



Gymnasielærerdagen 2025

Perspektiver fra det ingeniør- og naturvidenskabelige område

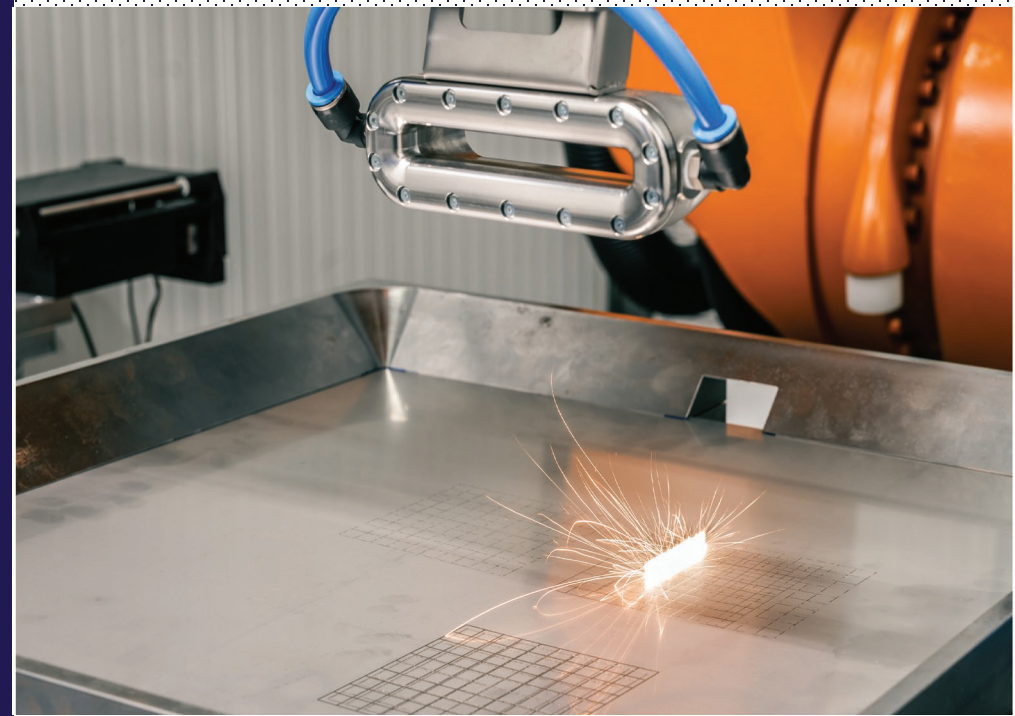
Thomas Ditlev Brunø - Aalborg University



**AALBORG
UNIVERSITY**

Områder fra fire institutter

- ▶ Klimaøkonometri
- ▶ Kemi gør græsset grønnere
- ▶ Industrielle systemer til cirkulær omstilling
- ▶ Fremtidens bæredygtige energisystemer

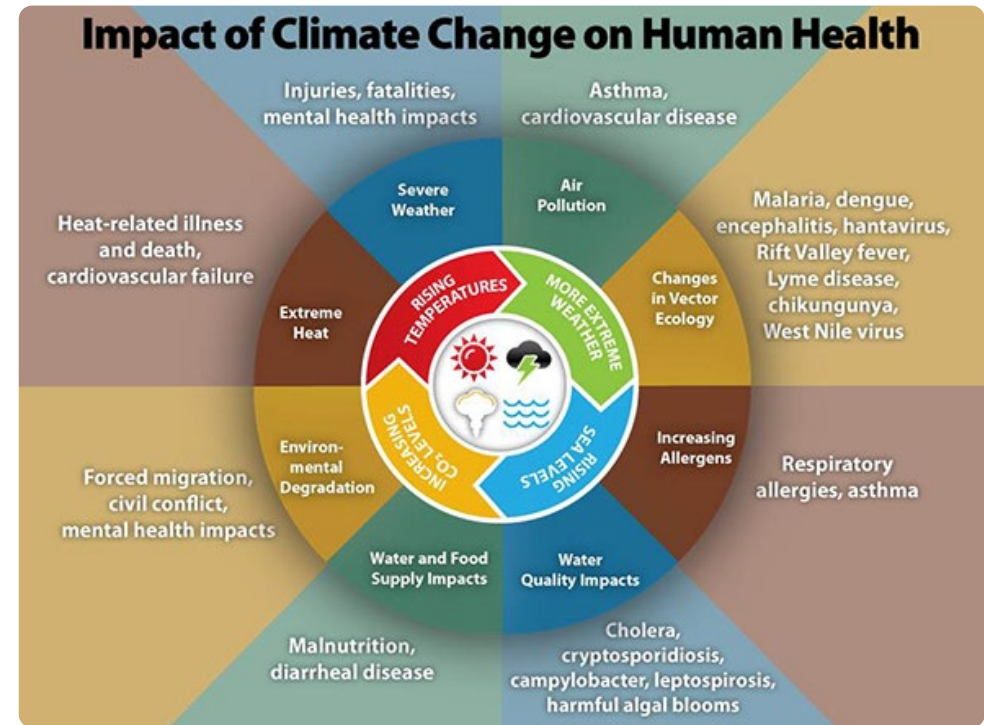
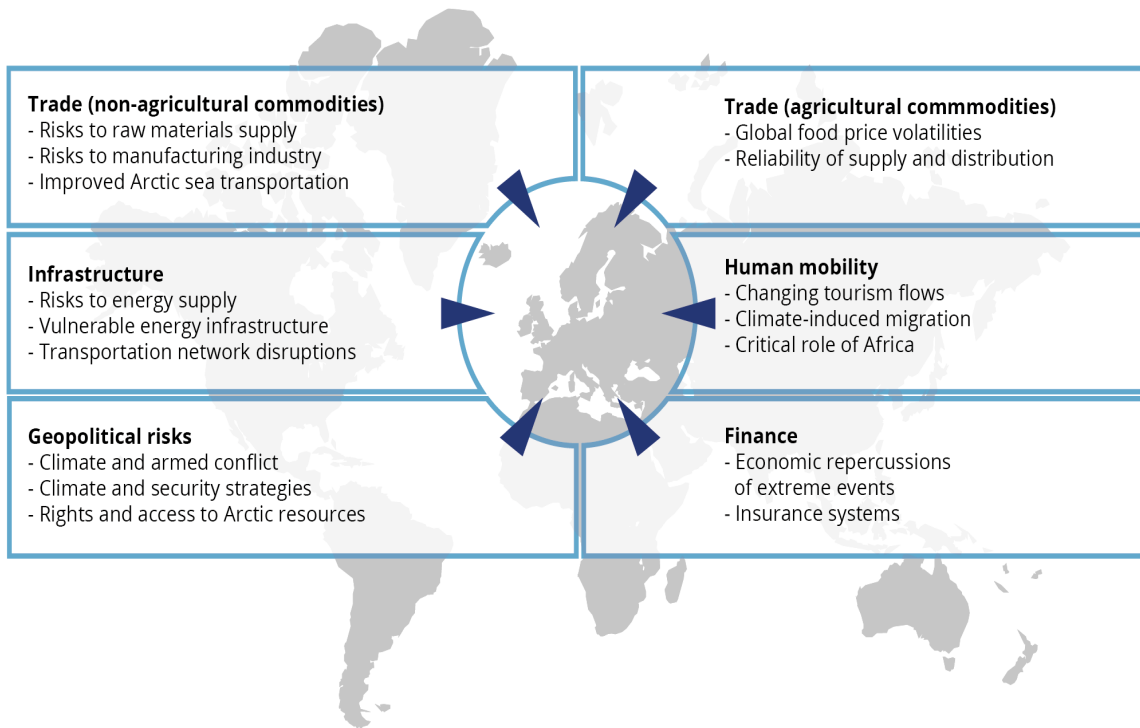




Klimaøkonometri

GYMNASIELÆRERDAGEN

Konsekvenser af Klimaforandringer



Finansielle Problemer

- ▶ Grønne vs Brune finansielle aktiver
- ▶ Opfører de to finansielle aktiver sig anderledes?
- ▶ Kan det skyldes ændringer i investeringsbeslutninger?
- ▶ Eller er det måske en konsekvens af politiske agendaer?

