

**Research and analysis of the megatrend
'increasing scarcity of important raw materials'
and the impact of this trend on the achievement
of the Sustainable Development Goals (SDGs).**

A study commissioned by FISD.

Instituut vóór Duurzame Ontwikkeling, Brugge, België
(Institute for Sustainable Development, Bruges, Belgium)



Content

1. Introduction
2. 'War on resources'
3. Methodological approach
4. Results of the study
 - Overview
 - Detail
5. Concluding remarks



**Although an important issue,
this study is not about the environmental and social impact,
along the value chain (cf. LCSA),
when using ‘important raw materials’.**

Preliminary remark (1)



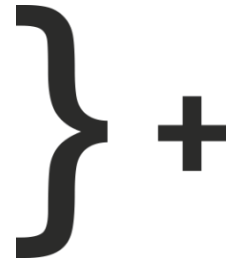
Content

- 1. Introduction**
2. 'War on resources'
3. Methodological approach
4. Results of the study
 - Overview
 - Detail
5. Concluding remarks



Major societal challenges: linking '*megaforces*'

- energy and fuel
- climate change
- scarcity of resources
- scarcity of water
- population growth
- welfare
- urbanisation
- food security
- degradation of ecosystems
- deforestation



(rare earth) metals
biomass

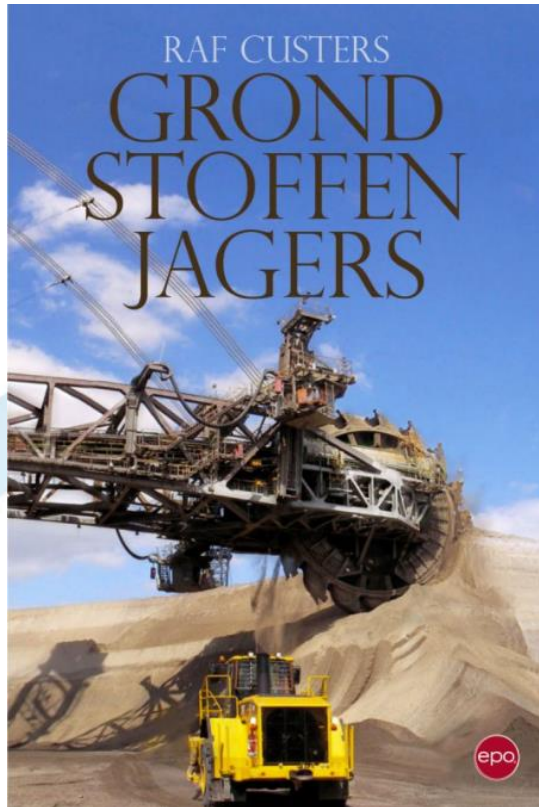
Low carbon society,
in particular,
greening the supply.

Content

1. Introduction
- 2. 'War on resources'**
3. Methodological approach
4. Results of the study
 - Overview
 - Detail
5. Concluding remarks



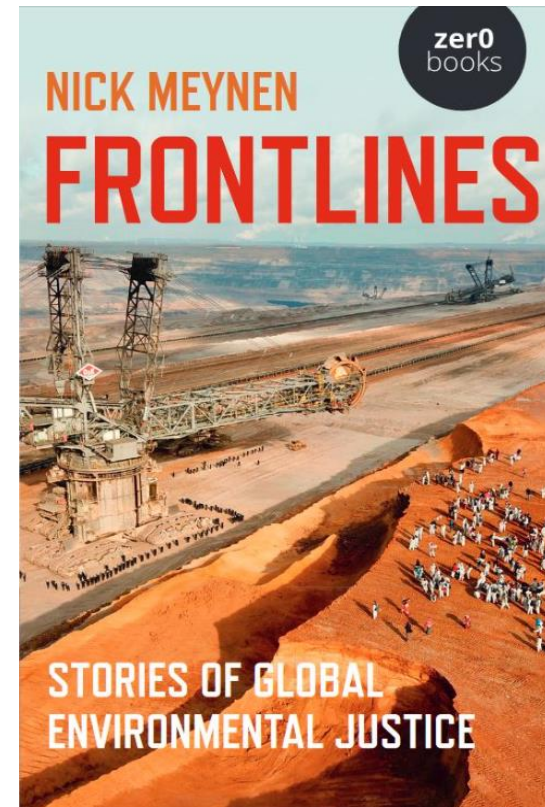
'War on resources' : just to clarify (0)



