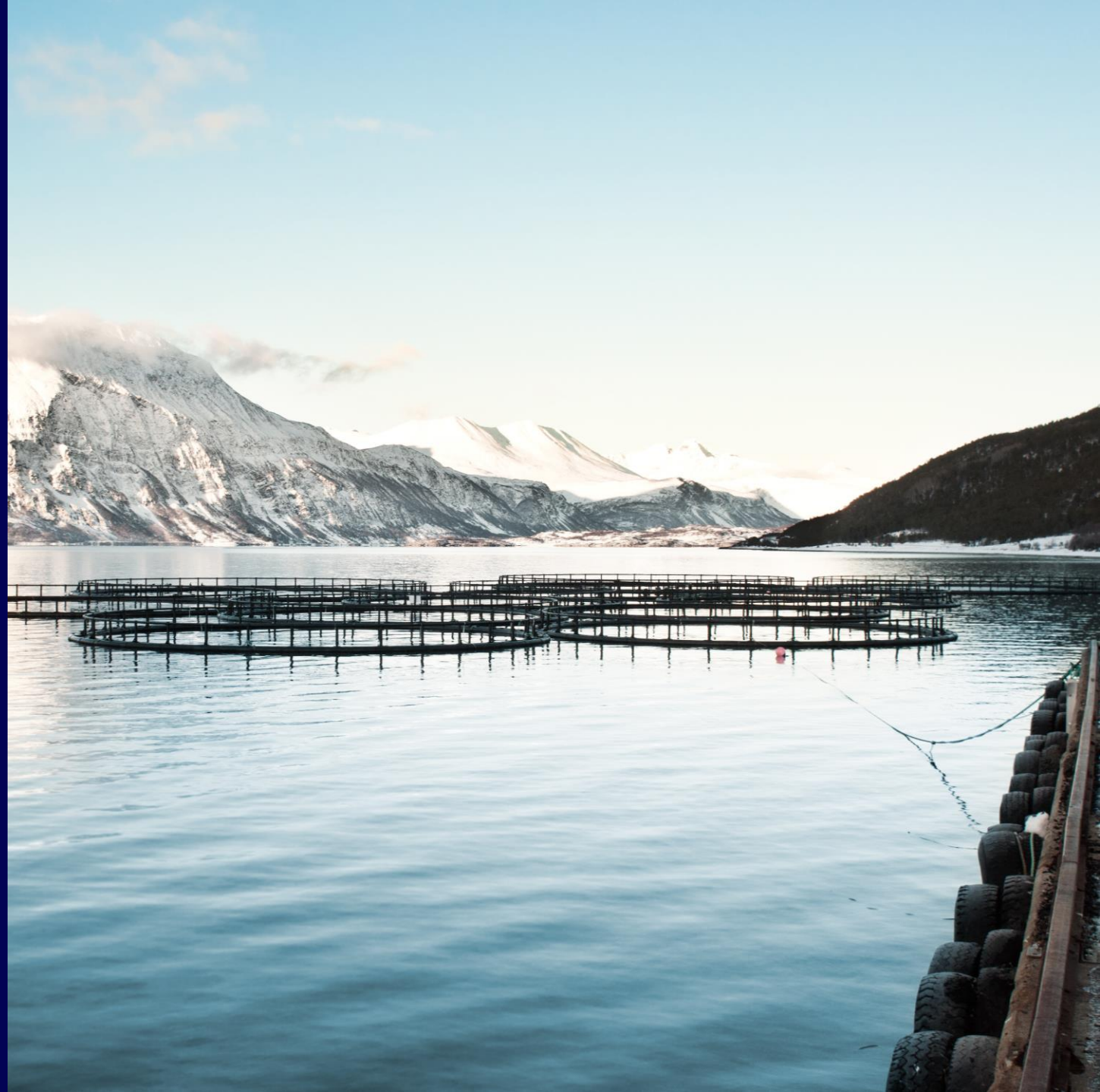



# Bærekraftig havbruk – myte eller realitet?

Fiona Provan

Avdelingsleder Hav og miljø, NORCE





NORCE er et uavhengig  
forskningsinstitutt, som leverer  
forskning til offentlig og privat sektor,  
slik at det kan tas kloke og  
bærekraftige valg for fremtiden.

# Innhold

- Hvordan har oppdrett påvirket livet i fjordene og havet hittil?
- Hva er de største truslene oppdrett utgjør mot livet i havet?
- Er havbruk-ambisjonene mulig å realisere uten at det går på bekostning av kysten og havet?
- Hva er den viktigste forskningen som NORCE deltar i som skal bidra til at oppdrettsnæringen blir mest mulig bærekraftig

# Hvordan har oppdrett påvirket livet i fjordene og havet hittil?



- Genetisk innkryssing av oppdrettslaks i villaksbestandene
- Tilstand under oppdrettsanlegg god eller meget god, men anlegg plasseres i strømrrike områder – «er dilution the solution to pollution?»
- Lakselusa påvirker både oppdrettslaksen og vill laksefisk. Lakselus fra oppdrett er en av de største truslene for norske villaksbestander
- Avlusningsoperasjonene er en stor belastning både for oppdrettsfisken og rensfisken
- For å bekjempe det økende problemet med lakselus gikk bruken av kjemiske avlusningsmidler dramatisk opp, men har siden 2016 gått ned.
- Fôrproduksjon

Kilde : Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2022 - risikovurdering

RAPPORT FRA VITENSKAPELIG RÅD  
FOR LAKSEFORVALTNING

NR 16

Status for norske  
laksebestander i 2021



## Situasjonen for villaks

- Villaksen er rødlistet av artsdatabanken
- Rømt oppdrettslaks, lakselus og infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett er de største truslene mot villaks.

Kilde Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning

# Muligheter med steril laks?- CRISPRsalmon

Genomredigering som endringsfaktor for akvakultur:  
Betingelser for sosial og moralsk aksept

1. Undersøke mulighetene med genredigering
2. Identifisere bærekraftsaspekt
3. Kartlegge oppfatninger om den moralske verdien til laks og vårt ansvar overfor den
4. Foreslå kriterier for ansvarlig bruk av genredigering i akvakultur



Visit us: [www.ntnu.edu/crispr-salmon](http://www.ntnu.edu/crispr-salmon)

# Effekter av lusemidler på reker



- PestPuls - Effects of pulsed exposures to combinations of pesticides used as anti-parasitic medicines in aquaculture. 2017-2019. Forskningsrådet, MARINFORSK #267746.
- FLUCLIM – Effects of diflubenzuron on Northern shrimps (*Pandalus borealis*) at ambient and future climate conditions. 2014-2016. Forskningsrådet, HAVKYST #234407.



