit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Østrig (ca. 20 mio. ton), Finland, Frankrig, Portugal (43 mio. ton), Serbien, Slovenien, Spanien (111 mio. ton), Tjekkiet, Tyskland (40 mio. ton)	Østrig, Portugal, Tjekkiet

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	104.800	H + B	Bor, magnesium	Portugal (0,3%)	Nej	Ja
Australien (%)	52					
Chile (%)	25					
Kina (%)	13					
Argentina (%)	6					
EU-27 (%)	1					
HHI	3.587					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
283691: Lithium carbonates	1.470	1.470		282520: Li-oxide & hydroxide; 290433: Derivates of hydrocarb, lithium perfluorooctane sulphonate; 850650: Cells & batteries; primaries lithium
	Chile 61%	Kina 40%	Li-koncentrater	Li-karbonat
	Argentina 17%	Sydkorea 22%	Lepidolit	Li-hydroxid
	Kina 6%	Japan 11%	283691: Li-carbonat	Li-klorid
	Sydkorea 3%	USA 6%	282520: Li-oxide & hydroxide	

ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		997 ton
Batterier	Glas og keramik	66%
Glas & keramik	Smøremidler	9%
Smøremidler	Cement	9%
Støbepulver	Stålproduktion	5%
Gummi & plastik	Farmaceutisk	4%
Al-legeringer	Gummi, plastik	4%
Al-smeltning	Batterier	1%
Farmaceutisk	Al-Li-legeringer	2%
Elektronik		

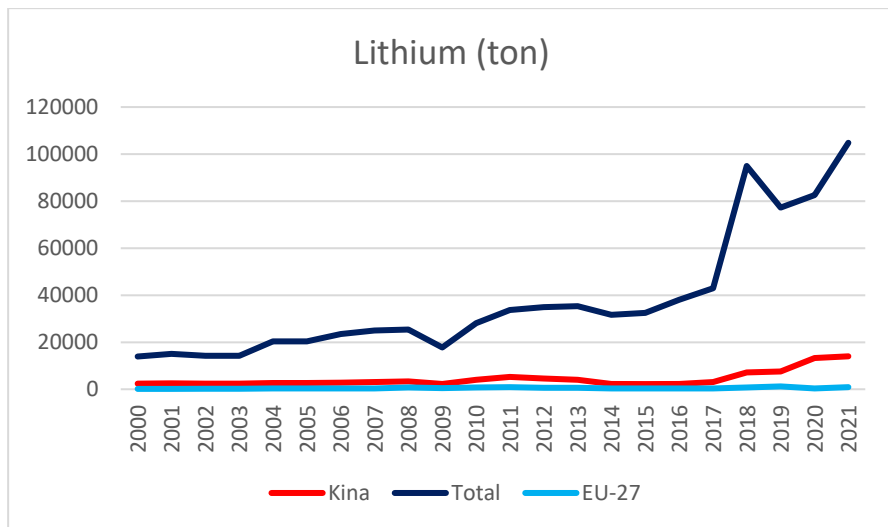
VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Katode, elektrolyt i Li-ion-batterier	-	-	-	-	-	-	-	Li-ion-batterier

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
	0%	0,94	0,91

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)

3,9	Ekstraktion: 0,8 Processering: 1,9	1,4	2,0	JA	JA	JA	JA	JA	JA
-----	---------------------------------------	-----	-----	----	----	----	----	----	----

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

Stor stigning i forbrug til Li-ion-batterier, koblet med Kinas dominans i mellem og nedre dele af forsyningskæderne. Kilde: European Commission (2020b).

Forventet forbrug:

År 2030: 100.000-700.000 ton

År 2050: 200.000-1.700.000 ton

Kilde: Watari *et al.* (2020).

## MAGNESIUM [Mg] / MAGNESIT [MgCO<sub>3</sub>]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Mg: (nr. 12) alkalijordmetal Smeltepunkt: 649 °C Kogepunkt: 1.090 °C	Dolomit, magnesit, carnallit, brucit, havvand/brines

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Grækenland, Irland, Polen, Slovakiet,	<i>Magnesit:</i> Finland, Grækenland (290 kton), Polen, Slovakiet (370 kton), Spanien, Østrig (49 kton)

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	30.140.000	H	-	<i>Magnesit:</i> Spanien (2,4%) Grækenland (1,0) Polen (0,3%) Finland (0,2%)	Ja	Magnesiumlegeringer
Kina (%)	70					
Brasilien (%)	7					
Tyrkiet (%)	5					
Rusland (%)	4					
EU-27 (%)	9					
HHI	5.029					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2519: Magnesium carbonate	1.740	1.740	251910: Magnesite	251990: Magnesia, fused, dead burned, magnesia oxide; 2816: Magnesium hydroxide and peroxide; 283731: Magnesium chloride
	No data	USA 9%	Dolomit, magnesit, brucit	Mg-metal
		Tyskland 8%	Havvand og brines	Mg-legeringer
		Japan 6%		
		DR Congo 6%		

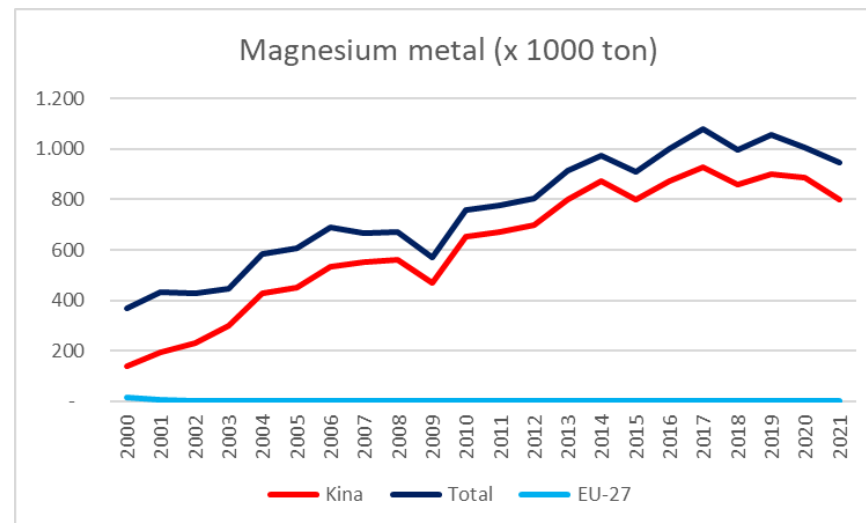
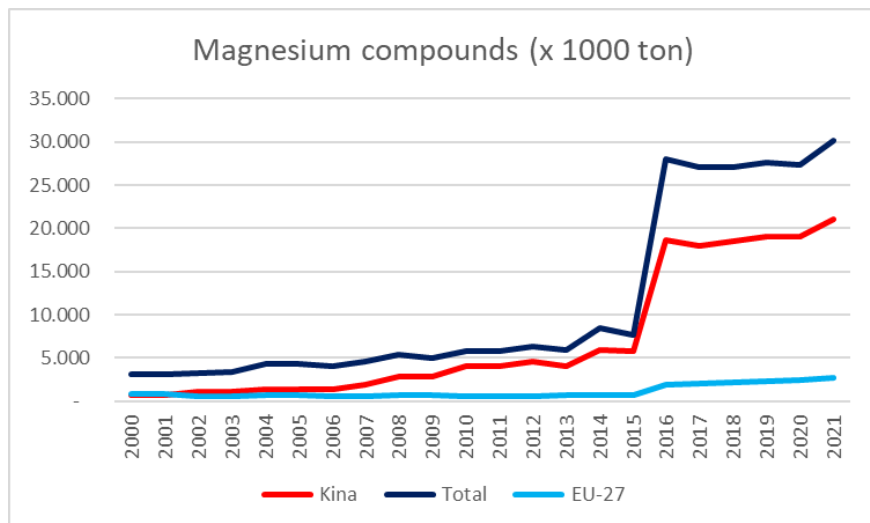
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industri sektorer	Mængde (ton) og andel (%)
8104: Magnesium; 810419: Magnesium unwrought NES; 810490: Magnesium, articles thereof NES		113.000 ton
Mg-metal Mg-Al-legeringer	Transport (biler)	44%
	Transport (fly, tog, skibe)	4%
	Emballage	19%
	Konstruktion	12%
	Afsvovling	11%
	Øvrige	10%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	Speciallegeringer (Al-Mg)	Al-Mg legeringer	Højstyrke Al-Mg legeringer

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
810420: Magnesium waste or scrap	13%	0,94	0,94

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
Magnesium: 7,4	Processering: 4,1	2,5	2,3	JA	JA	JA	NEJ	JA	NEJ
Magnesit: 3,6	Ekstraktion: 0,6								

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

Forbruget forventes generelt at vokse.



## MANGAN [Mn]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Mn: (nr. 25) overgangsmetal; kemiske ligheder med jern, men hårdere og mere sprødt Smeltepunkt: 1.246 °C	Pyrolusit, manganit, hausmanit, rhodonit, braunit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland, Grækenland, Portugal, Rumænien, Spanien	Rumænien

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global	20.000.000	H	-	Nej	Spanien (1,1%) Frankrig (0,9%) Slovakiet (0,4%)	Ja
Sydafrika (%)	37					
Gabon (%)	18					
Australien (%)	17					
Kina (%)	7					
EU-27(%)	0					
HHI	1.914					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Ekspor (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
260200: Mn-ores	6.880	6.880	2820: Mangan oxides	720230: Ferro-silico-manganese
	Sydafrika (42%)	Kina (59%)		722920: Wire of silico-manganese steel
	Gabon (20%)	Indien (15%)		720219: Ferro-manganese (<2%C)
	Australien (19%)	Sydkorea (4%)		720211: Ferro-manganese (>2% C)

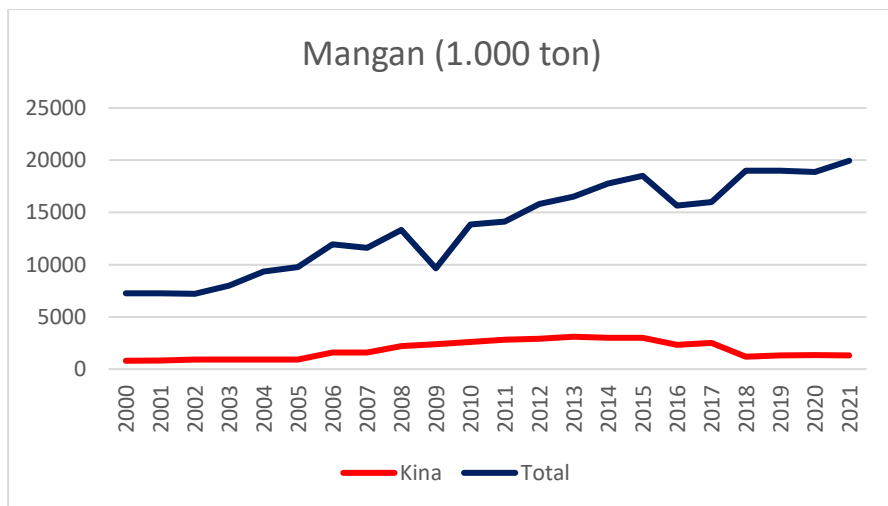
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industri-sektorer	Mængde (ton) og andel (%)
Silicamangan; (SiMn) Carbon Ferromangan; Elektrolytisk manganmetal	Stålintusti: afsvovlingsmiddel + legeringsmetal	
Nikkel-mangan-kobolt oxid (NMC)	Procesråstof til legeringer; tørcelebatterier; farvepigment	

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Mangan tørcelev batterier (katodemateriale til NMC)	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
-	9%	1,00	1,00

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
6,9	Ekstraktion: - Processering: 4,1	1,2	2,1	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

## NIKKEL [Ni]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Ni: (nr. 28) overgangsmetal; sprødt, duktilt metal Smeltepunkt (højt): 1.453 °C	Chalcopyrit (Cu,Ni)FeS <sub>3</sub> , garnierit (Ni,Mg) <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH), gersdorffit (NiAsS), pentlandit (Ni,Fe) <sub>9</sub> S <sub>8</sub> , phyrhotit (Fe,Ni)S

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Spanien, Finland, Makedonien, Kosovo	Finland (2,5 mio. ton)

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semiprodukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	2.700.000	H + B	Kobber og kobolt	Finland (1,5%)	Finland (2,8%) Serbien (1,6%) Grækenland (0,6%) Frankrig (0,2%) Kosovo (0,1%)	Ja
Indonesien (%)	36					
Filippinerne (%)	13					
Rusland (%)	9					
EU-27 (%)	0					
HHI	1.914					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2604: Nickel ore	4.240	4.240	2604: Nickel ore	HS4 7501 Nickel matte
	Filippinerne	Kina 56%		HS4 7501 Nickel oxides sinteres
	New Caledonia 17%	Canada 10%		HS 7502 Raw Nickel
	Rusland 7%	Schweiz 9%		HS4 7405 Nickel powder
				HS47505 Nickel bars
				HS4 7506 Nickel sheets

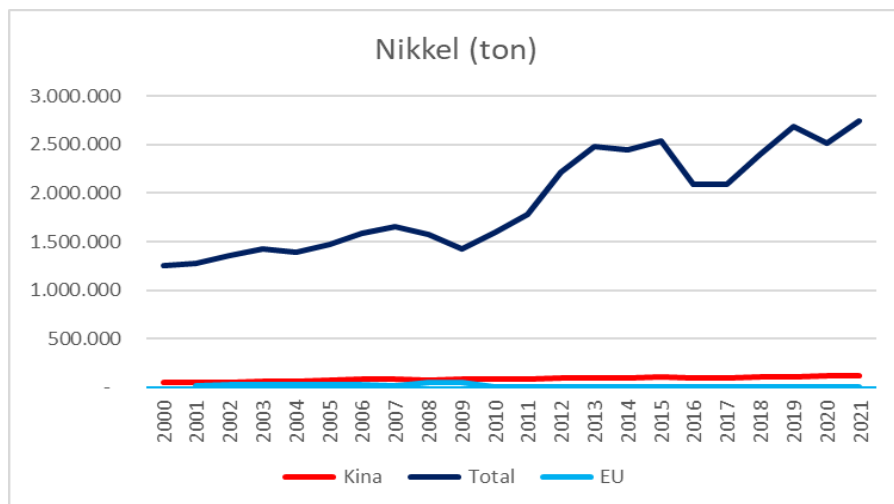
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		300.000 ton
	Rustfrit stål	69%
	Batterier	11%
	Non-ferrous-legeringer	7%
	Plating	
	Stållegeringer	3%
	Støbning	2%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Vigtig i batterier	-	Vigtig i stålkonstruktioner	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
7503: Nickel scrap and waste	16%	0,92	0,88

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022 (ref. 8)	IEA 2022 (ref. 9)	Japan 2021 (ref. 10)	Indien 2016 (ref. 11)	Canada 2022 (ref. 12)	Kina 2020 (ref. 13)
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4						
5,7	Ekstraktion: 0,4 Processering: 0,5	1,1	2,7	JA	JA	JA	JA	JA	JA

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

Nikkel har lav forsyningsrisiko som er langt under tærskelværdi for at klassificere som kritisk råstof. Nikkel vurderes af EU som strategisk råstof og er alene på den baggrund medregnet som kritisk råstof af EU.

## NIOBIUM [Nb]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Nb: (nr. 41) overgangsmetal; blødt, sølvfarvet, mange ligheder med tantal Smeltepunkt: 2.468 °C Kogepunkt: 4.742 °C	Tantalit, columbit, pyroklor

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland (210 mio. ton), Frankrig (1.860 ton)	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	390.000.000	H + B	Tin, jern	Nej	Nej	Nb-legeringer, Nb-kemikalier
Brasilien (%)	88					
Canada (%)	10					
EU-27 (%)	-					
HHI	7.887					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2615 (Nb, Ta, V, Zr ore)	527	527	2615 (Nb, Ta, V, Zr ore)	
	Rwanda 17%	Thailand 27%		720293 Ferro-niobium
	DRC 14%	Kina 22%		811292 Ga, Ge, Hf, In, Nb, Rh, V-articles thereof, unwrought, waste scrap, powders
	Australien 12%	USA 13%		Nb-kemikalier
	Nigeria 11%	Malaysia 12%		Nb-metal

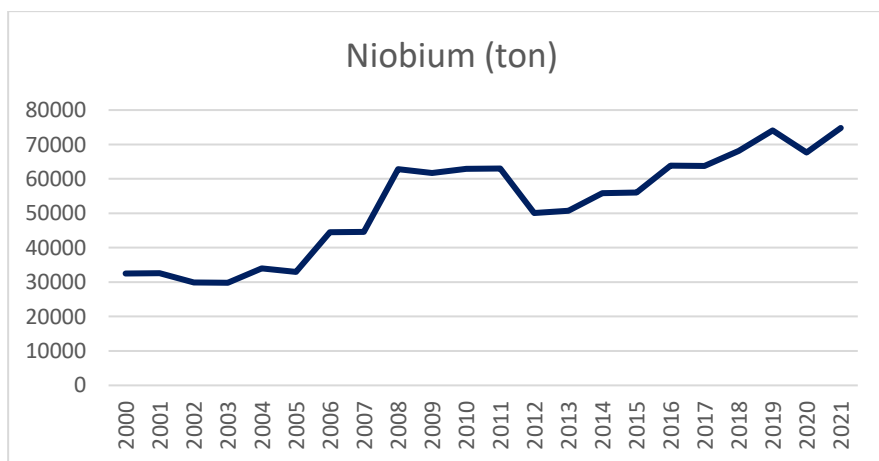
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industri sektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		12.200 ton
Stål (bilindustri) Stål (konstruktioner) Superlegeringer Superledere	Automotive (stål)	22%
	Konstruktion (stål)	44%
	Rustfrit stål	9%
	Specialstål	2%
	Olie-gasindustrien	16%
	Øvrige	7%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Anode coating (forventet)	-	Legeringsmetal til stål i turbinen	-	-	Højstyrke stællegeringer	-	Superlegeringer - Ti-Al-Nb; til motorer, turbineblade, ventiler	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
811292 Ga, Ge, Hf, In, Nb, Rh, V-articles thereof, unwrought, waste scrap, powders	0%	0,96	0,93

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
6,5	Ekstraktion: 4,4 Processering: 3,8	2,6	1,4	JA	JA	JA	JA	NEJ	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