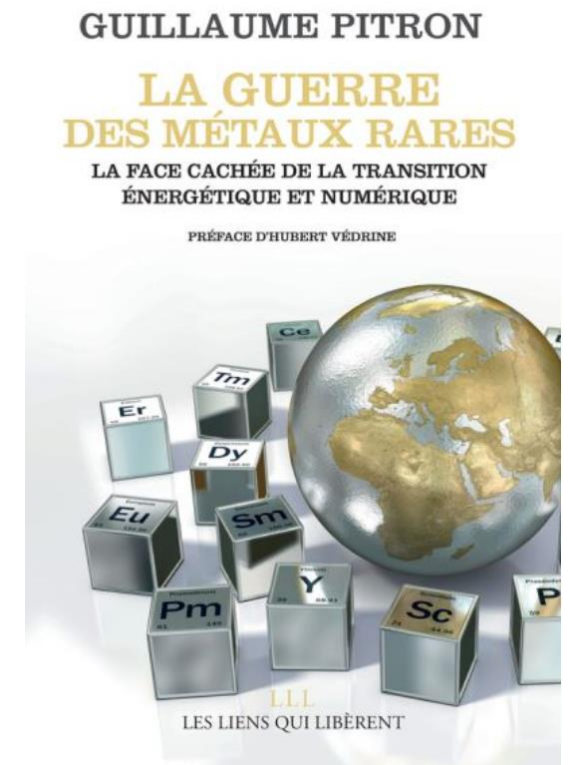
2013



2016



2017 (2019)



2018

‘War on resources’ : just to clarify (1)

- A war on resources has many faces.
- More and more other criteria are taken into account than e.g. geological resources (and economic factors).
- The result is that the evaluation of scarcity by the **European Commission** takes into consideration:
 - **market factors:** the likelihood of rapid growth in demand, and the limits on expanding production capacity;
 - **political factors:** the concentration of the offer and the political risk.
- The **European Commission** expanded in 2011, 2014 and 2017 the list of ‘*critical raw materials*’ from 14 over 20 to 27.

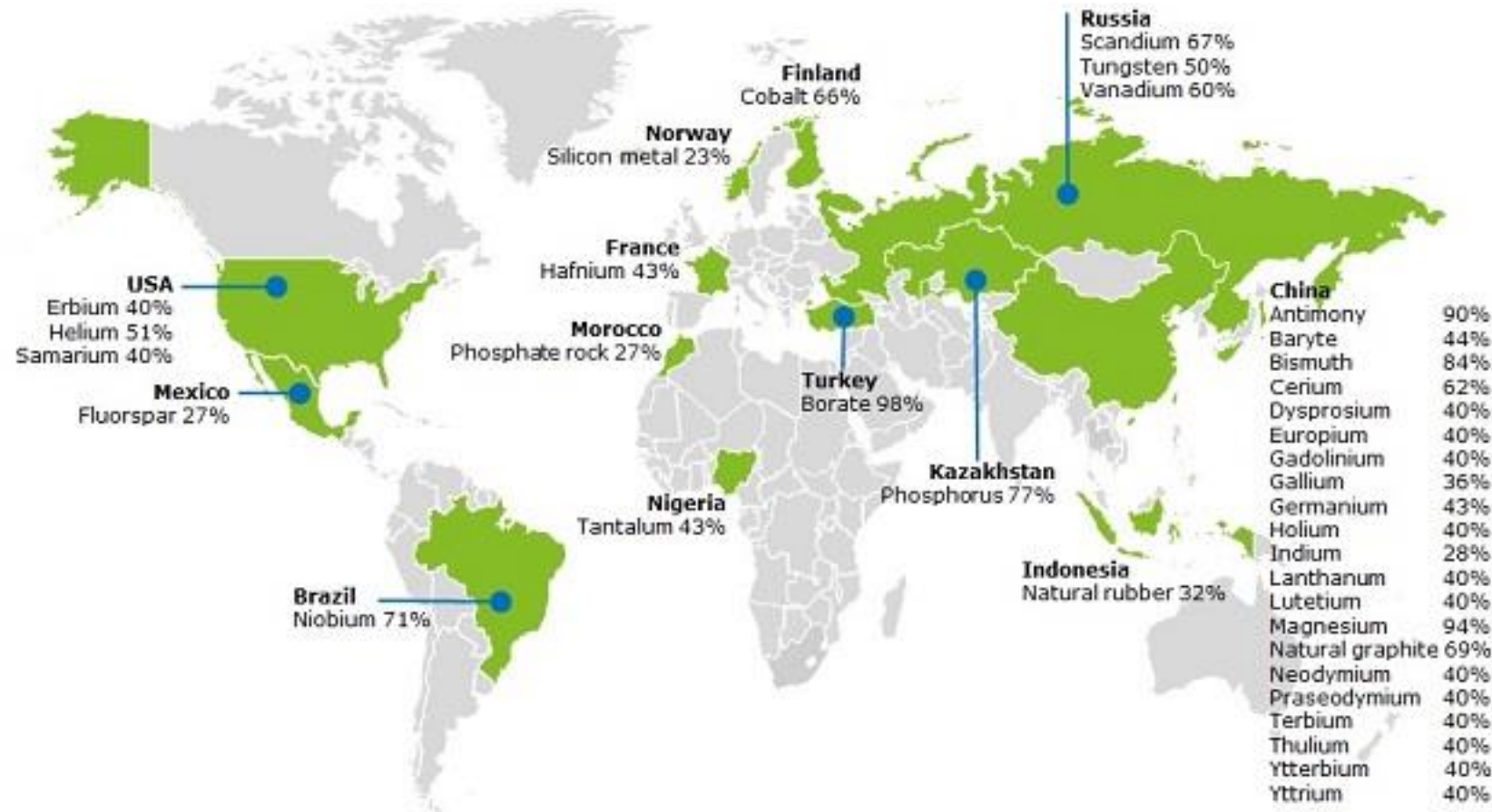
‘War on resources’ : just to clarify (2)