## Bakgrunn

I perioden 2009-15 var det stor økning i bruken av kjemisk avlusing i oppdrettsnæringen. Rekefiskere og andre var bekymret for negative effekter på reker.

## Konklusjon

FluClim og PestPuls viste at reker er svært følsomme for lusemidler med diflubezuron, deltametrin og hydrogenperoksid. Spredningsmodellering fra Akvaplan-NIVA viser at lusemidler spres i miljøet i skadelige konsentrasjoner. De kan spres over avstander på flere kilometer og forbli i miljøet lenge nok til å påvirke ulike organismer.

## Veien videre

Fra [Høringsinnspill om forslaget til ny lakselusforskrift](#) signert NORCE, NIVA og Akvaplan-NIVA (april 2021):

«Når utslipp av kjemikalier ikke er med i vurderingene om oppdrettsaktivitetene skal økes eller minskes innenfor et område, stiller vi spørsmål om hvordan man kan evaluere bærekraft og hvordan miljøhensyn ivaretas av myndighetene og akvakulturnæringen selv».

## Artikler publisert i fagfellerderte tidsskrift

- ✓ Bamber, S., J. T. Rundberget, A. Kringstad & R. K. Bechmann (2021). Effects of simulated environmental discharges of the salmon lice pesticides deltamethrin and azamethiphos on the swimming behaviour and survival of adult Northern shrimp (*Pandalus borealis*). *Aquatic Toxicology*. 240: 105966. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2021.105966>
- ✓ Bechmann, R.K, M., Arnberg, S. Bamber, E. Lyng, S. Westerlund, J. T. Rundberget, A. Kringstad, P. J. Seear, Burr ridge, L. E. 2020. Effects of exposing shrimp larvae (*Pandalus borealis*) to aquaculture pesticides at field relevant concentrations, with and without food limitation. *Aquatic Toxicology*. 222: 105453. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105453>
- ✓ Bechmann, R.K, M., Arnberg, Gomiero, A., Westerlund, S., Lyng, E., Berry, M., Thorleifur Agustsson, T., Jager, T., Burr ridge, L. E. 2019. Gill damage and delayed mortality of Northern shrimp (*Pandalus borealis*) after short time exposure to anti-parasitic veterinary medicine containing hydrogen peroxide. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 180: 473-482. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.045>
- ✓ Bechmann, R. K., Lyng, E., Berry M., Kringstad, A, Westerlund, S. 2017. Exposing Northern shrimp (*Pandalus borealis*) to fish feed containing the antiparasitic drug diflubenzuron caused high mortality during molting. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*. 80: 941-953. <https://doi.org/10.1080/15287394.2017.1352213>
- ✓ Bechmann, R.K, Lyng, E., Westerlund, S., Bamber, S., Berry, M., Arnberg, M., Kringstad, A., Calosi, P., Seear P.J. 2018. Early life stages of Northern shrimp (*Pandalus borealis*) are sensitive to fish feed containing the anti-parasitic drug diflubenzuron. *Aquatic Toxicology*. 198:82-91 <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.02.021>
- ✓ Moe, J. S., D. Ø. Hjermann; E. Ravagnan; R. K. Bechmann. 2019. Effects of an aquaculture pesticide (diflubenzuron) on non-target shrimp populations: extrapolation from laboratory experiments to the risk of population decline. *Ecological Modelling*, 413: 108833. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108833>

# Plast og havbruk



## TRACKing of PLASTtic emissions from aquaculture industry (TrackPlast)

Alessio Gomiero, Marte Haave, Tanja Kögel, Ørjan Bjørøy, Mona Gjessing, Trygve Berg Lea, Elin Horve, Catarina Martins, Trude Olafsen



## QUANTIFICATION OF MICROPLASTIC IN FILLET AND ORGANS OF FARMED AND WILD SALMONIDS

-a comparison of methods for detection and quantification

### SALMODETECT

Authors: Alessio Gomiero, Marte Haave, Ørjan Bjørøy, Dorte Herzke, Tanja Kögel, Vladimir Nikiforov, Kjell Birger Øysæd

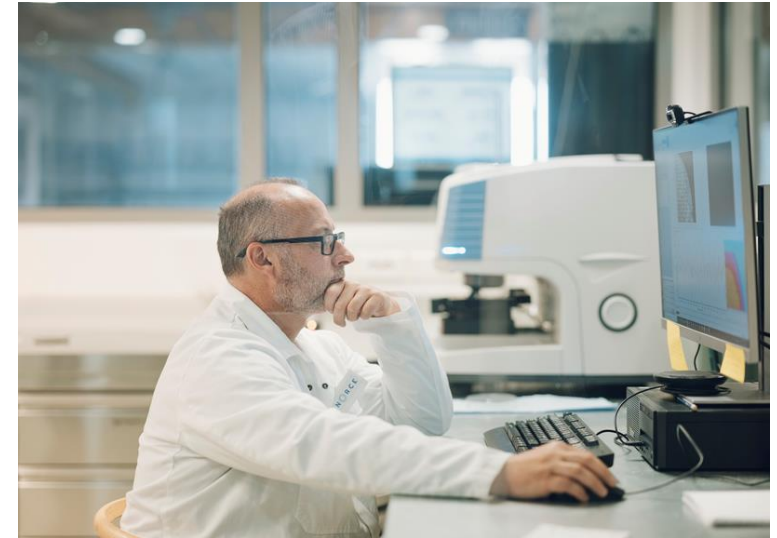


Foto Tommy Ellingsen



Foto Tom Haga



# Fôr til fisk

2020:01128 - Åpen

## Rapport

Bærekraftig fôr til norsk laks

Forfattere

Karl Andreas Almås (red.), Kjell D. Josefsen (red.), Svein Helge Gjørund, Jorunn Skjermo, Silje Forbord, Sepideh Jafarzadeh, Haavard Sletta, Inga Aasen, Andreas Hagemann, Matilde Skogen Chauton, Ida Aursand, Jan Ove Evjemo, Rasa Slizyte, Inger B Standal, Leif Grimsmo, Marit Aursand.