## PALLADIUM [Pd]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Pt: (nr. 46) overgangsmetal Smeltepunkt: 1.554 °C Kogepunkt: 3.140 °C	Bl.a. fra braggit, cooperit, vysotskit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland, Polen, Sverige	Finland

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	201	H + B	Kobber, nikkel	Ubetydeligt (Finland, Polen)	Finland, Polen	PGM-legeringer, PGM-kemikalier
Sydafrika (%)	40					
Rusland (%)	37					
Canada (%)	8					
USA (%)	7					
EU-27 (%)	-					
HHI	3.110					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
711021: Pd unwrought or in powder form	28.100	28.100		711021: Pd unwrought or in powder form
	Rusland 25%	Tyskland 18%	PGM-malm og -koncentrat	711029: Pd in semi-manufactured forms
	Sydafrika 16%	USA 16%	PGM-holdig matte	
	USA 14%	England 13%	Biprodukter fra basemetalminer	
	England 11%	Japan 13%	Bilkatalysatorer	

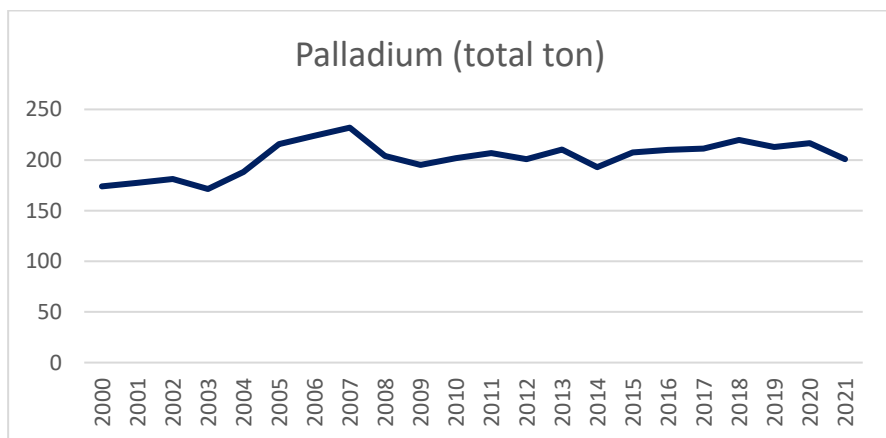
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		59 ton
Semi-finished metaller Autokatalyse Elektronik (kredsløb, transistorer, kontakter) Dental og smykker Investering	Autokatalyse	82%
	Elektronik	7%
	Kemikalier	3%
	Dental	4%
	Smykke	4%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	Katalyst, (delvis erstatning for Pd)	-	-	-	-	-	-	Multilag keramiske kondensatorer

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
WEEE	10% (for PGM)	0,99	0,92
Forarbejdningsaffald			
Produktionsaffald			

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
8,1	Ekstraktion: - Processering: 1,5	2,2	2,6	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger



## PLATIN [Pt]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Pt: (nr. 78) overgangsmetal Smeltepunkt: 1.172 °C Kogepunkt: 3.827 °C	Bl.a. fra braggit, cooperit, vysotskit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland	Finland

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	179	H + B	Kobber, nikkel	Ubetydeligt (Finland)	Finland (0,7%)	PGM-legeringer, PGM-kemikalier
Sydafrika (%)	73					
Rusland (%)	11					
Zimbabwe (%)	8					
Canada (%)	3					
EU-27 (%)	0					
HHI	5.591					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
7110: Platinum	90.500	90.500		711011: Pt unwrought or in powder
	Sydafrika 27%	USA 20%	PGM-malm	711019: Pt in semi-manufactured forms
	England 14%	England 14%	PGM-holdig matte	
	Rusland 13%	Tyskland 14%	Biprodukter fra basemetalminer	
	USA 11%	Japan 12%	Japan 12%	

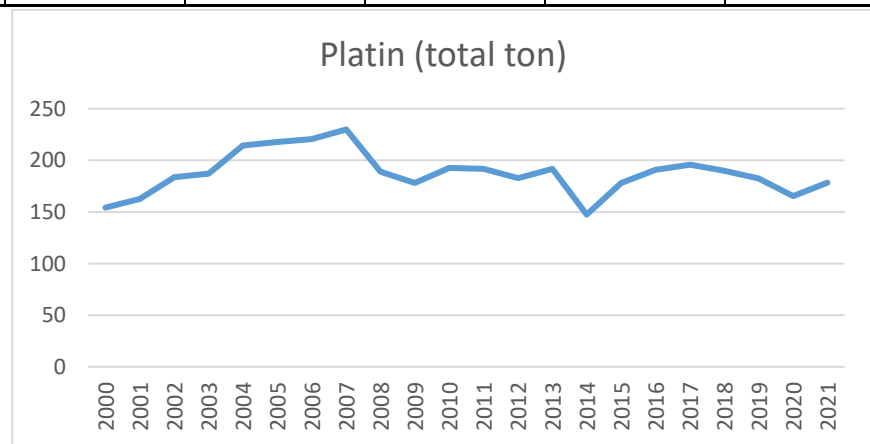
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		64 ton
Semi-finished metaller Autokatalyse Elektronik (kredsløb, transistorer, kontakter) Dental og smykker Investering	Autokatalyse	74%
	Smykker	10%
	Kemikalier	5%
	Farmaceutisk - medicinsk	4%
	Investering	1%
	Elektronik	1%
	Øvrige	5%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	Katalyst for anode og katode	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
WEEE	10% (for PGM)	0,95	0,96
Forarbejdningsaffald			
Produktionsaffald			

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
6,9	Ekstraktion: - Processering: 2,1	2,5	2,3	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

I forhold til grønne teknologier afhænger udviklingen af brændselscelleteknologier, men forbruget svarer nogenlunde til det forbrug, der er til katalysatorer.

Forventet forbrug:

År 2030: 300-500 kg

År 2050: 500-1.700 kg

Kilde: Watari *et al.* (2020).

## SCANDIUM [Sc]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Sc: (nr. 21) overgangsmetal (men anses som del af de sjældne jordartsmetaller) Smeltepunkt: 1.541 °C Kogepunkt: 2.832 °C	Oftest som biprodukt til titan-, zirkonium- eller nikkelproduktion

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Tjekkiet, Finland, Frankrig, Tyskland, Grækenland, Italien, Sverige, Ungarn, Østrig	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semiprodukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	25	B	Titan, zirkon, kobolt, nikkel	Nej	Nej	Sc-Al-legeringer
Ikke data for lokalisering	Ikke volumendata					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
284690: Compounds, mixes of RE, Y and Sc NES	2.480	2.480		284690: compounds, mixes of RE, Y and Sc NES
			Thortvieitit	280530: RE-metals, Sc and Y
			REE-malm	
			Uran-tailings	

ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		14 ton
Sc-blandinger Al-Sc legeringer	Brændselsceller (SOFC)	91%
	Al-Sc-legeringer	9%

			Ti-pigmenter				
--	--	--	--------------	--	--	--	--

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	Højstyrke-/letvægtslegeringer	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
	0%	0,87	0,86

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
3,7	Ekstraktion: - Processering: 2,4	-	-	JA	JA	-	-	JA	-

### Historisk produktion (primære råstoffer)

Der findes ingen oversigter over den historiske produktion af indium.

### Bemærkninger

## SILICONMETAL [SI]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Si: (nr. 14) ikke metal Smeltepunkt: 1.410 °C Kogepunkt: 2.355 °C	Kvarts

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
n.a.	n.a.

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	8.496.000	H	-	n.a.	Frankrig (4,3%) Bosnien-Hercegovina (0,9%) Spanien (0,7%)	Siliconmetal
Kina (%)	71					
Rusland (%)	7					
Brasilien (%)	5					
Norge (%)	4					
EU-27 (%)	3					
HHI	5.097					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
7202: Ferro alloys	43.300	43.300	7202	
	Indonesien 17%	Kina 29%	Kvarts-knust	280461: Ferrosilicon >99,9% Si
	Sydafrika 10%	Holland 7%	Kvarts-pebbles	280469: Ferrosilicon <99,9% Si
	Brasilien 9	Japan 6%		720221: Ferrosilicon >55% Si
	Indien 8%	Tyskland 5%		720229: Ferrosilicon <55%Si
				281122: Silicon dioxide
			2849: Carbides	

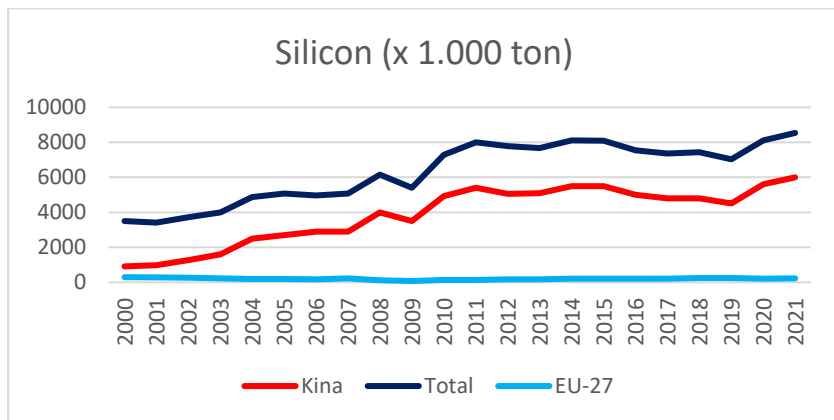
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		433.000 ton
Silicon Si-Al-legeringer Silicon i plader	Kemiske industri	54%
	Aluminiumslegeringer	38%
	Solenergianlæg	6%
	Elektronik	2%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Anode (forventet)	-	-	Halvledere; kontrolelektronik; Al-legeringer	Halvledermaterialer, stort behov	-	-	Letvægts Al-Mg legeringer	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
	0%	0,99	0,99

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022 (ref. 8)	IEA 2022 (ref. 9)	Japan 2021 (ref. 10)	Indien 2016 (ref. 11)	Canada 2022 (ref. 12)	Kina 2020 (ref. 13)
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4						
4,9	Ekstraktion: - Processering: 1,4	2,6	2,5	NEJ	JA	JA	JA	NEJ	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

Forventet forbrug:  
 År 2030: 2.000.000-12.000.000 ton  
 År 2050: n.a.  
 Kilde: Watari *et al.* (2020).

## SJÆLDNE JORDARTSMETALLER [REE]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Sjældne jordartsmetaller (REE): (nr. 57-71)	Bastnaesit, monazit, loparite, xenotime, apatit m.fl.

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Grækenland, Finland, Portugal, Sverige, Tyskland	Grækenland, Finland, Portugal, Sverige

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semiprodukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	277.100	H + B	Jernmalm	Nej	Separation, raffinering	REE kemikalier, REE-metal
Kina (%)	61					
USA (%)	16					
Myanmar (%)	9					
Australien (%)	8					
EU-27 (%)	0					
HHI	4.070					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe-rede/raffinerede materialer (HS varekoder)
2846: RE metals compounds	2.710	2.710		

ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		La: 2.240 ton Nd: 80 ton Pr: 67 ton Sm: 3 ton Dy: 2 ton Er: 31 ton Eu: 1 ton Gd: 45 ton Ho/Lu/Yt/Tu: 7,4 ton Y: 56 ton

Myanmar 30%	Kina 48%	REE-malm	284690: Compounds, mixes of RE, Y and Sc nes	REE-oxider NdFeB-legeringer Fosforescenser Mischmetal og legeringer	Automotiv katalyse	27%
Kina 19%	Japan 12%	REE-holdige mineralkoncentrater	280530: RE-metals, Sc and Y		Glas	19%
Malaysia 16%	Vietnam 11%		811291: RE/metals NES, unwrought, waste or scrap		FCC-katalyse	16%
USA 5%	USA 5%		811299: Articles of RE metals nes		Øvrige	7%
					Fosforescenser	6%
					Keramiske	6%
					Metallurgiske additiver	6%
					Batterier	6%
					Magneter	4%
				Polering	3%	

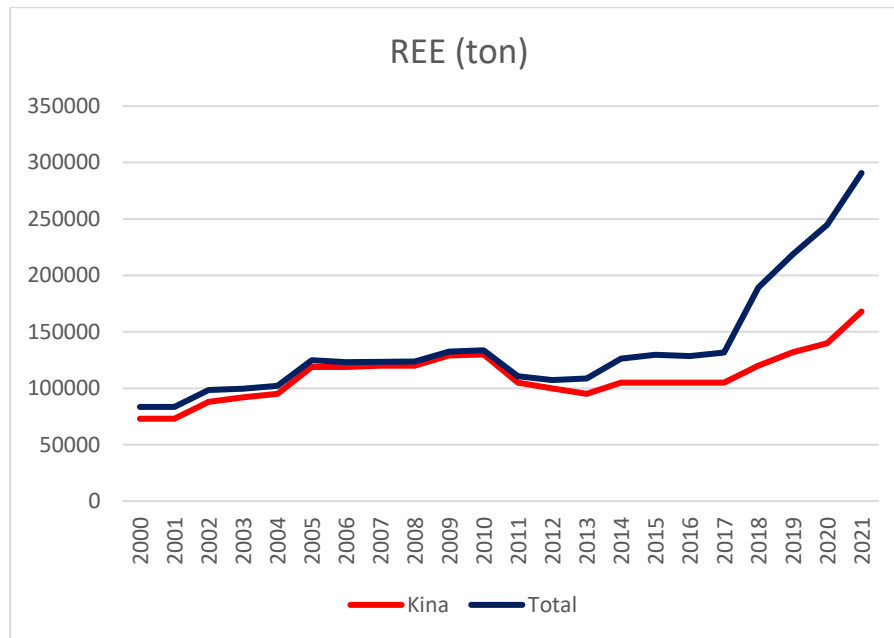
VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændsels-celler	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	NdFeB-magneter	NdFeB-magneter	-	NdFeB-magneter	NdFeB-magneter	-	Mange forskellige ting: magneter, HDD, skærme, LED, laser, kredsløb, hukommelse

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
	LREE: 3%	0,97	0,98
	HREE: 4%		

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
LREE: 5,9	Ekstraktion: 3,7 Processering: 3,67	2,6	1,4	JA	JA	JA	JA	JA	JA
HREE: 4,2	Ekstraktion: - Processering: 5,1								



## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

Forventet forbrug:

År 2030:

Nd – 40.000-230.000 ton

Dy – 2.000-15.000 ton

År 2050:

Nd – 50.000-240.000 ton

Dy – 2.000-50.000 ton

Kilde: Watari *et al.* (2020).

## STRONTIUM [Sr]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Sr: (nr. 38) alkalijordmetal Smeltepunkt: 769 °C Kogepunkt: 1.384 °C	Celestin

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Spanien (3,6 mio. ton)	Spanien (3,7 mio. ton)

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	355.700	H	Ti, Nb, REE	Spanien (34,2%)	Ja	Processering af celestit- koncentrat, Sr-karbonat
Spanien (%)	42					
Iran (%)	25					
Kina (%)	22					
Mexico (%)	10					
EU-27 (%)	42					
HHI	3.021					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Varekoder (HS) for første dele af for- syningskæderne	Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffine- rede materialer (HS varekoder)
283692: Strontium carbonate	79	79		281620: Strontium hydroxide and peroxide
	Tyskland (63%)	Kina (20%)	280522: Strontium and barium	281640: Oxides, hydroxides and peroxides of Sr and Ba
	Mexico (17%)	Sydkorea (16%)		Strontium metal
	Kina (7%)	Japan (15%)		Sr-holdige kemikalier
	Spanien (5%)	USA (9%)		

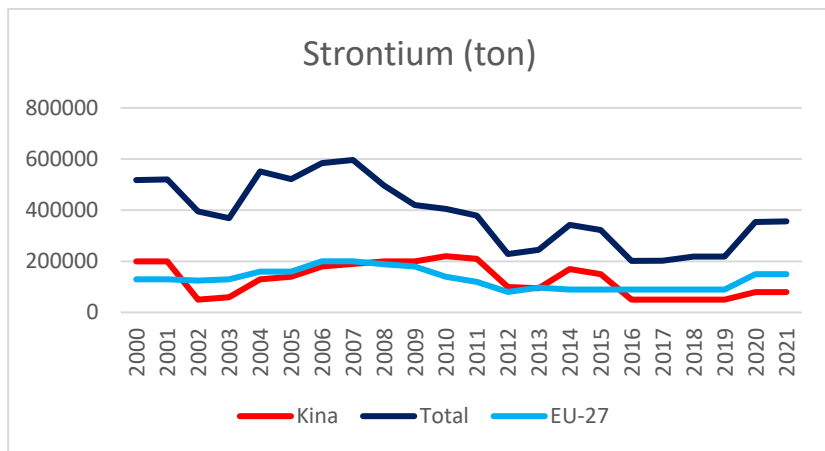
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - pro- duktyper	Industri sektorer	Mængde (ton) og andel (%)
Ferritmagneter		49.298 ton
Pyroteknik Glas Legeringer	Drilling fluids	70%
	Pyroteknik og -signaler	9%
	Magnet	9%
	Legering	3%
	Zinkproduktion	3%
Glas		3%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	Anode (med titanium i SOFC)	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
	0%	0,97	0,98

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022 (ref. 8)	IEA 2022 (ref. 9)	Japan 2021 (ref. 10)	Indien 2016 (ref. 11)	Canada 2022 (ref. 12)	Kina 2020 (ref. 13)
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4						
6,5	Ekstraktion: 2,6 Processering: -	1,9	0,3	NEJ	NEJ	JA	NEJ	NEJ	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

## TANTAL [Ta]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Ta: (nr. 73) overgangsmetal Smeltepunkt: 2.996 °C Kogepunkt: 5.425 °C	Columbit, tantalit, pyroklor

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland, Frankrig, Sverige	-

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	2.051	B	Tin, niobium	Nej	Ja	Tantalkemiklier
DR Congo (%)	34					
Brasilien (%)	23					
Nigeria (%)	13					
Rusland (%)	13					
EU-27 (%)	-					
HHI	2.068					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af for- syningskæderne	Eksport (mio. USD)/an- del (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe- rede/raffinerede materi- aler (HS varekoder)
2615: Na, Ta, V & Zr ore	1.040	1.040	261590: Nb, Ta, V & Zr ores and con- centrates	810310
	USA (26%)	USA 28%	8103: Tantalum	Ta-oxider
	Kina (22%)	Kina (11%)	810310: Ta unwrought, bars, rods simply sintered, scrap	Ta-fluorider (KTaF)
	Japan (11%)	El Salvador (9%)	810320: Ta unwrought, including bars and rods obtained simply by sintering	
	Thailand (5%)	Indonesien (7%)		