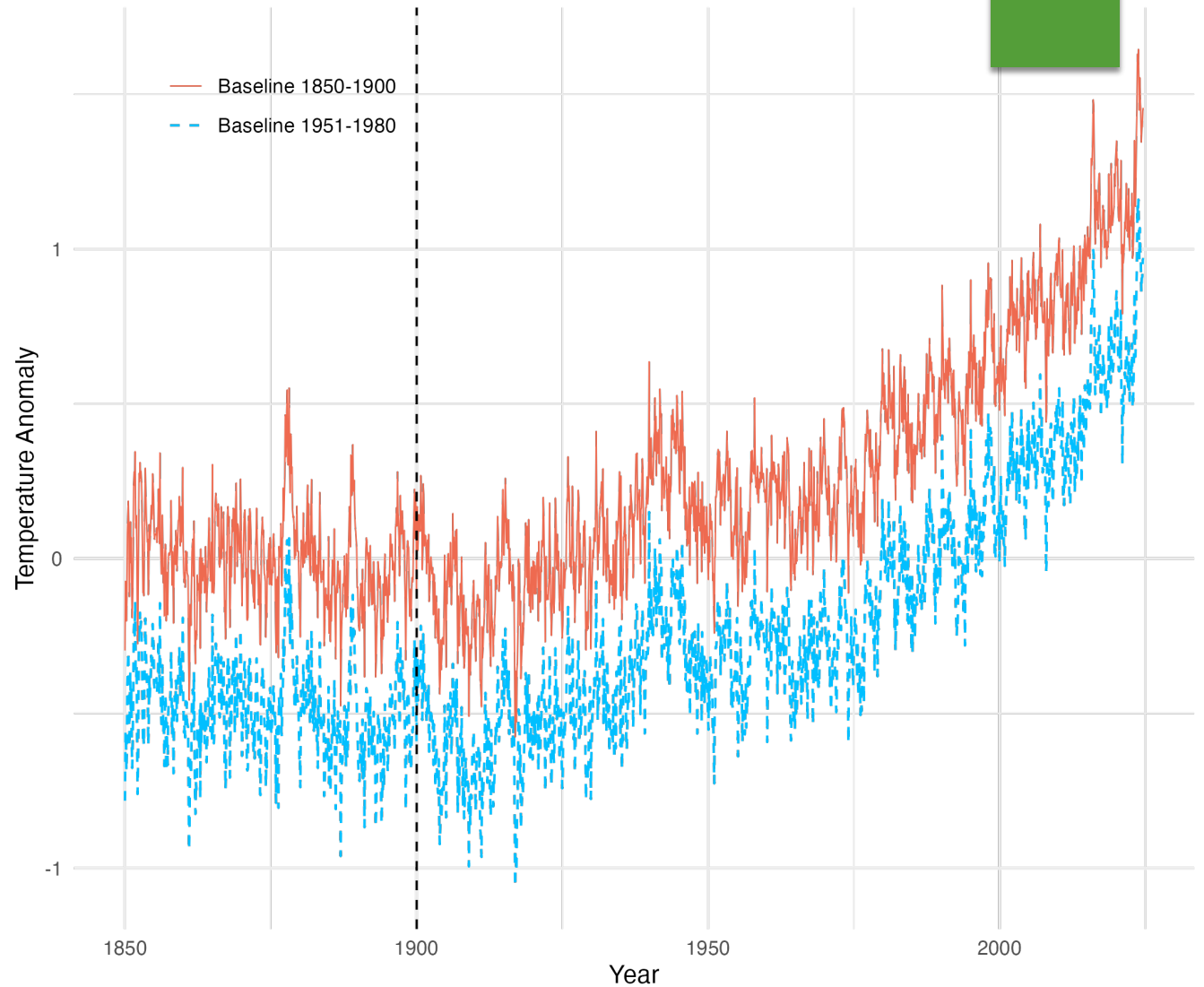
<https://climateaau.github.io/publications/HighFrequencyEnergyStocks>



Overskridelse af Paris Aftalen

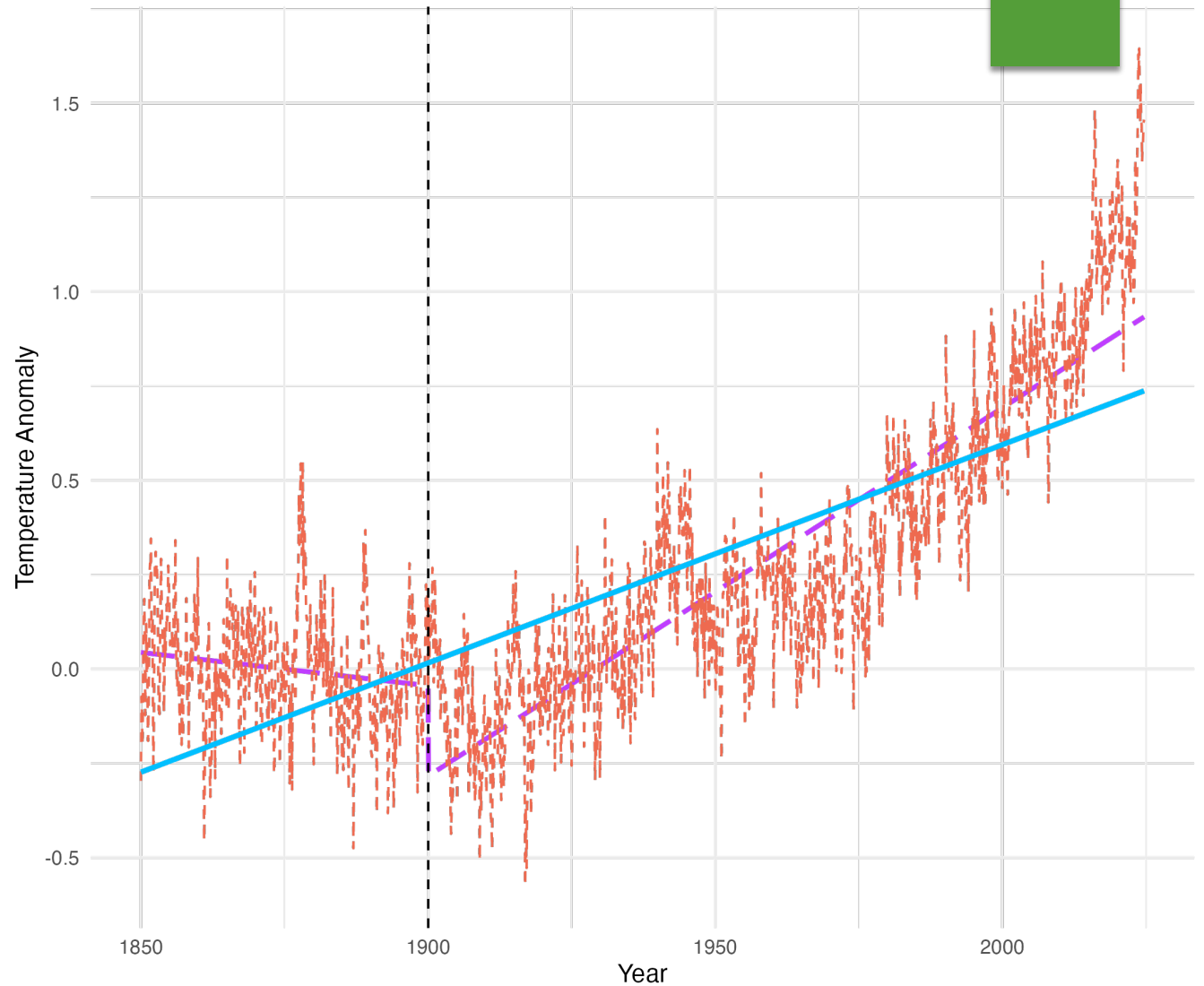
- ▶ Paris aftalen vedtaget ved COP21 i December 2015
- ▶ Mål: Begrænse den globale temperaturstigning til 1.5°C i forhold til førindustrielle niveau
- ▶ Førindustriel tidsalder defineres af IPCC til at være perioden 1850–1900
- ▶ AI data på temperatur anormaliteter udregnes på baggrund af perioden 1951–1980
- ▶ Matematik kan bruges til at tilpasse data den reelle førindustrielle periode

<https://climateaau.github.io/publications/GlobalTemperatureAnomalies>



Ændring i Acceleration

- ▶ De globale temperatur anomaliteter udviser tegn på en opadgående tendens
- ▶ Kan tolkes som en acceleration i globale temperaturstigninger
- ▶ Matematik kan bruges til at tjekke for et "trend break" og påvise signifikansen af dette
- ▶ En signifikant ændring i tendensen kan bruges til at forklare yderligere/strammere klimapolitikker



Andre Anvendelser af Klimaøkonometri

- ▶ Matematisk estimering af signifikans og effekt af CO₂ udledninger på globale temperatur anomaliteter
- ▶ Estimering og matematisk test af stabiliteten af "Airborne Fraction", som repræsenterer andelen menneske-udledt CO₂, der forbliver i atmosfæren
- ▶ Effekten af klimaforandringer på forsikringsmarkedet:
 - ▶ Modellering af priser på diverse forsikringer, eksempelvis mod oversvømmelse af hus
 - ▶ Hvis huset ligger i et risikofyldt område mht. oversvømmelse, er det sandsynligt at forsikringspræmien stiger
 - ▶ Kan risici forbundet med klimaforandringer oversættes direkte til ændringer i forsikringspræmier?