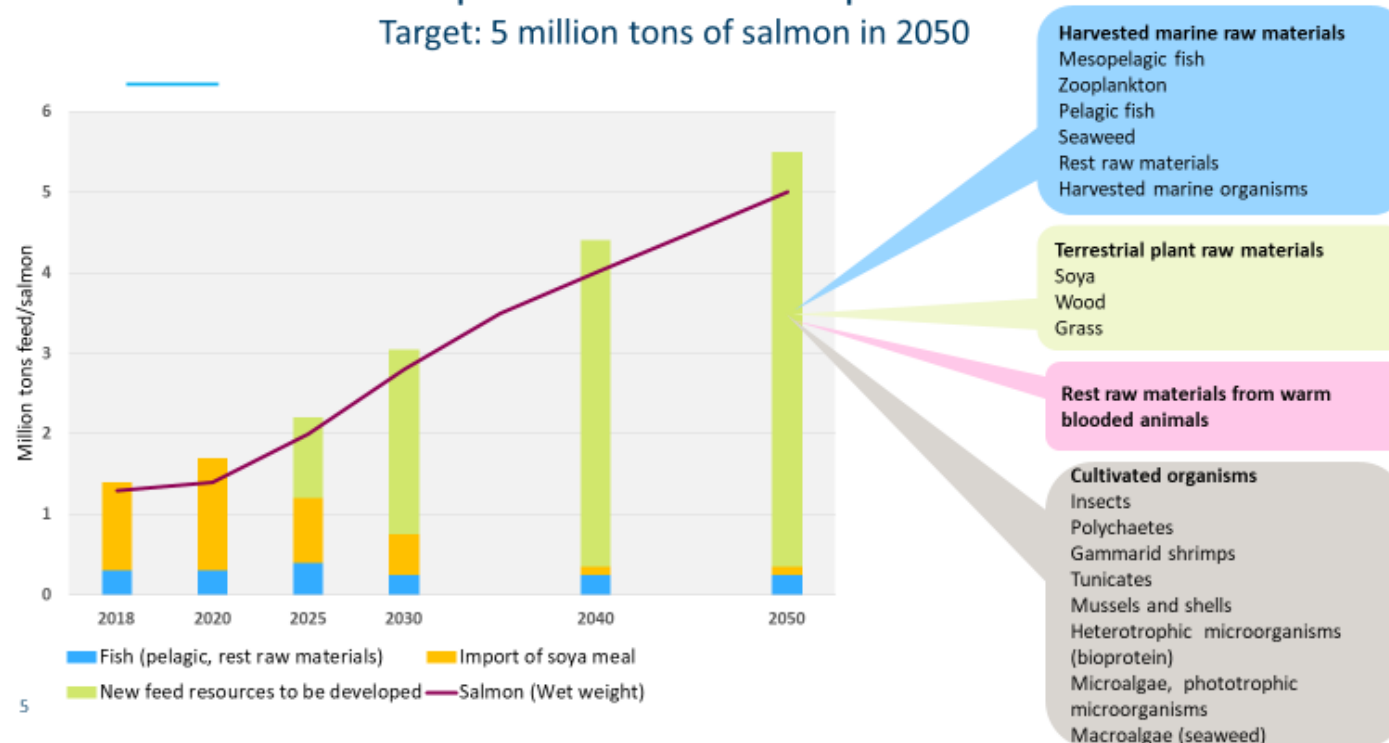


SINTEF Ocean AS  
Sjømatteknologi - Admin  
2020-11-02

Industriell produksjon i dag	Krever utvikling og/eller oppskalering
Pelagisk fisk	Mesopelagisk fisk
Marint restråstoff	Protein fra gras
Soya og andre proteinrike vekster	Hetero- og kjemoautotrofe mikroorganismer
	Mikroalger

## Future options for fish feed production

Target: 5 million tons of salmon in 2050

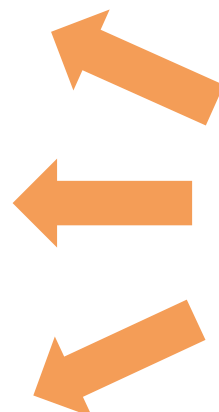


Fra Bærekraftig fôr til norsk laks, SINTEF rapport 2019

# iFishIENCi solutions for sustainable growth

- Environmental limitations
  - Waste from aquaculture
  - Genetic interactions with wild populations
- Feed sustainability
  - Efficiency of feeding (5-?% uneaten)
  - Alternative feed ingredients
- Disease and parasite problems
  - Emerging new diseases especially viruses
  - Outbreaks of existing diseases
  - Sea lice of salmon
- Impacts of climate change on aquaculture
- Economic costs of modern production system
- Societal acceptance