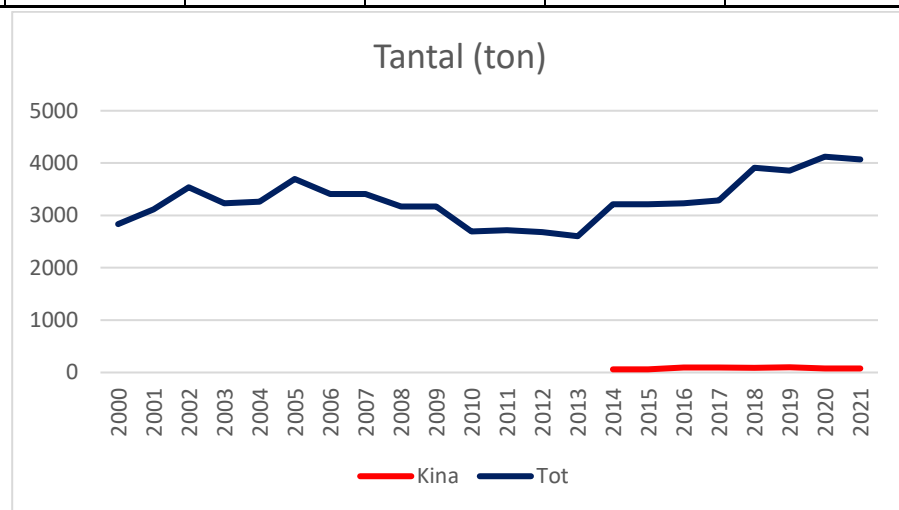
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkt- typer	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		395 ton
810390: Ta and articles thereof NES	Elektronik (transistorer)	40%
853221; Electric capaci- tors, fixed, tantalum, nes	Superlegeringer	14%
Transistor-pulver	Tyndfilmsbelægninger	20%
Ta-karbider	Hårdmetalbelægninger	4%
Ta-barer	Karbider	10%
	Kemikalier	12%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	-	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
810330: Ta Waste & scrap	1%	0,98	0,97

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
4,8	Ekstraktion: 1,3 Processering: -	1,9	2,9	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

Forventet forbrug:

År 2030: 1.200-4.300 ton

År 2050: 1.700-6.500 ton

Kilde: Watari *et al.* (2020)

## TITANIUMMETAL [Ti]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
Ti: (nr. 22) overgangsmetal Smeltepunkt: 3.287 °C Kogepunkt: 3.287 °C	Titanit (sphene), ilmenit, rutil

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland, Sverige	-

Ilmenit	GLOBAL PRODUKTION					
	Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)
Global (ton)	8.413.000	H + B	Tungsand	-	Titan: Tyskland (4,7%) Belgien (0,4%) Italien (0,3%) Finland (0,3%) Frankrig (0,1%)	Titanhvide kemikalier, ti- tanmetal
Kina (%)	36					
Mozambique (%)	12					
Sydafrika (%)	12					
Australien (%)	6					
EU-27 (%)	-					
HHI	1.950					

Rutil	GLOBAL PRODUKTION					
	Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)
Global (ton)	629.000	H + B	Tungsand	-	Titan: Tyskland (4,7%) Belgien (0,4%) Italien (0,3%) Finland (0,3%) Frankrig (0,1%)	Titanhvide kemikalier, ti- tanmetal
Australien (%)	32					
Sierra Leone (%)	19					
Ukraine (%)	15					
Sydafrika (%)	14					
EU-27 (%)	-					
HHI	1.734					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne				Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
261400: Ti ore and concentrates	2.720	2.720	261400:Ti ore and concentrates	282300: Ti oxides
	Syd Afrika 18%	Kina 20%	282300: Ti oxides	810820: Ti unwrought, powders
	Mozambique (13%)	USA 13%		810890: Titanium, articles thereof, nes
	Sierra Leone (8%)	Japan 7%		810810: Titanium, unwrought, waste or scrap, powders
	Norge 8%	Tyskland 7%		
	Australien 7%			

ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
720291: Ferro-titanium and ferro-silico-titanium		1.509.000 ton
810890: Titanium, articles thereof, NES	Maling	54%
Ti-stænger, -rør, -profiler	Polymer	24%
Ti-oxider	Rum- og luftfart	8%
Ti-sulfider	Medicinaludstyr	6%
Ti-karbider	Biludstyr	3%
Ti-pigmenter	Legeringer	2%
	Øvrige	3%

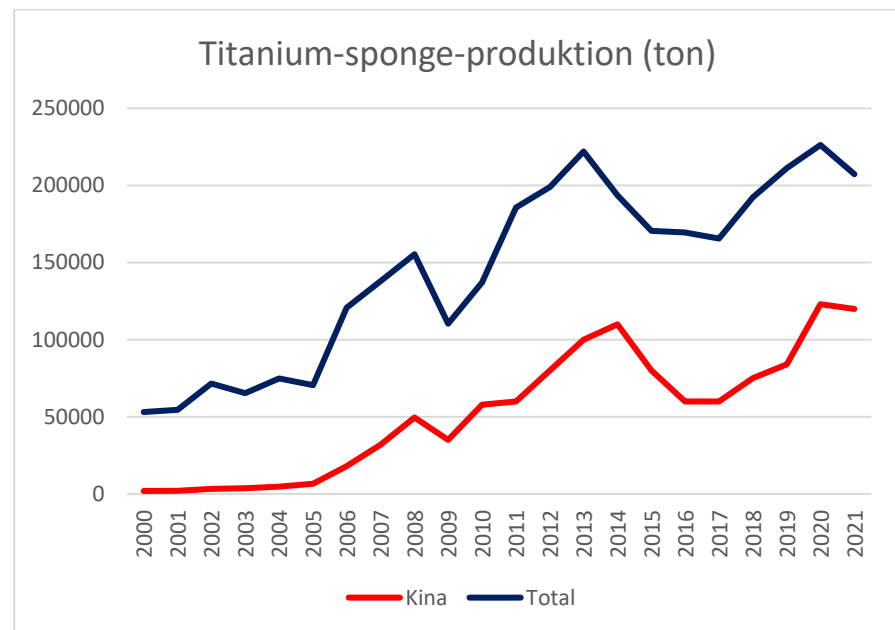
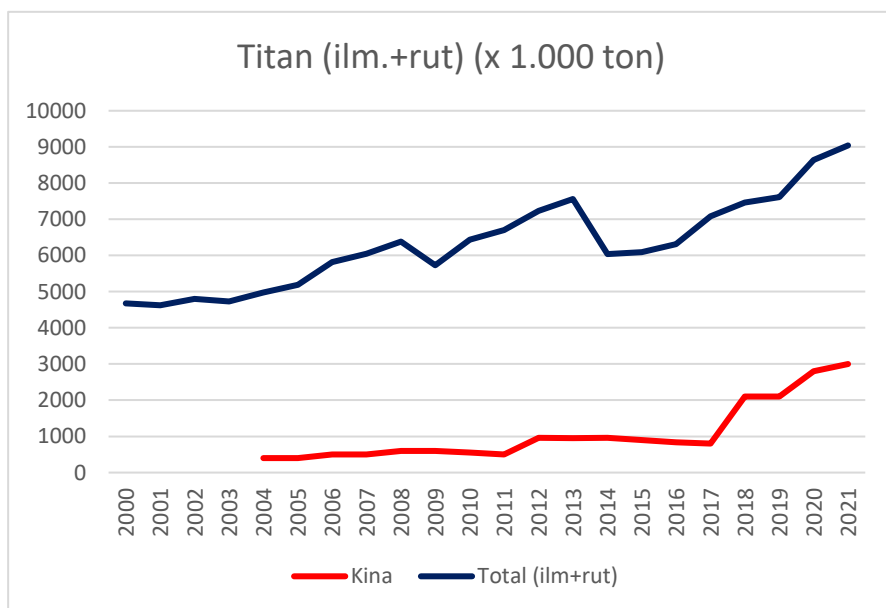
VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
Anode (forventet); batterikappe	Bipolarplader og -anoder i SOFC	-	-	-	Højstyrkestållegeringer	Lette højstyrkestållegeringer	Legeringer, letvægts-/højstyrkematerialer	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
810810: Ti-unwrought, waste or scrap, powders	19% (titanmetal)	1,00	1,00
810830: Ti-waste & scrap			

**KRITIKALITET**

EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
5,4	0,5	1,1	1,3	JA	JA	JA	NEJ	JA	NEJ
Titanmetal: 6,3	Ekstraktion: 0,5 Processering: 1,6								

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger



## VANADIUM [V]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
V: (nr. 23) overgangsmetal Smeltepunkt: 1.890 °C Kogepunkt: 3.380 °C	Carnotit, vanadinit, patronit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Finland, Polen, Sverige	Finland

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	107.800	B	Jernmalm	Nej	Nej	Vanadium-oxider, ferrovanadium
Kina (%)	68					
Rusland (%)	18					
Sydafrika (%)	8					
Brasilien (%)	6					
EU-27 (%)	-					
HHI	5.006					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne	
Varekoder (HS) for første dele af forsyningskæderne	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processerede/raffinerede materialer (HS varekoder)
261590: Nb, Ta, V and Zr ore and concentrates	Se niobium og tantal		2615 (Nb, Ta, V, Zr)	282530: Vanadium oxides & hydroxides
			262050: Ash or residues containing mainly vanadium	811249: Vanadium, articles thereof, waste or scrap, powders
				811292: Ga, Ge, Hf, In, Nb, Rh & V: articles thereof, unwrought, including waste and scrap, powders
				720292: Ferrovandium

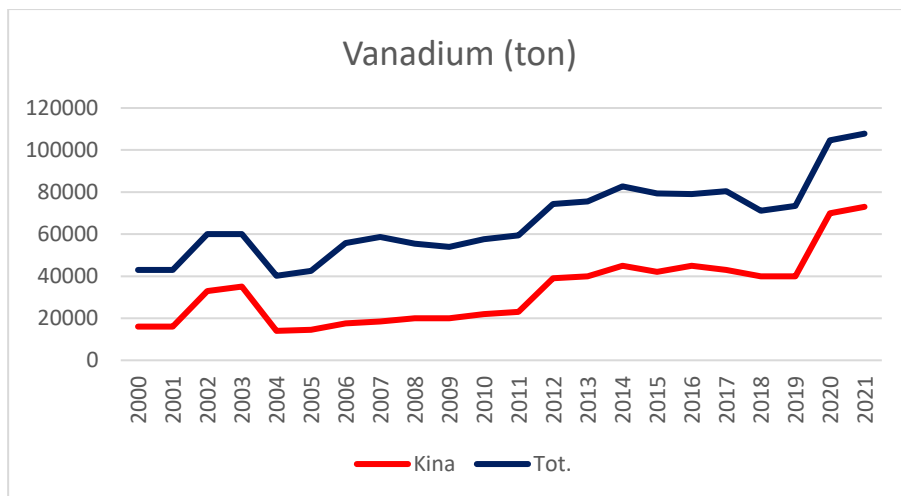
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industrisektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		12.717 ton
Maling og polymerer Katalyst Rør og stænger Chasisdele	Højstyrkestål (HSLA)	60%
	Specialstål	30%
	Superlegeringer	3%
	Kemikalier	3%
	Øvrige anvendelser	4%

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændselsceller	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	Legeringer med Ti-Al	-

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
811240: vanadium, articles thereof, waste or scrap, powders	1%	0,92	0,90

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
3,9	Ekstraktion: 2,3 Processering: 1,7	2,3	1,6	JA	JA	JA	JA	JA	NEJ

### Historisk produktion (primære råstoffer)



### Bemærkninger

Forbruget af vanadium-redox-flow-batterier (VRFB) forventes at stige med 40% frem mod 2030.

## WOLFRAM [W]

RÅSTOFKARAKTERISTIK	
Egenskaber	Mineraler
W: (nr. 74) overgangsmetal Smeltepunkt: 3.410 °C Kogepunkt: 5.660 °C	Schelit, wolframit, ferberit, huebnerit

RESSOURCER I EU-27 (ref. 1)	
Ressourcer	Reserver
Østrig, Tjekkiet, Finland, Frankrig, Tyskland, Grækenland, Spanien, Portugal, Sverige	Østrig, Tjekkiet, Finland, Polen, Portugal, Slovakiet, Spanien

GLOBAL PRODUKTION						
Minedrift 2021 (ref. 2)	Tonnage / andel (ref. 2)	Hovedprodukt (H) Biprodukt (B)	Biprodukt-relationer	Minedrift i EU (ref. 3) (% af global produktion)	Processering i EU (af global produktion) (ref. 3)	Produktion af semipro- dukter i EU (ref. 4)
Global (ton)	79.270	H + B	Guld	Østrig (1,1%) Portugal (0,7%) Spanien (0,6%)	Østrig (2,3%)	W-mineral-koncentrater
Kina (%)	83					
Vietnam (%)	6					
Rusland (%)	3					
Bolivia (%)	2					
EU-27 (%)	3					
HHI	6.984					

GLOBAL HANDEL (ref. 5)				
Varekoder (HS) for første dele af for- syningskæderne	Første dele af forsyningskæderne			Mellemste og sidste dele af forsyningskæderne
	Eksport (mio. USD)/andel (%)	Import (mio. USD)/andel (%)	Primære materialer (HS varekoder)	Eksempler: processe- rede/raffinerede materi- aler (HS varekoder)
261100: Tungsten ore & conc	217	217	261100: Tungsten ore & concentrates	810110: Powders, tung- sten
	Rwanda 24%	Kina 26%	8101: Tungsten	700280: Ferro-tungsten & ferro-silico tungsten
	Bolivia 15%	USA 16%		APT
	Rusland 15%	Østrig 11%		
	Myanmar 8%	Vietnam 10%		

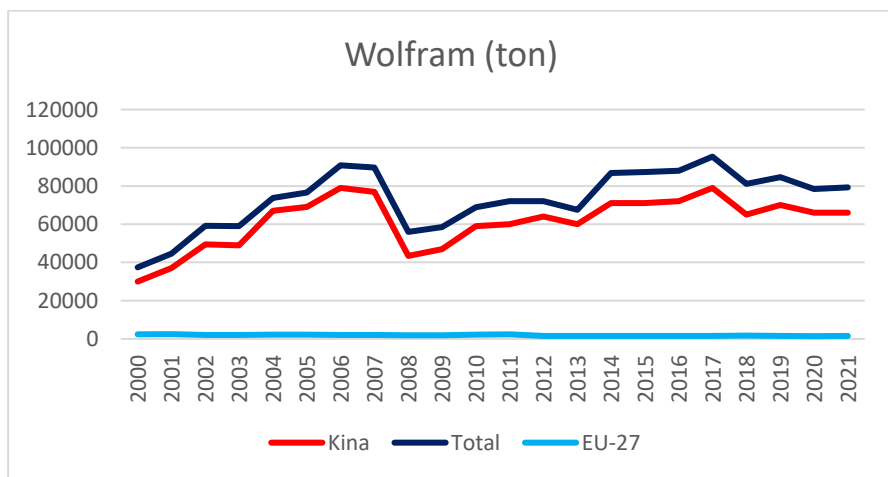
ANVENDELSE I EU-INDUSTRI (ref. 1)		
Produkter	EU-mængde og andele	
Fremstilling - produkttyper	Industri-sektorer	Mængde (ton) og andel (%)
		431 ton
810193: Wire, tungsten 810196: tungsten wire 810199: Tungsten and articles thereof, nes	Skæreværktøj	33%
	Højstyrkestål	23%
	Stål til slid	18%
	Katalyse og pigmenter	8%
	Belysning og elektronik	7%
	High speed stål	6%
Fly og energi	5%	

VIGTIGE UDVIKLINGSTEKNOLOGIER (ref. 6)								
Li-ion batterier	Brændsels-celler	Vindturbiner	Elmotorer (permanente magneter)	Solceller	Robotter	Droner	Råmaterialer 3D Print	Digitale teknologier
-	-	-	-	-	-	-	Varmeresistente susperlegeringer, rustfrit stål, turbineblade	Varmeresistens i IC's; dielektriske materialer; transistorer;

GENANVENDELSE (ref. 3)		SUBSTITUTION (ref. 3)	
Genanvendelse/sekundære materialer (HS varekoder)	Genanvendelse (EoL RIR)	EU substitutionsindeks SI-SR	EU substitutionsindeks SI-EI
810197: tungsten: waste and scrap	32%	0,86	0,82

KRITIKALITET									
EU (2023) (ref. 3)		UK 2021 (ref. 7)		USA 2022	IEA 2022	Japan 2021	Indien 2016	Canada 2022	Kina 2020
Økonomisk betydning CRM>2,8	Forsyningsrisiko CRM>1	Forsyning CRM>1,4	Økonomisk CRM>1,4	(ref. 8)	(ref. 9)	(ref. 10)	(ref. 11)	(ref. 12)	(ref. 13)
8,7	Ekstraktion: 0,5 Processering: 1,2	2,4	1,9	JA	JA	JA	NEJ	JA	JA

## Historisk produktion (primære råstoffer)



## Bemærkninger

## Forkortelser – Bilag B

CIGS	Copper-Indium-Gallium-Selenid-(solceller)
DRC	Democratic Republic Congo
EU-27	EU's 27 medlemslande
EC	European Commission
FCC	Fluid Catalyst Cracking
IEA	International Energy Agency
HDD	Hard Disc Drive
HHI	Herfindahl-Hirshmann Index
LCO	Lithium Cobalt Oxide
LED	Light Emitting Diode
NCA	Nickel-Cobalt-Aluminium
NES	Not elsewhere specified
NMC	Nickel-Manganese-Cobalt
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell
USGS	US Geological Survey
VRFB	Vanadium-Redox-Flow-batterier

Al	Aluminium
Ba	Baryt
Be	Beryllium
Bi	Bismuth
B	Bor
C	Grafik
Co	Kobolt
F	Fluor
Ga	Gallium
Ge	Germanium
Hf	Hafnium
In	Indium
K	Kalium
Li	Lithium
Mg	Magnesium
Nb	Niobium
P	Fosfor
Pd	Palladium
Pt	Platin
REE	Sjældne jordartsmetaller (Rare Earth Elements)
Rh	Rhodium
Sb	Antimon
Sc	Scandium
Si	Siliconmetal
Sr	Strontium
Ta	Tantal
Ti	Titan
V	Vanadium
W	Wolfram
Zr	Zirkonium