Third list of critical raw materials for the EU of 2017

2017 CRMs (27)			
Antimony	Fluorspar	LREEs	Phosphorus
Baryte	Gallium	Magnesium	Scandium
Beryllium	Germanium	Natural graphite	Silicon metal
Bismuth	Hafnium	Natural rubber	Tantalum
Borate	Helium	Niobium	Tungsten
Cobalt	HREEs	PGMs	Vanadium
Coking coal	Indium	Phosphate rock	

*HREEs=heavy rare earth elements, LREEs=light rare earth elements, PGMs=platinum group metals

'War on resources' : just to clarify (4)



Countries accounting for largest share of the supply of 'critical raw materials' to the **European Union**

Source: EC (website)

‘War on resources’ : just to clarify (5)

- the raw materials defined in the European Commission’s communication on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU (COM(2017) 490 final);
- the raw materials that are not on the list, but which have been identified as problematic in international scientific reports: e.g. lithium, sand;
- the raw materials that are not in themselves scarce, but which can play an important role in future development: e.g. nickel in a hydrogen economy.
- a special category of 'scarcity' is the hectares for land use outside Belgium for cropland, grazing land, fishing grounds, forestry ...

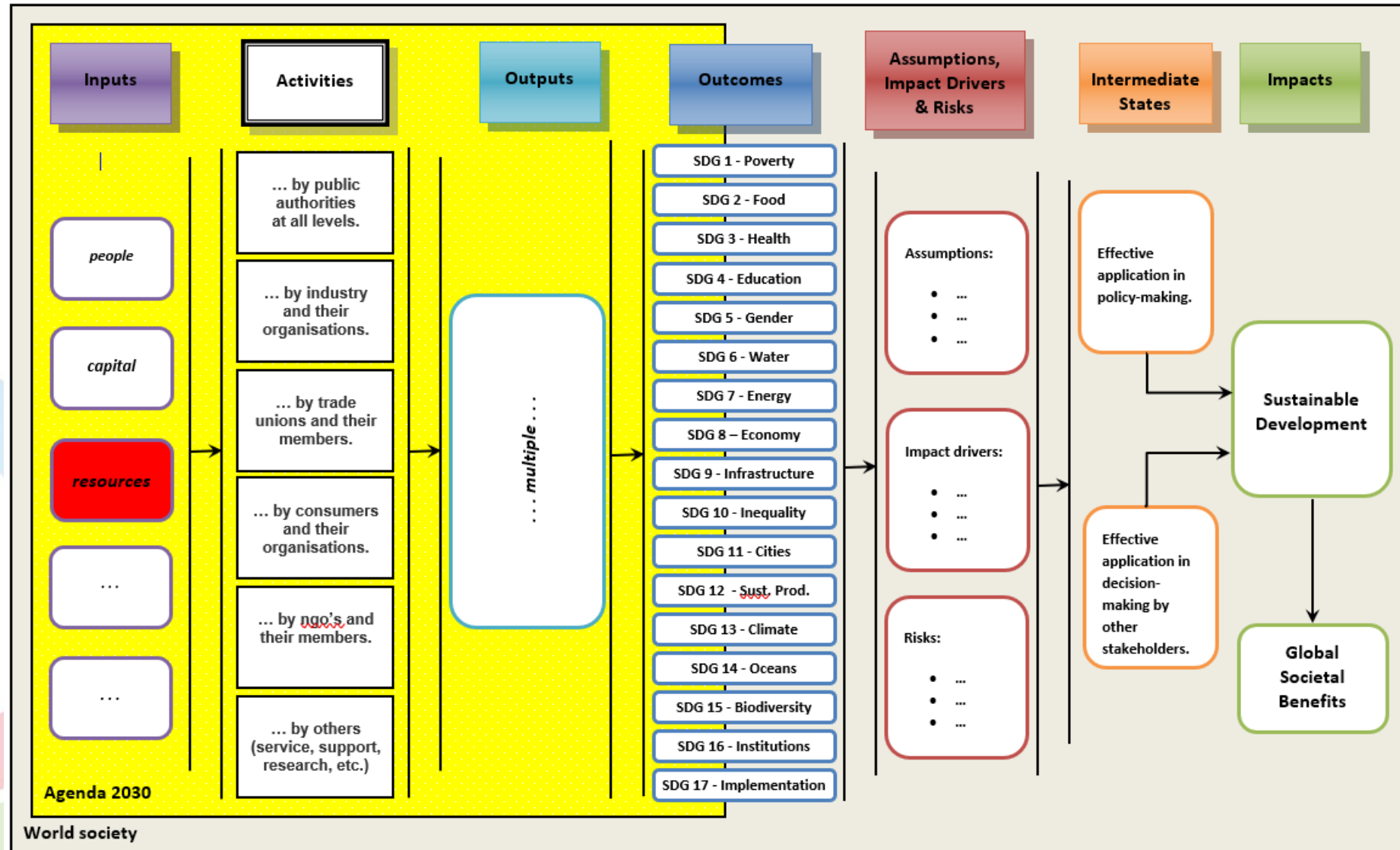
Source: Mazijn B. et al. (2018)

