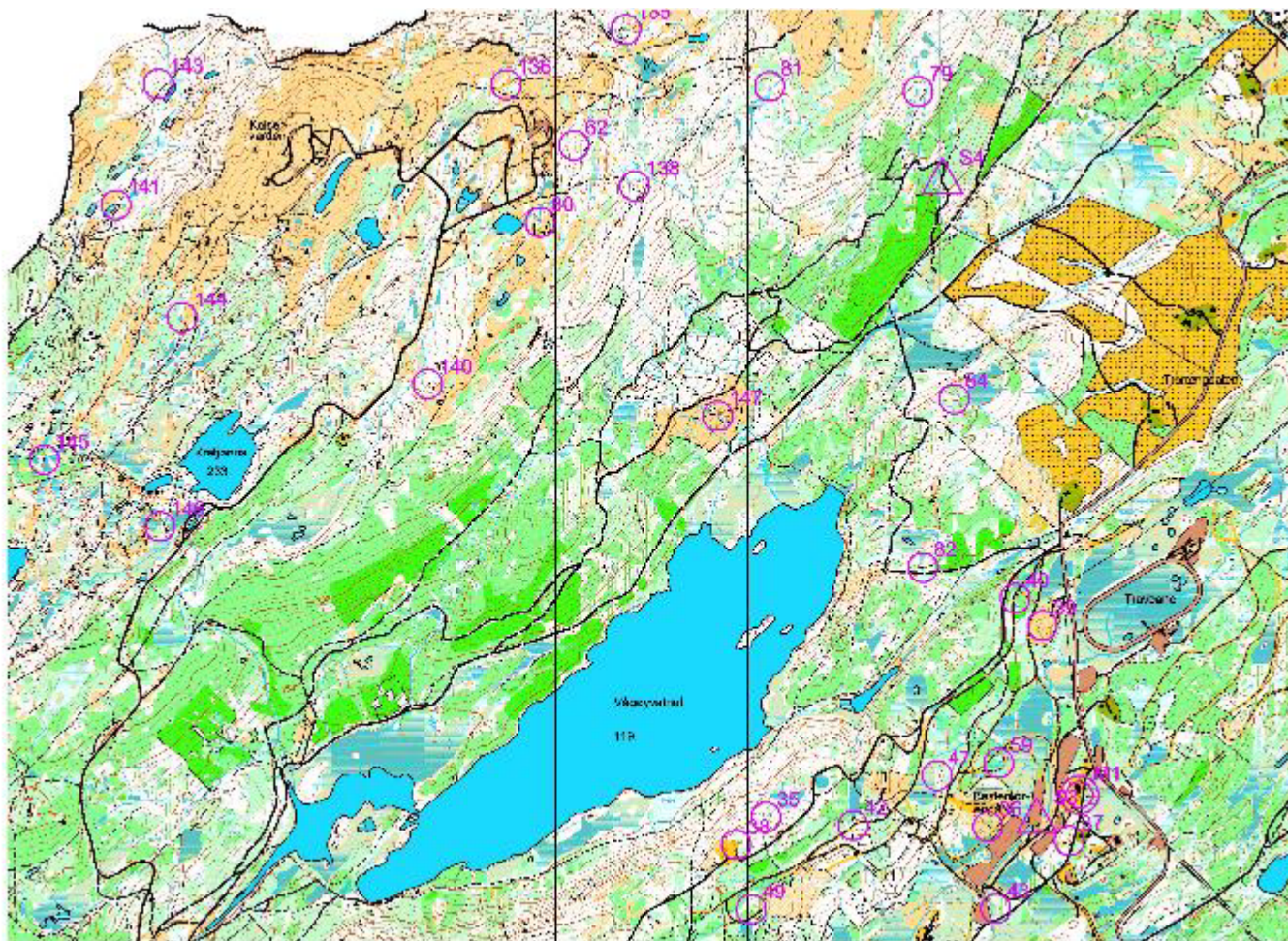


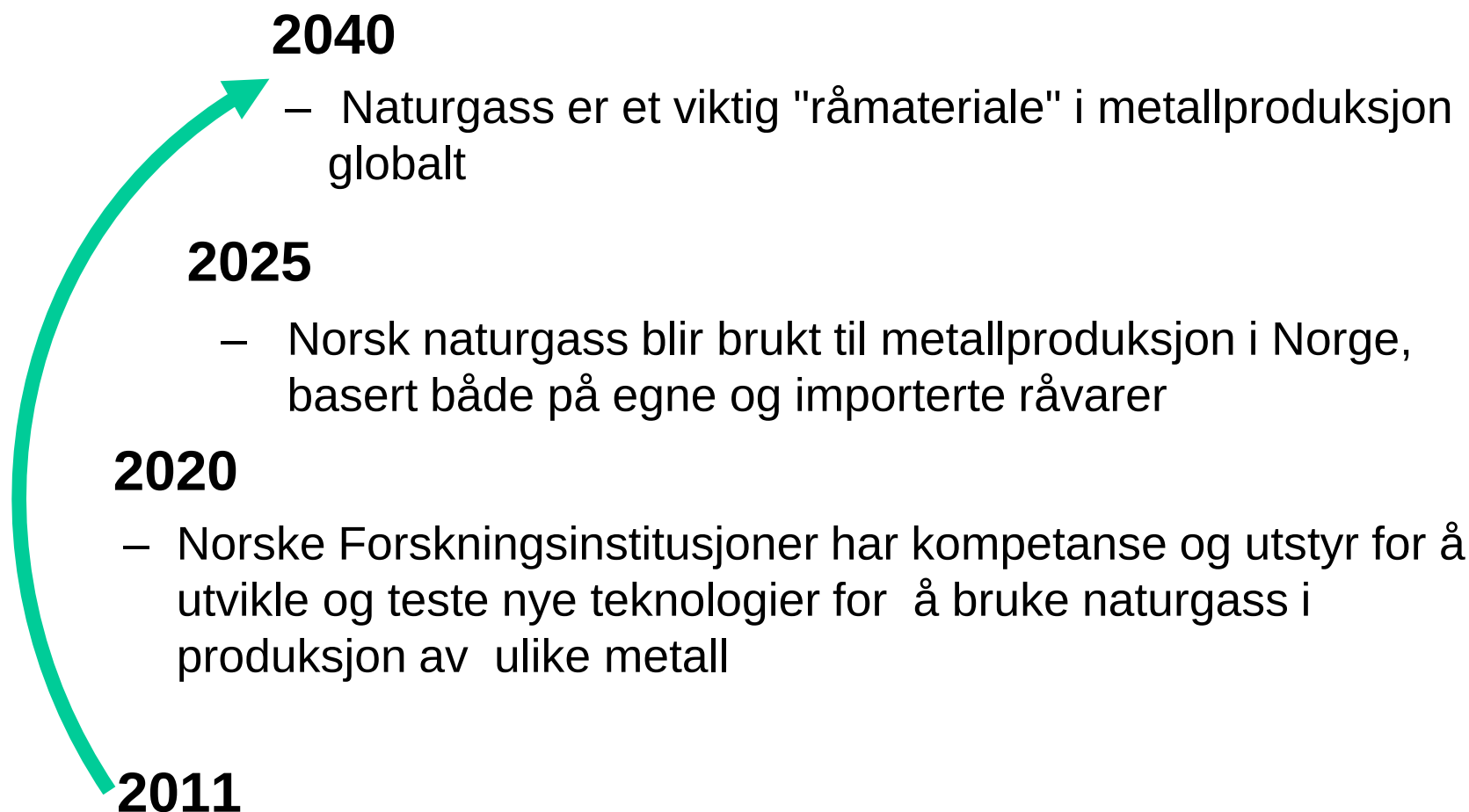
Veikart for gass til metallproduksjon

Arbeid fra 2011 - 2014 og nye tanker for en vei videre

Eli Ringdalen, Leiv Kolbeinsen, Halvor Dalaker

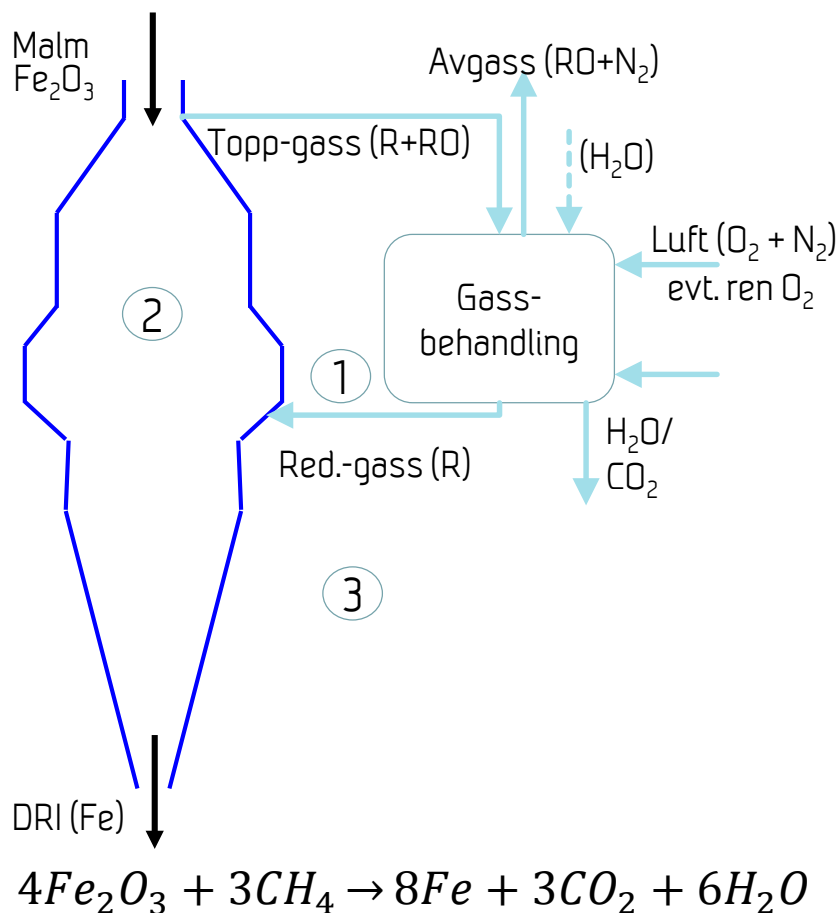


Visjon for bruk av naturgass fra 2011



Redusert CO₂ utslipp med naturgass

- Eksempel fra Fe-produksjon



Måsovner:

- **1,9 tonn CO₂/t Fe.**

Bruk av naturgass DRI

- **0.5 tonn CO₂/t Fe**

Stålproduksjon 2011

- Stål totalt : 1,490,060,000 tonn
- I måsovner : 1,082,729,000 tonn
- DRI produksjon : 63,474,000 tonn

Prosjekter med bruk av naturgass

- RP ReSiNa, 2011-2014, 12.9 mill
 - Solar cell silicon
- SIP NatGasMetal, 2011-2014, 9.5 mill
 - SINTEF
- IPN RaNaGass, 2011- 2015, 9 mill
 - Rana Gruber, Iron ore for DRI
