



Bauke Bonnema, TATA Steel Construction Centre

ULCOS, Ultra Low CO₂ Steelmaking Recycling en Hergebruik

Inhoud

- Duurzaamheid Staal -> impact CO2
- CO2 tijdens productie vs CO2 in Gebruik
- De uitdaging : ontwikkelingen Staal vraag-> CO2
- Staalprocessen/ Ultra Low Carbon Steel Making (ULCOS)
- Hergebruik en Recycling

- **Duurzaamheid Staal -> impact CO2**
- CO2 tijdens productie vs CO2 in Gebruik
- De uitdaging : ontwikkelingen Staal vraag-> CO2
- Staalprocessen/ Ultra Low Carbon Steel Making (ULCOS)
- Hergebruik en Recycling

Eenheid: kg uitstoot/ton staal

1)	Humane toxiciteit	1.4DB	29.0
2)	Abiotische uitputting	Sb	2.8
3)	Ecotoxiciteit water (zoet water)	1.4DB	5.7
4)	Ecotoxiciteit sediment (zoet)	1.4DB	9.2
5)	Ecotoxiciteit terrestrisch	1.4DB	0.17
6)	Verzuring	SO2	3.0
7)	Vermesting	PO4	0.42
8)	Broeikaseffect GWP CO2	CO2	480.0
9)	Fotochemische oxydantvorming	Ethyl	0.51
10)	Aantasting ozonlaag	CFK11	0.00011

(Bron: MRPI)

Schaduwrijzen

Eenheid: €/kg uitstoot

1)	Humane toxiciteit	0,09
2)	Abiotische uitputting	0,16
3)	Ecotoxiciteit water (zoet water)	0,03
4)	Ecotoxiciteit sediment (zoet water)	0,00
5)	Ecotoxiciteit terrestrisch	0,06
6)	Verzuring	4,00
7)	Vermesting	9,00
8)	Broeikaseffect GWP CO2	0,05
9)	Fotochemische oxydantvorming	2,00
10)	Aantasting ozonlaag	30,00

(ref TNO/MEP)

Milieu impact (Eur) = milieu data x Schaduw prijzen

	Eenheid: €/ton staal
1) Humane toxiciteit	2,61
2) Abiotische uitputting	0,45
3) Ecotoxiciteit water (zoet water)	0,17
4) Ecotoxiciteit sediment (zoet water)	0,00
5) Ecotoxiciteit terrestrisch	0,01
6) Verzuring	12,00
7) Vermesting	3,78
8) Broeikaseffect GWP CO2	24,00
9) Fotochemische oxydantvorming	1,02
10) Aantasting ozonlaag	0,00
Milieukosten	44,04 €/ton

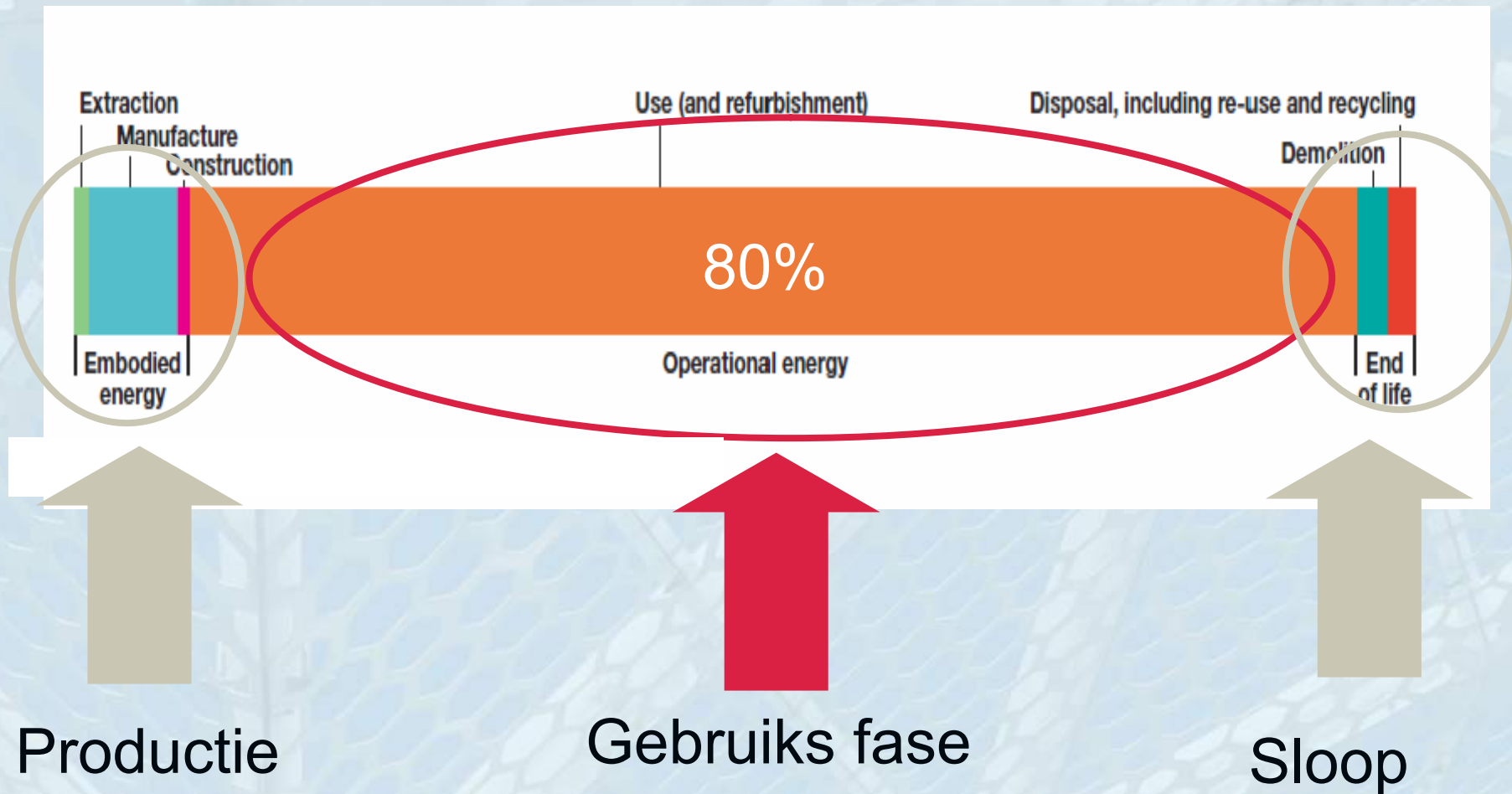
CO2: 54%

(ref TNO/MEP)

Inhoud

- Duurzaamheid Staal -> impact CO2
- CO2 tijdens productie vs CO2 in Gebruik
- De uitdaging : ontwikkelingen Staal vraag-> CO2
- Staalprocessen/ Ultra Low Carbon Steel Making (ULCOS)
- Hergebruik en Recycling