## Referencer – Bilag B

Nummer	Reference
Ref. 1	EC 2020b: Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020) – Critical Raw Materials Factsheets (Final). <a href="https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42883/attachments/2/translations/en/renditions/native">https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42883/attachments/2/translations/en/renditions/native</a>
Ref. 2	USGS 2023: Mineral Commodity Summaries 2023 <a href="https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf">https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf</a>
Ref. 3	EC 2023: Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report. <a href="https://single-market-economy.ec.europa.eu/system/files/2023-03/Study%202023%20CRM%20Assessment.pdf">https://single-market-economy.ec.europa.eu/system/files/2023-03/Study%202023%20CRM%20Assessment.pdf</a>
Ref. 4	Lewicka, E., Guzik, K., Galos, K. 2021: On the Possibilities of Critical Raw Materials Production from the EU's Primary Sources. <i>Resources</i> 2021, 10, 50. <a href="https://doi.org/10.3390/resources10050050">https://doi.org/10.3390/resources10050050</a>
Ref. 5	OECD World. <a href="https://oec.world">https://oec.world</a>
Ref. 6	EC 2020a: Critical Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study. <a href="https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_TEchnologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf">https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_TEchnologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf</a>
Ref. 7	Lusty, P.A.J., Shaw, R.A., Gunn, A.G. and Idoine, N.E. 2021: UK criticality assessment of technology critical minerals and metals. British Geological Survey Commissioned Report, CR/21/120. 76pp.
Ref. 8	USGS 2022: 2022 Final List of Critical Minerals. Department of the Interior, <a href="https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/files/2022%20Final%20List%20of%20Critical%20Minerals%20Federal%20Register%20Notice_2222022-F.pdf">https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/files/2022%20Final%20List%20of%20Critical%20Minerals%20Federal%20Register%20Notice_2222022-F.pdf</a>
Ref. 9	IEA 2021: The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transition; The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions (windows.net)
Ref. 10	Nakano, J. 2021: The Geopolitics of Critical Minerals Supply Chains
Ref. 11	Commonwealth of Australia 2022: Critical Minerals Strategy. <a href="https://www.industry.gov.au/publications/critical-minerals-strategy-2022">https://www.industry.gov.au/publications/critical-minerals-strategy-2022</a>
Ref. 12	The Canadian Critical Minerals Strategy. <a href="https://www.canada.ca/content/dam/nrcan-nrcan/site/critical-minerals/Critical-minerals-strategyDec09.pdf">https://www.canada.ca/content/dam/nrcan-nrcan/site/critical-minerals/Critical-minerals-strategyDec09.pdf</a>
Ref. 13	Andersson, P. 2020: Chinese assessments of 'critical' and 'strategic' raw materials: Concepts, categories, policies, and implications. <a href="https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.01.008">https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.01.008</a>
	<a href="https://www.minerals.org.au/sites/default/files/Commodity%20Outlook%202030.pdf">https://www.minerals.org.au/sites/default/files/Commodity%20Outlook%202030.pdf</a>
	Watari, T., Nansai, K., & Nakajima, K. 2020: Review of critical metal dynamics to 2050 for 48 elements. <i>Resources, Conservation and Recycling</i> , 155, 104669.

## Bilag C

### Beregningsmetoden for EU's vurdering af forsyningsrisiko

Gennemgang af EU-metodens beregning af forsyningsrisiko (SR). Gennemgangen er anvendt til en kort sensitivitetanalyse, som belyser parametrene mulighed for at påvirke resultatet.

Forsyningsrisiko (SR) beregnes ved formlen:

$$SR = \left[ (HHI_{WGI,t})_{GS} \cdot \frac{IR}{2} + (HHI_{WGI,t})_{EU\text{ sourcing}} \cdot \left(1 - \frac{IR}{2}\right) \right] \cdot (1 - EOL_{RIR}) \cdot SI_{SR};$$

hvor:

$$EOL_{RIR} = \text{genanvendelsesgraden i EU, } EOL_{RIR} = \frac{\text{Input sekundær}}{\text{Input primær} + \text{Input sekundær}};$$

$$IR = \text{EU's importafhængighed, } IR = \frac{\text{Import} - \text{Export}}{\text{Egenproduktion} + \text{Import} - \text{Export}};$$

$(HHI_{WGI,t})_{GS}$  eller  $(HHI_{WGI,t})_{EU\text{ sourcing}}$  = Herfindahl-Hirschman Indexering (HHI) af landekonzentrationen (EU-import eller Global Supply (GS)) vægtet med landenes placering ift. World Governance Indicators (WGI) justeret med handelsparameteret t; dette kan også forklares på følgende måde:

$$(HHI_{WGI,t})_{GS \text{ eller } EU\text{ sourcing}} = \sum_c (S_c)^2 \cdot WGI_c \cdot t_c;$$

hvor:

$\sum_c$  = sumproduktet af landenes (c);

$(S_c)^2$  = markedsdominans (produktionskoncentration eller importandel) i anden potens (HHI);

WGI = gennemsnit af de seks World Governance Indicators (skala -2,5 til 2,5) skaleret fra 10 til 0;

t = handelsparameter som kan antage en værdi fra 0,8 til 2, og som er givet ved formlen:

$$t_c = (ET - TA_c) \text{ eller } EQ \text{ eller } EP \text{ eller } EU_c;$$

hvor t vælges på baggrund af det højeste af de fire handelsparametre, medmindre landet er et EU-land:

EUc = EU-landes handelsparameter for et råstof (værdien er sat til 0,8 for EU-lande);

lande udenfor EU antager den højeste værdi af følgende tre handelsparametre:

- ET-TA = parameter som afspejler eksportafgiften (ET) i procent af et land c, eventuelt mitigeret af en handelsaftale (TA) (se Tabel C-1 og Tabel C-3);
- EQ = parameter som afspejler en eksportkvote pålagt af et land;
- EP = parameter som afspejler eksportstop introduceret af landet (værdi kan antage 1-2);

hvor substitutionsindekset,  $SI_{SR}$  er et sumprodukt af hver substituts (i) performance i hver anvendelse (a):

$$SI_{SR} = \sum_i \left[ (SP_i \cdot SCr_i \cdot S_c)^{1/3} \cdot \sum_a (Sub\text{-}share_{i,a} \cdot Share_a) \right];$$

hvor indikatorerne SP, SCr og SCo kan antage en værdi på mellem 0,8 og 1, jf. Tabel C-2, hvor SP (substitute production) = indikator for om tilstrækkeligt materiale af substitutten er tilgængeligt;

SCr (substitute criticality) = relaterer sig til om råstoffet var på den tidligere liste over kritiske råstoffer;

SCo (substitute co-production) = indikator for om råstoffet er et hoved- eller biprodukt;

Sub-share = hver substituents substitutionsandel for hver anvendelse;  
Share = andelen af råmateriale som har en given anvendelse.

**Tabel C-1** Eksportafgift og tilhørende eksportbeskatningsparameter (ET).

Eksportafgift	ET
0 %	1
0-25 %	1,1
25-75 %	1,2
>75 %	1,3

**Tabel C-2** Oversigt over de værdier som parametrene 'substitute production' (SP), 'substitute criticality' (SCr) og 'substitute co-production' (SCo) kan antage, samt begrundelse herfor.

	Værdi	Rationale
SP	0,8	Hvis den årlige globale produktion af substitutmaterialet er højere end kandidatmaterialet.
	1	Hvis den årlige globale produktion af substitutmaterialet er det samme eller lavere end kandidatmaterialet.
SCr	1	Hvis substitutmaterialet var på den seneste EU-liste over CRM, så er det ikke forventningen, at materialet kan bidrage til at reducere SR for kandidatmaterialet.
	0,8	Hvis substitutmaterialet ikke var kritisk i den seneste EU-liste over CRM eller slet ikke blev inkluderet i den seneste EU-liste, så er forventningen at materialet kan bidrage til en reduktion af SR.
	1	Hvis ingen substitutmateriale er tilgængelige, er der ikke forventning om reduktion af SR.
SCo	1	Hvis substitutmaterialet kun udvindes som biprodukt eller co-produkt, forventes ingen reduktionsmulighed af SR.
	0,8	Hvis substitutmaterialet udvindes som hovedprodukt, forventes en reduktionsmulighed på 20 % af SR.
	0,9	Hvis substitutmaterialet udvindes som både biprodukt og hovedprodukt (fx i tilfældet molybdæn), antages et reduktionspotentiale på 10 % af SR.
	1	Hvis intet substitutmateriale er tilgængeligt, forventes ingen reduktion af SR.

**Tabel C-3** Oversigt over handelsaftaler mellem EU og lande udenfor EU.

EU-handelsaftaler			
Customs Union	European Economic Area (EEA)	Bilaterale eller regionale aftaler	Economic Partnership Agreements (EPA)
Andorra, Monaco, San Marino, Tyrkiet	Island, Liechtenstein, Norge	Albanien, Algeriet, Bosnien-Herzegovina, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Egypten, El Salvador, Færøerne, Irak, Israel, Jordan, Libanon, Makedonien, Mexico, Montenegro, Marokko, Nicaragua, Palæstina, Panama, Peru, Serbien, Syd Afrika, Syd Korea, Schweiz, Syrien og Tunesien	Angola, Antigua og Barbuda, Belize, Kap Verde, Comorerne, Bahamas, Barbados, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Cameroun, Den Central-Afrikanske Republik, Tchad, Congo (Brazzaville), Congo (Kinshasa), Cookøerne, Cote d' Ivoire, Cuba, Djibouti, Dominica, Den Dominikanske Republik, Eritrea, Eswatini, Etiopien, Fiji, Gabon, Gambia, Ghana, Grenada, Republikken Guinea, Guinea-Bissau, Ækvatorialguinea, Guyana, Haiti, Jamaica, Kenya, Kiribati, Lesotho, Liberia, Madagaskar, Malawi, Mali, Marshalløerne, Mauretania, Mauritius, Mikronesien, Mozambique, Namibia, Nauru, Niger, Nigeria, Niue, Palau, Papua Ny Guinea, Rwanda, St. Kitts og Nevis, St. Lucia, St. Vincent og Grenadinerne, Salomonøerne, Samoa, Sao Tome og Principe, Senegal, Seychellerne, Sierra Leone, Somalia, Sydafrika, Sudan, Surinam, Tanzania, Timor Leste, Togo, Tonga, Trinidad og Tobago, Tuvalu, Uganda, Vanuatu, Zambia, Zimbabwe



## Beregningseksempel for aluminium

Med udgangspunkt i EU Kommissionens 2023-data (EC 2023a), samt tilhørende faktaark for aluminium (SCREEN 2023a) er der foretaget et beregningseksempel for aluminium:

### Genanvendelsesgrad, $EoL_{RIR}$

For genanvendelsesgraden benyttes End-Of-Life Recycling-Input-Rate ( $EoL_{RIR}$ ), der for aluminium oplyses at være 32 % (SCREEN 2023a).

### Importafhængighed, $IR$

Importafhængigheden (ENG: import reliance, IR) oplyses at være 89 % for bauxit og 56 % for aluminium (SCREEN 2023a).

### Geopolitisk ustabilitet, $(HHI_{WGI,t})_{GS}$ eller $EU_{sourcing}$

Data for aluminiums og bauxits produktionskoncentrationer, importandele, landestabilitet og vægtede geopolitiske ustabilitet er vist i Tabel C-4 (SCREEN 2023a, EC 2023a).

### Substitution, $SI_{SR}$

Der er ikke publiceret vurderingsdata for substitutternes substitutionsparametre (SP, SCr og SCo). Kun det endelige vægtede gennemsnit for substitutionsmulighederne på 0,86 er oplyst (SCREEN 2023a). Henvendelse herom til DG GROW blev ikke besvaret. Det er således ikke muligt her at efterberegne substitutionsparameteren, men de tilgængelige data er opstillet i Tabel C-5.

### Forsyningsrisiko, $SR$

Forsyningsrisikoen beregnes for både udvinding (bauxit) og processering (aluminium) ved brug af de gennemgåede nøgletal indsat i formelen for SR:

$$SR_{\text{Extraktion}} = \left[ 0,7 \cdot \frac{89\%}{2} + 2,7 \cdot \left( 1 - \frac{89\%}{2} \right) \right] \cdot (1 - 32\%) \cdot 0,86 = 1,2$$

$$SR_{\text{Processing}} = \left[ 1,8 \cdot \frac{56\%}{2} + 0,1 \cdot \left( 1 - \frac{56\%}{2} \right) \right] \cdot (1 - 32\%) \cdot 0,86 = 0,5$$

Resultatet ses i Tabel C-6.

**Tabel C-4** Aluminiums/bauxits geopolitiske ustabilitet for de største producent- og eksportlande.

Sted i forsyningskæden		Koncentration af verdensproduktion eller EU-eksportland		Landestabilitet	Geopolitisk ustabilitet (vægtet)	
				WGI 0-10 skala	$HHI_{WGI,t}$	
Bauxit	Minedrift i verden	Australien	28,4%	1,92	0,154	
		Kina	20,8%	5,68	0,245	
		Guinea	17,9%	6,81	0,218	
		Brasilien	10,4%	5,4	0,058	
		Indien	6,8%	5,27	0,024	
	<b>Total:</b>				<b>0,702</b>	
	EU-import af bauxit	Guinea	62%	6,81	2,618	
		Brasilien	12%	5,4	0,078	
		Grækenland	10%	4,45	0,045	
		<b>Total:</b>				<b>2,740</b>

Aluminium	Processering i verden	Kina	55,6%	5,68	1,755
		Rusland	6,0%	6,29	0,022
		Indien	5,5%	5,27	0,016
		Canada	4,9%	1,79	0,004
		Forenede Arabiske Emi.	4,1%	3,7	0,006
	<b>Total:</b>				<b>1,805</b>
	EU-import af aluminium	Norge	15%	1,43	0,0321
		Rusland	10%	6,29	0,063
		UK	5%	2,25	0,006
		Mozambique	4%	6,61	0,011
Kina		7%	5,68	0,028	
<b>Total:</b>				<b>0,139</b>	

**Tabel C-5** Beregningseksempel for aluminium/bauxits substituérbarhed.

Megasektor (anvendelse)	Vægtandel $Share_a$	Substitutionsmuligheder (SCREEN 2023)		Substitution $SI_{SR}$
		$Sub - share_{i,a}$	$SP_i, SCr_i, S_c$	
Byggeri	21%	15 % komposit, 70 % stål, 3 % magnesium, 2 % titanium	Data for materialernes SP, SCr og SCo er ikke oplyst i SCREEN 2023 eller EU 2023.	Kan ikke beregnes
Transportindustri	19%	15 % komposit, 70 % stål, 3 % magnesium, 2 % titanium		
Transportudstyr	19%	35 % stål, 15 % plastik, 49 % træ		
Emballage	15%	47 % glas, 38 % plastik, 12 % stål		
Engineering	11%	17 % kobber, 17 % støbejern, 16 % stål		
'Consumer durables'	5%	Ikke vurderet, er mindre end 10 %		
Refractories	3%	Ikke vurderet, er mindre end 10 %		
Cement	3%	Ikke vurderet, er mindre end 10 %		
Abrasives	2%	Ikke vurderet, er mindre end 10 %		
<b>Total</b>	<b>100%</b>			<b>0,86</b>

**Tabel C-6** Nøgletal anvendt til beregning af aluminium/bauxits forsyningsrisiko med EU-metoden. Det højeste resultat for forsyningsrisiko er resultatet af vurderingen (rød markering).

	Geopol. ustabilitet	Import-afhængighed	Substitution	Genanvendelse	Forsyningsrisiko
Minedrift	0,7	89% (bauxit)	0,86	32%	1,2
EU import	2,7				
Processering	1,8	56% (aluminium)			0,5
EU import	0,1				

## Bilag D

### Estimat for forbruget af sjældne jordartsmetaller til fremstilling vindmøllekomponenter i Danmark

Dette estimat skal bidrage til MiMa's igangværende analyse af industriens overordnede forbrug af mineralske råstoffer og materialer i Danmark i 2019, og af den afledte betydning det har for den nationale industriproduktion, beskæftigelse og eksport. I analysen tages afsæt i MiMa's identifikation af råstofforbruget til de varer, som industrien køber og som er opgjort i nationalregnskabet baseret på vurderinger af varernes typiske materialesammensætninger. Metoden muliggør ikke inddragelse af en række specialmetaller, herunder bl.a. de sjældne jordartsmetaller, som bl.a. er nøgleråstoffer i vindmølleindustrien.

Da vindmølleindustrien er betydelig i Danmark, er vindmølleindustriens omkostninger til køb af permanentmagneter estimeret på basis af offentligt tilgængelige oplysninger. Derudover estimeres det tilhørende forbrug af permanentmagneter og sjældne jordartsmetaller, som er vitale komponenter i vindmøller.

Væsentlige oplysninger er imidlertid ikke offentligt tilgængelige, og for at kunne estimere betydningen er følgende bl.a. foretaget:

- Den nationale produktion af vindmøller og vindmøllekomponenter er opgjort som antal vindmøller eller som kapacitet (GW).
- Forbruget af sjældne jordartsmetaller til de vindmølle typer og vindmøllekomponenter som fremstilles i Danmark, er opgjort.
- Priser på permanentmagneter til vindmøller er antaget (en pris er nødvendig til analysen af råstoffernes økonomiske betydning).

Da der umiddelbart er store usikkerheder, er der, for at kompensere for usikkerheden, foretaget to estimater/beregninger vha. to forskellige fremgangsmåder; metode 1 og metode 2, som sammenstemmende indikerer, at vindmølleindustriens udgift til REE-permanentmagneter i 2019, udgjorde mellem 0,2 og 0,5 mia. kr., svarende til et forbrug på mellem 400-1.000 ton REE-permanentmagnet.