## iFishIENCi Products



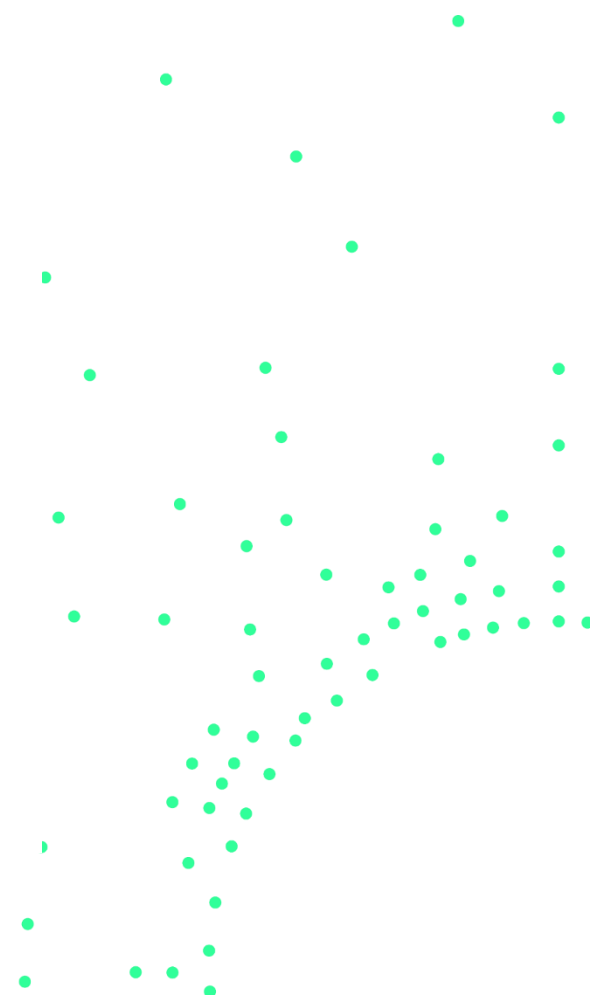
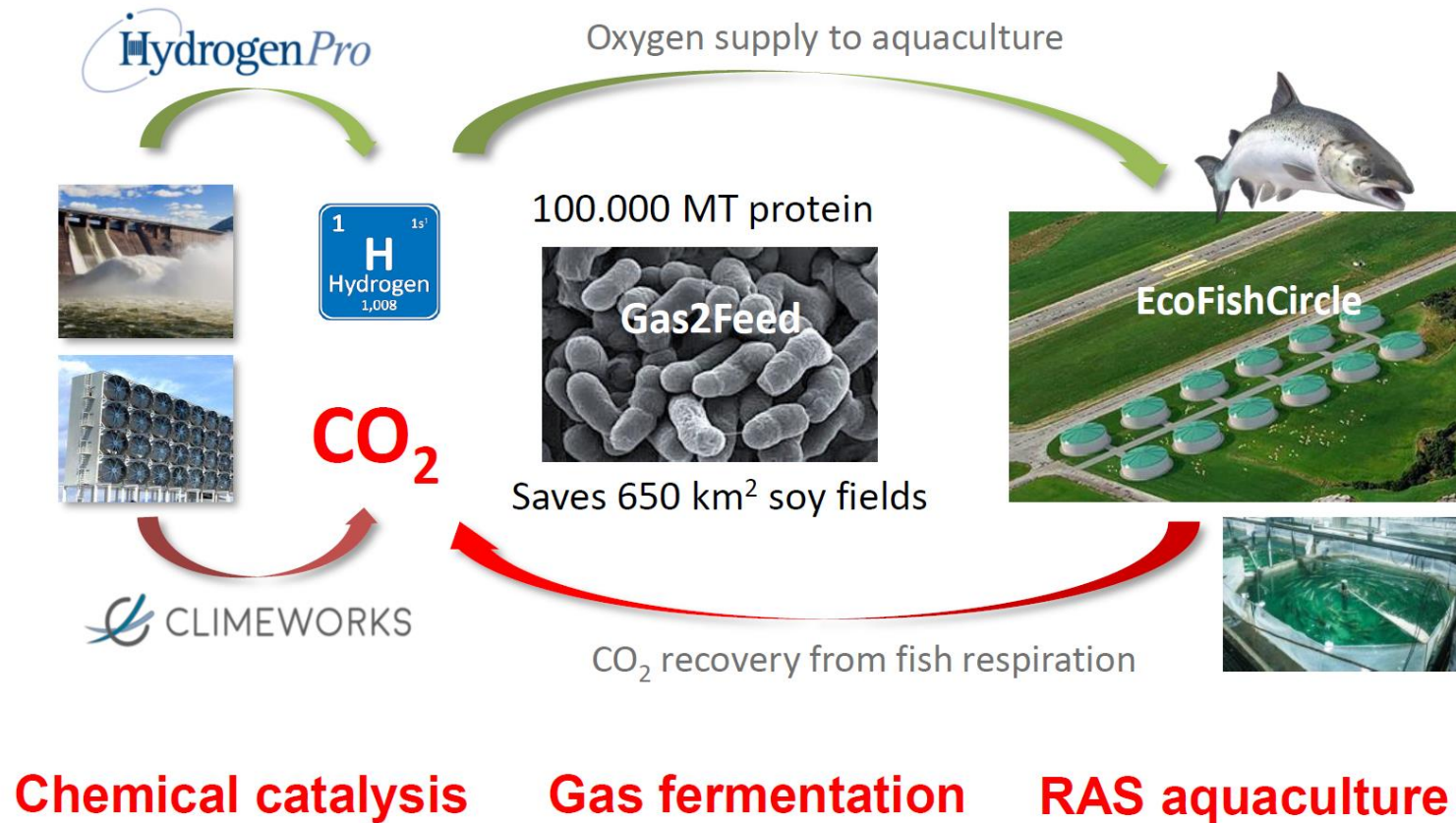
## iFishIENCi

### Key Exploitable Results

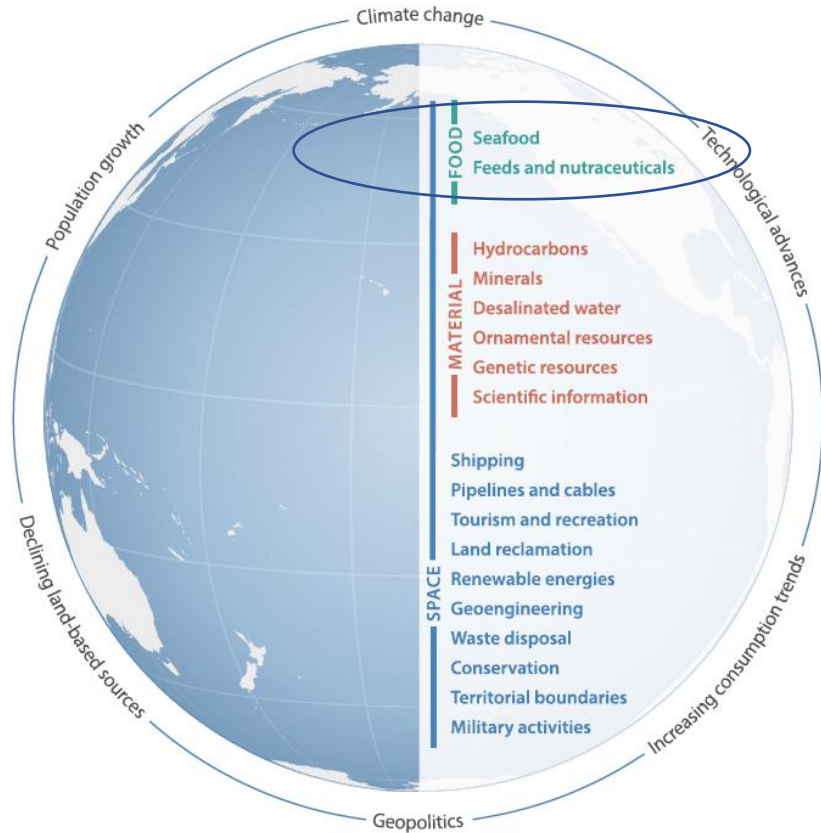
- New sustainable feeds**
- Breeding for sustainable feed**
- FishMet**