CO2 staalproductie vs CO2 in gebruik



Embodied energie vs energie in gebruik

Embodied Energie



Staal constructie: 50kg/m²
Staalproductie CO₂ emissie =
0,480 kg CO₂/kg staal

Totaal 50 x 0,48 = 24 kg CO₂/m²

1,5%

Energie in gebruik



Verwarming/koelen/verlichten

- 80 Kwh/m² @ 0,4 kg CO₂/kwh
- Periode 50 jaar

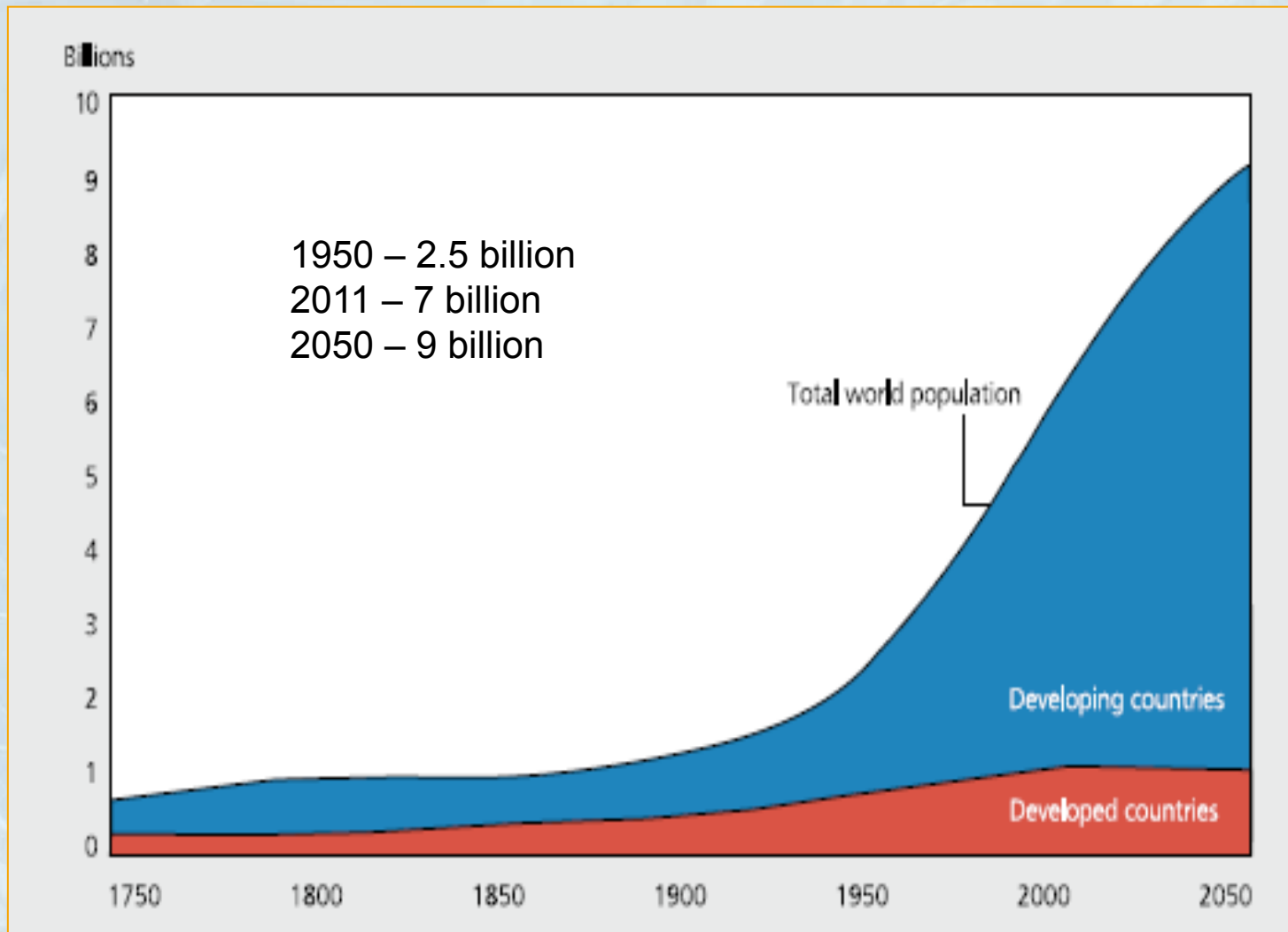
Totaal 50 x 80 x 0,4 = 1600 kg CO₂/
m²

98,5%

Inhoud

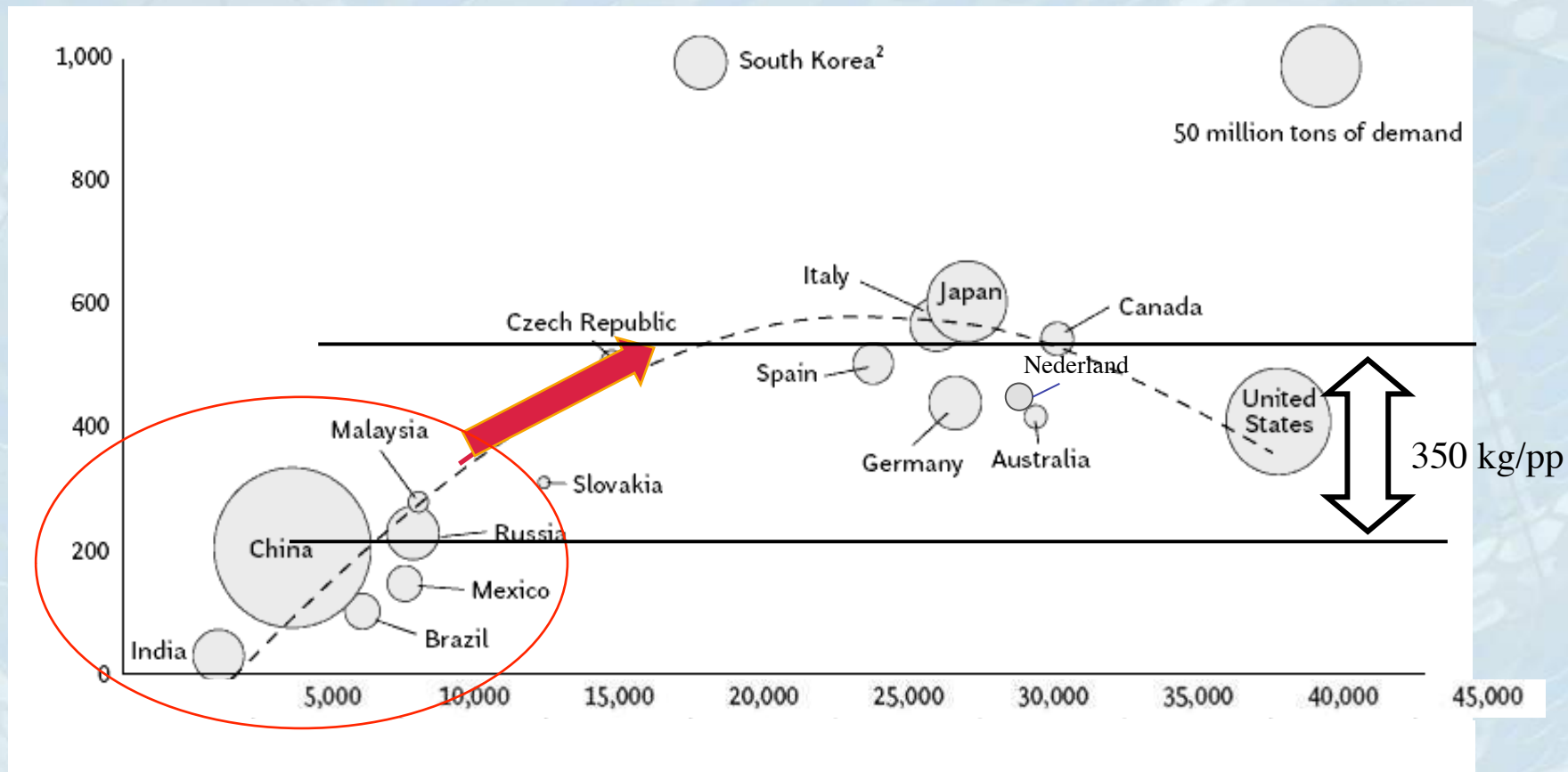
- Duurzaamheid Staal -> impact CO2
- CO2 tijdens productie vs CO2 in Gebruik
- **De uitdaging : ontwikkelingen Staal vraag-> CO2**
- Staalprocessen/ Ultra Low Carbon Steel Making (ULCOS)
- Hergebruik en Recycling