- KPN GasFerroSil Ph 1 2011-2013, 5.8 mill
 - FFF og TiZir, Manganese and silicon alloys, Prereduction of ilmenite
- KPN GasFerroSil Ph 2 , 2013-2017, 12.9 mill
 - FFF og TiZir, Manganese alloys, Prereduction of ilmenite
- RP Kiselrox, 2013-2015, 9 mill
 - Kinetics and selectivity of reactions during oxide reduction using Natural Gas.
- RP NovAl, 2013-2016, 7 mill.
 - Inert anodes for Al-production
- RP Coralsea, 2014-2017, 10 mill.
 - Chrome Oxide Reduction: an Atomic Level modelling and Spectrographic Experimental Approach
- IPN SiNG, 2014- 2017, 18 mill
 - Elkem, Si production with natural gas

- Total 9 projects
- 6 PhD-students, 1 post.doc
- Several master students

Ingen prosjekt etter 2017

Veikart for Naturgass til metallproduksjon fra 2014

Veikart arbeidet startet med 2 workshops i 2014,

Målet var å få fram

- Kvantifisere bidrag naturgass vil gi i metallproduksjon
- Hva er status i dag
- Hva er drivkreftene
- Hvilke utfordringer ser vi for oss
- Hvordan møte utfordringene
- Nasjonal versus global bruk av naturgass i metallproduksjon
- Hva må gjøres nå og hvordan prioritere for å nå visjonen i 2025 og i 2040?

Deltagere

Eramet, Glencore, Elkem, FeSil, Wacker, TiZir, Norsk Hydro, Alcoa, NTNU, Sintef

Mulig bruk av gass i metallproduksjon

Fe

- DRI Tjeldbergodden
- RaNaGass, produserer råvare til DRI

Si/FeSi

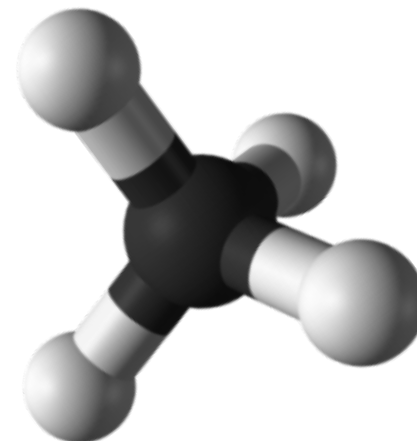
- Fix C kilde (SiNG, ReSiNa)
- SiC produksjon med SiO (GassFerroSil)
- Raffinering (ReSiNa)
- Nye prosesser (SiNG)

Mn/Ilmenitt

- Forreduksjon og forvarming (GassFerroSil)
- Karbon kilde (GassFerroSil)
- Nye prosesser

Al

- Gassanoder (NovAl)
- Annet?