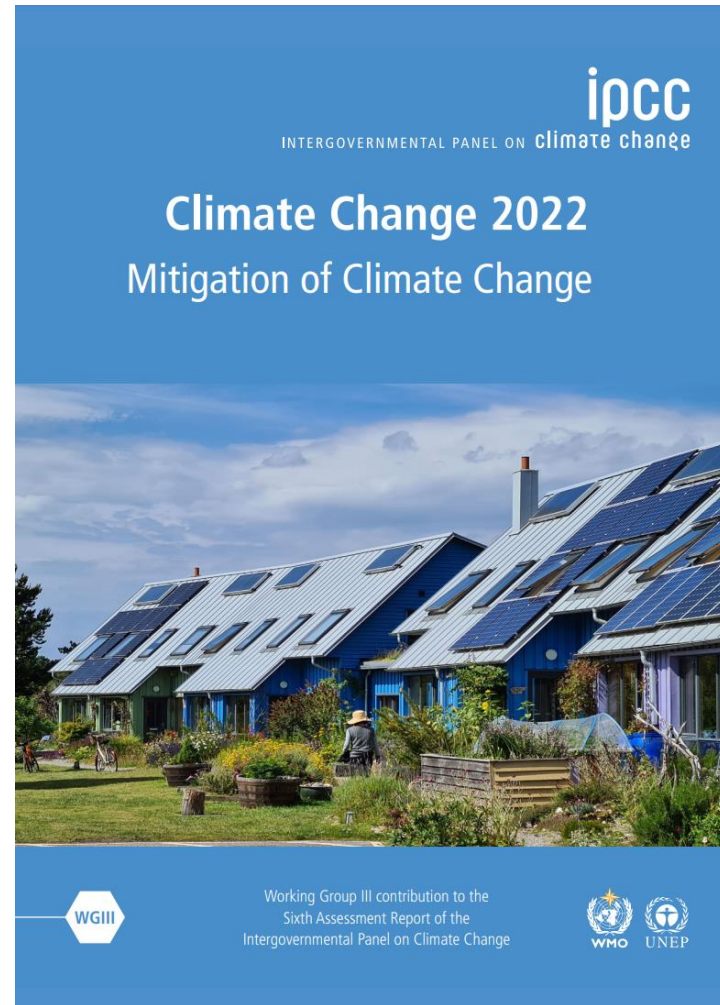
## Creating an industrial pathway to DAC



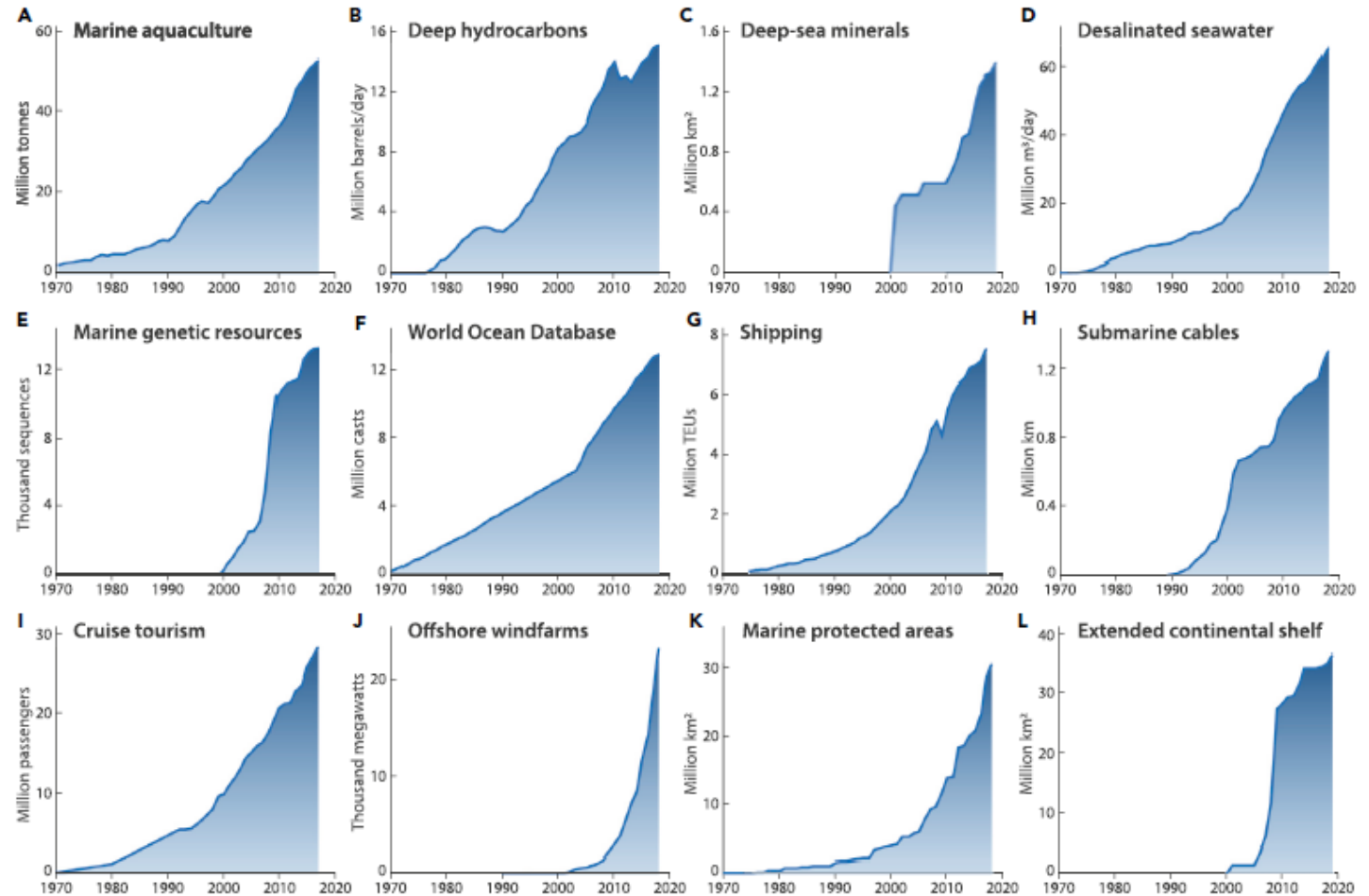
# Hva er de største truslene oppdrett utgjør mot livet i havet?