#### Vindmølleindustriens produktion opgjort som GW

Oplysninger om industriens produktion af vindmøller, vindmøllekomponenter og relaterede services er ikke fundet i offentlige kilder, men det er antaget, at hovedparten af produktionen går til eksport. Derfor er der taget udgangspunkt i eksporttallet for vindmøller og vindmøllekomponenter, som i 2019 udgjorde **54,4 mia. kr.**<sup>2</sup>

Som input til estimatet er der behov for at kende eksporten udtrykt som installeret effekt (GW). Dette tal er estimeret på to forskellige måder:

*Estimat 1 (installeret effekt):* Prisen på en mølle afhænger bl.a. af, hvor de opstilles, da dette har betydning for anlægs- og serviceomkostningerne. Eksporten opdeles derfor i hhv. onshore- og

---

<sup>2</sup> <https://ens.dk/presse/danmark-eksporterer-energiteknologi-over-100-milliarder-kroner>  
<https://winddenmark.dk/sites/winddenmark.dk/files/media/document/Eksport%20af%20Energiteknologi%20og%20-Service%202020.pdf>

offshoremarkedet. Fordelingstallet for disse typer er ikke fundet; fordelingen **80/20** benyttes, da det svarer til de markeder, som Danmark eksporterer til:

- Danmarks største eksportmarked for vindmøller, vindmøllekomponenter og relaterede services er Europa, som udgør 50 % af markedet.<sup>3</sup>
- I Europa udgør installation af onshore vindmøller 80 %.<sup>4</sup>
- Europa udgør omkring 20 % af verdensmarkedet.<sup>5</sup>
- På verdensplan udgør installationen af onshore vindmøller 83 %.<sup>6</sup>

International Renewable Energy Agency angiver gennemsnitsprisen for vindmøller (inklusive installation) til hhv. ca. **20 mio. kr. pr. MW havvindmølle** og ca. **10 mio. kr. pr. MW landvindmøller** i 2020.<sup>7</sup> Med disse markedsdata, og med forbehold for den betydelige usikkerhed der knytter sig til disse data, svarer eksportværdien af vindmøller og vindmøllekomponenter til omkring 4,5 GW installeret effekt.

I tillæg til eksporten leverer den danske vindmølleindustri også møller til opstilling i Danmark, som er medregnet ved at inkludere den årlige gennemsnitlige installerede vindkapacitet i Danmark: I perioden 2009-2021 blev der opført ca. 1,8 GW offshore og ca. 1,8 GW onshore vindenergi<sup>8</sup>, svarende til 0,3 GW installeret kapacitet/år. Den samlede danske industriproduktion af vindmøller og vindmøllekomponenter i 2019 udgjorde ved brug af estimat 1 således ca. **4,8 GW**.

*Estimat 2 (installeret effekt):* Estimering af produktionen af vindmøller i Danmark på basis af hovedaktørernes beskæftigelsesandel i Danmark, benyttes som proxy for andelen af aktørernes vindmølleproduktion i Danmark (heri indgår en antagelse om en ensartet produktivitet pr. ansat hos aktørerne). Hovedaktørerne er Vestas og Siemens Gamesa. I 2019 installerede Vestas ca. 10 GW og Siemens Gamesa ca. 9,3 GW<sup>9</sup>. Vestas havde 29.000 ansatte<sup>10</sup> i verden, heraf 5.800 ansatte<sup>11</sup> i Danmark, dvs. 20 %. Siemens Gamesa havde 24.500 ansatte<sup>12</sup> globalt, heraf 4.800 ansatte<sup>13</sup> i Danmark, dvs. også 20 %. På dette grundlag er det estimeret, at vindmølleproduktionen i Danmark i 2019 udgjorde ca. **3,9 GW**.

Da der er flere aktører i Danmark, er dette estimat antageligt underestimeret, og derfor anvendes i det følgende den første estimering baseret på eksporttallet (estimat 1), altså **4,8 GW**.

### Dansk industris udgift til køb af REE-permanentmagneter

Estimering af dansk vindmølleindustris omkostninger til køb af REE-permanentmagneter er foretaget på basis af en top-down metode (metode 1) og en bottom-up metode (metode 2), som gennemgås nedenfor.

<sup>3</sup> <https://winddenmark.dk/sites/winddenmark.dk/files/media/document/Eksport%20af%20Energiteknologi%20og%20-Service%202020.pdf>

<sup>4</sup> <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-2021-statistics-and-the-outlook-for-2022-2026/>

<sup>5</sup> <https://www.evwind.es/2017/04/25/strong-outlook-for-wind-power/59556>

<sup>6</sup> [https://www.energy-supply.dk/article/view/842154/top\\_10\\_vestas\\_er\\_atter\\_verdens\\_storste\\_vindmølleproducent](https://www.energy-supply.dk/article/view/842154/top_10_vestas_er_atter_verdens_storste_vindmølleproducent)  
<sup>7</sup> [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA\\_Power\\_Generation\\_Costs\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2020.pdf)

<sup>8</sup> <https://winddenmark.dk/tal-fakta/fakta-om-vind-danmark/antal-vindmøller-kapacitet>

<sup>9</sup> <https://www.siemensgamesa.com/en-int/-/media/siemensgamesa/downloads/en/investors-and-shareholders/annual-reports/2019/siemens-gamesa-renewable-energy-annual-report-2019-en.pdf>

<sup>10</sup> <https://www.vestas.com/en/about/this-is-vestas>

<sup>11</sup> <https://www.tvmidtvest.dk/midt-og-vestjylland/vestas-afskediger-275-ansatte-rammer-75-i-danmark>

<sup>12</sup> <https://www.siemensgamesa.com/career>

<sup>13</sup> <https://www.berlingske.dk/business/siemens-gamesa-nedlaegger-800-stillinger-i-danmark>

*Metode 1 (top-down metode): Dansk industris udgift til køb af REE-permanentmagneter med udgangspunkt i det globale forbrug af REE-permanentmagneter til vindmøller*

Det globale marked for permanentmagneter udgjorde i 2020 20 mia. USD (~150 mia. kr.), heraf udgjorde NdFeB-permanentmagneter 60 % af markedet<sup>14</sup> (~90 mia. kr.). Ud af den globale produktion af NdFeB-permanentmagneter udgør anvendelsen til vindmøller 10 % ifølge IRENA<sup>15</sup>; en anden kilde oplyser 9 %<sup>16</sup>. På denne baggrund kan det umiddelbart estimeres, at industriens omkostning til NdFeB-permanentmagneter til vindmøller i 2020, udgjorde ca. 9 mia. kr.. Det forventes dog, at kvalitetskravene og produktionsomkostningerne for store magneter til vindmøller er *lavere* sammenlignet med små magneter til fintfølende elektronik anvendt i apparater som computere, højtalere, høretelefoner, printere, robotter, biler mv. Derfor vurderes omkostningen til NdFeB-permanentmagneter i 2020 at være **<9 mia. kr.** Det bemærkes i øvrigt, at forbruget af neodym til vindmøller i 2020 var ca. 4.000 ton<sup>17</sup>, svarende til et forbrug i den danske vindmølleindustri på 200 ton neodym, eller 600 REE-permanentmagnet.

På verdensplan blev der i 2020 installeret 93 GW vindkraft. Forbruget af REE-permanentmagneter er derfor estimeret til at udgøre **mindre end 0,1 mia. kr. pr. GW**. Med udgangspunkt i vurderingen, om at den danske produktion af vindmøller og vindmøllekomponenter udgjorde 4,8 GW i 2019, er industriens udgifter til REE-permanentmagneter estimeret til at være **mindre end 0,5 mia. kr. i 2019**.

*Metode 2 (bottom-up metode): Dansk industris udgift til køb af REE-permanentmagneter med udgangspunkt i konkret anvendelse af REE-permanentmagneter til danske mølletyper*

Siemens Gamesas onshore-portefølge fokuserer på en teknologi med gearkasse og generator. Historisk set har onshore-markedet været det største for Siemens Gamesa med i alt 84 GW installeret kapacitet (siden 1980), mod 15 GW installeret offshore (siden 1991). Siemens Gamesas offshore-portefølge er baseret på direct-drive-teknologien, nærmere bestemt typen direct-drive permanent magnet generator (DD-PMG). Offshore-porteføljen består i øjeblikket af modellerne SG 8.0-167 DD, SG 11.0-200 DD og SG 14-222 DD samt prototypen SG 14-236 DD<sup>18</sup>. Om teknologivalgene skriver Siemens Gamesa:

*“Direct drive technology reduces the number of wear-prone components in offshore turbines, making them simpler to maintain. Efficiency is improved by using a permanent magnet generator, which needs no excitation power. These and other design simplifications keep the weight low and dimensions small, lowering transport and installation costs.”<sup>19</sup> “Our onshore approach is focused on geared technology, in which we have extensive knowledge and expertise. This proven combination of gearbox and generator is an evolutionary design for high-energy yield, reliability and robustness.”<sup>20</sup>*

Vestas har helt fra valgt brugen af direct-drive til fordel for en mere konventionel konfiguration med en gearkasse, hvilket bl.a. kan hænge sammen med Vestas' satsning på onshore-markedet. Deutsche Rohstoff Agentur (DERA) oplyser, at Vestas i 2014 benyttede typerne gearbox permanent magnet generator (GB-PMG) og gearbox doubly-fed induction generator (GB-DFIG)<sup>21</sup>. Om teknologivalget skriver Vestas:

<sup>14</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323886581000121>

<sup>15</sup> [https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Technical-papers/IRENA\\_Rare\\_Earth\\_Elements\\_2022.pdf](https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Technical-papers/IRENA_Rare_Earth_Elements_2022.pdf)

<sup>16</sup> Roskill (2021): Rare Earths Market Outlook to 2030, 20th edition.

<sup>17</sup> [https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Technical-papers/IRENA\\_Rare\\_Earth\\_Elements\\_2022.pdf](https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Technical-papers/IRENA_Rare_Earth_Elements_2022.pdf)

<sup>18</sup> <https://www.siemensgamesa.com/products-and-services/offshore>

<sup>19</sup> <https://www.siemensgamesa.com/products-and-services/offshore/wind-turbine-sg-11-0-200-dd>

<sup>20</sup> <https://www.siemensgamesa.com/products-and-services/>

<sup>21</sup> [https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-50-en.pdf;jsessionid=7550DC41208161043D08356432CFF5EF.1\\_cid331?\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-50-en.pdf;jsessionid=7550DC41208161043D08356432CFF5EF.1_cid331?_blob=publicationFile&v=3)

"For permanent magnets used in generators, there are two types of turbine drivetrain concepts: conventional geared drivetrains, and gearless direct-drives. The amount of rare earth elements used in direct-drive turbines is up to 10 times higher than the amounts used in conventional drivetrains. Today, all Vestas turbines are based on proven technology using conventional drivetrains. Rare earth elements are used in our turbines because they improve the performance of the turbines by making the generators more efficient and more grid-compatible. Also, by using these materials we are able to reduce the overall size of the generator and our powertrains. This helps us to use fewer resources such as steel and structural materials, leading to a positive impact on our carbon footprint. Furthermore, compared to our previous turbine models, our most recent EnVentus wind turbine uses significantly less light rare-earth materials per MW and in this variant, we have also eliminated the use of heavy rare earth materials altogether."<sup>22</sup>

International Renewable Energy Agency (IRENA) skriver på linje med Vestas:

"Some high-speed wind turbines do not use a permanent magnet generator; medium-speed wind turbines use only one-tenth of the permanent magnets needed in direct-drive turbines."<sup>23</sup>

Om det konkrete forbrug af permanentmagneter (kg/MW) skriver IRENA videre:

"A megawatt of direct drive wind turbine capacity may require around 500 kilogrammes (kg) of permanent magnets, a third of which is REEs (notably, for direct drive offshore turbines)."<sup>24</sup>

Enkelte kilder præciserer anvendelsen af sjældne jordartsmetaller efter grundstof, se Tabel D-1.

**Tabel D-1** Estimer for mængden af forskellige grundstoffer for forskellige typer vindturbiner.<sup>25</sup> Enheden er t/GW.

	DD-PMSG	GB-PMSG	DD-EESG	GB-DFIG
Dysproidium (Dy)	17	6	6	2
Neodym (Nd)	180	51	28	12
Praseodym (Pr)	35	4	9	0
Terbium (Tb)	7	1	1	0
<b>I alt</b>	<b>239</b>	<b>62</b>	<b>44</b>	<b>14</b>

Baseret på disse informationer i Tabel D-1 er det antaget, at mængden af REE-permanentmagnet til Siemens Gamesa direct-drive (til offshore-modellerne) er 600 ton/GW, mens Vestas-vindmøllerne og Siemens Gamesas onshore vindmøller anvender i størrelsesordenen 42-186 ton/GW. Da Siemens Gamesa producerede 85 % onshore og 15 % offshore møller, og med et markedsforhold mellem Siemens Gamesa og Vestas på cirka 1:1 i 2019 (både globalt målt i GW og målt på antal beskæftigede i Danmark)<sup>26</sup>, er det antaget, at de to vindmølleproducenter tilsammen leverede vindmøller bestående 92,5 % af typerne med 150 ton/GW og 7,5 % af direct-drive-typen med 600 ton/GW. Heraf fås et vægtet gennemsnit på ca. 84-217 ton/GW, som for den danske produktion af vindmøller og vindmøllekomponenter på 4,8 GW i 2019 svarer til et forbrug af REE-permanentmagneter på **403-1.041 ton**.

Priser for neodymoxid, neodymmetal og neodymmagneter ses i Tabel D-2 og er brugt til at beregnet priserne på sintrede REE-permanentmagneter til vindmølleindustrien i 2023 til omkring 1

<sup>22</sup> <https://www.vestas.com/en/sustainability/environment/materials-and-rare-earths>

<sup>23</sup> [https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Technical-papers/IRENA\\_Rare\\_Earth\\_Elements\\_2022.pdf](https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Technical-papers/IRENA_Rare_Earth_Elements_2022.pdf)

<sup>24</sup> [https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Technical-papers/IRENA\\_Rare\\_Earth\\_Elements\\_2022.pdf](https://www.irena.org/-/media/Irena/Files/Technical-papers/IRENA_Rare_Earth_Elements_2022.pdf)

<sup>25</sup> <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/19aae047-7f88-11ea-aea8-01aa75ed71a1/language-en>

<sup>26</sup> Se det første afsnit i dette bilag

mio. kr. pr. ton. I 2019 var prisen på neodymoxid og -metal ca. det halve, og det antages derfor, at prisen på sintrede REE-permanentmagneter i 2019 var omkring **0,5 mio. kr. pr. ton**. Ved brug af denne pris svarede vindindustriens forbrug af 403-1.041 ton REE-permanentmagneter i 2019 til en omkostning på ca. **0,2-0,5 mia. kr.**

**Tabel D-2** Priser på forskellige produkter af neodym.

Materiale	Reference	Pris	Renhed m.m.
Neodymoxid	Statista <sup>27</sup>	Ca. 400.000 kr./ton (2019)	99,5% minimum purity
	Institut für Seltene Erden und Metalle AG <sup>28</sup>	Ca. 400.000 kr./ton (2019)	Pr6O11 25%, Nd2O3 75% EXW China
	Metal.com <sup>29</sup>	Ca. 800.000 kr./ton (2023)	Neodymium oxide content 99.0-99.9%
	Alibaba.com <sup>30</sup>	Ca. 800.000 kr./ton (2023)	2N5-4N5(99%-99.995%)
Neodymmetal	Tradingeconomics.com <sup>31</sup>	Ca. 950.000 kr./ton (2023)	
	Institut für Seltene Erden und Metalle AG <sup>32</sup>	Ca. 900.000 kr./ton (2023) gennemsnitspris de seneste 6 måneder frem til jan. 2023	99%min EXW China
NdFeB-magneter	Institut für Seltene Erden und Metalle AG <sup>33</sup>	Ca. 2-400.000 kr./ton gennemsnitspris de seneste 6 måneder frem til jan. 2023 (det svarer til 0,6-1,2 mio. kr./ ton Nd)	NdFeB Sintered Rough (50H, N35, N45, N52, 35M, 45M, 50M, 35H, 45H, 48H) EXW China
	Magnet4less.com <sup>34</sup>	Ca. 1.500.000 kr./ton (2023) (det svarer til 4,5 mio. kr./ ton Nd)	Wind turbine generator magnets (kW-møller) Vægt: ca. 350 g

<sup>27</sup> <https://www.statista.com/statistics/617249/price-range-of-selected-rare-earth-oxides/>

<sup>28</sup> <https://en.institut-seltene-erden.de/aktuelle-preise-von-seltenen-erden/>

<sup>29</sup> <https://www.metal.com/Rare-Earth-Oxides/201102250592>

<sup>30</sup> [https://www.alibaba.com/product-detail/Neodymium-Oxide-99-Purity-Rare-Earth\\_62592079450.html?s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Neodymium-Oxide-99-Purity-Rare-Earth_62592079450.html?s=p)

<sup>31</sup> <https://tradingeconomics.com/commodity/neodymium>

<sup>32</sup> <https://ise-metal-quotes.com/>

<sup>33</sup> <https://ise-metal-quotes.com/>

<sup>34</sup> <https://www.magnet4less.com/neodymium-magnets-14-in-od-x-8-in-id-x-1-2-in-wedge-segment>



# Bilag E

## Kategorisering af varer

**Tablet E-1** Varekapitler i Danmarks Statistiks varekatalog er her inddelt af MiMa i 9 overordnede materialekategorier. Varer som fortrinsvist består af mineralske råstoffer er fremhævet med blå i tabellen.