Utfordringer bruk av gass i metallproduksjon

Teknologiske

- Fundamentale hindringer (Likevekter, kinetikk, reaksjonsmekanismer etc)
- Hindringer i industriell bruk

Finansiering

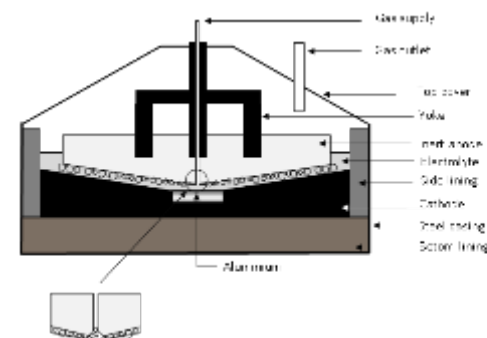
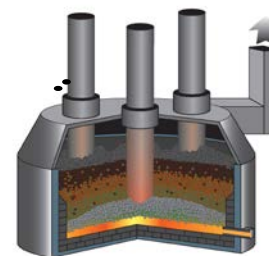
- Av Forskning og utvikling
- Av pilotanlegg
- Av industriell realisering

Rammebetingelser

- Miljøkrav
- Tilgang på infrastruktur
- ??

Tilgang på Naturgass

- Produksjonsvolum
- Metallproduksjon krever små volum sammenlignet med totalvolum



Visjon 2025 fra arbeid i 2014

- Bruksområder og potensialer for bruk av naturgass i landbasert verdiskapning er klarlagt
- Etablert pilotklynge av metallurgisk industri, basert på NG, og med høy utnyttelse av aktørenes ulike produkter/biprodukter/energi
 - Eksisterende klynger må videreutvikles
 - Nye klynger i forbindelse med eksisterende verk
- Carbon Black brukes til elektrodeproduksjon
- Hydrogen brukes til forreduksjon i Mn-produksjon
- Naturgass brukes til sintring
- Gassbasert Mn-prosess i liten pilotskala viser gode muligheter
- Kompositt-materialer laget ved hjelp av naturgass er et faktum
- Større fleksibilitet i valg av råmaterialer
 - Gass gir økt fleksibilitet til bruk av lavere kvalitets råvare
- Langsiktige ramme-betingelser er på plass

Planer 2025 fra arbeid i 2014

- Opprette og gjennomføre programmet MetallGassMaX
- Utvikle og ta i bruk inert anode med gjennomstrømming av gass (erstatning for pet coke og bindemiddel; ref Alcoa/Hydro)
- Test av forvarming og forreduksjon (Mn, Cr, etc)
- Etablere testprogram/prosjekt for opp-kulling av trekull
- Utvikle Mn-pilot
 - Intermittent prosess i induksjonsovn
 - Kontinuerlig liten Mn-pilot
 - 4 PhD 8PD/forsker 4MSc
- Identifisert og etablert pilot-site
 - Knyttet til eksisterende virksomhet
 - Nytt område (Hammerfest?)
- Utvikle gassbaserte prosesser i lab.- og pilotskala
 - Koordinert med gjenvinning, reaktorkonsepter o.a.

Suksesskriterier fra arbeid i 2014

- **Klyngestruktur**, gjensidig nytteeffekter mellom aktører
- Eksistens av lokomotivbedrift eller klart styringssignal fra norske myndigheter
- Tilgang, pris, kvalitet og forutsigbarhet på gass
- Pris for CO₂
- Forutsigbarhet i rammebetingelser
- FoU rammeprogram initiert for å utvikle gassbasert industriklynge

Veikart for bruk av gass i metallproduksjon

Nye tanker

- Bruk av gass fra ulike kilder som råvare i metallproduksjon
 - Naturgass, hydrogen, gass fra biokarbon produksjon, andre
 - ikke som energi, men som råvare
- Skal støtte opp regjeringens rapport om Grønn konkurransekraft
- Bygger på veikart for prosessindustrien
 - Ikke et selvstendig , frittstående veikart, men basert på veikartet for prosessindustrien
- Bruk av gass er et av mange tiltak for å nå klimamålene, og er ikke nok
 - Men er det tiltaket som behandles i dette veikartet
- Kombineres med andre tiltak som bruk av gass fra biokarbonproduksjon