climate.math.aau.dk

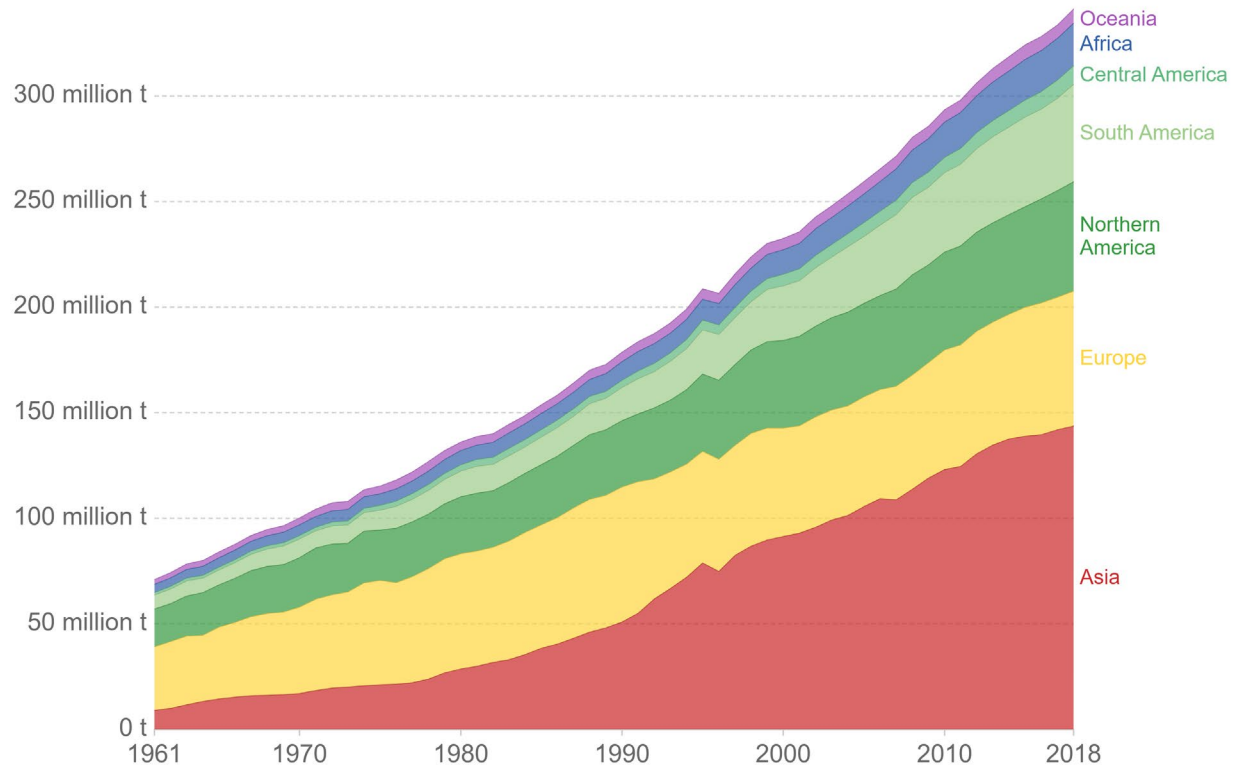


Kemi Gør Græsset Grønnere

Mads Koustrup og Kathrine Danner

Global meat production, 1961 to 2018

Our World
in Data



Source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)

OurWorldInData.org/meat-production • CC BY

- Større og rigere population øger fødevarebehov og kødforbruget
- Fødevareproduktion står for 26% af global CO₂-ekvivalent emission
- Andre miljøpåvirkninger:
 - Stort vandforbrug
 - Stort landarealforbrug
 - Eutrofiering (pga N-udvask)
 - Biodiversitets reduktion