Content

1. Introduction
2. 'War on resources'
- 3. Methodological approach**
4. Results of the study
 - Overview
 - Detail
5. Concluding remarks



Schematic representation of Agenda 2030 (including SDGs) in an 'Outcome to Impact' analytical framework.




$$R \text{ (risk or opportunity)} = P \text{ (probability)} \times E \text{ (effect)}$$

Formatting per SDG, subdivided by target, an analysis table with a score (0 to 4) for **the positive influence** and a score (0 to -4) for **the negative influence** of the 'scarcity of raw materials' (split up per specific group).

Analysis table, provided by FISD

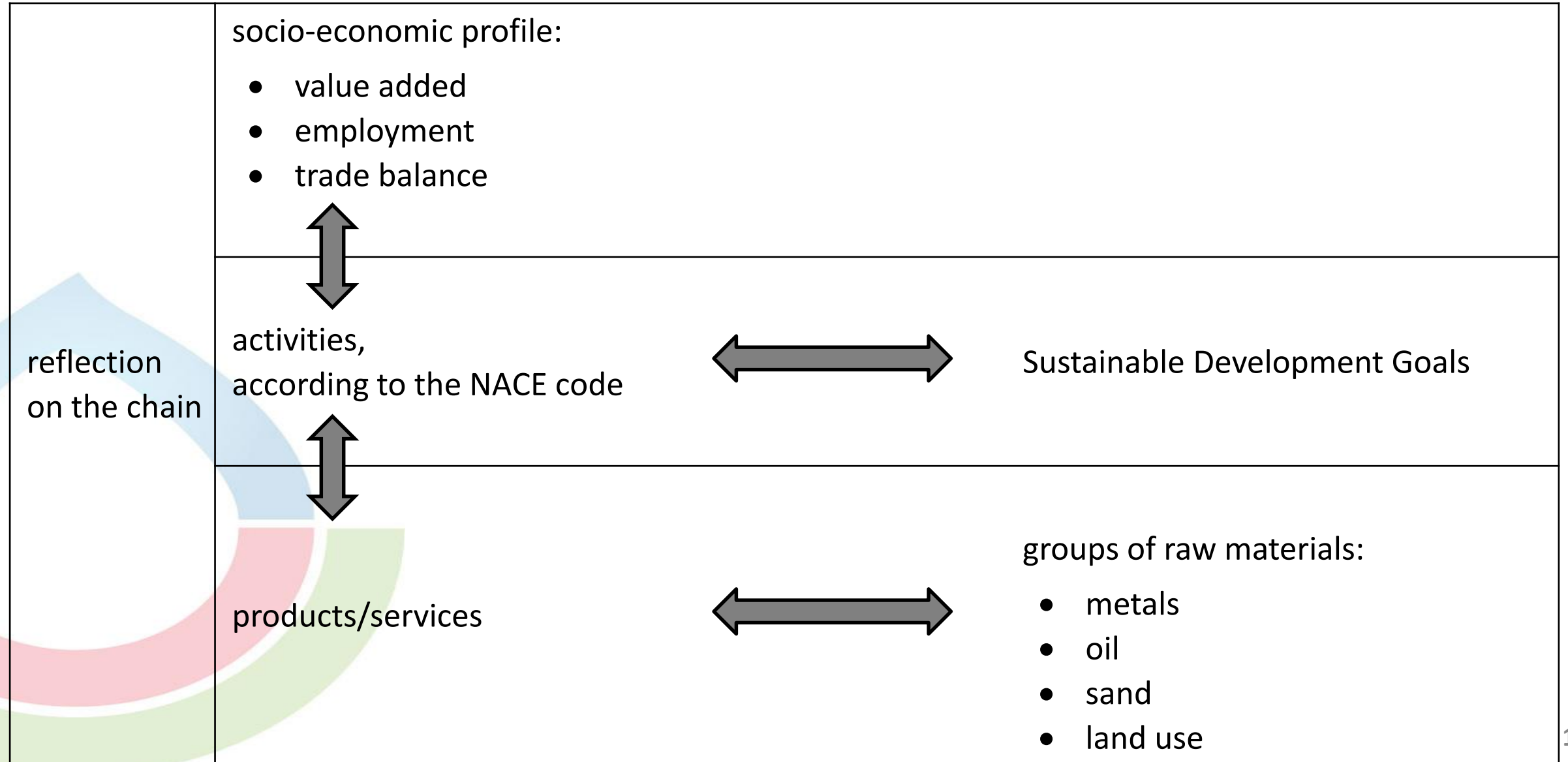
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Analysetable: impact megatrend op SDGs												
2													
3													
4	Megatrend												
5													
6													
7													
8	Hoe invloed bepalen?	Bepaal de positieve, negatieve of te verwaarlozen invloed van de megatrend - op basis van vooronderzoek (punt a van de te presteren diensten) - op het behalen van elke subdoelstelling. Ga hiervoor best uit van ongewijzigd beleid. Maakt de megatrend het behalen van de (sub)doelstelling moeilijker of net gemakkelijker? Beargumenteer tevens de positieve en/of negatieve invloed											
9													
10													
11													
12	Schalen van negatieve invloed	er is een grote mogelijke negatieve impact	-4										
13		er is een belangrijke mogelijke negatieve impact	-3										
14		er is een matige mogelijke negatieve impact	-2										
15		er is een kleine/beperkte mogelijke negatieve impact	-1										
16		er is geen of een verwaarloosbare negatieve impact	0										
17													
18	Schalen van positieve invloed	er is een grote mogelijke positieve impact	4										
19		er is een belangrijke mogelijke positieve impact	3										
20		er is een matige mogelijke positieve impact	2										
21		er is een kleine/beperkte mogelijk positieve impact	1										
22		er is geen of verwaarloosbare positieve impact	0										
23													
24													