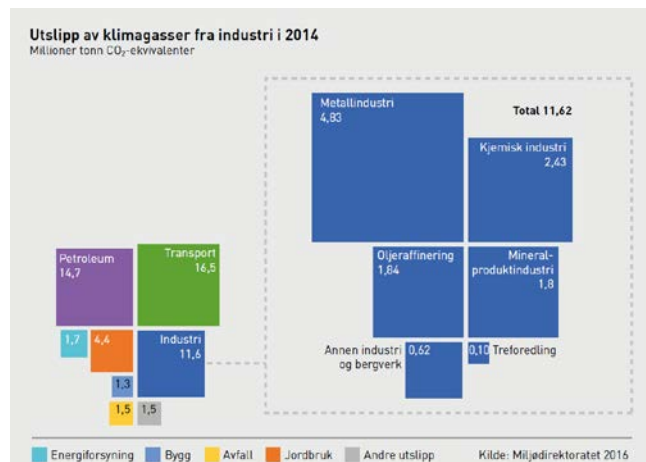
Strategi for Grønn konkurransekraft

Norge og skal redusere klimagassutslippene med 40 % innen 2030

- Metallprodusenter skal redusere med 43 % innen 2030 sammenlignet med nivå i 2005

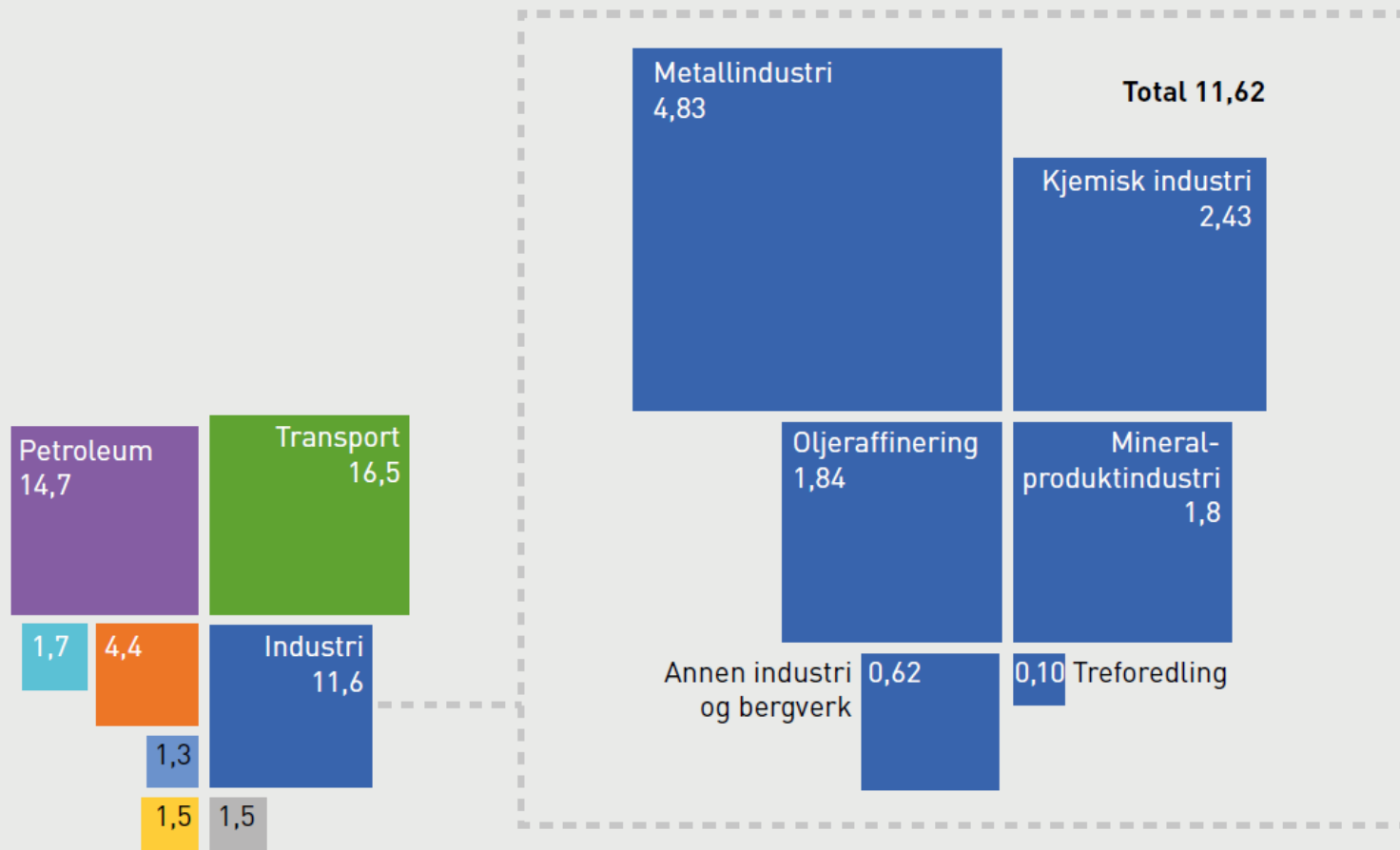
Norge skal redusere klimagassutslippene med 80-95 % innen 2050

- Metallprodusenter skal redusere med minst 80 % innen 2050 sammenlignet med nivå i 2005



Utslipp av klimagasser fra industri i 2014

Millioner tonn CO₂-ekvivalenter



■ Energiforsyning
 ■ Bygg
 ■ Avfall
 ■ Jordbruk
 ■ Andre utslipp

Kilde: Miljødirektoratet 2016

Hvordan kan gass til metall bidra til grønt skifte?