Figur Jouffray et al., 2020 The Blue Acceleration: The Trajectory of Human Expansion into the Ocean



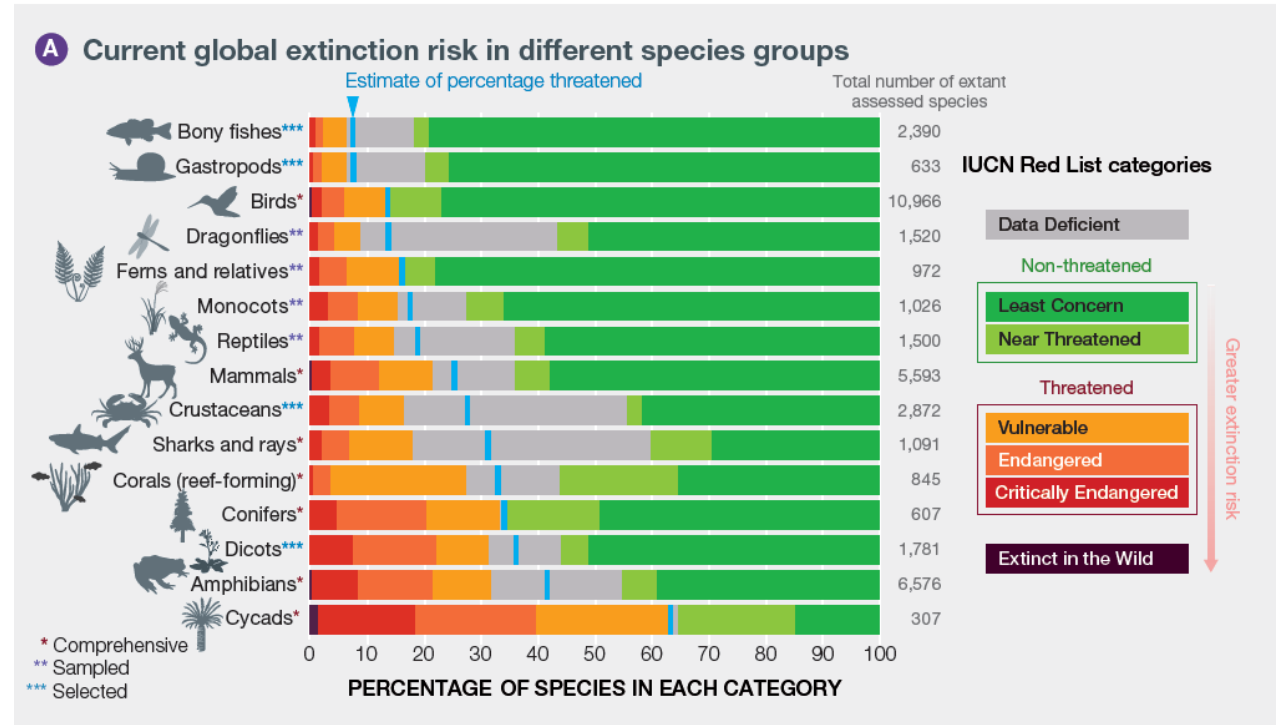
# Den blå akselerasjonen



Figur Jouffray et al., 2020 The Blue Acceleration: The Trajectory of Human Expansion into the Ocean

# Den største trusselen er «summen av alt»

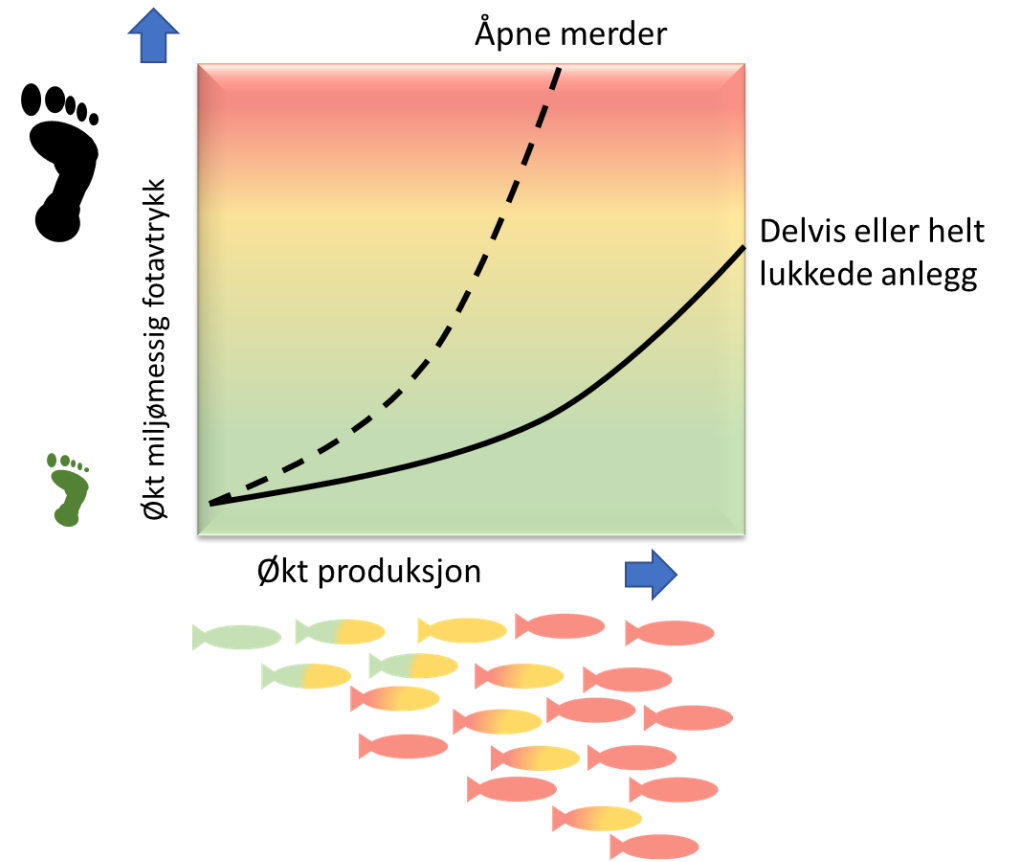
- Overfiske ødelegger livet i havet- særlig problematisk ift fôr
- Klimaendringer og klimagassutslipp har flere effekter på havet.
- Naturtyper blir ødelagt, biologisk mangfold avtar og utbredelsen av arter er i endring.
- Plast og annen forurensning skader våre hav



IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

# Er havbruk-ambisjonene mulig å realisere uten at det går på bekostning av kysten og havet?

- Bærekraftig utvidelse av havbruk som ikke krever fôr (dvs. arter som ikke er avhengig av fôrtilførsel for ernæring) kan øke tilgang til næringsrik mat betydelig.
- En betydelig utvidelse av havbruk vil kreve store innovasjoner innen fôrproduksjon, slik at produksjonen ikke begrenses av fangstfiskerier.
- Flere aktører produserer nå laks i lukket oppdrettsanlegg t.d Egget, dette kan være en løsning.
- I hvilken grad er havbruk til havs en løsning ?
- Muligheter i sirkulær økonomi



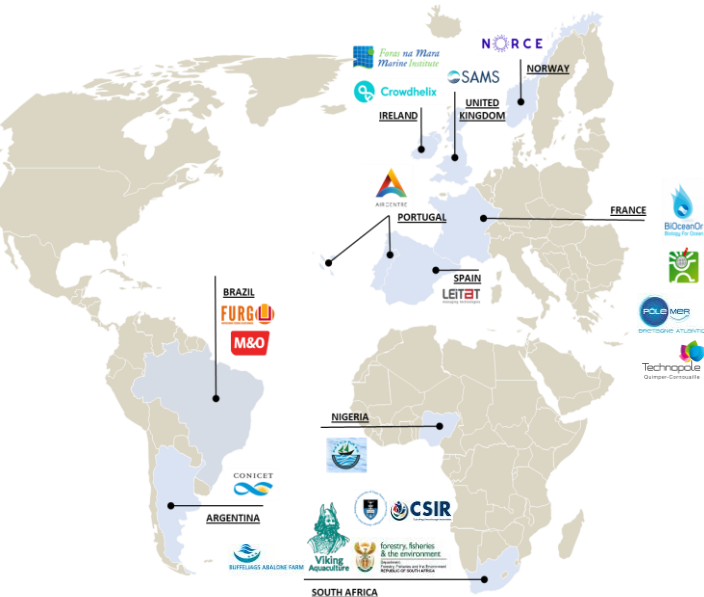
# ASTRAL: All Atlantic Ocean Sustainable, ProfiTable and Resilient AquacuLture (2020-2024)

(Coordinator: Elisa Ravagnan [elra@norceresearch.no](mailto:elra@norceresearch.no)) [astral-project.eu/](http://astral-project.eu/)



**ASTRAL skal utvikle nye, bærekraftige, lønnsomme og robuste verdikjeder for integrert multitrofisk akvakulturproduksjon (IMTA) innen rammen av eksisterende, fremvoksende og potensielle atlantiske markeder**

IMTA-produksjon dyrkes flere akvatiske arter fra forskjellige trofiske nivåer sammen; arter på det lavere trofiske nivået bruker avfallsprodukter som avføring og uspist fôr fra de høyere trofiske artene.



## ASTRAL mål:

- Øke sirkularitet og oppnå «zero-waste» i verdikjeden
- Identifisere og redusere risiko knyttet til klimaendringer og miljøtrusler (HAB, mikropatogener, mikroplast).
- Utvikle ny og forbedret innovativt teknologi
- Utvikle nye forretningsmodeller for IMTA
- Vurder miljømessige, sosiale og økonomiske konsekvenser av IMTA
- Dele og integrere samskapt kunnskap,

teknologi, praksis og innsats med og for samfunnet

- Gi et samarbeidsøkosystem med industripartnere, SMEs, policy-makers, sosiale representanter og andre interessenter stakeholders
- Utvikle en ambisiøs og kjønns sensitiv utviklingsplan for menneskelig kapital (HUCAP)
- Gjennomfør evaluering av forvaltning over Atlanterhavet

Konsortiet inkluderer **RTOer** (NORCE, LEITAT, SAMS, CSIR, CONICET, MI, NIOMR), **Universiteter** (FURGU, UCT), **SMEs** (BIOCEANOR, EGM, CROWDHELIX, M&O Partners, VIKING Aquaculture), **foreninger/industriell klynge** (PoleMêr Bretagne Atlantique, Technopôle Quimper-Cornouaille) og **statlige/flerestatlige organisasjoner** (DEFF, AIR Center).



# SLAM-DUNK prosjekt

- **Hovedmålet:**
- er å designe, optimalisere og integrere en kombinasjon av nye teknologier
- (biogass produksjon, mikrobølgeassistert pyrolyse og mikroalgedyrking)
- for konvertering av fiskeslam til verdifulle produkter
- (energi, gjødsel og råstoff for innovative materialer)
- mens vi bruker bærekraftsanalyser og logistikkstudier for å veilede oss mot maksimal effekt.