**The way a target and its corresponding indicator(s) are phrased
influences the result of the study
(cf. e.g. SDG 13).**

Preliminary remark (2)



Schematic overview of the research into the **relevance** to Belgium



Schematic presentation of the research into the **significance** of raw materials groups

Influence on the economic resilience	Influence on the environmental resilience	Influence on the social resilience
Criteria	Criteria	Criteria
Price evolution Price volatility	Embodied energy Carbon footprint NOx emissions SOx emissions Water consumption Ecotoxicity Biodiversity Environmental impact	Human Toxicity HDI

‘Important’ raw materials in the study

- Metals
(38 metals, incl. REEs)
- Crude oil
(a variety of resources)
- Sand
(infill sand, construction sand and quartz sand)
- Land use, inside and outside Belgium
(cropland, grazing land, fishing grounds, forestry, built-up land)

P_i : probability of scarcity of CRM_i

Among the nearly 50 researched raw materials, it is mainly rare earth metals, petroleum and land use where it is 'almost certainly' that there is a supply problem (in particular within Belgium, and the EU).

At the bottom of the list are raw materials such as Lithium, Cobalt, Platinum ... and 'sand' whose supply uncertainty is 'unlikely or 'very unlikely'.

E_i : influence of scarcity of CRM_i on the resilience of ...

	Invloed op economische veerkracht Op 10 - gemiddeld	Invloed op ecologische veerkracht Op 10 - gemiddeld	Invloed op sociale veerkracht Op 10 - gemiddeld		Het effect 'schaarste van de grondstof' Op 10 - algemeen gemiddelde
Groep 'Metalen'					
Antimoon	5,3	2,67	6,80		4,9
Beryllium	0,7	2,64	9,30		4,2
Bismuth	1,9	1,73	7,60		3,7
Cerium	2,3	2,33	7,95		4,2
Chromium	2,7	2,44	6,80		4,0
Cobalt	3,2	2,35	5,43		3,7
Dysprosium	3,3	2,37	7,95		4,6
Erbium	2,2	2,61	7,95		4,2
Europium	1,7	4,09	7,95		4,6
Gadolinium	3,1	2,48	7,95		4,5
Gallium	1,1	3,14	8,05		4,1
Germanium	1,6	3,88	7,75		4,4
Hafnium	3,3	2,64	7,70		4,6
Holmium	2,2	2,52	7,95		4,2
Indium	2,9	3,16	8,40		4,8
Iridium	4,9	8,52	7,55		7,0
Lanthanum	5,6	2,39	7,95		5,3

R_i : risk of scarcity of CRM_i

Together with the supply risk, the resilience expresses the risk of the scarcity of a CRM_i (i.c. in Europe/Belgium).

In 'our' Top 20 we identify 15 REEs, metals from the Palladium group and crude oil.

At the lower end of the whole list, we find 'sand'.

E_j : influence on the resilience of economic sectors

On top of the list of economic activities at risk in Belgium because of their socio-economic profile we find NACE C20 - **Manufacture of chemicals and chemical products**, followed by NACE C23 - **Manufacture of other non-metallic mineral products**.

However the risk for the different 'subsectors' of the **metal sector** (NACE C24 till C30) may not be underestimated.

Linking NACE to CRMs through 'products'

NACE	Total of CRMs
A1	4
A2	1
A3	2
B5-B9	4
C10-C12	3
C13-15	4
C16	3
C17	3
C18	3
C19	5
C20	23
C21	4
C22	4
C23	17

NACE	Total of CRMs
C24	17
C25	19
C26	20
C27	21
C28	8
C29	10
C30	8
C31-C32	8
C33	4
D35	9
E36	0
E37-E39	0
F41-F43	3

R_j : risk of scarcity of CRM_i on NACEs

NACE C20 - Manufacture of chemicals and chemical products
because of the high number of CRMs used in the sector
is undergoing a high risk of scarcity.