The environmental impacts of food and agriculture

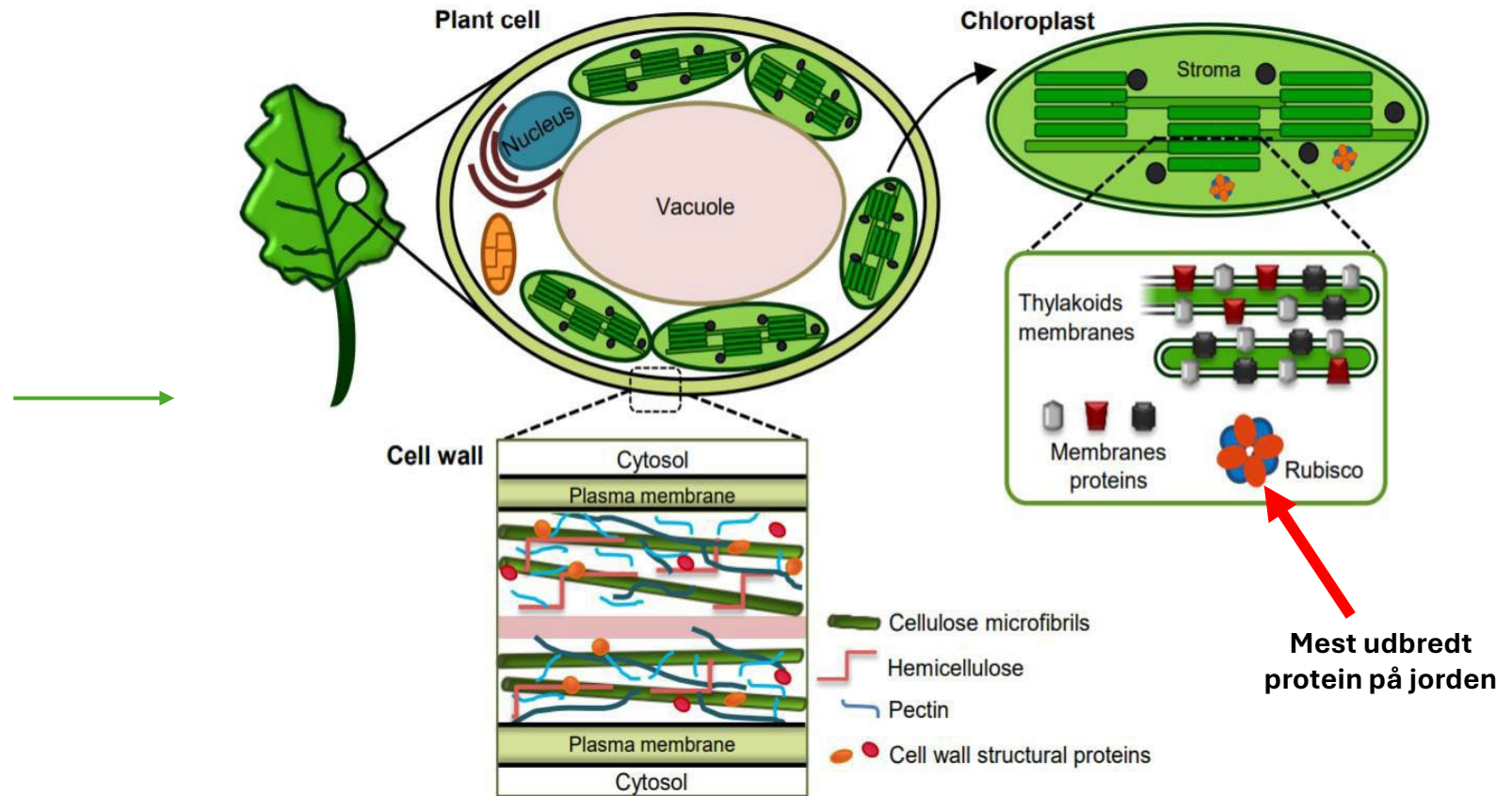
Our World
in Data



- **Vi har brug for alternative proteinkilder!**

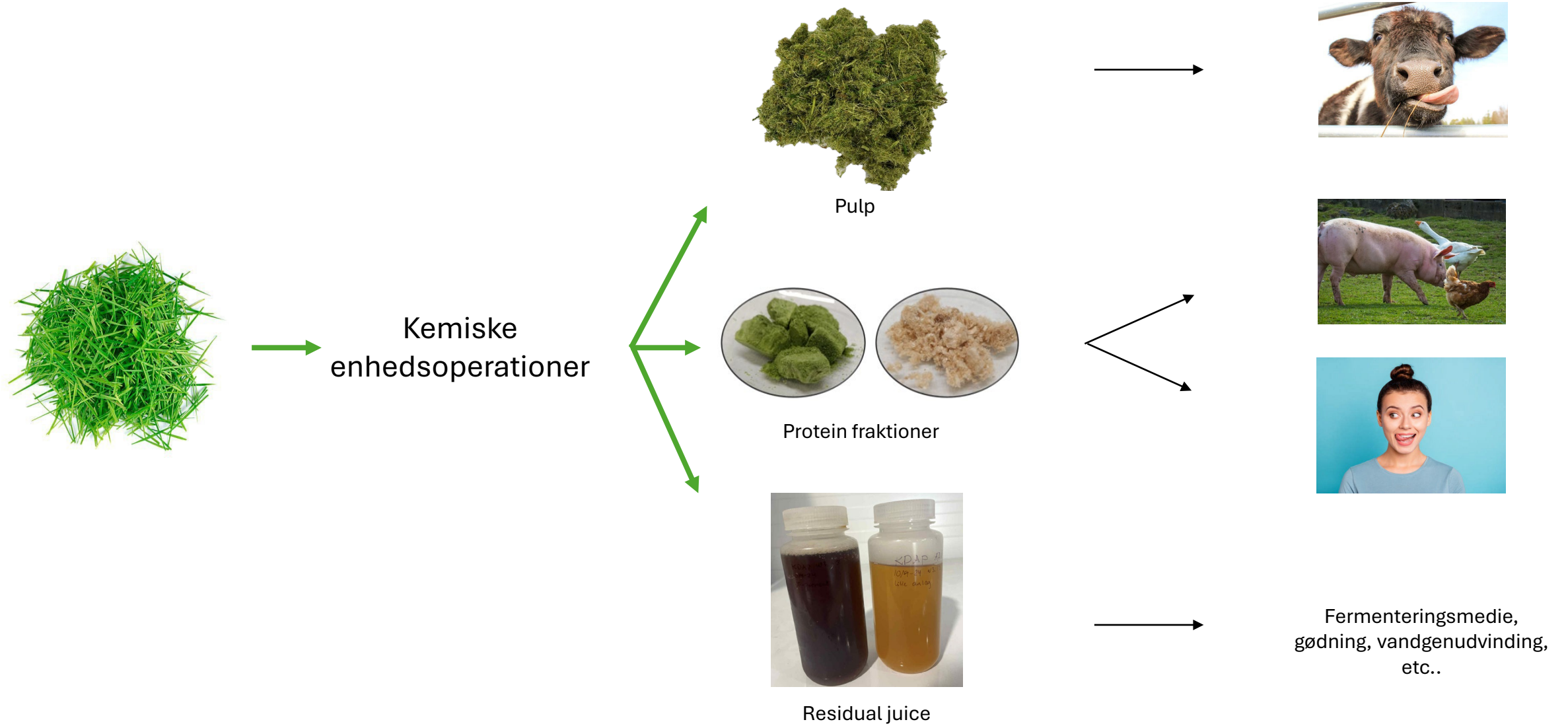


Hvorfor spiser vi ikke den største
proteinkilde i verdenen?



Grøn biomasse er meget kompleks og
kræver processering

General Grøn Bioraffinering





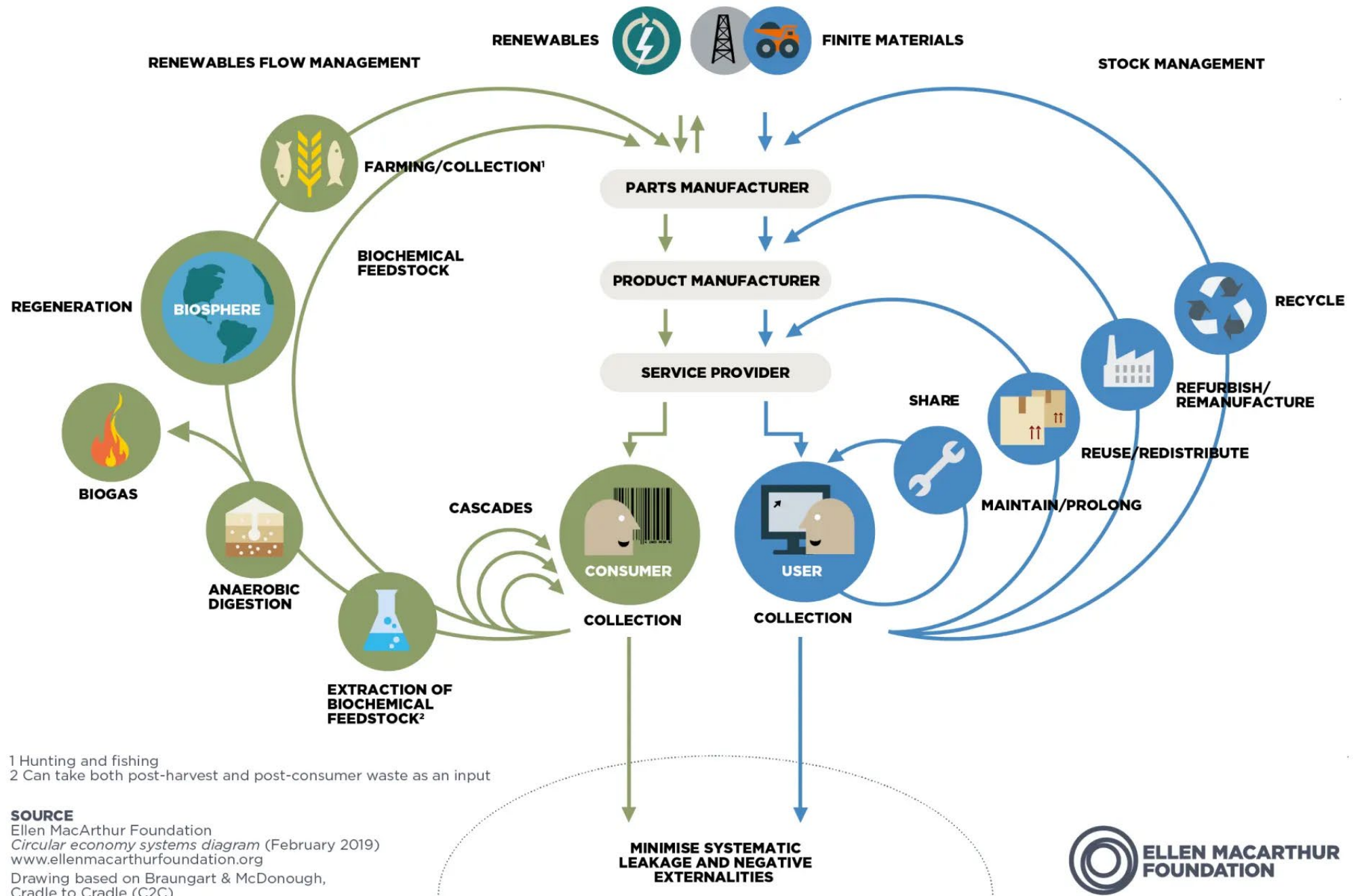
- AAU og BiomassProtein benytter membranteknologi til separation
- Produktion af næringsrige og funktionelle protein fraktioner
- Pilot-skala procesanlæg i Skive