- Produksjon av metall gir CO₂ utslipp siden det i tillegg til energi trengs karbon for å skille metaller og oksygen i malmen. Hydrogen kan gjøre en del av jobben.
- Forkoksning av kull i eller utenfor ovn gir 4-15 tonn CO₂-utslipp pr tonn koks. Bruk av karbon fra naturgass vil fjerne dette
- Bruk av gass fra biokarbonproduksjon kan gi mer lønnsom og mer bærekraftig produksjon av
- Utfasing av kull har fordeler for økonomi og miljø
 - Kull er en kritisk råvare som kommer fra få kilder, ofte i politisk ustabile regioner langt unna Norge
 - Renere produkt. Kull inneholder urenheter, f.eks P som ender i metall
 - Kullgruvedrift har ofte negative miljøeffekt
- Norge har verdensledende industri med energi fra vannkraft, verdensledende kompetanse i metallproduksjon og naturgass som mulig karbonkilde,
 - Økt metallproduksjon i Norge med vannkraft som energi kilde vil redusere globale CO₂ utslipp
 - Bruk av gass kan gi grunnlag for utvikling av nye mer lønsomme og mer bærekraftige teknologier

Norsk vannkraft la grunnlaget for oppbygging av norsk metallindustri

Gass kan gi grunnlag for et paradigmeskift og ny oppbygging av bærekraftig metallproduksjon

Visjon Ny

2050

- CO₂ utslippene fra norsk metallproduksjon er redusert med over 80 %. Økt bruk av gass som reduksjonsmiddel er en viktig grunn til dette. Teknologiene som er utviklet er tatt i bruk utenfor Norge

2030

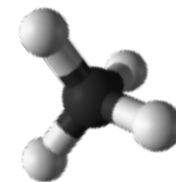
- Gass brukes som reduksjonsmiddel i metallproduksjon i Norge. Dette har bidradd til å redusere CO₂ utslippene med 40 %.

2020

- Norske Forskningsinstitusjoner har kompetanse og utstyr for å utvikle og teste nye teknologier for å bruke gass i metall produksjon