NACE C23 - Manufacture of other non-metallic mineral products
and some of 'subsectors' of the **metal sector** (NACE C24 till C27)
are under risk as well.

Linking SDGs with NACEs

[illegible]

After linking SDGs with NACEs, what about the influence?

		Primaire sector					Secundaire sector																							
		A			B	C																			D	E		F		
Doelstellingen	Subdoelstellingen	A1	A2	A3	B5-B9	C10-12	C13-15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31-C32	C33	D35	E36	E37-E39	F41-F43		
8. Bevorder aanhoudende, inclusieve en duurzame economische groei, volledige en productieve tewerkstelling en waardig werk voor iedereen	8.1. De economische groei per capita in stand houden in overeenstemming met de nationale omstandigheden en, in het bijzonder, minstens 7% aangroei van het bruto binnenlands product per jaar in de minst ontwikkelde landen	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
8. Bevorder aanhoudende, inclusieve en duurzame economische groei, volledige en productieve tewerkstelling en waardig werk voor iedereen	8.2. Tot meer economische productiviteit komen door diversificatie, technologische modernisatie en innovatie, ook door de klemtoon te leggen op sectoren met hoge toegevoegde waarde en arbeidsintensieve sectoren	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
8. Bevorder aanhoudende, inclusieve en duurzame economische groei, volledige en productieve tewerkstelling en waardig werk voor iedereen	8.3. Bevorderen van op ontwikkeling toegespitste beleidslijnen die productieve activiteiten ondersteunen, alsook de creatie van waardige jobs, ondernemerschap, creativiteit en innovatie, en de formalisering en de groei aanmoedigen van micro-, kleine en middelgrote ondernemingen, ook via toegang tot financiële diensten	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
8. Bevorder aanhoudende, inclusieve en duurzame economische groei, volledige en productieve tewerkstelling en waardig werk voor iedereen	8.4. Tegen 2030 geleidelijk aan de wereldwijde efficiëntie, productie en consumptie van hulpbronnen verbeteren en streven naar de ontkoppeling van economische groei en achteruitgang van het milieu, volgens het 10-jarig Programmakader voor Duurzame Consumptie en Productie, waarbij de ontwikkelde landen de leiding nemen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
8. Bevorder aanhoudende, inclusieve en duurzame economische groei, volledige en productieve tewerkstelling	8.5. Tegen 2030 komen tot een volledige en productieve tewerkstelling en waardig werk voor alle vrouwen en mannen, ook voor jonge mensen en mensen met een handicap, alsook	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

R_{ij} : risk or opportunity of scarcity of CRMs (1)

[illegible]

R_{ij} : risk or opportunity of scarcity of CRMs (2)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	8. Bevorder aanhoudende, inclusieve en duurzame economische groei, volledige en productieve tewerkstelling en waardig werk voor iedereen								
2	subdoelstelling	positieve invloed	verklaring	negatieve invloed	verklaring	totaal			
3	8.1. De economische groei per capita in stand houden in overeenstemming met de nationale omstandigheden en, in het bijzonder, minstens 7% aangroei van het bruto binnenlands product per jaar in de minst ontwikkelde landen	0	Een risico op schaarste van de beschouwde grondstoffen ('metalen', 'aardolie', 'zand') in economische activiteiten die belangrijk zijn voor deze SDG-target lijkt geen positieve invloed te hebben.	-4	Een risico op schaarste van de beschouwde grondstoffen ('metalen', 'aardolie', 'zand') in economische activiteiten die belangrijk zijn voor deze SDG-target lijkt een negatieve invloed te hebben. Daarenboven lijkt er (momenteel) geen	-4			
4	8.2. Tot meer economische productiviteit komen door diversificatie, technologische modernisatie en innovatie, ook door de klemtoon te leggen op sectoren met hoge toegevoegde waarde en arbeidsintensieve sectoren	0	Een risico op schaarste van de beschouwde grondstoffen ('metalen', 'aardolie', 'zand') in economische activiteiten die belangrijk zijn voor deze SDG-target lijkt geen positieve invloed te hebben.	-4	Een risico op schaarste van de beschouwde grondstoffen ('metalen', 'aardolie', 'zand') in economische activiteiten die belangrijk zijn voor deze SDG-target lijkt een negatieve invloed te hebben. Daarenboven lijkt er (momenteel) geen	-4			
5	8.3. Bevorderen van op ontwikkeling toegespitste beleidslijnen die productieve activiteiten ondersteunen, alsook de creatie van waardige jobs, ondernemerschap, creativiteit en innovatie, en de formalisering en de groei aanmoedigen van micro-, kleine en middelgrote ondernemingen, ook via toegang tot financiële diensten	0	Een risico op schaarste van de beschouwde grondstoffen ('metalen', 'aardolie', 'zand') in economische activiteiten die belangrijk zijn voor deze SDG-target lijkt geen positieve invloed te hebben.	-4	Een risico op schaarste van de beschouwde grondstoffen ('metalen', 'aardolie', 'zand') in economische activiteiten die belangrijk zijn voor deze SDG-target lijkt een negatieve invloed te hebben. Daarenboven lijkt er (momenteel) geen substitutie mogelijk voor sommige toepassingen	-4			
6	8.4. Tegen 2030 geleidelijk aan de wereldwijde efficiëntie, productie en consumptie van hulpbronnen verbeteren en streven naar de ontkoppeling van economische groei en achteruitgang van het milieu, volgens het 10-jarig Programmakader voor Duurzame Consumptie en Productie, waarbij de ontwikkelde landen de leiding nemen	4	Een risico op schaarste van grondstoffen in economische activiteiten die belangrijk zijn voor deze SDG-target lijkt een positieve invloed te hebben. Daarenboven lijkt er (momenteel) geen substitutie mogelijk voor sommige toepassingen in verschillende economische sectoren wat kan	0	Een risico op schaarste van grondstoffen in economische activiteiten die belangrijk zijn voor deze SDG-target lijkt geen negatieve invloed te hebben. Cf. eveneens SDG 12.	4			
	Duiding bij verklaring SDG1 SDG2 SDG3 SDG4 SDG5 SDG6 SDG7 SDG8 SDG9 SDG10 SDG11 SDG12 SDG13 SDG14 SDG15 SDG16 SDG17 Synthese								