**Industrielle systemer til cirkulær
omstilling**
SUSTAINable Manufacturing Systems

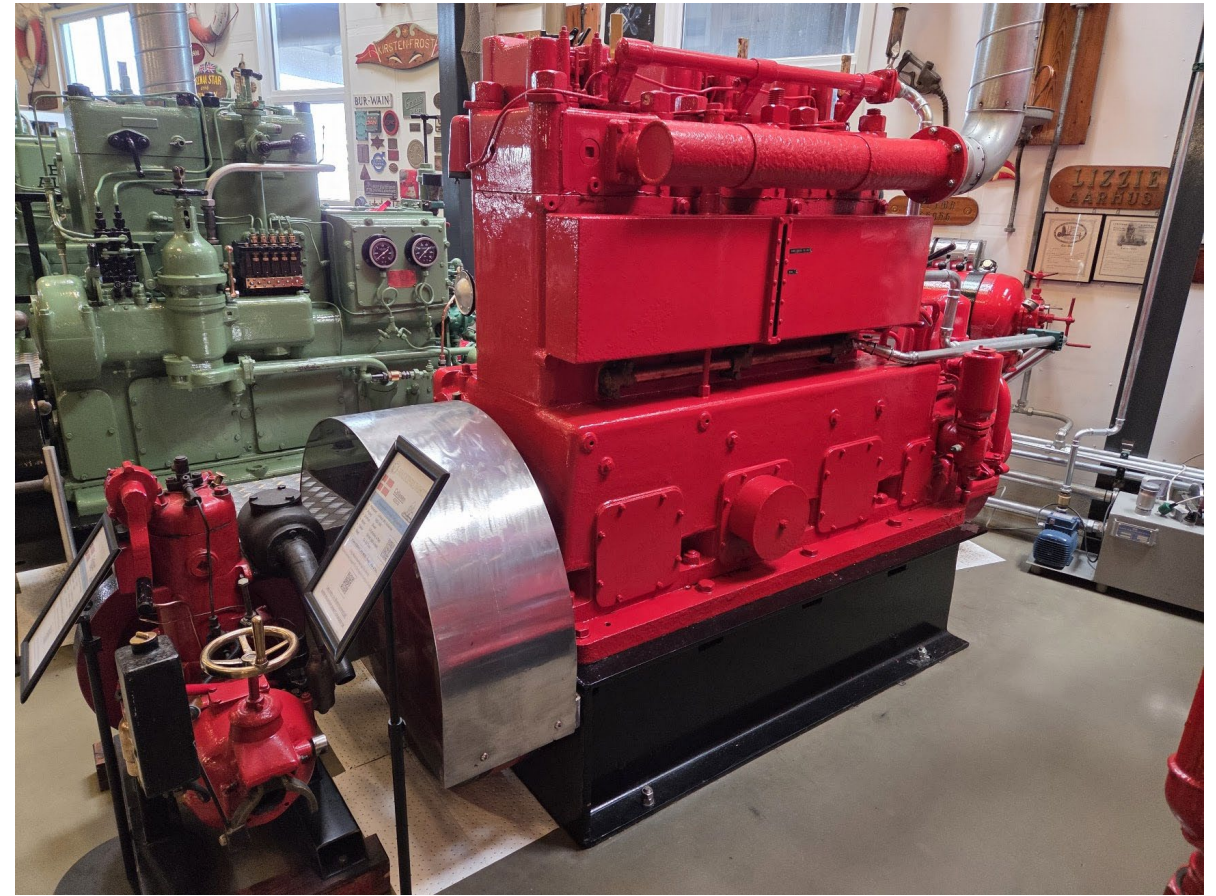
Thomas Ditlev Brunø - Aalborg Universitet 2025



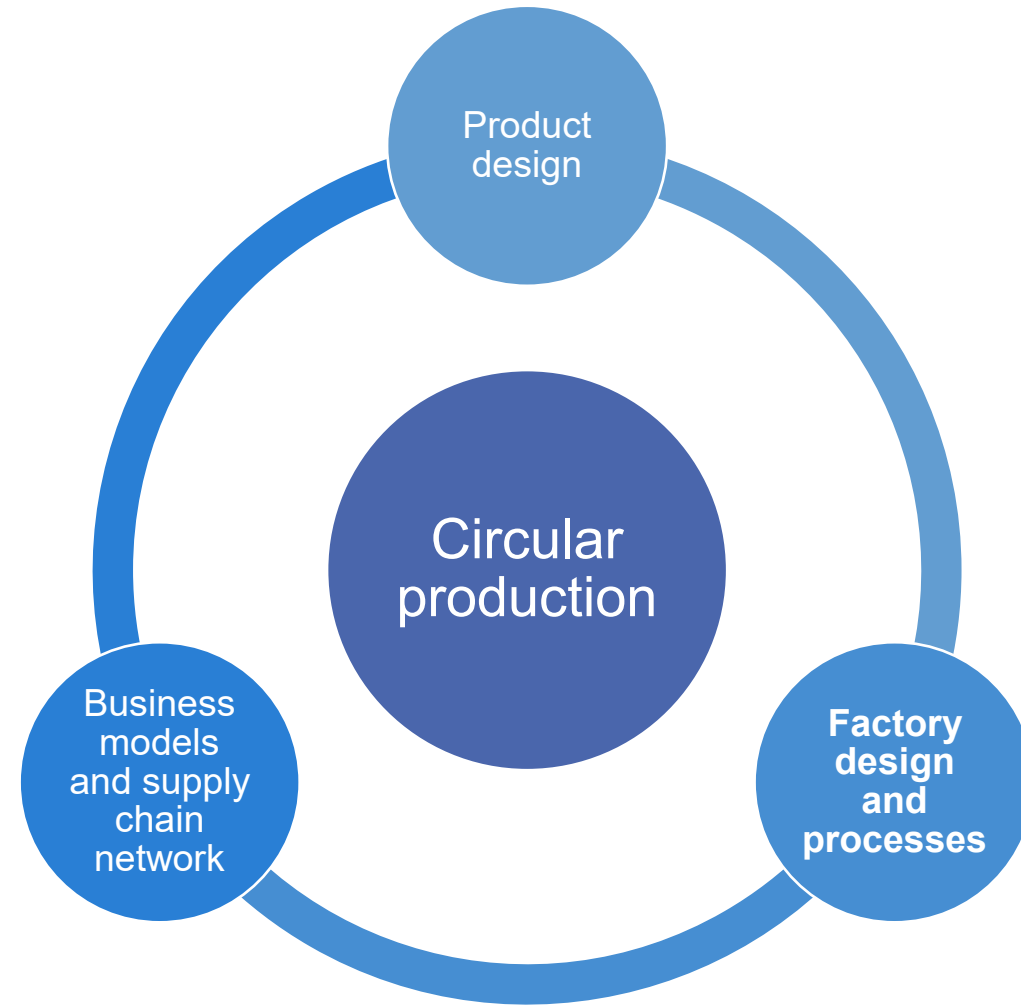
AALBORG
UNIVERSITY



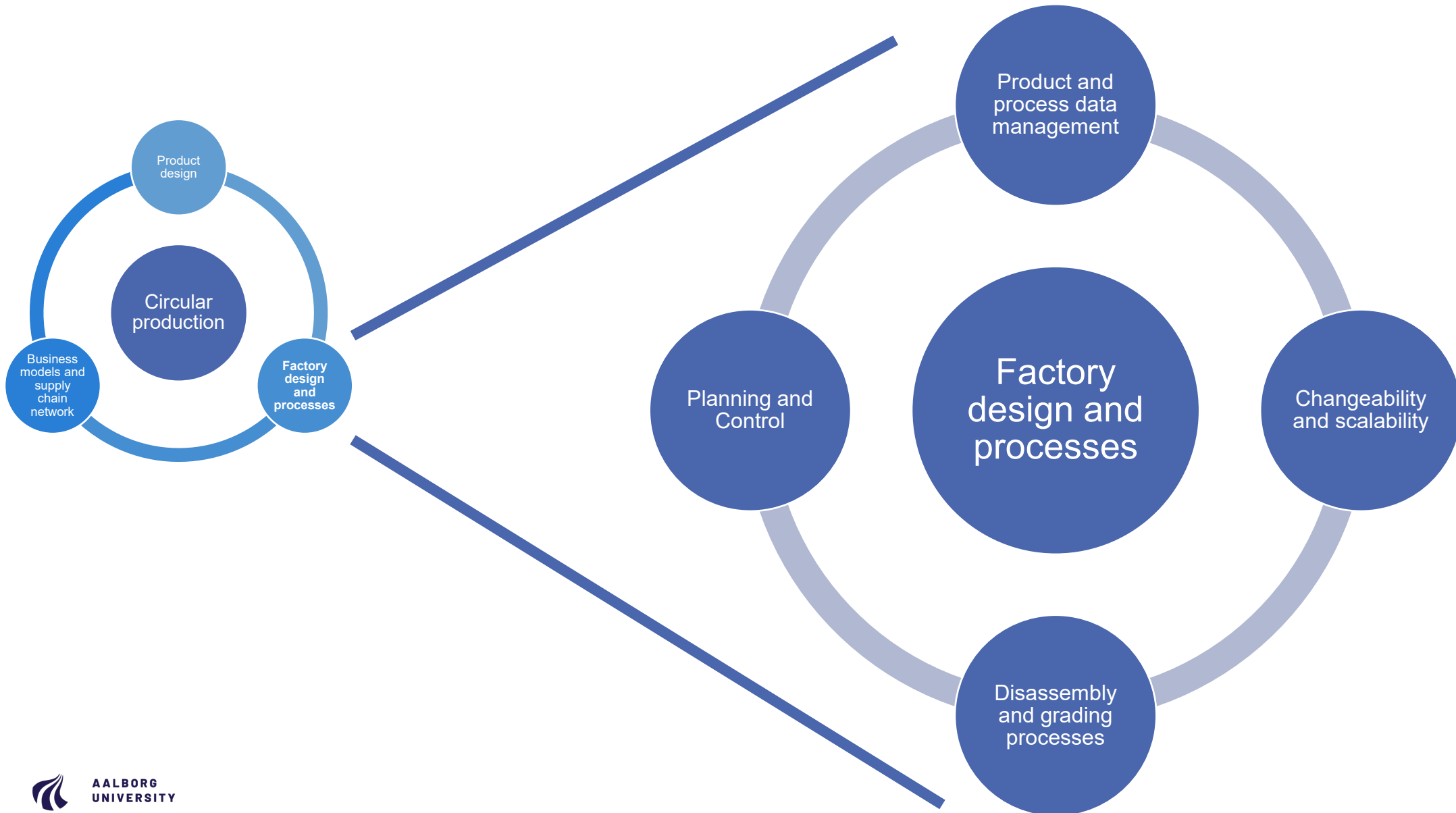
Different R strategies for different products