Toename wereld bevolking



Mondiale staalmarkt: staal intensiteit

Staal Consumptie (kg/jaar/
inwoner)



GDP per inwoner
(US\$/inwoner/jaar)

Source: World Steel Association, The Economist Intelligence Unit, BCG analysis. GDP per capita real at PPP – IMF (Wikipedia)

Staalgroei: Climate Challenge

4 mrd x 350 kg / jaar extra
= Verdubbeling Staal
gebruik in 2050

Streven naar
halvering uitstoot
broeikasgas in
2050



- Duurzaamheid Staal -> impact CO2
- CO2 tijdens productie vs CO2 in Gebruik
- De uitdaging : ontwikkelingen Staal vraag-> CO2
- **Staalprocessen/ Ultra Low Carbon Steel Making (ULCOS)**
- Hergebruik en Recycling

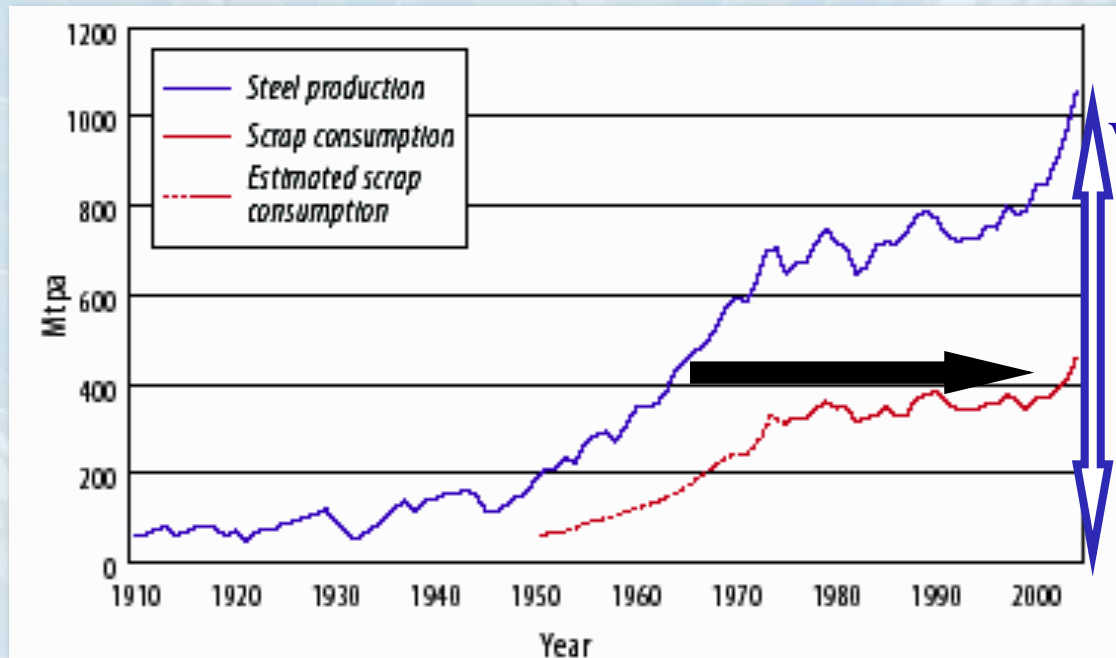
Staalprocessen EAF vs BOF Staal Productie

Hoogoven Proces (Blast Furnace)

- Erts + Schroot
- Kolen
- Energie : reductie + smelten = 100%

Electro oven (Electric Arc Furnace)