Kategori (9 forskellige)	Varekapitel	Indhold
Handelsvarer	0	Handelsvarer/varer købt til videresalg
Føde- og drikkevarer	1	Levende dyr
Føde- og drikkevarer	2	Kød og spiseligt slagteaffald
Føde- og drikkevarer	3	Fisk og krebsdyr, bløddyr og andre hvirvelløse vanddyr
Føde- og drikkevarer	4	Mælk og mejeriprodukter; fugleæg; naturlig honning; spiselige animalske produkter, ikke andetsteds nævnt
Naturprodukter	5	Diverse produkter af animalsk oprindelse
Føde- og drikkevarer	6	Levende planter m.m. afskårne planter og blade
Føde- og drikkevarer	7	Spiselige grøntsager samt visse rødder og rodknolde
Føde- og drikkevarer	8	Spiselige frugter og nødder; skaller af citrusfrugter og meloner
Føde- og drikkevarer	9	Kaffe, te, maté og krydderier
Føde- og drikkevarer	10	Korn
Føde- og drikkevarer	11	Mølleriprodukter; malt; stivelse; inulin; hvedegluten
Føde- og drikkevarer	12	Olieholdige frø og frugter; diverse andre frø og frugter; planter til industriel og medicinsk brug; halm og foderplanter
Naturprodukter	13	Schellak o.l.; carbohydratgummier og naturharpikser samt andre plantesaft og planteekstrakter
Naturprodukter	14	Vegetabiliske flettematerialer; vegetabiliske produkter, i.a.n.
Føde- og drikkevarer	15	Animalske og vegetabiliske fedtstoffer og olier samt deres spaltningsprodukter; spisefedt; animalsk og vegetabilisk voks
Føde- og drikkevarer	16	Tilberedte varer af kød, fisk, krebsdyr, bløddyr eller andre hvirvelløse vanddyr
Føde- og drikkevarer	17	Sukker og sukkervarer
Føde- og drikkevarer	18	Kakao og tilberedte varer deraf
Føde- og drikkevarer	19	Tilberedte varer af korn, mel, stivelse eller mælk; bagværk
Føde- og drikkevarer	20	Varer af grøntsager, frugter, nødder eller andre planter og plantedele
Føde- og drikkevarer	21	Diverse produkter fra næringsmiddelindustrien
Føde- og drikkevarer	22	Drikkevarer, ethanol (ethylalkohol) og eddike
Naturprodukter	23	Rest- og affaldsprodukter fra næringsmiddelindustrien; tilberedt dyrefoder
Naturprodukter	24	Tobak og fabrikerede tobakserstatninger
Råstoffer og materialer	25	Salt; svovl; jord- og stenarter; gips, kalk og cement
Råstoffer og materialer	26	Malme, slagter og aske
Mineralske brændselsstoffer	27	Mineralske brændselsstoffer, mineralolie og destillationsprodukter deraf; bituminøse stoffer; mineralsk voks
Råstoffer og materialer	28	Uorganiske kemikalier; forbindelser af ædle metaller, af sjældne jordarters metaller, radioaktive grundstoffer og isotoper
Tilsætningsstoffer, kemikalier og farma.	29	Organiske kemikalier
Tilsætningsstoffer, kemikalier og farma.	30	Farmaceutiske produkter
Råstoffer og materialer	31	Gødningsstoffer
Tilsætningsstoffer, kemikalier og farma.	32	Garve- og farvestofekstrakter; garvesyrer, pigmenter, farvestoffer; maling, lakker, kit, spartelmasse o.l.; trykfarver mv.



Kategori (9 forskellige)	Varekapi- tel	Indhold
Tilsætningsstoffer, kemikalier og farma.	33	Flygtige vegetabiliske olier og resinoider; parfumevarer, kosmetik og toiletmidler
Tilsætningsstoffer, kemikalier og farma.	34	Sæbe; organiske overfladeaktive stoffer; vaske-, rengørings-, smøre- og pudsemidler; syntetisk og tilberedt voks; lys mv.
Naturprodukter	35	Proteiner; modificeret stivelse; lim og klister; enzymer
Komponenter og materialekomplekse produkter	36	Krudt og andre eksplosive stoffer; pyrotekniske artikler, tændstikker; pyrophore legeringer; visse brændbare materialer
Komponenter og materialekomplekse produkter	37	Fotografiske og kinematografiske artikler
Tilsætningsstoffer, kemikalier og farma.	38	Diverse kemiske produkter
Mineralske plastprodukter	39	Plast samt varer deraf
Naturprodukter	40	Gummi og varer deraf
Naturprodukter	41	Rå huder og skind (undtagen pelsskind) samt læder
Naturprodukter	42	Varer af læder; sadelmagerarbejder; rejseartikler; håndtasker o.l.; varer af tarne
Naturprodukter	43	Pelsskind og kunstigt pelsskind samt varer deraf
Naturprodukter	44	Træ samt varer deraf; trækul
Naturprodukter	45	Kork samt varer deraf
Naturprodukter	46	Kurvemagerarbejder samt andre varer af flettematerialer
Naturprodukter	47	Papirmasse af træ eller andre celluloseholdige materialer; af-fald af papir og pap
Naturprodukter	48	Papir og pap; varer af papirmasse, papir og pap
Naturprodukter	49	Bøger, aviser, billeder og andre tryksager; håndskrevne eller maskinskrevne arbejder samt tegninger
Naturprodukter	50	Natursilke
Naturprodukter	51	Uld samt fine eller grove dyrehår; garn og vævet stof af hestehår
Naturprodukter	52	Bomuld
Naturprodukter	53	Andre vegetabiliske tekstilfibre; papirgarn og vævet stof af papirgarn
Mineralske plastprodukter	54	Endeløse kemofibre
Mineralske plastprodukter	55	Korte kemofibre
Mineralske plastprodukter	56	Vat, filt og fiberdug; særligt garn; sejlgarn, reb og tovværk samt varer deraf
Mineralske plastprodukter	57	Gulvtæpper og anden gulvbelægning af tekstilmaterialer
Diverse	58	Særlige vævede stoffer; tuftede tekstilstoffer; blonder og kniplinger; tapisserier; possementartikler; broderier
Mineralske plastprodukter	59	Imprægneret, overtrukket, belagt eller lamineret tekstilstof; tekniske varer af tekstil
Diverse	60	Trikotagestof
Diverse	61	Beklædningsgenstande samt tilbehør til beklædningsgenstande, af trikotage
Diverse	62	Beklædningsgenstande samt tilbehør til beklædningsgenstande, undtagen varer af trikotage
Diverse	63	Andre konfektionerede tekstilvarer; håndarbejdssæt; brugte beklædningsgenstande og brugte tekstilvarer; klude
Mineralske plastprodukter	64	Fodtøj, gamacher o.l. samt dele dertil
Mineralske plastprodukter	65	Hovedbeklædning samt dele dertil
Mineralske plastprodukter	66	Paraplyer, parasoller, spadserestokke, siddestokke, piske, ridepiske samt dele dertil
Naturprodukter	67	Bearbejdede fjer og dun samt varer af fjer og dun; kunstige blomster; varer af menneskehår
Råstoffer og materialer	68	Varer af sten, gips, cement, asbest, glimmer og lignende materialer

Kategori (9 forskellige)	Varekapi- tel	Indhold
Råstoffer og materialer	69	Keramiske produkter
Råstoffer og materialer	70	Glas og glasvarer
Råstoffer og materialer	71	Natur-, kulturperler, ædel- og halvædelsten, ædle metaller, ædelmetalduble samt varer deraf; bijouterivarer; mønter
Råstoffer og materialer	72	Jern og stål
Råstoffer og materialer	73	Varer af jern og stål
Råstoffer og materialer	74	Kobber samt varer deraf
Råstoffer og materialer	75	Nikkel samt varer deraf
Råstoffer og materialer	76	Aluminium samt varer deraf
Råstoffer og materialer	78	Bly samt varer deraf
Råstoffer og materialer	79	Zink samt varer deraf
Råstoffer og materialer	80	Tin samt varer deraf
Råstoffer og materialer	81	Andre uædle metaller; sintrede keramiske metaller (cermets); varer af disse materialer
Komponenter og materialekomplekse produkter	82	Værktøj, redskaber, knive, skeer og gaffler samt dele dertil af uædle metaller
Komponenter og materialekomplekse produkter	83	Diverse varer af uædle metaller
Komponenter og materialekomplekse produkter	84	Atomreaktorer; kedler; maskiner og apparater samt mekaniske redskaber; dele dertil
Komponenter og materialekomplekse produkter	85	Elektriske maskiner, apparater og materiel samt dele dertil; billed- og lydoptagere/gengivere og dele og tilbehør dertil.
Komponenter og materialekomplekse produkter	86	Lokomotiver, vogne og andet materiel til jernbaner og sporveje samt dele dertil (også stationært); trafikreguleringsudstyr
Komponenter og materialekomplekse produkter	87	Køretøjer (undtagen til jernbaner og sporveje) samt dele og tilbehør dertil
Komponenter og materialekomplekse produkter	88	Luft- og rumfartøjer samt dele dertil
Komponenter og materialekomplekse produkter	89	Skibe, både og flydende materiel
Komponenter og materialekomplekse produkter	90	Optiske, fotografiske, kinematografiske, medicinske, kirurgiske, måle-, kontrol- og præcisionsinstrumenter og apparater; dele og tilbehør dertil
Komponenter og materialekomplekse produkter	91	Ure samt dele dertil
Komponenter og materialekomplekse produkter	92	Musikinstrumenter samt dele og tilbehør dertil
Komponenter og materialekomplekse produkter	93	Våben og ammunition samt dele og tilbehør dertil
Komponenter og materialekomplekse produkter	94	Møbler, madrasser, dyner o.l.; lamper, belysningsartikler; lyskilte og navneplader o.l.; præfabrikerede bygninger
Komponenter og materialekomplekse produkter	95	Legetøj, spil og sportsartikler samt dele og tilbehør dertil
Diverse	96	Diverse

# Bilag F

## Baggrundsdata for Figur 5-1

Tabel F-1 Baggrundsdata for cirkeldiagram, Figur 5-1. Kilde: Nationalregnskabet.

Varegrupperinger	mia. DKK	%
Råstoffer og materialer	106.502	21%
Komponenter og materialekomplekse produkter	122.199	24%
Naturprodukter	70.519	14%
Føde- og drikkevarer	93.347	18%
Tilsætningsstoffer, kemikalier og farma.	30.435	6%
Handelsvarer	0	0%
Diverse	2.050	0%
Mineralske brændselsstoffer	50.664	10%
Mineralske plastprodukter	32.853	6%
<b>I alt</b>	<b>508.569</b>	<b>100%</b>

# Bilag G

## Brancheinddeling efter DB07 (117-gruppering)

**Table G-1** Brancheinddeling efter DB07 (117-gruppering) af de primære og sekundære erhverv.

Branche 2-cifterniveau	
01	Landbrug og gartneri
02	Skovbrug
03	Fiskeri
06	Indvinding af olie og gas
08	Indvinding af grus og sten
09	Service til råstofindvinding
10	Fødevarerindustri
11	Drikkevarerindustri
12	Tobaksindustri
13	Tekstilindustri
14	Beklædningsindustri
15	Læderindustri
16	Træindustri
17	Papirindustri
18	Trykkerier
19	Olieraffinaderier
20	Kemisk industri
21	Medicinalindustri
22	Plast- og gummiindustri
23	Glas-, beton- og keramisk industri
24	Fremstilling af metal
25	Metalvarerindustri
26	Elektronikindustri
27	Fremstilling af elektronisk udstyr
28	Maskinindustri
29	Fremstilling af motorkøretøjer og dele
30	Fremstilling af andre transportmidler
31	Møbelindustri
32	Anden fremstillingsvirksomhed
33	Reparation og installation af maskiner og udstyr
35	Energiforsyning
36	Vandforsyning
37	Kloak- og rensningsanlæg
38	Renovation og genbrug
41	Opførelse af bygninger
42	Anlægsarbejder
43	Bygge- og anlægsvirksomhed, som kræver specialisering

## **Bilag H**

**De primære og sekundære erhvervs køb af varer (brancher på 117-gruppering og varekategorier på 2-ciffer niveau)**

**Tabel H-2** Branchernes køb af metaller og mineraler, samt halvfabrikata deraf i 2019. Købsposter større end 1 mia. kr. er fremhævet.

Nr/Nr	Branche	V25 Salt; svovl; jord- og stenarter; gips, kalk og cement V26 Malme, slagge og aske V28 Uorganiske kemikalier; forbindelser af ædle metaller, af sjæld-ne jordarters metaller, r V31 Gødningsstoffer V68 Varer af sten, gips, cement, asbest, glimmer og lignende materialer V70 Glas og glasvarer V71 Natur-, kulturperler, ædel- og halvædelsten, ædle metaller, ædelmetalduble samt var V72 Jern og stål V73 Varer af jern og stål V74 Kobber samt varer deraf V75 Nikkel samt varer deraf V76 Aluminium samt varer deraf V78 Bly samt varer deraf V79 Zink samt varer deraf V80 Tin samt varer deraf V81 Andre uædle metaller; sintrede															
		I alt	8.650	116	4.075	2.161	15.889	5.108	163	16.414	36.917	3.728	166	10.130	29	451	28
01	Landbrug og gartneri	1.955	47	-	125	1.739	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-
02	Skovbrug	13	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-
03	Fiskeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06	Indvinding af olie og gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08	Indvinding af grus og sten	688	445	-	141	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	Service til råstofindvinding	55	39	-	2	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-
10	Fødevarerindustri	1.357	74	-	212	74	10	133	-	490	59	-	305	-	-	-	-
11	Drikkevarerindustri	459	4	-	5	-	-	103	-	5	52	-	290	-	-	-	-
12	Tobaksindustri	42	-	-	-	-	-	-	-	37	2	-	3	-	-	-	-
13	Tekstilindustri	179	1	-	25	1	-	46	2	1	84	-	18	-	1	-	-
14	Beklædningsindustri	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
15	Læderindustri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Træindustri	1.203	6	-	2	1	80	416	-	4	242	34	-	365	7	46	-
17	Papirindustri	156	29	-	25	9	-	10	-	-	-	-	83	-	-	-	-
18	Trykkerier	9	-	-	-	-	-	-	-	8	-	1	-	-	-	-	-
19	Olieraffinaderier	39	2	-	25	-	2	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
20	Kemisk industri	2.988	197	3	2.192	150	8	24	40	1	243	45	44	40	-	1	-
21	Medicinalindustri	994	9	-	641	84	-	116	-	111	-	-	33	-	-	-	1
22	Plast- og gummiindustri	1.330	62	2	19	-	173	186	-	184	522	51	-	120	-	11	-
23	Glas-, beton- og keramisk industri	6.356	3.761	71	166	1	550	879	-	190	729	2	-	5	1	1	-
24	Fremstilling af metal	4.854	55	-	62	-	23	-	-	2.539	517	58	-	1.580	-	20	-
25	Metalvarerindustri	11.673	74	15	128	-	49	189	7	3.788	4.836	134	24	2.285	-	136	8
26	Elektronikindustri	1.340	-	-	44	-	-	71	4	156	501	173	2	379	3	-	4
27	Fremstilling af elektronisk udstyr	1.751	-	-	27	-	3	216	-	178	343	440	2	539	-	-	3
28	Maskinindustri	17.648	10	21	120	-	329	913	9	3.730	10.249	914	93	1.194	4	56	6
29	Fremstilling af motorkøretøjer og del	1.002	-	4	2	-	6	42	-	500	232	17	-	196	-	-	3
30	Fremstilling af andre transportmidler	880	-	-	16	-	126	15	-	180	462	9	-	58	-	14	-
31	Møbelindustri	601	-	-	-	-	10	44	-	169	318	21	-	39	-	-	-
32	Anden fremstillingsvirksomhed	389	1	-	19	-	1	7	101	68	122	15	-	47	1	7	10
33	Reparation og installation af maskiner og udstyr	2.341	1	-	19	-	11	159	-	627	1.052	63	-	397	-	11	1
35	Energiforsyning	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Vandforsyning	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
37	Kloak- og rensningsanlæg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Renovation og genbrug	4.245	-	-	1	-	50	-	-	3.098	-	723	-	321	13	39	-
41	Opførelse af bygninger	11.442	847	-	30	-	4.233	267	-	438	4.619	238	-	742	-	28	-
42	Anlægsarbejder	7.700	1.087	-	12	-	859	12	-	167	5.411	53	-	90	-	9	-
43	Bygge- og anlægsvirksomhed, som kræver specialisering	20.329	1.899	-	14	-	9.366	1.260	-	396	5.702	620	-	1.001	-	71	-

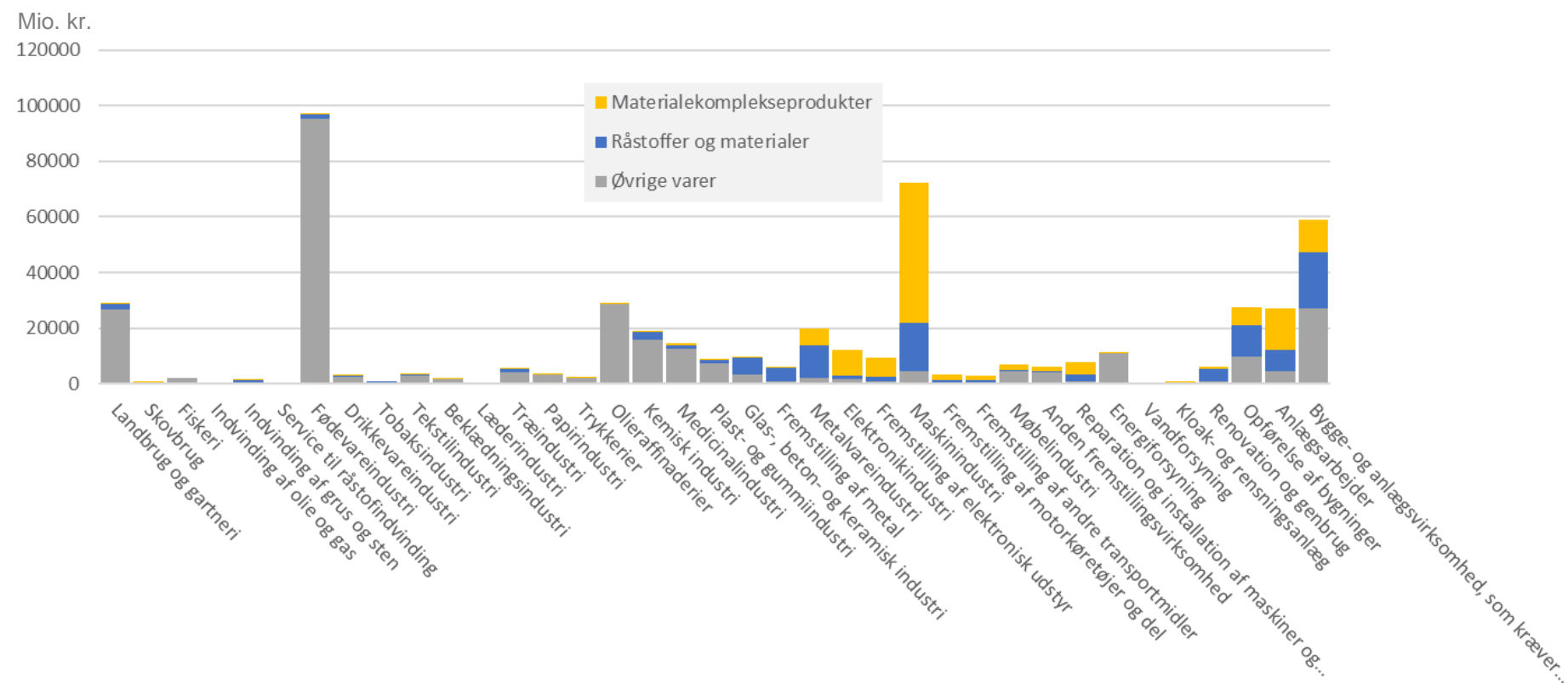
**Tabel H-3** Branchernes køb af materialekomplekse produkter i 2019. Købsposter større end 1 mia. kr. er fremhævet.