2016

Gasskilder



Naturgass

- direkte eller LNG

Hydrogen

- elektrolyse
- avgass fra nye prosesser med naturgass

Biogass fra biokarbonproduksjon

CO-rik avgass fra metall produksjon

- SiMn

Syngass pluss avgasser fra kjemisk industri

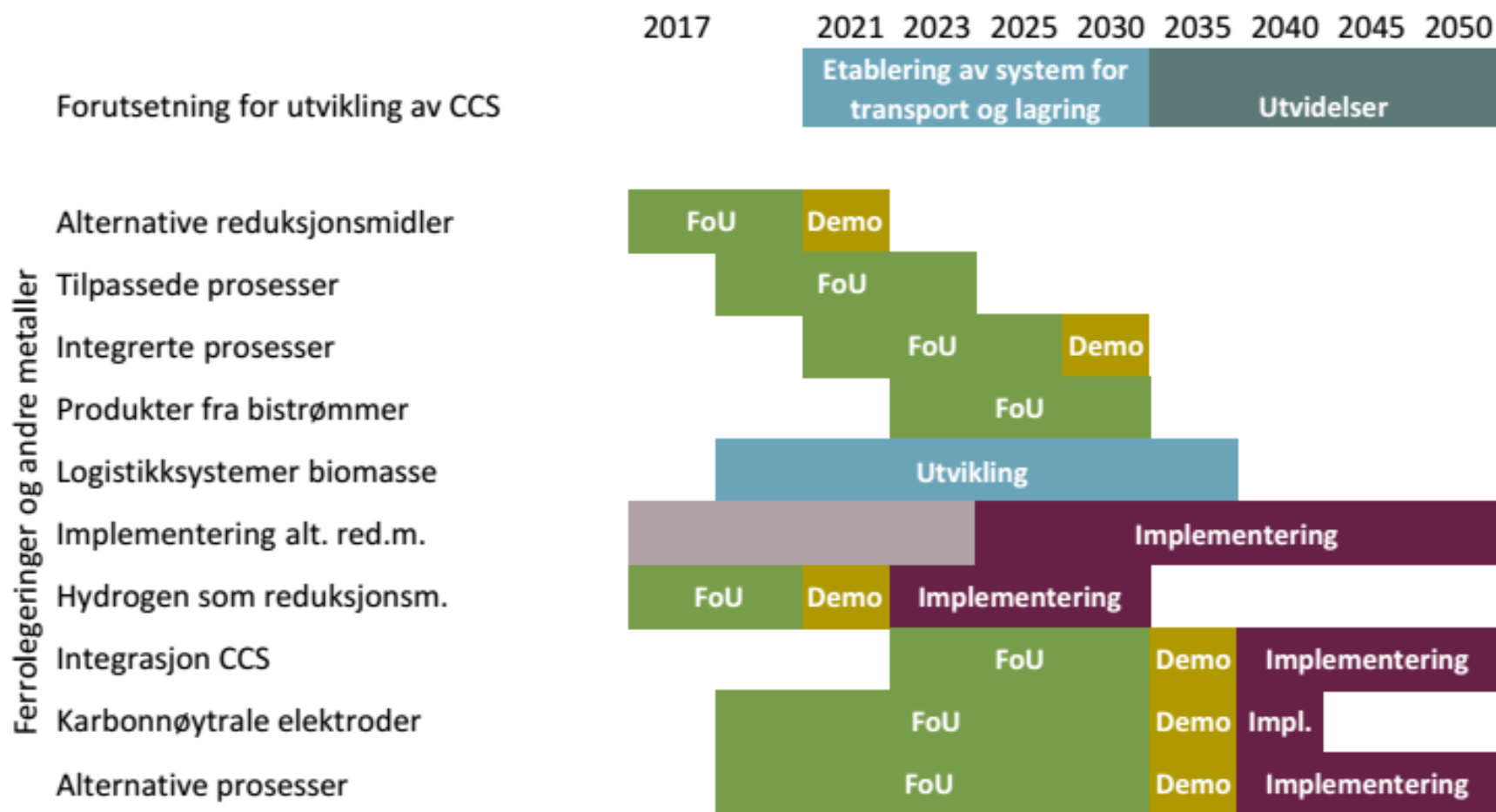
Veikart for gass til metallproduksjon

Innhold i veikart for prosessindustrien

- Visjon
- Prosessindustrien og produktene
 - ikke energi, men som råstoff
- Industrien i dag
- Aktuelle teknologier for å realisere veikartet,
- VEIKARTET
- Verktøy for å realisere veikartet,,
- Anbefalinger

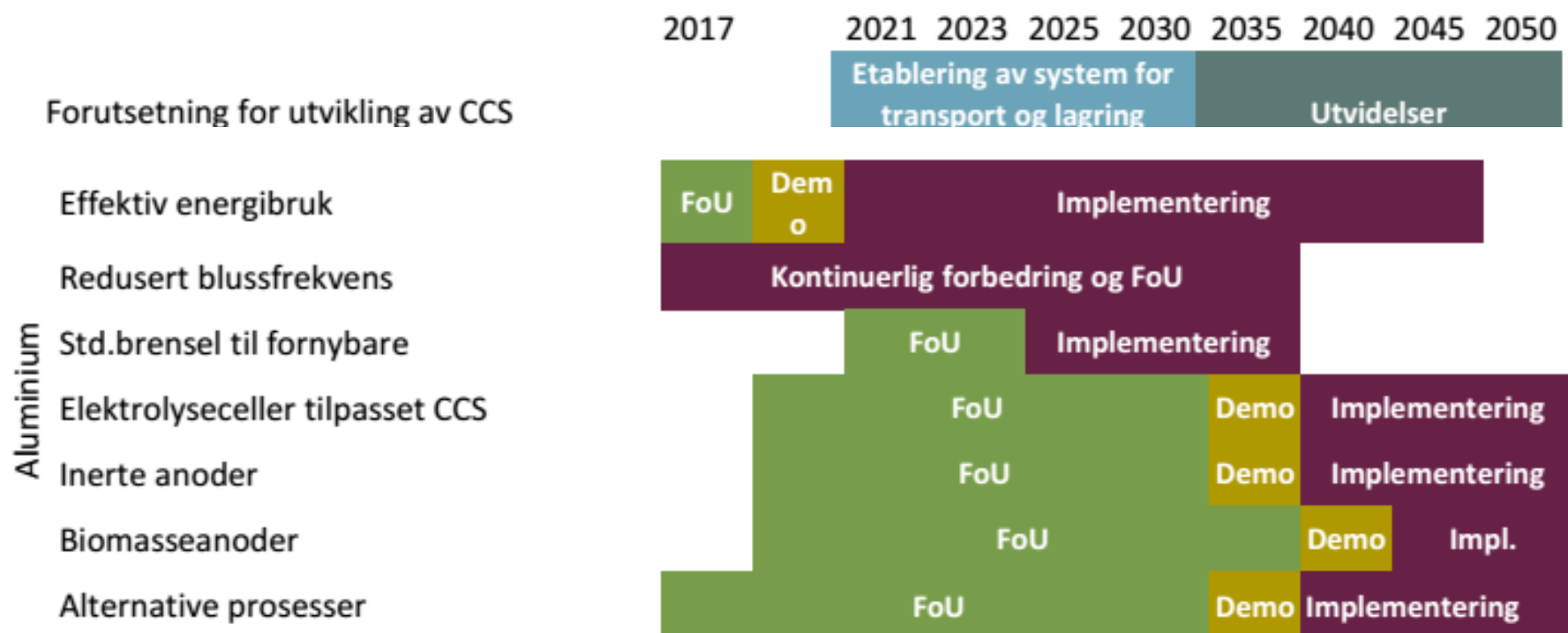
VEIKART FOR PROSESSINDUSTRIEN (Fe)Si, Mn, Ti