- Schroot
- Electriciteit
- Energie: smelten = 30%



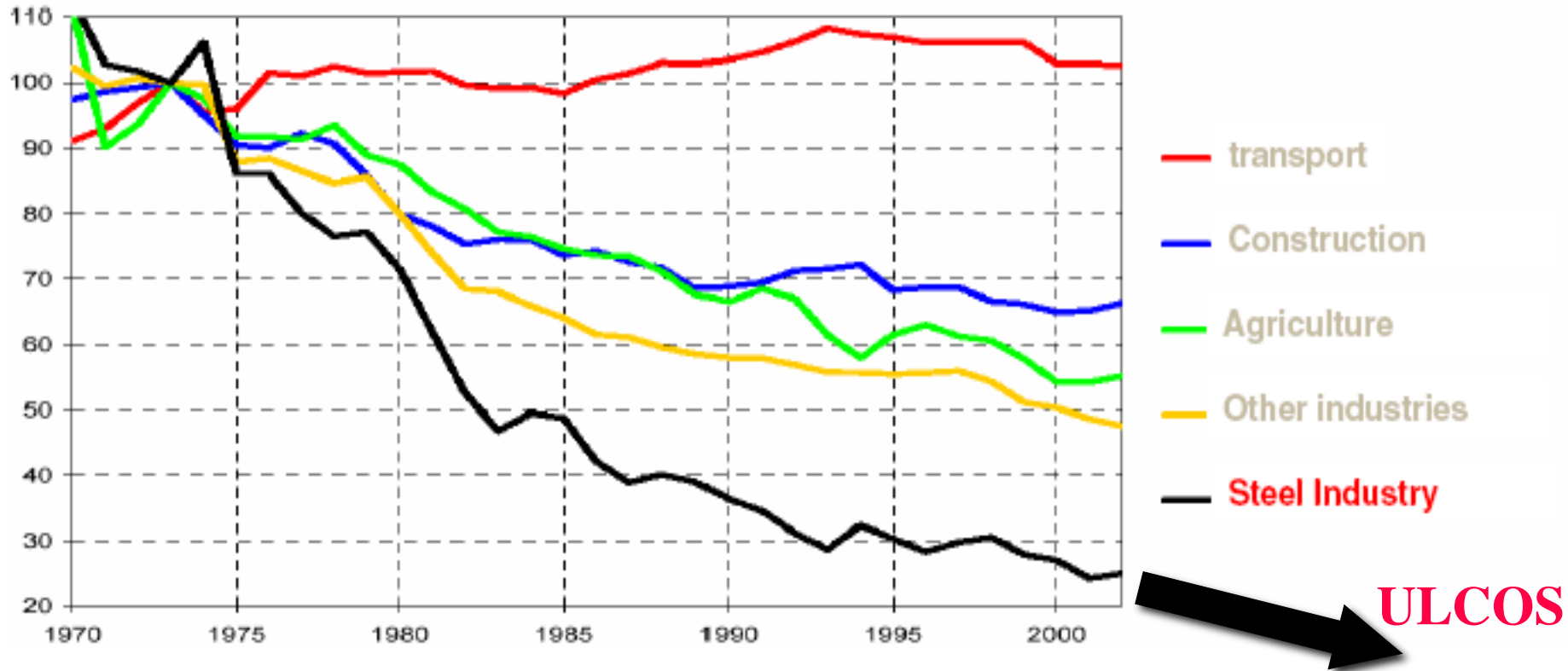
VRAAG

AANBOD

Huidig Max 50%
Electro oven

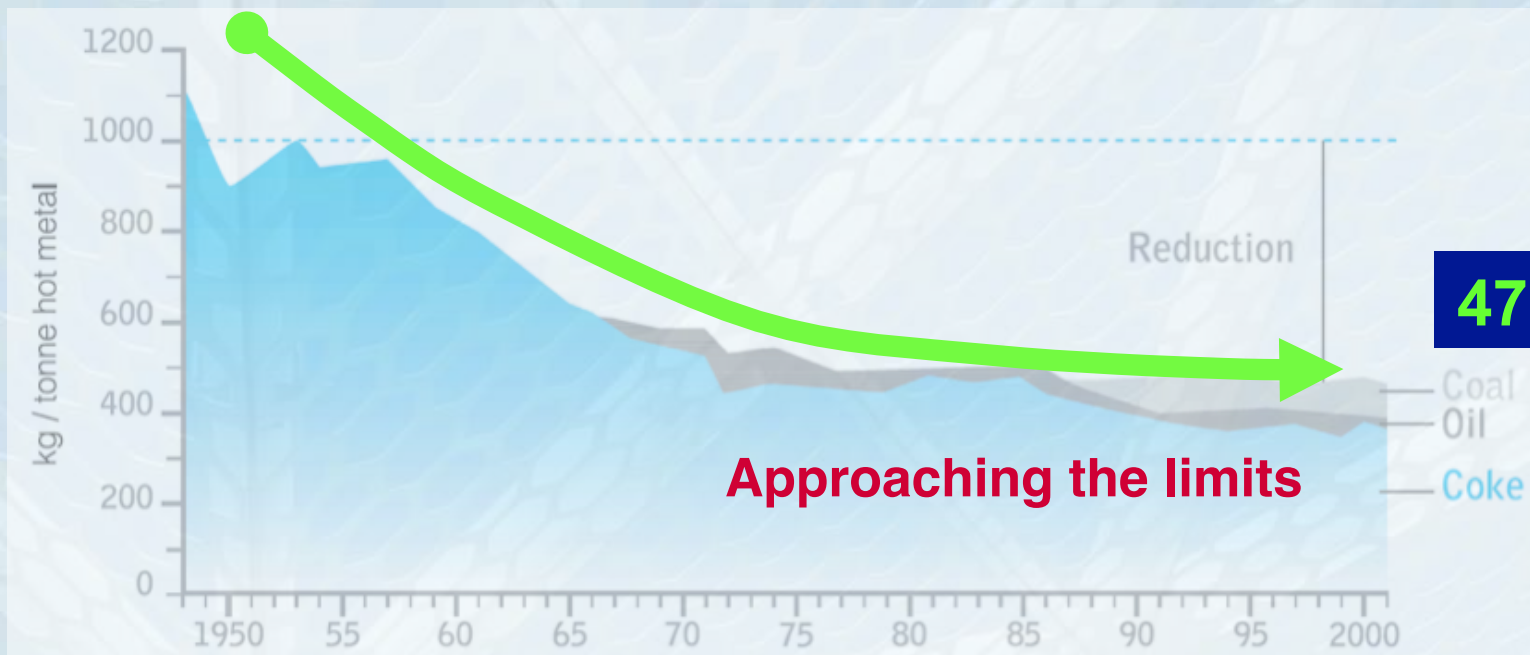
Staalproductie: Energie / ton staal

Energy intensity (index 100 in 1973)



IJzerfabricage

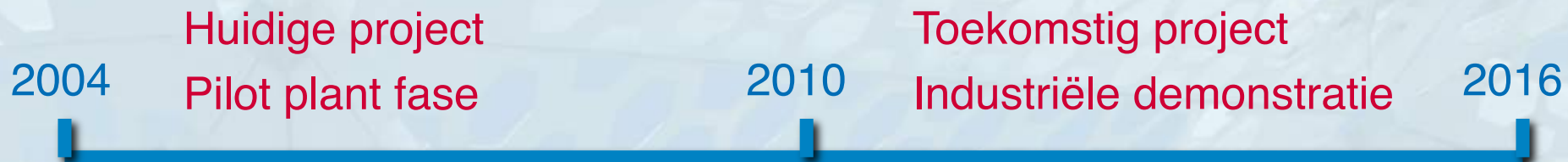
- Focus op ijzerfabricage (85 % van CO₂ uitstoot)
- Huidige productie benadert “Best Practice” niveau
→ Besparingsmogelijkheden in de orde van 1 % per jaar
- ULCOS doelstelling vraagt **radicale veranderingen**



Het ULCOS project

- Het ULCOS project is een initiatief van de Europese staalindustrie
- Doel: **50% reductie van CO₂ emissie per ton staal in 2050**
- 48 Europese partners
 - Leiding: 9 staalbedrijven
 - Ondersteuning: 40 Instituten, Universiteiten, technologiebedrijven
- Budget: 70 M €
- Start: 2004