Linear→Circular: A multi-domain challenge

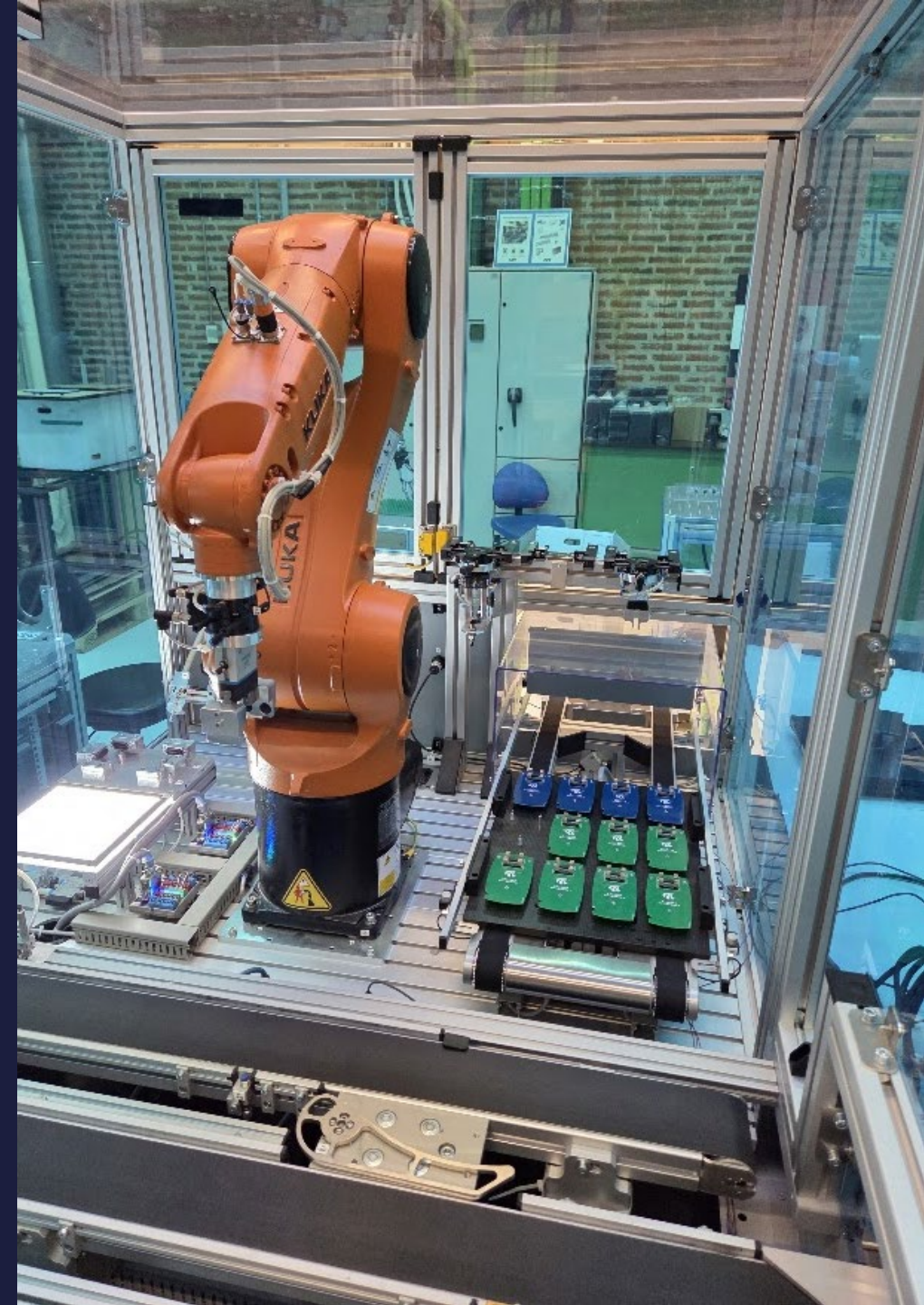


Linear → Circular: A multi-domain challenge

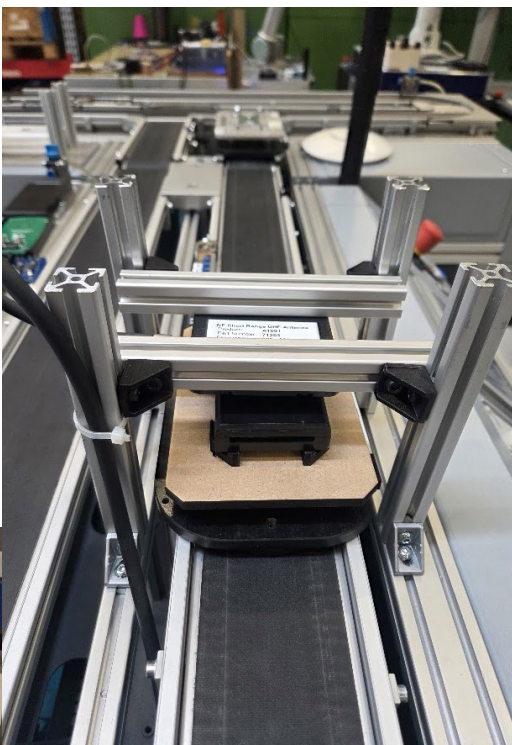


Circular Production / Remanufacturing Challenges

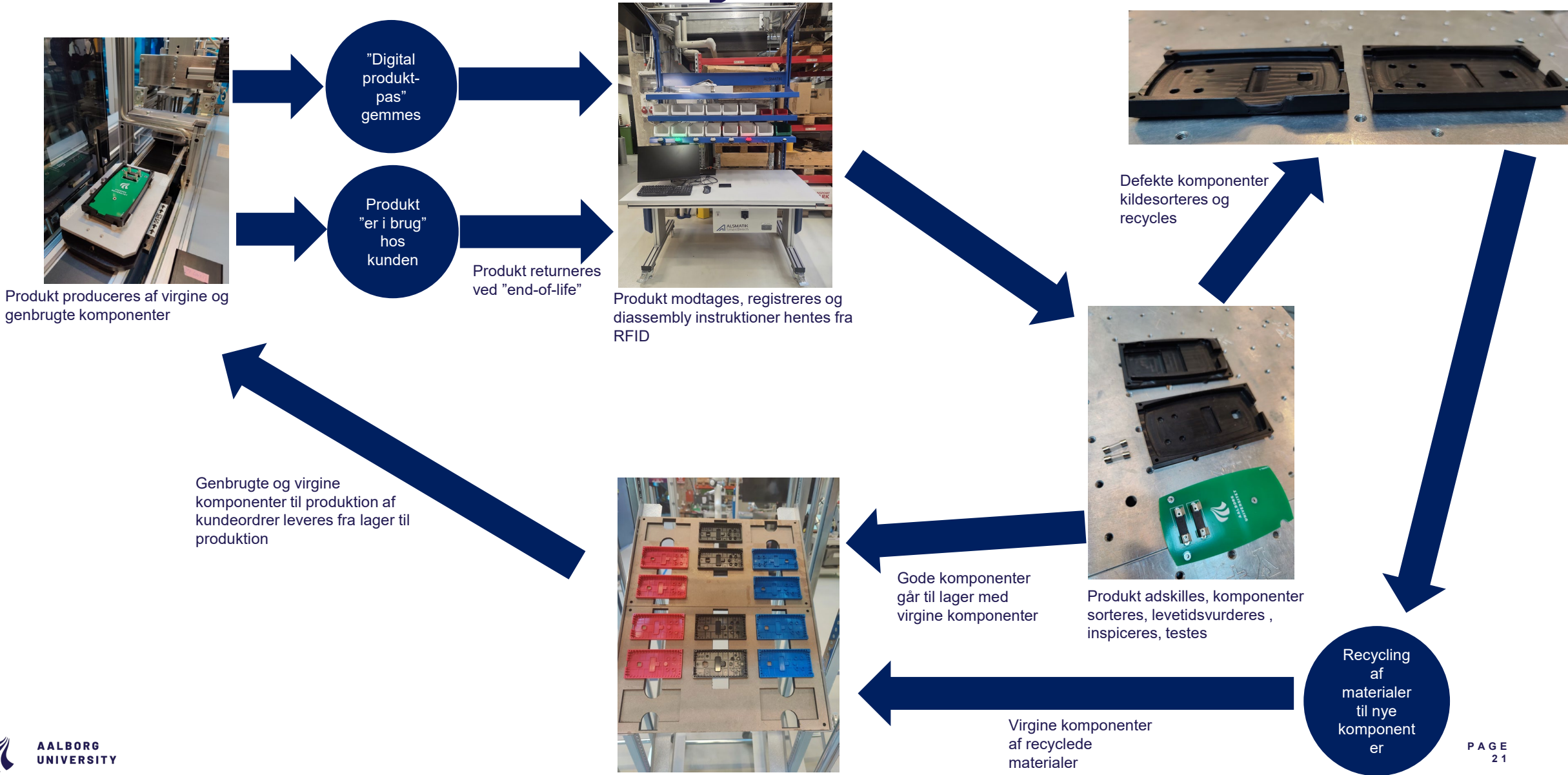
- ❖ How do we utilize our product data in circular manufacturing?
- ❖ How do we determine the best R-strategi on product family level, and on individual product level, based on data?
- ❖ How do we plan disassembly based on product data and capabilities?
- ❖ How do we geographically distribute circular operations?
- ❖ What technology supports circular factories?