[ØKT VERDISKAPING MED NULLUTSLIPP I 2050 Norsk Industri, mai 2016]



VEIKART FOR PROSESSINDUSTRIEN Aluminium

[ØKT VERDISKAPING MED NULLUTSLIPP I 2050 Norsk Industri, mai 2016]

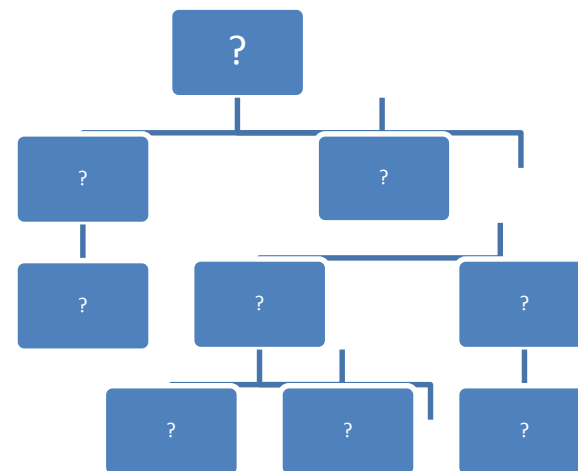
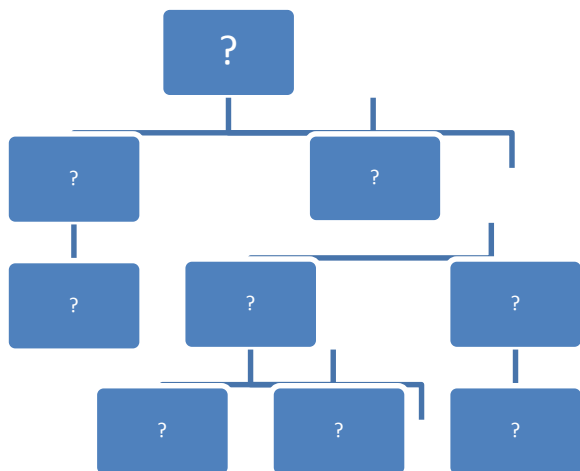


2050: 0 % CO₂

Ny teknologi

Eksisterende teknologi

2030: CO₂ utslipp redusert med 40 %



TEKNOLOGIER FOR Å REALISERE VEIKARTET

- 5.1 Teknologigjennombrudd
 - 5.1.1 CCS og CCU
 - 5.1.2 Bruk av hydrogen
 - 5.1.3 Økt bruk av biomasse
 - 5.1.4 Andre teknologigjennombrudd
- 5.2 Alternativ energi
 - 5.2.1 Biogass
 - 5.2.2 Utnyttelse av varme
-

VERKTØY FOR Å REALISERE VEIKARTET

- 7.2 Generelle rammebetingelser
 - 7.2.1 Overordnede prinsipper for skatte- og avgiftspolitik
 - 7.2.2 Skatte- og avgiftsfritak
 - 7.2.3 Handelspolitikk
 - 7.2.4 Transport og infrastruktur
 - 7.2.5 Kompetanse
- 7.3 Rammebetingelser for klima og energi
- 7.4 Ressurstilgang
 - 7.4.1 Ressurs-effektivitet og sirkulærøkonomi
 - 7.4.2 Tilgang på fornybare råvarer
 - 7.4.3 Bruk av naturgass som bro til biogass

Visjon Ny