Project aanpak



CO₂ en
sustainability
model

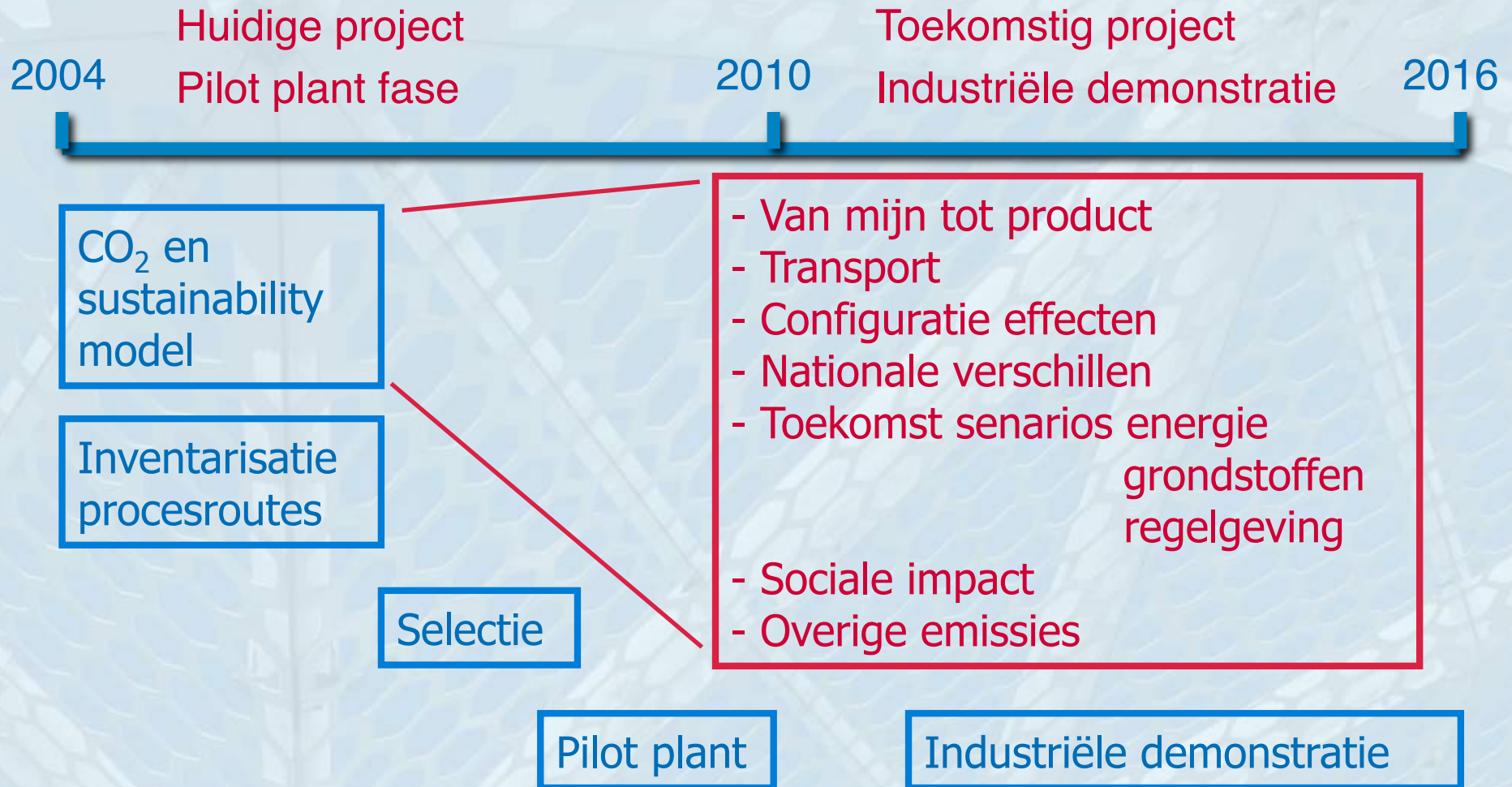
Inventarisatie
procesroutes

Selectie

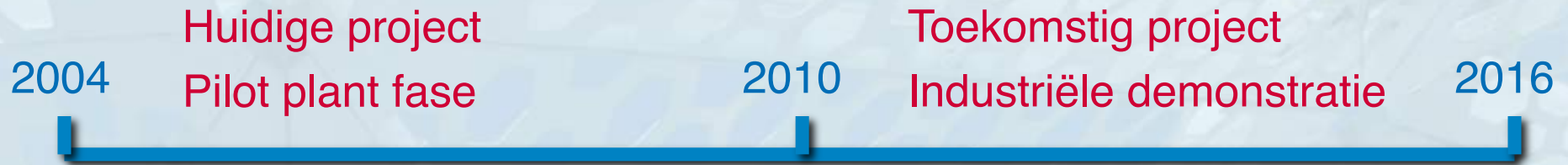
Pilot plant

Industriële demonstratie

Project aanpak



Project aanpak



CO₂ en sustainability model

Inventarisatie procesroutes

- 200 productieroutes onderzocht
- CO₂ en sustainability studies
- Technologische ontwikkeling
- Implementatie tijd
- Economische impact