AAU National Testbed for Circular Production



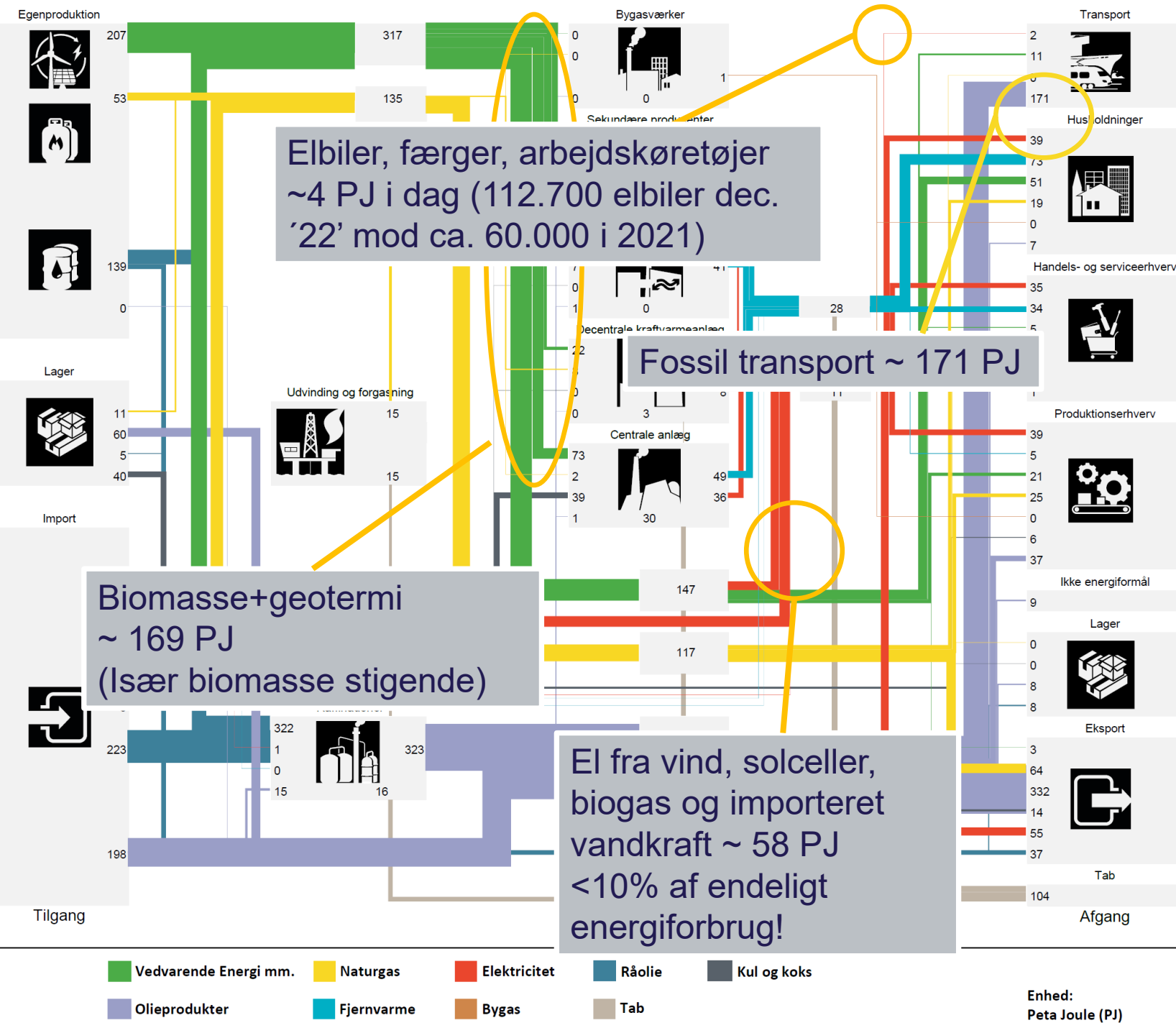
Testbed Flow: manufacturing - take back - remanufacturing



Fremtidens Energisystemer



AALBORG
UNIVERSITY



Endelig
Energiomsætning:
691 PJ

(Fraregnet
udenrigstransp.
- udgjorde 2021:
509 PJ!)

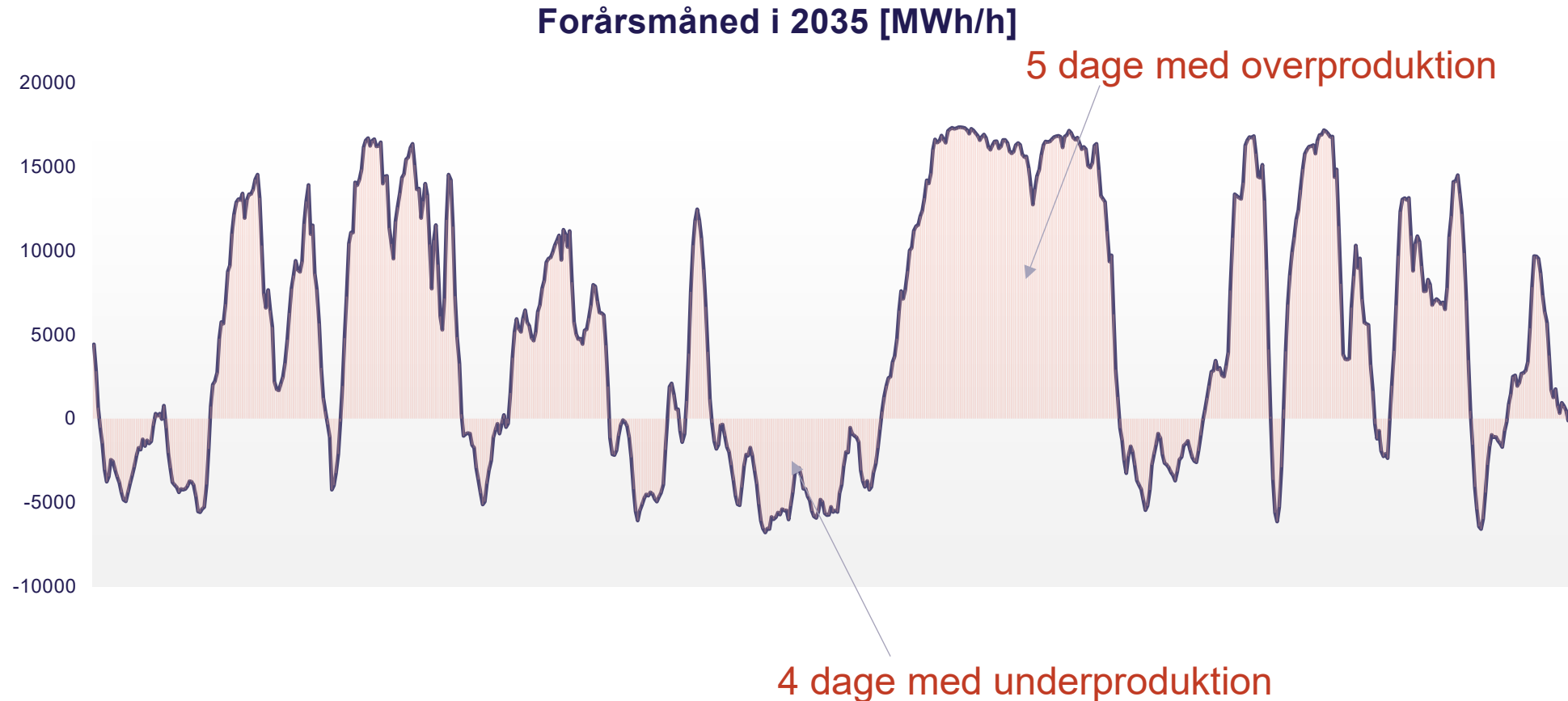
1 PJ (peta joule= 10^{15} J)



**1 PJ benzin kan holde mere
end 60.000 biler kørende et år!**
(691 ~ godt 41 mio. biler! 2,79
mio. er pt. på de danske veje)

Balancering af elnet

Elforbruget i Danmark er i dag i snit ca. 6000-7000 MWh/h



Positiv: Overproduktion – mere el end vi bruger (noget til P2X – noget til el-balancering!).