Content

1. Introduction
2. 'War on resources'
3. Methodological approach
- 4. Results of the study**
 - **Overview**
 - Detail
5. Concluding remarks



**Each of the Sustainable Development Goals
has been looked at through the illustration of a cartoonist:
see <https://fr.calameo.com/read/002524839df9becd6e467>.**

Preliminary remark (3)



+, because of a substantial reduction of the number of deaths and illnesses from hazardous chemicals and air, water and soil pollution and contamination.

SDG 3

Good health and well-being

-, because of problems for the health sector through the pharmaceutical sector (medicines) and the metal sector (high-tech equipment)

SDG 4

Quality education

**- , because of problems
with education/training
and building infrastructure**

SDG 7

Affordable and clean energy

**scarcity of raw materials
=
negative influence**

SDG 8

Decent work and economic growth

**scarcity of raw materials
=
negative influence**

SDG 11

Sustainable cities and communities

**scarcity of raw materials
=
negative influence**

**scarcity of raw materials
=
positive influence**

**SDG 12
Responsible
consumption and
production**

**scarcity of raw materials
=
positive influence**

**SDG 14
Life below water**

**scarcity of raw materials
=
positive influence**

**SDG 15
Life on land**

SDG 17

Partnerships for the goals

–, problems to actually support
developing countries

Content

1. Introduction
2. 'War on resources'
3. Methodological approach
- 4. Results of the study**
 - Overview
 - **Detail**
5. Concluding remarks



SDG	Targets	Score	Critical Raw Materials	Sectors (NACE)
3	3.3, 3.4, 3.5, 3.8, 3.9, 3.b	All -2	Metals (Gd, Li), Oil	C21 (plus indirect via C26 and C32)
4	4.4	-4	Metals (all), Oil, Sand (infill sand, construction sand and quartz sand)	(Quasi) all sectors
	4.A	-2	Sand (infill sand, construction sand and quartz sand)	F41-F43
7	7.1, 7.2	Both -3	Metals (Sb, Cr, In, Co, Nd, Te, V), Oil, Sand (quartz sand)	D35 (plus indirect via metal sector)
	7.A	-3	Metals (all), Oil, Sand (infill sand, construction sand and quartz sand)	(Quasi) all sectors
8	8.1, 8.2, 8.3	All -4	Metals (all), Oil, Sand (infill sand, construction sand and quartz sand)	(Quasi) all sectors
9	9.2	-3	Metals (all), Oil, Sand (infill sand, construction sand and quartz sand)	(Quasi) all sectors
11	11.1, 11.2	Both -2	Metals (Sb, Cr, In, Co, Nd, Te, V), Oil, Sand (quartz sand)	D35 (plus indirect via metal sector)
	11.3	-3	Metals (all), Oil, Sand (infill sand, construction sand and quartz sand)	(Quasi) all sectors
15	15.6	-2	Metals (Gd, Li), Oil, Sand (construction sand)	A3 en C21
16	16.4	-4	Metals (Sb, Cr, Dy, Gd, Co, Li, Mg, Nd, Nb, Pr, Sm, Sc, Ta, Te, Tb, V, W), Oil, Sand (quartz sand)	C25
17	17.11, 17.12, 17.13	All -4	Metals (all), Oil, Sand (infill sand, construction sand and quartz sand)	(Quasi) all sectors