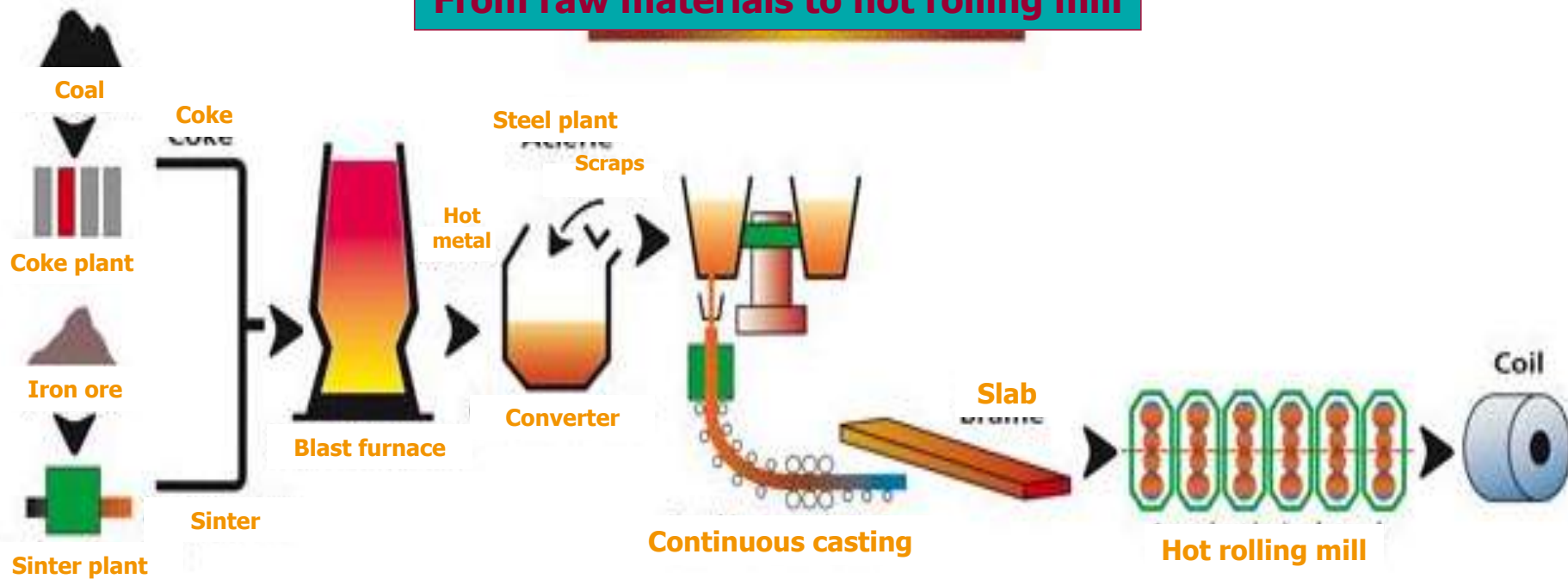
Selectie

Pilot plant

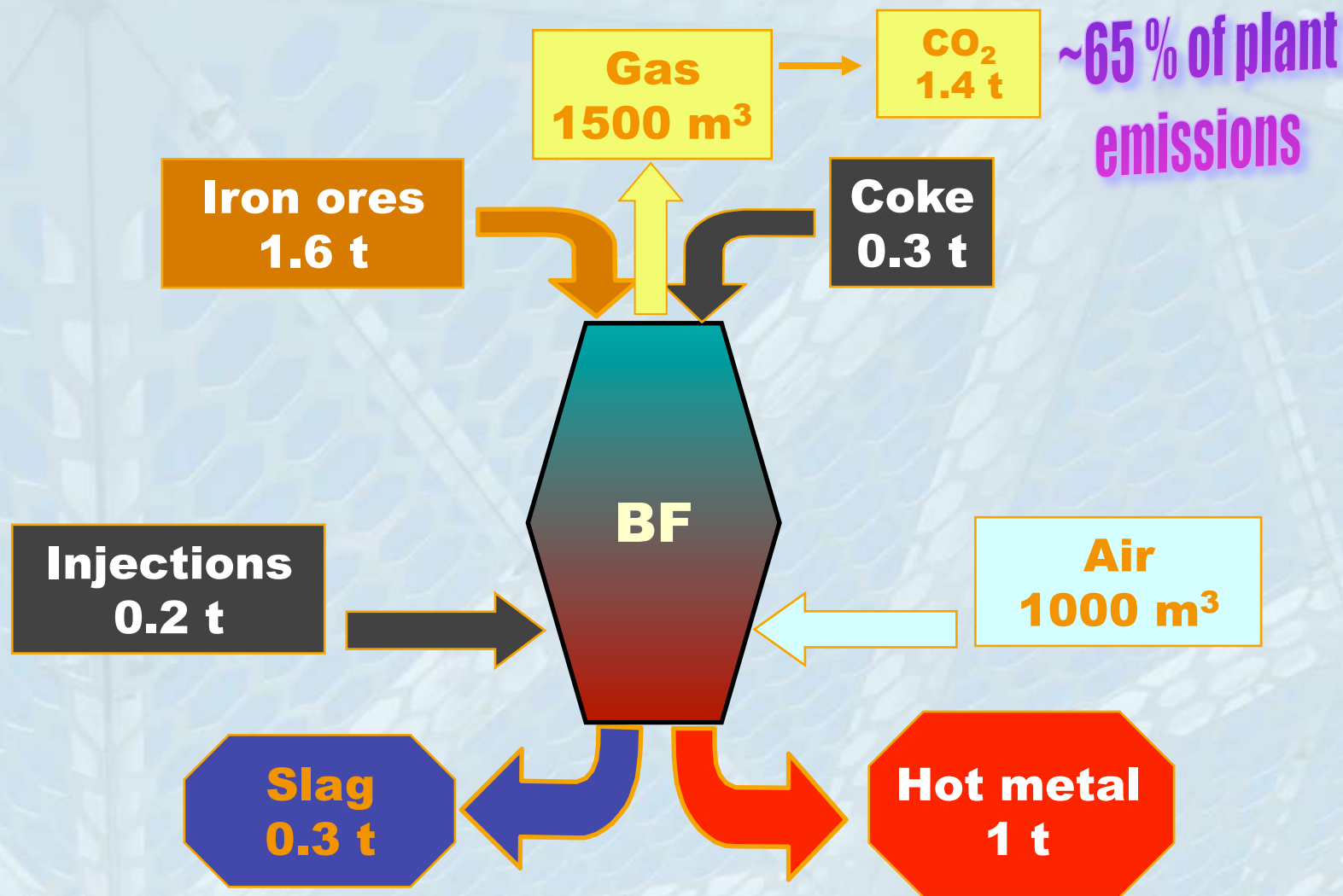
Industriële demonstratie

Blast furnace in coil production

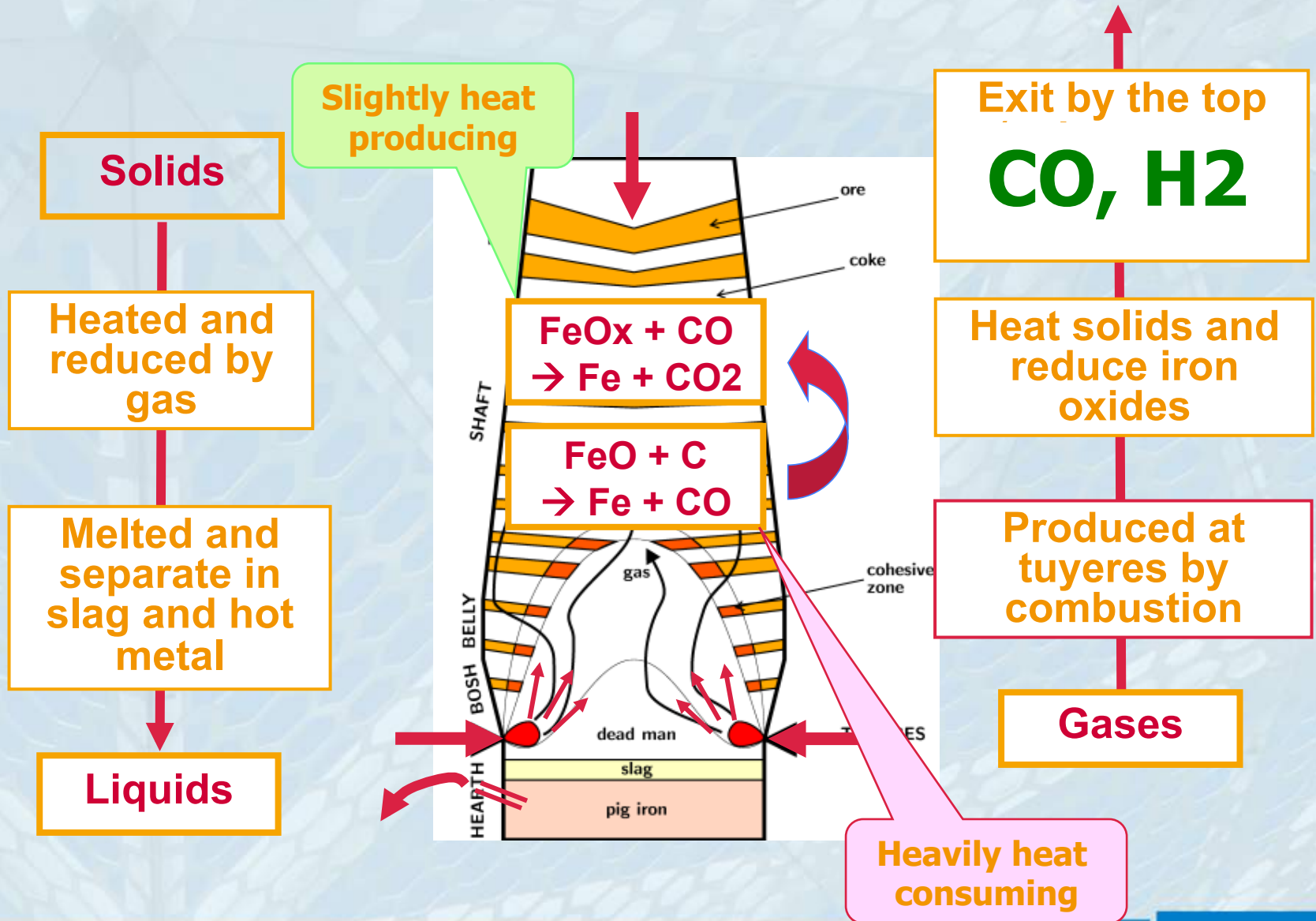
From raw materials to hot rolling mill



Hoogoven proces



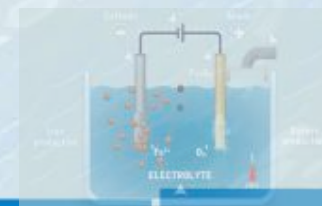
Processtappen Hoogoven



Geselecteerde ULCOS technologieën

4 technologieën geselecteerd voor
verdere ontwikkeling

- Hoogoven met top gas recycling
- Smelting reduction (HISARNA)
- Advanced direct reduction
- Iron ore electrolysis



Geselecteerde ULCOS technologieën

4 technologieën geselecteerd voor
verdere ontwikkeling

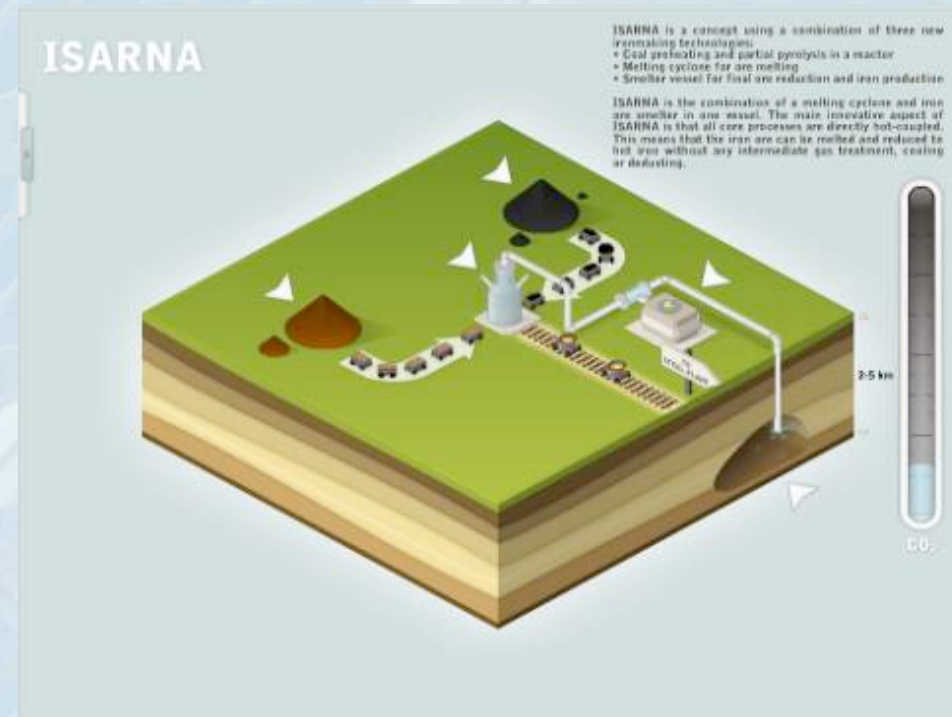
- **Hoogoven met top gas recycling**
- **Smelting reduction (HISARNA)**
- Advanced direct reduction
- Iron ore electrolysis