Nr	Branche	Købsposter større end 1 mia. kr. er fremhævet.																
		I alt	7	138	1.879	3.313	52.466	45.513	512	1.729	384	502	9.813	7	10	8	5.892	26
01	Landbrug og gartneri	52	-	-	33	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02	Skovbrug	5	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03	Fiskeri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
06	Indvinding af olie og gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08	Indvinding af grus og sten	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	Service til råstofindvinding	15	-	-	11	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Fødevarerindustri	291	-	-	61	43	187	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Drikkevarerindustri	73	-	-	-	63	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12	Tobaksindustri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Tekstilindustri	76	-	-	11	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64
14	Beklædningsindustri	17	-	-	5	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Læderindustri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Træindustri	303	-	-	45	251	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
17	Papirindustri	385	-	6	71	3	303	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Trykkerier	238	-	128	8	1	37	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Olieraffinaderier	23	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Kemisk industri	23	-	-	10	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Medicinalindustri	1.050	-	-	8	107	197	-	-	-	-	738	-	-	-	-	-	-
22	Plast- og gummiindustri	438	-	1	60	135	171	55	-	12	-	1	-	-	-	-	3	-
23	Glas-, beton- og keramisk industri	108	-	-	32	17	54	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
24	Fremstilling af metal	354	-	-	73	15	176	71	-	7	-	12	-	-	-	-	-	-
25	Metalvarerindustri	6.085	-	-	333	320	3.588	1.276	-	9	-	329	-	-	-	-	230	-
26	Elektronikindustri	9.446	-	2	126	64	946	4.619	-	41	17	3.614	4	-	2	11	-	-
27	Fremstilling af elektronisk udstyr	6.799	-	-	88	70	1.140	5.008	-	-	-	213	-	-	4	276	-	-
28	Maskinindustri	50.347	-	-	423	121	29.447	18.005	-	176	-	2.112	-	-	2	61	-	-
29	Fremstilling af motorkøretøjer og del	1.897	-	-	13	55	498	274	7	1.034	-	3	-	-	-	13	-	-
30	Fremstilling af andre transportmidler	1.593	4	-	21	22	806	318	7	180	4	38	132	-	-	61	-	-
31	Møbelindustri	1.950	-	-	15	463	6	167	-	-	-	-	-	-	-	1.299	-	-
32	Anden fremstillingsvirksomhed	1.291	-	1	5	44	150	224	-	11	-	832	-	10	-	14	4	-
33	Reparation og installation af maskiner og udstyr	4.669	-	-	68	111	2.032	1.018	498	259	363	2	255	-	-	63	-	-
35	Energiforsyning	214	-	-	-	-	-	214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Vandforsyning	15	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	Kloak- og rensningsanlæg	406	-	-	-	-	129	277	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Renovation og genbrug	1.068	-	-	-	-	143	925	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Opførelse af bygninger	6.480	-	-	177	260	3.171	504	-	-	-	485	-	-	-	1.883	-	-
42	Anlægsarbejder	14.694	-	-	19	176	3.831	9.263	-	-	-	462	460	-	-	483	-	-
43	Bygge- og anlægsvirksomhed, som kræver specialiseret	11.765	-	-	158	960	5.369	3.225	-	-	-	626	3	-	-	1.424	-	-

# Bilag I

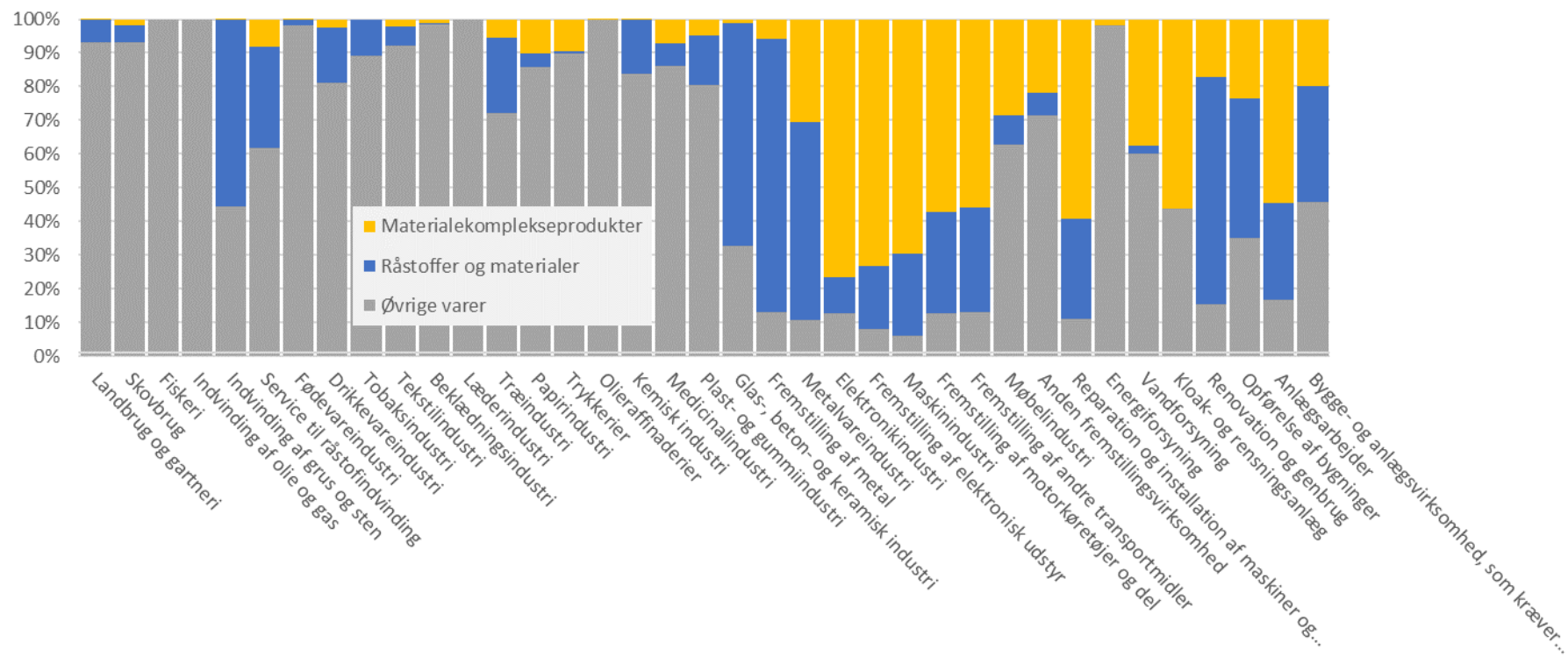
## De primære og sekundære erhvervs køb af varer baseret på mineralske råstoffer

**Tabel I-4** Branchernes køb af varer baseret på mineralske råstoffer, samt øvrige varer.





**Tabel I-2** Branchernes køb af varer baseret på mineralske råstoffer, samt øvrige varer.



## Bilag J

### Sammensatte materialers og komponenters grundstofindhold

**Tabel J-1:** Samlet oversigt over de sammensatte materialetypernes grundstofindhold for de produkter som indgår i kategorierne 25, 28, 31, 68, 70, 72, 73, 74 og 76.

Varegruppe	Sammensatte materialetyper	Typisk grund- eller råstofindhold (vægt-%)
25 Salt; svovl; jord- og stenarter; gips, kalk og cement	Cement	Kalk(75%) og ler(25%) -
28 Uorganiske kemikalier; forædlinger af ædle metaller, af sjældne jordarters metaller, radioaktive...	Natrium- og kaliumhydroxider	- -
31 Gødningsstoffer	"NPK-blandinger"	
68 Varer af sten, gips, cement, asbest, glimmer og lignende materialer	Beton	Sand, grus, kalk, mikrosilica (silicium metal)
70 Glas og glasvarer	Glasfiber Planglas Opbevaringsglas Andet glas	Si(54%), Ca(17,5%), Al(14%), Mg(4,5%), B(10%) Si(72%), Na(13,5%), Ca(8,5%), Al(1,5%), Mg(3,5%) Si(74,5%), Na(13,3%), Ca(10,5%), Al(1,5%), Mg(0,2%) Si(72%), Na(13,5%), Ca(8,5%), Al(1,5%), Mg(3,5%)
72 Jern og stål	Jern og ulegeret stål Rustfrit stål Blandet stål og affald (1:100)	Fe (99,5%), Zn (0,5%) Fe(73,5%), Ni(18%), Cr(8%), Mn(0,5%) Fe(99,24%), Ni(0,18%), Cr(0,08%), Mn(0,005%), Zn (0,495%)
73 Varer af jern og stål	Ikke identificeret, men antaget	Som for 72 jern og stål
74 Kobber samt varer deraf	Kobber Messing Bronze Cupro-nikkel Andre kobberlegeringer (5:4:1)	Kobber Cu(63%), Zn(36%) Cu(88%), Sn(12%) Cu(75%), Ni(25%) Cu(84,4%), Zn(14,4%), Sn(1,2%)
76 Aluminium samt varer deraf	Ikke identificeret, men antaget	Al(97,21%), Si(0,6%), Mg(1,0%), Cu(0,275%), Cr(0,195%)

**Tabel J-2:** Samlet oversigt over grundstofindholdet i de sammensatte materialer (og komponenter) som vurderes, at være de grundlæggende byggesten for de mere komplekse produkter i varegrupperne 36, 37 og 82-96.

Varegruppe	Sammensatte materialetyper og komponenter	Typisk grund- eller råstofindhold (vægt-%)
36-37 og 82-96	Slidstål	Cr (4%), Mo (3%), W (5%), V (1%), Co (1%), Fe (86%)
	Stål	Som beskrevet i Tabel J-1 (jern og ulegeret stål)
	Rustfrit stål	Som beskrevet i Tabel J-1
	Aluminiumslegeringer	Som beskrevet i Tabel J-1
	Kobber	Som beskrevet i Tabel J-1 (andre kobberlegeringer)
	Kobberlegering	MiMa-antagelse baseret på Tabel J-1; Cu (95%), Zn (3%), Sn(1%), Ni(1%)
	Katalysator	PGM (0,2%), andet (99,8%)
	El-motor	Cu(9,6%), Al(15%), Fe(73%)
	Elektronik	Ag(156 ppm), Au (8,9 ppm), Pd(1,4 ppm), Cu(5 %), Sn(0,4 %), andet(95,5 %)
	Andet glas	Som beskrevet i Tabel J-1
	Li-batteri	Li (16,5%), Co (11,5%), Al (21,5%), Ni (6%), Cu (13,5%), C (16,5%), Mn (5,5%)
	Pb-batteri	Pb (60%), S(10%), Sb (1%)
	Optiske fiberkabler	Si (0,9%), Ge (0,1%)
Transformator	Cu (16%), Fe (61%)	

## Indholdsfortegnelse

<b>Bilag J</b>	<b>169</b>
Sammensatte materialers og komponenters grundstofindhold.....	169
<b>25 Salt; svovl; jord- og stenarter; gips, kalk og cement</b> .....	171
<b>28 Uorganiske kemikalier; forædlinger af ædle metaller, af sjældne jordarters metaller mv.</b> .....	171
<b>70 Glas og glasvarer</b> .....	172
<b>72 Jern og stål</b> .....	173
<b>73 Varer af jern og stål</b> .....	174
<b>74 Kobber samt varer deraf</b> .....	175
<b>76 Aluminium samt varer deraf</b> .....	176
<b>Elektronik</b> .....	177
<b>El-motor</b> .....	177
<b>Katalysator</b> .....	178
<b>Slidstål (værktøjsstål)</b> .....	178
<b>Transformator</b> .....	178
<b>Li-batterier</b> .....	179
<b>Pb-batterier</b> .....	179
<b>Optiske fiberkabler</b> .....	179
<b>Referencer</b> .....	180

## 25 Salt; svovl; jord- og stenarter; gips, kalk og cement

**Cement** er et blandingsprodukt, typisk af  $\frac{3}{4}$  kalk og  $\frac{1}{4}$  ler ([wiki](#)) med mindre tilsætninger af andre stoffer. Overordnet fremstilles cement ved, at ler og kalk blandes sammen og brændes i en cementovn evt. under tilsætning af andre stoffer. Råstofferne kalk og ler og ikke grundstofsammensætningen for cement er anvendt i nærværende analyse. Her viser vi den dog alligevel:

**Tabel J-3:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for cement.

Råmateriale-type	Grundstoffer					Kilde til sammensætning
	Kalcium (CaO)	Silicium (SiO <sub>2</sub> )	Aluminium (Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Jern (Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Sulfat (S)	
Cement	61 – 67 %	19 – 23 %	2,5 – 6 %	0 – 6 %	1,5 – 4,5 %	Typisk sammensætning for Portland cement <a href="#">Wiki</a>

## 28 Uorganiske kemikalier; forædlinger af ædle metaller, af sjældne jordarters metaller mv.

De fundne materialer er enten oxider, eller rene metaller i fast form eller vandopløste. I næsten alle tilfælde er der et enkelt grundstof som repræsenterer materialets værdi og derfor er der ikke behov for at inddеле materialerne yderligere efter deres komposition og beregne værdi-andele. I værdimæssig sammenhæng antages det at værdien af varen udgøres af materialets hovedbestanddel eks. vis fosfor(P) i fosfat(PO<sub>4</sub>). En enkelt undtagelse er der for materialetypen natrium- og kaliumhydroxider, som er under samme varekategori. Varekategorien er fordelt ud på natriumhydroxid og kaliumhydroxid ved at anvende importforholdet mellem natriumhydroxid og kaliumhydroxid. Importen af de to kemikalier er aflæst i UN Comtrade databasen.

## 70 Glas og glasvarer

**Glasfiber** anvendes typisk som armering i plast. Styrken i plastmaterialet opnås ved at lange fibre af glas støbes ind i plasten. Glasfiber kan inddeles i forskellige klasser alt efter komposition og dermed egenskab. Størstedelen af verdens glasfiberproduktion er af typen E-glas ([wiki](#) + [Force Technology](#)). Bogstavet E anvendes til klassifikationen fordi typen oprindeligt blev anvendt til elektriske applikationer. I dag anvendes E-glas eksempelvis også til fremstilling af vindmøller. E-glas er af typen aluminium-bor-silikat.

**Opbevaringsglas** er af typen natron-kalk-silikat.

**Planglas** (somme tider benævnt floatglas og valset glas) er af typen natron-kalk-silikat glas, men der er tilsat en mængde magnesium for at gøre glasset mere transparent. Typisk vil indholdet af jern fra silikatet forurene glassets klarhed med et grønligt skær. Magnesium tilsættes pga. dets optiske egenskab fordi det ophæver det grønlige skær da det selv har en violet farve.

**Andet glas** består af mange forskellige glasprodukter. Natron-kalk-silikat glas er antageligt den mest udbredte type glas i denne kategori, da natron-kalk-silikat glas udgør næsten 90 % af den producerede glasmængde globalt ([kilde](#)). Som komposition for denne glaskategori antages derfor den samme som for planglas. Udover planglas og opbevaringsglas (soda-lime glas), findes der en række andre glastyper som også anvendes i industrien – glastyper vi derved ikke forholder os til i denne analyse. For at nævne nogle stykker, så findes der natrium-bor silikatglas for emner der skal modstå høje temperaturer og temperatursvingninger fx laboratorieglass og glødepæreglas; bly-oxid glas/krystalgals som er et meget klart glas, men mindre varmebestandigt og det anvendes til vinglas og lignende husholdningsglas kaldet "krystalglas"; aluminium silikatglas anvendes primært til produktion af glasfiber, men også til fremstilling af halogenpæreglas; tynde kabler af silikatglas bliver egnet til fiberoptik når de omsluttes af et lag oxid fx aluminium, germanium, phosphor, bor som har et lavt refraktivt index (lav reflektionsvinkel gør at lyset fanges i silikatkablet) og til fremstilling af en laserforstærker kan man i stedet omslutte laget med erbiumoxid (kaldes EDFA erbium-doped waveguide amplifier).

**Tabel J-4:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for de identificerede råmateriale typer af glas.

Råmateriale type	Grundstoffer						Kilde til sammensætning
	Silicium (SiO <sub>2</sub> )	Natrium (Na <sub>2</sub> O)	Kalcium (CaO)	Aluminium (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Magnesium (MgO)	Bor (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	
Glasfiber (E-glas)	54 % (52-56 %) (52-56 %)	-	17,5 % (16-25 %) (21- 23%)	14 % (12-16 %) (12-15%)	4,5 % (0-5 %) (0,4-4%)	10 % (5-10 %) (4-6%)	<a href="#">wiki</a> ( <a href="#">BGF Industries</a> ) ( <a href="#">PPG Industries Inc</a> )
Planglas	72 %	13,5 %	8,5 %	1,5 %	3,5 %	-	<a href="#">wiki</a>
Opbevaringsglas	74,5 %	13,3 %	10,5 %	1,5 %	0,2 %	-	Si, Na, Ca og Mg for planglas justeret ifht <a href="#">glassproperties.com</a>
Andet glas	72 %	13,5 %	8,5 %	1,5 %	3,5 %	-	Antaget som planglas

## 72 Jern og stål

**Jern** er et grundstof kemisk set, men betegnelsen jern anvendes tilsyneladende også som en samlebetegnelse for produkter som indeholder mindst 95 % jern. ([Den Store Danske](#)).