SDG	Targets	Score	Critical Raw Materials	Sectors (NACE)
3	3.9.	+3	Metals (all), Oil, Sand (infill -, construction - and quartz sand)	(Quasi) all sectors
8	8.4.	+4	Metals (all), Oil, Sand (infill -, construction - and quartz sand)	(Quasi) all sectors
11	11.6.	+3	Metals (all), Oil, Sand (infill -, construction - and quartz sand)	(Quasi) all sectors
	11.b.	+4	Metals (all), Oil, Sand (infill -, construction - and quartz sand)	(Quasi) all sectors
12	12.1., 12.2., 12.4.,12.5., 12.6., 12.7., 12.8.	All +4	Metals (all), Oil, Sand (infill -, construction - and quartz sand)	(Quasi) all sectors
14	14.1	+4	Metals (all), Oil, Sand (infill -, construction - and quartz sand)	(Quasi) all sectors
	14.3.	+3	Metals (all), Oil, Sand (infill -, construction - and quartz sand)	(Quasi) all sectors

SDG	Targets	Score	Effect in the chain (cf. almost all NACE's)	Effect through other SDGs as well
3	3.3, 3.4, 3.5, 3.8, 3.9, 3.b	All -2	NA	SDG 1, SDG 2, SDG 4, SDG 5, SDG 6, SDG 10, SDG 11, SDG 12
4	4.4	-4	YES	SDG 1, SDG 2, SDG 3, SDG 5, SDG 8, SDG 10, SDG 12, SDG 13, SDG 16
	4.A	-2	NA	SDG 1, SDG 2, SDG 3, SDG 5, SDG 8, SDG 10, SDG 12, SDG 13, SDG 16
7	7.1, 7.2	Both -3	NA	SDG 1, SDG 8, SDG 9, SDG 10, SDG 12, SDG 13
	7.A	-3	NA	SDG 1, SDG 8, SDG 9, SDG 10, SDG 12, SDG 13
8	8.1, 8.2, 8.3	All -4	YES	SDG 1, SDG 2, SDG 4, SDG 5, SDG 7, SDG 9, SDG 10, SDG 12, SDG 14, SDG 16
9	9.2	-3	NA	SDG 6, SDG 7, SDG 8, SDG 10, SDG 11, SDG 12, SDG 13
11	11.1, 11.2	Both -2	NA	SDG 1, SDG 3, SDG 5, SDG 6, SDG 9, SDG 10, SDG 12, SDG 16
	11.3	-3	YES	SDG 1, SDG 3, SDG 5, SDG 6, SDG 9, SDG 10, SDG 12, SDG 16
15	15.6	-2	NA	SDG 1, SDG 2, SDG 6, SDG 10, SDG 12, SDG 13
16	16.4	-4	NA	SDG 4, SDG 5, SDG 8, SDG 10, SDG 11, SDG 14
17	17.11, 17.12, 17.13	All -4	YES	NA

SDG	Targets	Score	Effect in the chain (cf. almost all NACE's)	Effect through other SDGs as well
3	3.9	+3	YES	SDG 1, SDG 2, SDG 4, SDG 5, SDG 6, SDG 10, SDG 11 , SDG 12
8	8.4	+4	YES	SDG 1, SDG 2, SDG 4, SDG 5, SDG 7, SDG 9, SDG 10, SDG 12 , SDG 14, SDG 16
11	11.6	+3	NA	SDG 1, SDG 3, SDG 5, SDG 6, SDG 9, SDG 10, SDG 12, SDG 16
	11.B	+4	YES	SDG 1, SDG 3, SDG 5, SDG 6, SDG 9, SDG 10, SDG 12, SDG 16
12	12.1, 12.2, 12.4, 12.5, 12.6, 12.7, 12.8	all +4	YES	SDG 2, SDG 3, SDG 4, SDG 6 , SDG 7, SDG 8, SDG 9, SDG 11, SDG 13 , SDG 14, SDG 15
14	14.1	+4	YES	SDG 8, SDG 12 , SDG 13, SDG 16
	14.3	+3	NA	SDG 8, SDG 12, SDG 13 , SDG 16

Content

1. Introduction
2. 'War on resources'
3. Methodological approach
4. Results of the study
 - Overview
 - Detail
5. **Concluding remarks**



Although it is recommended to use the detailed information from this study for policy development and/or strategic orientations on CE within a context of SD, the following methodological comments are made:

1. Necessary choices:

- a) 'Intersubjective' verification of 'necessary choices', that is to say that a representative panel of stakeholders gives its approval to the choices made;
- b) Collecting data is always the critical issue in research and it is therefore recommended to (continuously) fill the gaps where possible or to show some caution with the assumptions;
- c) Consider different scenarios: e.g. different weighting of parameters, e.g. ecological parameters per kg or per year production, etc..

2. A more detailed approach in terms of 'Reflection on the chain'.

3. Check on the interlinkages between the SDGs and their targets.

4. Linking 'score' with other megatrends.

5. Taking into account other CRMs.

6. Development of another methodological approach for 'land use'.

“Resources. The missing link.”

Dr. Janez Potočnik, International Resource Panel



Contact via Bernard MAZIEN

Instituut vóór Duurzame Ontwikkeling vzw – Universiteit Gent – Going for Sustainable Development
www.instituutvoorduurzameontwikkeling.be - www.ugent.be/ps/conflict-ontwikkeling - www.bernardmazijn.be
p/a Michel Van Hammestraat 76, B-8310 Brugge | Mobile +32 479 799 645; Email bernard.mazijn@telenet.be