**Beste combinatie met bestaande
configuratie van staalbedrijven**



Ingrijpende verandering aan huidige hoogoven:

- **CO₂ scheiding** uit topgas
- Hergebruik CO₂ vrij gas
- CO₂ beschikbaar voor **geologische opslag (CCS)**

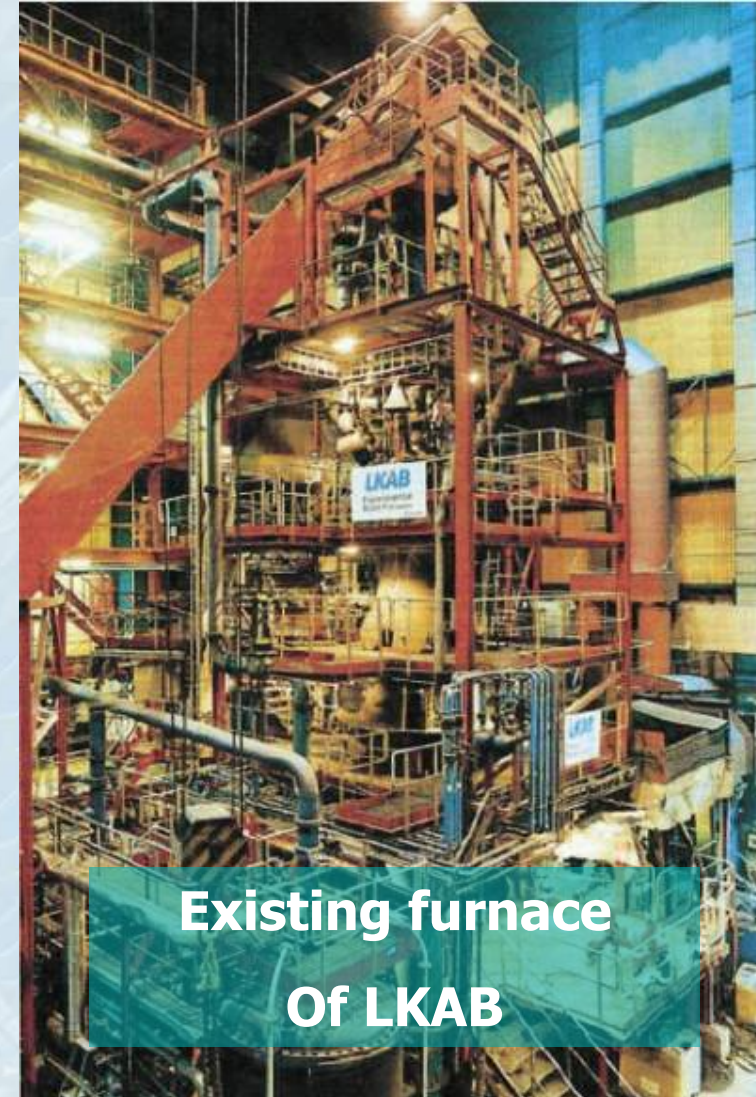


Huidige route en HISARNA



Pilot plant onderzoek

- Aanpassing van bestaande experimentele oven in Zweden
- Nieuwe CO₂ scheidingsinstallatie
- Concept bewezen in twee succesvolle proevenseries
- Derde proevenserie in voorbereiding



HISARNA pilot plant

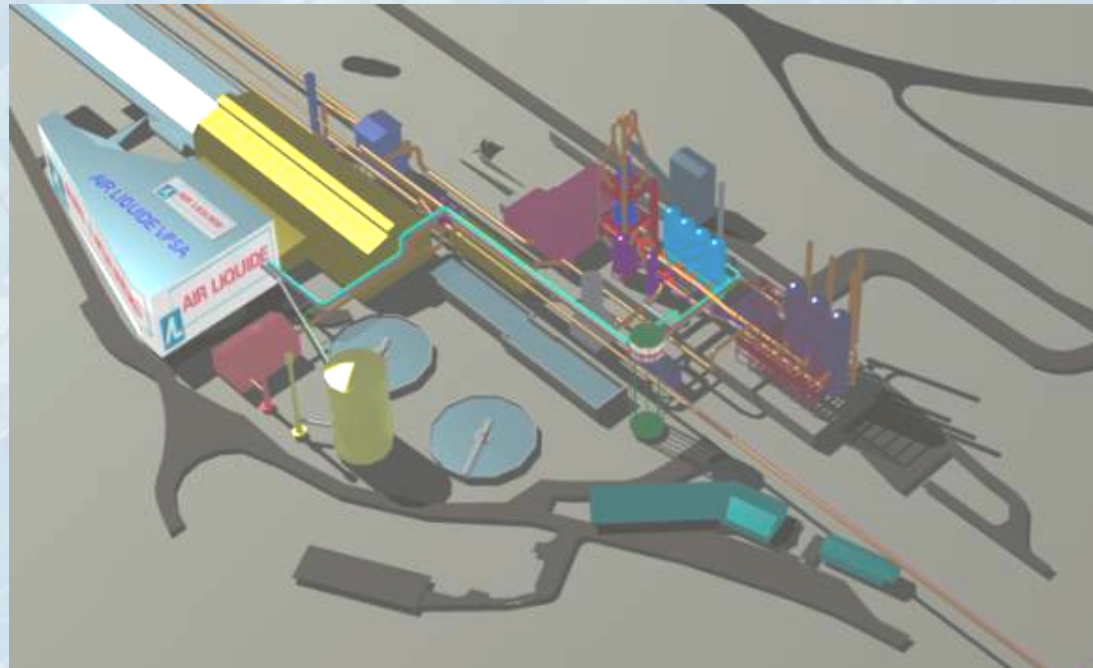
- Budget 20 M €
- Bouw Plant 2010-2011 in IJmuiden
- Testbedrijf mid 2011



Industriële demonstratie

- Project in voorbereiding door ULCOS Consortium
- Projectkosten 340 M €
- Steun van EU, Franse staat en regio

Demonstratie-oven
Florange, N-Frankrijk
ArcelorMittal



Inhoud

- Duurzaamheid Staal -> impact CO2
- CO2 tijdens productie vs CO2 in Gebruik
- De uitdaging : ontwikkelingen Staal vraag-> CO2
- Staalprocessen/ Ultra Low Carbon Steel Making (ULCOS)
- **Hergebruik en Recycling**

End of life: re-use , recycling

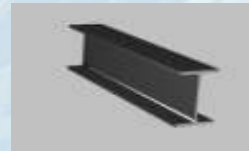


Re-use Building



- Re-cladding
- Upgrade Installations

Re-use steel parts



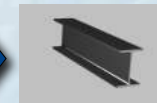
- Beams 50%
- Cladding 30%



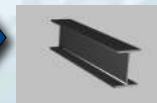
Waste <1%



Re-Melt



Same Quality



Higher Quality
"Upcycling"



re-Cladding -> Lange levensduur



Staal demontabel -> Hergebruik

Parkeergarage



Hergebruik als kantoor



Flexibiliteit indeling ->

Lange (functionele) levensduur

Staal :

- Lange levensduur door betere conservering (gevel garantie tot 40 jaar)
- Hoog "Adaptief Vermogen"
 - Staal -> Skelet structuur
 - Kolomvrije ruimten
 - Demontabele lichte tussenwanden
- -> Vrij indeelbare ruimten
- -> lange functionele levensduur



Nederland : 7 mio m2 leegstand betonnen kantoren

-> niet flexibel gebouwd -> niet aanpasbaar voor andere functies

Recycling Fase

Bouw 35% van afval in NL = 22 mio ton bouw en sloop afval /jaar (90% steelachtig)

-> Stof/geluidsbelasting

-> 2 mio vrachtauto ritten nodig voor afvoer

-> Kosten : 250 Eur/m² sloop/verwerking (vergelijk nieuwbouw Eur 1000/m²)