**Ulegeret stål** er jern reduceret med kulstof uden øvrige tilsætninger. Ulegeret stål kaldes også for karbon-stål eller bare stål. Ulegeret stål indeholder op til 2 % kulstof, men sædvanligvis 0,8 % kulstof. For stålkonstruktioner anvendes typisk stål med mindre end 0,25 % kulstof, fordi et højere kulstofindhold gør stålet mindre svejsbart ([Den Store Danske](#)). Der kan være foretaget forskellige overfladebehandlinger af stålet fx galvaniseringer med zink<sup>35</sup>, men i det store hele er hovedbestanddelen jern for kategorien jern og ulegeret stål. I beregningsøje med antages det at værdien af jern og ulegeret stål udgøres 99,5 % jern og 0,5 % zink

**Rusfrit stål** er betegnelsen for stål der indeholder mindst 12 % krom. Austenitisk rustfrit stål er den mest udbredte form for rustfri stål, og den indeholder foruden krom også 8-20 % nikkel. Konkret er typen 18/8 (jern legeret med 18 % krom og 8 % nikkel) den mest udbredte ([wiki](#)). Efter EN 10088-2-2005 hedder 18/8 ståltypen X5CrNi18-10 (1.4301). Ståltypen må udover krom og nikkel gerne indeholde andre stoffer i små mængder. Disse medtages ikke i denne vurdering. En undtagelse gøres dog med mangan, da 0,15 – 0,8 % ofte tilsættes stål for at øge dets styrke. Samlet set kan der derfor antages en generel sammensætning for rustfrit stål på 18 % krom, 8 % nikkel og 0,5 % mangan.

**Blandet stål og affald** er i dette tilfælde en sammenblanding af varekategorier som både indeholder affald og mere konkrete ståltyper fx kategorien ferrolegeringer. Ferrolegeringer er medtaget i denne blandingskategori og vi har valgt ikke at beskrive den særskilt pr. legeringstype, fordi den udgør en meget lille del af den samlede mængde jern og stål, som industrien køber. I beregningsøjemed anvendes en sammensætning af 99 % jern og 1 % rustfrit stål for kategorien blandet stål.

**Tabel J-5:** Vægtindholdet af råstoffer, som vurderes typisk for de identificerede råmateriale typer af jern og stål.

Råmateriale-type	Grundstoffer					Kilde til sammensætning
	Jern	Nikkel	Krom	Mangan	Zink	
Jern og ulegeret stål	100 %				0,5 %	<sup>1</sup> Samt eget estimat
Rusfrit stål	73,5 %	18 % (17,5 – 19,5)	8 % (8 – 10,5 %)	0,5 % (Max 2 %)		18/8 typen ( <a href="#">stainlesssteelnumber.com</a> ) Indeholder desuden: Max 0,07 % C Max 1 % Si Max 0,045 % P Max 0,015 % S Max 0,11 % N
Blandet stål og affald	99,24 %	0,18 %	0,08 %	0,005 %	0,495	Antagelse om 1:100

<sup>35</sup> 3,5% <https://www.portlandbolt.com/technical/faqs/weight-gained-from-galvanizing/> op til 20% <https://rotocoat.com/hot-dip-galvanizing/technical-information/increase-in-steel-weight-during-hot-dip-galvanizing>

## 73 Varer af jern og stål

Det er ikke umiddelbart muligt hverken med udgangspunkt i Danmarks Statistiks varekatalog, EU's Kombinerede Varenumerkatalog eller noterne til EU's Kombinerede Varenumerkatalog ([KN noter](#)) at identificere konkrete materialetyper for varer af jern og stål.

Vi vil derfor antage at sammensætningen for varekategorien varer af jern og stål (73) er den samme som for varekategorien jern og stål (72). Det er ikke nødvendigt at kende råstofsammensætningen for varekategori 72 – man kan nøjes med at tage udgangspunkt i den beregnede værdifordeling blandt råstofferne i varekategorien. Værdifordelingen er beregnet og vist i bilag B3.

## 74 Kobber samt varer deraf

**Raffineret kobber** er i EU's Varenomenklatur defineret som metal, der indeholder mindst 99,85 vægtprocent kobber, eller metal, der indeholder mindst 97,5 vægtprocent kobber, forudsat ingen anden bestanddel indgår i mængder, der overstiger de i nedenstående skema anførte grænseværdier: For nærværende beregning antages det at kobber udgør 100 % af værdien af raffineret kobber.

**Messing** er en kobber-zink legering. Fordelingen 60/40 (kobber/zink) anvendes typisk til [haner](#), [bolte](#), [skruer](#), [ventiler](#), [rørfittings](#).

**Bronze** er en kobber-tin legering. Om bronze kan man læse at det typisk anvendes til skibspropeller, musikinstrumenter og elektriske kontakter([wiki](#)). Udendørskabler/blottede kabler platteres ofte med et tyndt lag af et andet metal for at mindske oxidering. Typisk platteres med tin ([wiki](#)).

**Tabel J-6:** Grænseværdier for forurenende bestanddele i raffineret kobber, jf. den Europæiske Nomenklatur.

Bestanddel		Grænseværdi for vægtprocent
Ag	Sølv	0,25
As	Arsen	0,5
Cd	Cadmium	1,3
Cr	Krom	1,4
Mg	Magnesium	0,8
Pb	Bly	1,5
S	Svovl	0,7
Sn	Tin	0,8
Te	Tellur	0,8
Zn	Zink	1
Zr	Zirkon	0,3
Andre bestanddele (!), hver for sig		0,3

(!) Andre bestanddele, fx: Al, Be, Co, Fe, Mn, Ni, Si.

**Cupronikkel** er en kobber-nikkel legering. Cupronikkel er [korrosionsbestandigt og ved til sætning af jern og mangan også stærkt](#).

**Tabel J-7:** Vægtindholdet for de råstoffer, som vurderes typisk for de identificerede materialetyper af kobber.

Råmateriale	Grundstoffer				Kilde til sammensætning
	Kobber	Zink	Tin	Nikkel	
Raff. Kobber	100 %				
Messing Cu-Zn legering	63 % (62 %)	37% (38 %)			"Common brass" <a href="#">about.com</a> ("alm. Gul messing" <a href="#">wiki</a> )
Bronze Cu-SB legering	88 %		12 %		"typically modern bronze" <a href="#">wiki</a>
Cupronikkel Cu-Ni legering	75 %			25 %	"a typical mix" <a href="#">wiki</a>
Andre kobberlegeringer	100 %				Antagelse



## 76 Aluminium samt varer deraf

**Aluminiumslegering (6000-serien)** indeholder variationer over legeringer af silicium-magnesium-aluminium. Vi vurderer, at de to mest anvendte aluminiumslegeringer konkret er 6061 og 6063. Hvilken af de to legeringstyper som er den mest anvendte, er vi ikke klar over. Forskellen på 6061 og 6063 er ikke stor, det drejer sig blot om nogle få procent så ved beregning af grundstoffer har vi valgt at anvende kompositionen for 6061.

**Tabel J-8:** Vægtindholdet for grundstoffer i aluminiumslegering 6061, som proxy for kompositionen for aluminiumslegeringer. Aluminium 6061 må indeholde få promiller af titanium, zink, jern og mangan, men de er ikke væsentlige for legeringen og er derfor ikke medtaget i vurderingen af materialetypens indhold af grundstoffer.

Råmaterialetype	Grundstoffer					Kilde til sammensætning
	Aluminium	Silicium	Magnesium	Kobber	Krom	
Aluminiumslegering (6000-serien)	97,21 % (95,85-98,56%)	0,6 % (0,4-0,8%)	1,0 % (0,8-1,2%)	0,275 % (0,15-0,40%)	0,195 % (0,04-0,35%)	<a href="#">(wiki)</a> Andre mulige legeringselementer: Jern max 0,10 % Mangan max 0,15 % Zink max 0,25 % Titanium max 0,15 % Andre metaller max 0,05 % pr metal.

## Elektronik

**Table J-9:** Vægtindholdet af grundstoffer i elektroniske apparater.

Råmateriale type		Grundstoffer											Kilde til sammensætning
		Høj råstofværdi i produktet					Lav råstofværdi (ikke inkluderet i analysen)						
		Ag	Au	Pd	Cu	Sn	Pt	Pb	Zn	Ni	Fe	Andet	
A WEEE (både elektrisk og elektronisk)		25 ppm	1,25 ppm	0,1 ppm	2 %	0,04 %							Ref 4, normaliseret efter Cu-indhold på 2 %
B Fjernsyn		17 ppm	3,4 ppm						0,02 %				Ref 8
C Computer		189 ppm	16 ppm	3 ppm	7 %	1 %	0 %	6,3 %	2,2 %	0,85 %	20,5 %		Ref 7
D Mobiltelefoner		3630 ppm	347 ppm	151 ppm	12,8 %	1 %		0,6 %	1,1 %	1,5 %	6,5 %		Ref 5
E Elektroniske apparater		10 ppm	15 ppm	1 ppm	6 % 6 % (ref 6)	0,16 %							Beregnet Printplader udgør 3-7 % af elektronik (re X, Y, Z) <sup>36</sup> Ref 6
Komponenter	Hylster, ledninger, kontakter				5 %				2%	2%	80%	11 %	MiMa-erfaring fra adskillelse
	Printplader	200 ppm (170 ppm 81-1300)	300 ppm (220 ppm 230-1600)	20 ppm (1,2 ppm 90-309)	20 % (13 % 14-34 %)	3,25 %	1 ppm (2 ppm 0 ppm)	1,7-1,8 %	0,02 %	4 %	4,9%		Gennemsnit Printplader (ref 1) Printplader (ref 2) Printplader (ref 3)
Anvendt i analysen:		60 ppm	8,9 ppm	1,4 ppm	5 %	0,4 %							Gennemsnit af A, B, C, og E (D mobiltelefoner er ikke inkluderet)

## EI-motor

**Table J-10:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for elektroniske motorer.

Råmateriale type		Grundstoffer											Kilde til sammensætning
		Høj råstofværdi i produktet				Lav råstofværdi (ikke inkluderet i analysen)							
		Cu	Al	Fe	C							Andet	
A Elmotor til elbil (model XC40 fra VCC)		9,4 %	32 %	51 %									Ref 7, 0,88 % magnetmetaller
B IE2 motor 1,1 kW		11,48 %	15,1 %	73%									Ref 8
C IE2 motor 11 kW		10,32 %	11,47 %	78%									Ref 9
D IE2 motor 110 kW		7,4 %	2,47 %	90%									Ref 8
Kontakt (electric brush)					0,1%								Gæt
Anvendt i analysen:		9,6%	15%	73%									Gennemsnit af A, B, C og D

<sup>36</sup> <http://www.sdewes.org/jsdewes/dp043d5cc53518ab794187660aa79d1fc849eda75a>

## Katalysator

**Tabel J-11:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for katalysatorer.

Råmateriale type	Grundstoffer													Kilde til sammensætning
	Høj råstofværdi i produktet			Lav råstofværdi (ikke inkluderet i analysen)										
	Pt	Pd	Rh	Cr	Al	Fe	Mg	Si	Ca	P	Zr	Ce	Andet	
A Bil-katalysator (overfaldemålinger)	2,1-5 %			1,8-11,8 %	18-28 %	2,1-42,8 %								Ref 10
B Bil-katalysator (gennemsnit)	0,07 %	0,08 %	0,01 %		37,8 %		9,2 %	34,6 %	0,8 %					Ref 11
C Typisk bil-katalysator	0,1-0,2%					30-50 %								Ref 12
D Ceramic "Honey comb"	0,0754 %	0,1364 %	0,0257 %	0,8 %			8,51 %	53,33 %	1,16 %	1,81 %	4,55 %	3,51 %		Ref 13
Anvendt i analysen:	0,07 %	0,11 %	0,018 %											Gennemsnit af B og D

## Slidstål (værktøjsstål)

**Tabel J-12:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for slidstål (værktøjsstål).

Råmateriale type	Grundstoffer													Kilde til sammensætning
	Høj råstofværdi i produktet					Lav råstofværdi (ikke inkluderet i analysen)								
	Cr	Mo	W	V	Co	Mn	Ni	C	Si	Fe			Andet	
"Various tool steel" (5 typer)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							Ref 14
HSS (typisk) (T1, M1, M2, M7, M35, M42, M50)	3,75 - 4,3 %	4,25-9,5 %	0,1-18	1-2 %	0-8 %	0-0,4 %								Ref 15
Typiske værktøjsståltyper (N=77)	0-13,5 %	0-11 %	0-19 %	0-5,15 %	0-13 %	0,1-2,5 %	0-5,5 %	0-2,5 %						Ref 16
Anvendt i analysen:	4%	3%	5%	1%	1%	0,3 %	0,1 %							Skøn baseret på Ref 15 og 16

## Transformator

**Tabel J-13:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for transformatorer.

Råmateriale type	Grundstoffer											Kilde til sammensætning	
	Høj råstofværdi i produktet		Lav råstofværdi (ikke inkluderet i analysen)										
	Cu	Fe									Andet		
"Main transformer materials"	16%	61%											Ref 17
	4-16%												Ref 18
Anvendt i analyse:	16%	61%											Ref 17

## Li-batterier

**Table J-14:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for lithiumbatterier.

Råmateriale type	Grundstoffer											Kilde til sammensætning	
	Høj råstofværdi i produktet							Lav råstofværdi (ikke inkluderet i analysen)					Andet
	Li	Co	Al	Ni	Cu	C	Mn						
A NCA-grafit	1,9 %	2,3 %	21%	12%	13 %	17 %							Ref 19
B LMO-grafit	1,4 %		22%		14 %	16 %	11 %						Ref 19
Anvendt i analysen:	16,5 %	11,5 %	21,5 %	6%	13,5 %	16,5 %	5,5 %						Gennemsnit af A og B

## Pb-batterier

**Table J-15:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for blybatterier.

Råmateriale type	Grundstoffer											Kilde til sammensætning		
	Høj råstofværdi i produktet			Lav råstofværdi (ikke inkluderet i analysen)									Andet	
	Pb	S	Sb	Glas	Plast	H <sub>2</sub> O								
A Blybatteri	59 %												41%	Ref 20
B Blybatteri	60 %	10%	1%											Ref 21 og 22
Anvendt i analysen:	60 %	10%	1%											Gennemsnit af A og B

## Optiske fiberkabler

**Table J-16:** Vægtindholdet af grundstoffer, som vurderes typiske for optiske fiberkabler.

Råmateriale type	Grundstoffer											Kilde til sammensætning		
	Høj råstofværdi i produktet		Lav råstofværdi (ikke inkluderet i analysen)										Andet	
	Si	Ge												
'Jacket' (plast) Kevlar Jacket Buffer jacket													99%	
Ge-doped silika aka. germanosilikatglas	90%	10 %												Ref 23
Anvendt i analysen:	0,9%	0,1 %												Gennemsnit



# Bilag K

## Materialekomplekse varers overordnede materiale- og komponentsammensætning

**Tabel K-1:** Samlet oversigt over de sammensatte materialer (og komponenter) som vurderes, at være de grundlæggende byggesten for de materialekomplekse varer.

Produkttyper i varegrupperne 36-37 og 82-96	Elektronik (Al, Sn, Au, Pd, Ag, Cu, plast)											
	Slidstål	Stål	Rustfrit stål	Aluminiumslegeringer	Kobber	Kobberlegeringer	Katalysator	Glas	Li-Batteri	Pb-batteri	Andre råstoffer	
Affald af batterier og elektriske og elektroniske apparater		15%*		15%*	15%*			25%*		5%*	20%*	5%*
Slidværktøj og sliddele	5%*	85% <sup>3</sup>		3% <sup>7</sup>								12%*
Maskiner	1%*	75% <sup>3</sup>		1% <sup>7</sup>	1,5%*			0,1%*				23,40%*
Andre metalprodukter		25%*	25%*	30%*		20%*						0%*
Forbrændingsmotor	1%*	50% <sup>3</sup>		25% <sup>7</sup>	1,5%*			0,5%*				24,50%*
Pumper		80% <sup>3</sup>	40%*	3% <sup>7</sup>	0,5%*	1,5%*		0,1%*				14,90%*
Ovne & varmelegemer		70% <sup>3</sup>	35%*	3% <sup>7</sup>	0,5%*	1,5%*		0,1%*				24,90%*
Procesanlæg		90% <sup>3</sup>	45%*	1% <sup>7</sup>	0,5%*	1,5%*		0,1%*				6,90%*
Elektriske apparater		50% <sup>3</sup>		2% <sup>7</sup>	8% <sup>37</sup>			5%*				37%*
Slidmaskiner	5%*	75% <sup>3</sup>		1%*	1,5%*			0,1%*				16,6%*
Motorkøretøjer	1%*	80% <sup>3</sup>		6% <sup>7</sup>	1,5% <sup>2</sup>		0,1% <sup>38</sup>	0,5%*	0,24% <sup>39</sup>		1% <sup>40</sup>	14,66%*
Skibe		80% <sup>3</sup>		2% <sup>7</sup>	0,5%*	0,5%*	0,01%*	0,1%*	0,8%*		0,3%*	15,79%*
Luffartøjer	1%*	13% <sup>3</sup>		70% <sup>7</sup>	3,5%*		0,1%*	0,5%*	0,24%*	0,3%*		16,36%*
Lokomotiver	1%*	90% <sup>3</sup>		1% <sup>7</sup>	3,5% <sup>2</sup>		0,1%*	0,5%*	0,8%*		0,3%*	5,30%*
Lokomotiver-elektriske	1%*	90% <sup>3</sup>		1% <sup>7</sup>	3,5% <sup>2</sup>			0,5%*	0,8%*		0,3%*	5,40%*
Vogne, karosserier, cykler, godsbeholdere		85% <sup>41</sup>		3% <sup>7</sup>	2,5% <sup>42</sup>							9,50%*
Diverse		15%*		15%*	15%*							55%*

\* Sammensætning estimeret af MiMa.

<sup>37</sup> Wittmer (2006)

<sup>38</sup> <https://wasteadvantagemag.com/how-to-recycle-a-catalytic-converter/>

<sup>39</sup> <https://www.statista.com/statistics/882616/us-canadian-built-light-vehicles-average-glass-weight/>

<sup>40</sup> <https://freightviking.com/how-much-semi-truck-battery-weight/>

<sup>41</sup> Passarini, F., Ciacci L., Nuss P. and Manfredi S., Material Flow Analysis of Aluminium, Copper, and Iron in the EU-28, EUR 29220 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-85744-7, doi 10.2760/1079, JRC 111701

<sup>42</sup> Wittmer (2006), Passarini et al. (2018)

*Geocenter Danmark er et formaliseret samarbejde mellem de fire selvstændige institutioner De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet samt Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning (IGN) ved Københavns Universitet og Geologisk Museum under Statens Naturhistoriske Museum.*



*Videncenter for Mineralske Råstoffer og Materialer (MiMa) er et rådgivende center under De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS). MiMa formidler viden om mineralske ressourcers værdikæde fra efterforskning og udvinding til forbrug, genanvendelse og udviklingen af nye teknologier.*