Negativ: Underproduktion – mindre el end vi bruger (lager skal levere vores strøm).

Nødvendigt energilager: Vurderes til at skulle lagre ca. 2-3 uger af vores nuværende gennemsnitsforbrug!

Hvorfor ikke blot lave et kæmpestort batteri?

25

- ❶ Den største batteripark i verden kan lagre 3300 MWh el. Den er adskillige km² stor.
- ❷ 3300 MWh el svarer til Danmarks middel-elforbrug over året i kun ~ ca. ½ time (jf. forrige slide)!!
- ❸ Minimum den samme mængde energi skal i fremtiden i Danmark lagres i mindst 3 uger i nogle situationer!
- ❹ Det kræver et areal der svarer til mindst 30% af Fyns areal og koster langt mere end et tilsvarende P2X-system!
Et batterisystem der lagrer 1 kWh el koster pt. ca. 2000 kr./kWh ved [Tesla]!
- ❺ Et Li-Ion batterisystem har i state-of-the-art en energitæthed på 0,3 MJ/liter – brint komprimeret til 350 bar tryk har ca. 2,7 MJ/liter – altså en forskel på mindst ca. en faktor 9 i forhold til plads, og mange gange større i forhold til prisen.



"Batteripark Danmark"



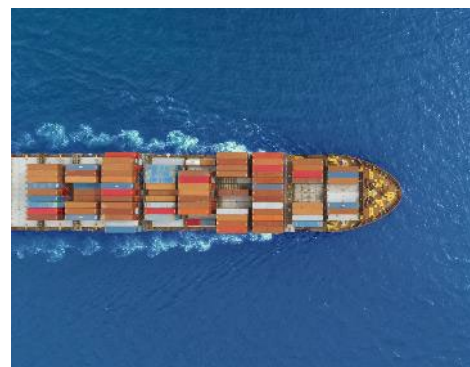
(Containere med batterier i Mojave-ørkenen i Californien)

Elektrificering ikke mulig i al transport

- ▶ Batterier kan ikke anvendes overalt!
- ▶ Eurelectro (brancheorganisation for elektrificering i Europa) siger at kun 40-60% af vores energiforbrug kan elektrificeres!
- ▶ Når metanol eller ammoniak skal bruges i konventionelle motorer skal der tilsættes et "pilot fuel". Det kan ikke benyttes i 100% ren form.



1.500 km rækkevidde med 60 tons
~ **30 tons batterier**
(Ekstra tankning kan afhjælpe lidt)
Metanol overvejes



10.000 km rækkevidde med 60 kilotons
~ **55.000 tons batterier**
(Brint og ammoniak overvejes)

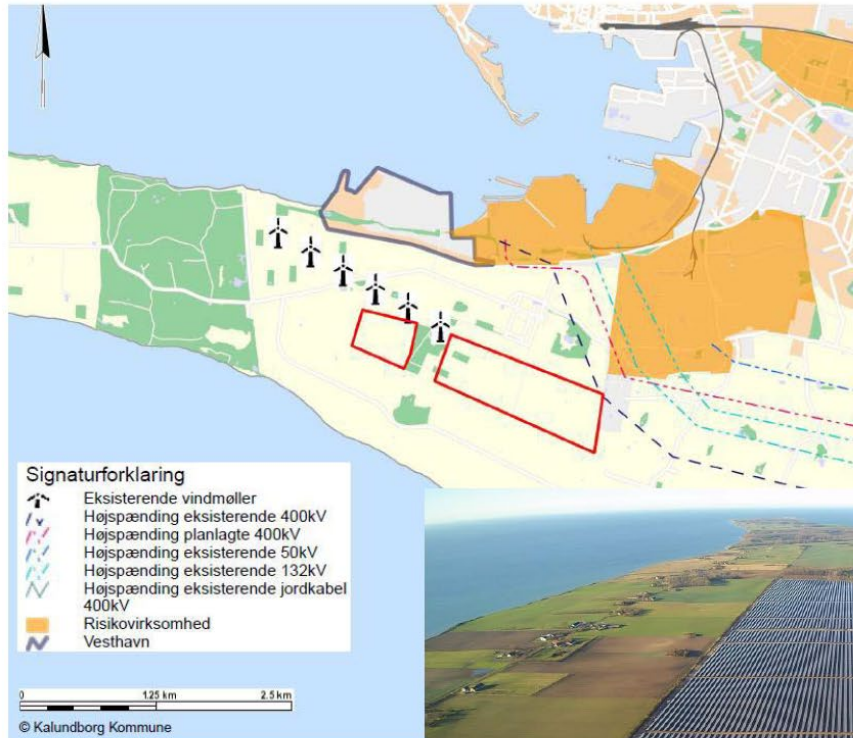


10.000 km rækkevidde med 600 tons
~ **7.400 tons batterier**
(Batterivægt overstiger nyttelasten!)
Jetfuel skal have $> 40 \text{ MJ/kg}$

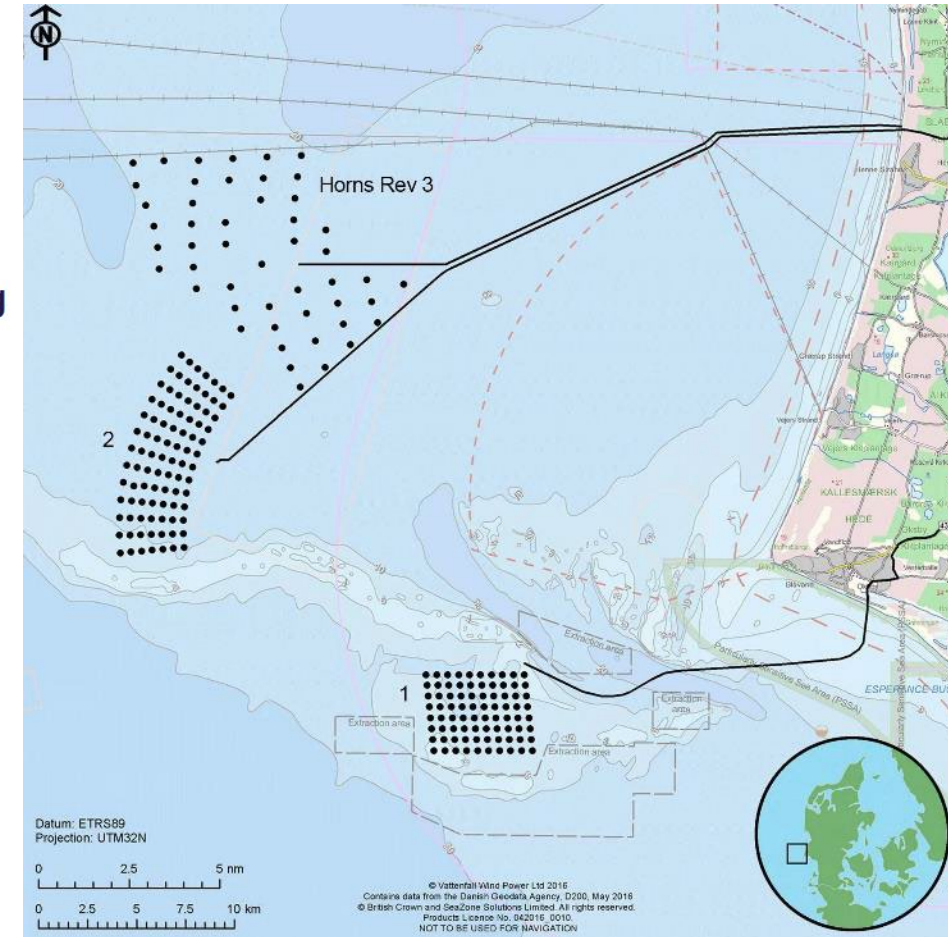


Kræver kæmpe ekspansion i vind og sol!

27



61 MW plant - Kalundborg



Esbjerg-deklarationen: Mere end 150 GW vindenergi i Nordsøen i 2050 = 12 gange nuværende kapacitet!
Energibesparelser er afgørende – systemer skal laves effective, da driftsomkostninger er størstedelen af TCO.
April 2023: Nu hensigtserklæring om at fordoble dette til 300 GW i 2050 = **24 gange nuværende kapacitet!!**