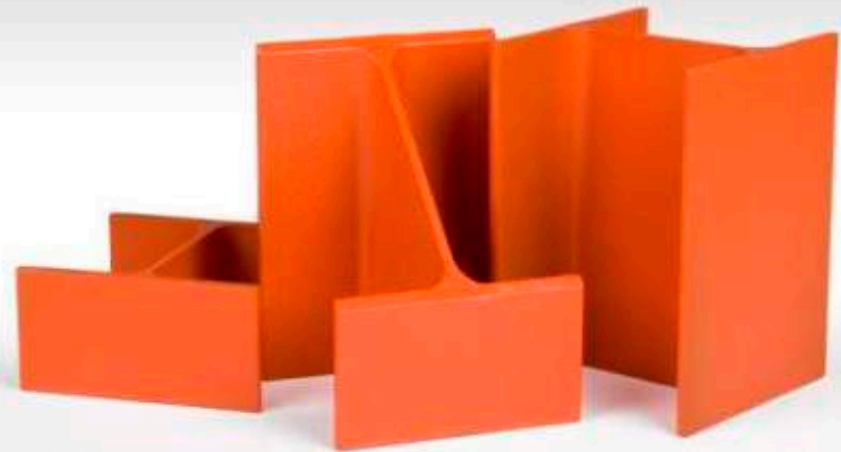


Downcycling versus Up-cycling

100% recycled beton



100% recycled staal



Recycling Fase: Upcycling



1953 Teeside Hal
Laagwaardig staal



Staal

Upcycling

2006 Heathrow Terminal 5
Hoogwaardig staal



Downcycling versus Up-cycling

100% recycled beton



100% recycled staal



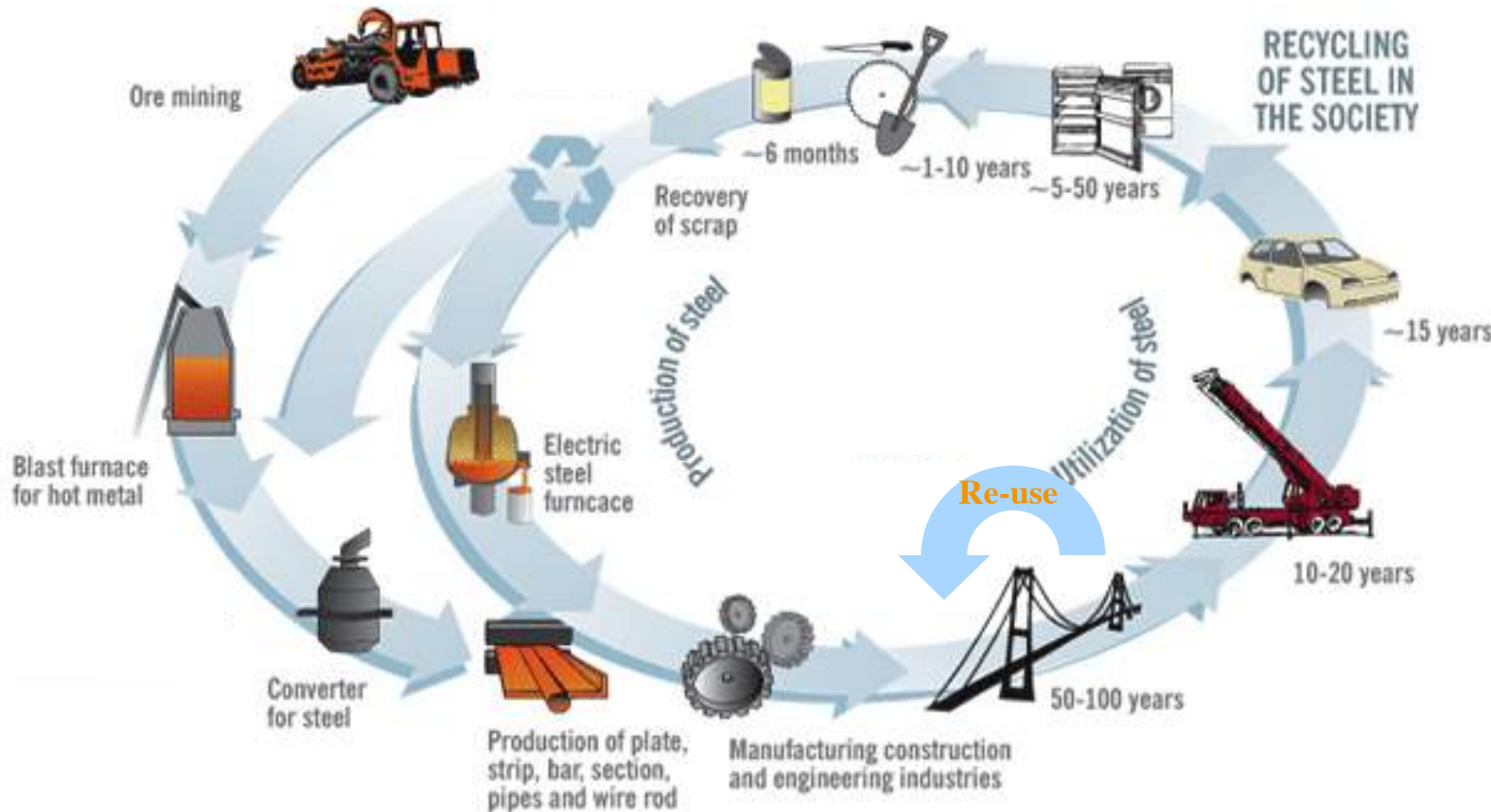
Source : Deltastaal/Frieslandstaal

Diverse staalproducten C2C gecertificeerd



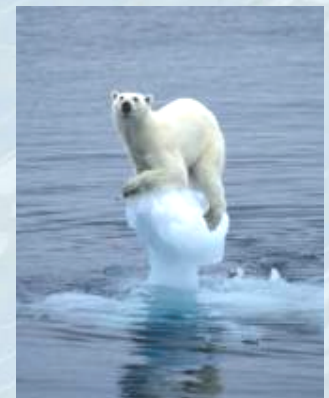
Tata Steel Damwand
C2C 2011

Steel is used, never consumed



Conclusies

- CO2 is belangrijk onderdeel van het milieuprofiel staal
- Over de totale life cycle van een gebouw is de CO2 tijdens productie (embodied CO2) laag in vergelijking tot de CO2 in gebruiksfase.
- Door de flexibiliteit van staalconstructies is de functionele levensduur lang.
- Daarnaast wordt door het hoge hergebruik- en recycling percentage van staal de embodied CO2 over de levensduur verder verlaagd
- Nieuwe staalprocessen zoals Hisarna geven een significante CO2 reductie van 20-80%



Conclusies

- CO2 is belangrijk onderdeel van het milieuprofiel staal
- Over de totale life cycle van een gebouw is de CO2 tijdens productie (embodied CO2) laag in vergelijking tot de CO2 in gebruiksfase.
- Door de flexibiliteit van staalconstructies is de functionele levensduur lang.
- Door het hoge hergebruik- en recycling percentage van staal wordt de embodied CO2 over de levensduur verder verlaagd
- Nieuwe staalprocessen zoals Hisarna geven een significante CO2 reductie van 20-80%
- Resultaten van het ULCOS project:

Verlaging CO₂ uitstoot

Huidige technologie
Top Gas Recycling
HISARNA

Enkele procenten

15 %	50 % met CCS
20 %	80 % met CCS

- Ondanks grote gezamenlijke inspanning zal de introductie van nieuwe technologieën veel tijd vergen (verwachting 2016 – 2020)