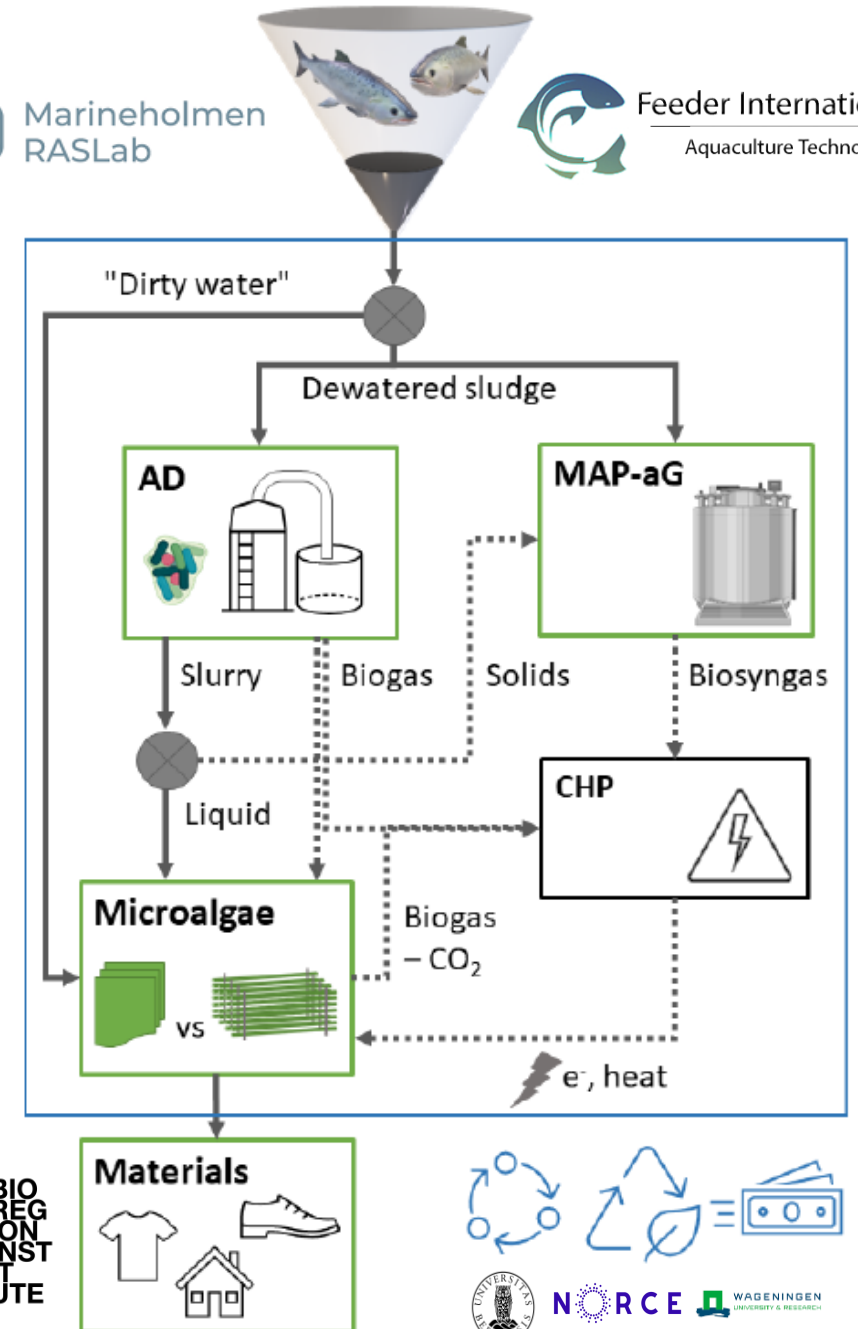
Marineholmen  
RASLab



Feeder International AS  
Aquaculture Technology

NORCE

NORCE



Clara

BIO  
REGION  
INSTITUTE



# Bærekraftig verdiskaping-havbruk til havs

## Grønn Plattform kompetanse prosjekt



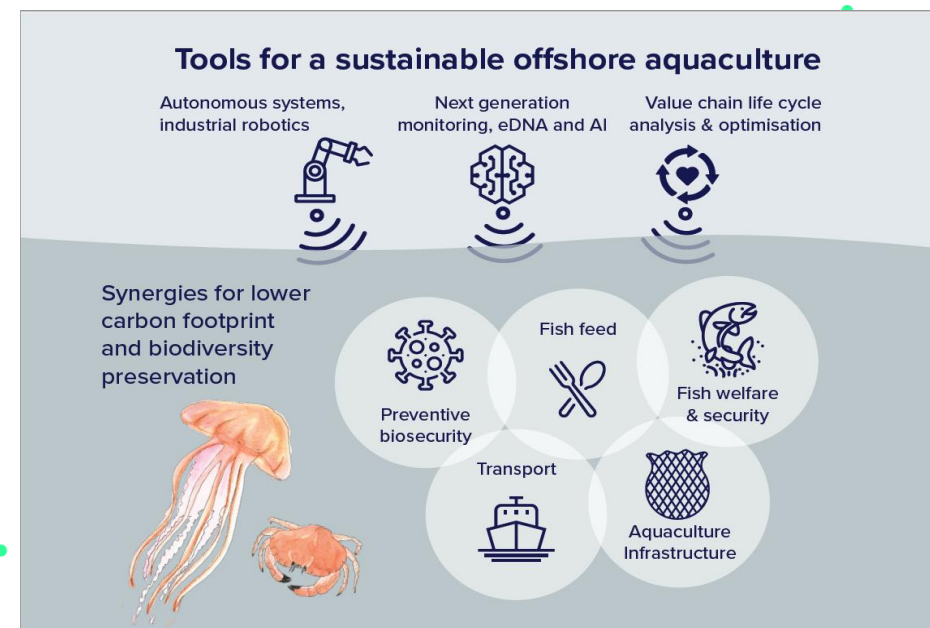
### FORSKNINGSTEMA

- Automatisert overvåking, kunstig-intelligens verktøy og digitale tvillinger
- Energieffektivitet og sirkulær økonomisk prinsipper
- Biosikkerhet og velferd for bedret fiskehelse, nulltap og redusert miljøpåvirkning
- Livssyklus- og økonomianalyse av nåværende og nye verdikjeder til havs

### Med hvem og for hvem ?

- NORCE, Universitet i Stavanger, Havforskningsinstituttet, Veterinærinstituttet, Høgskolen på Vestlandet, University of Florida, University of Melbourne, Grieg Seafood, Salmar, MORELD Aqua, Norway Royal Salmon, Skretting, Fish Globe, Hauge Aqua.

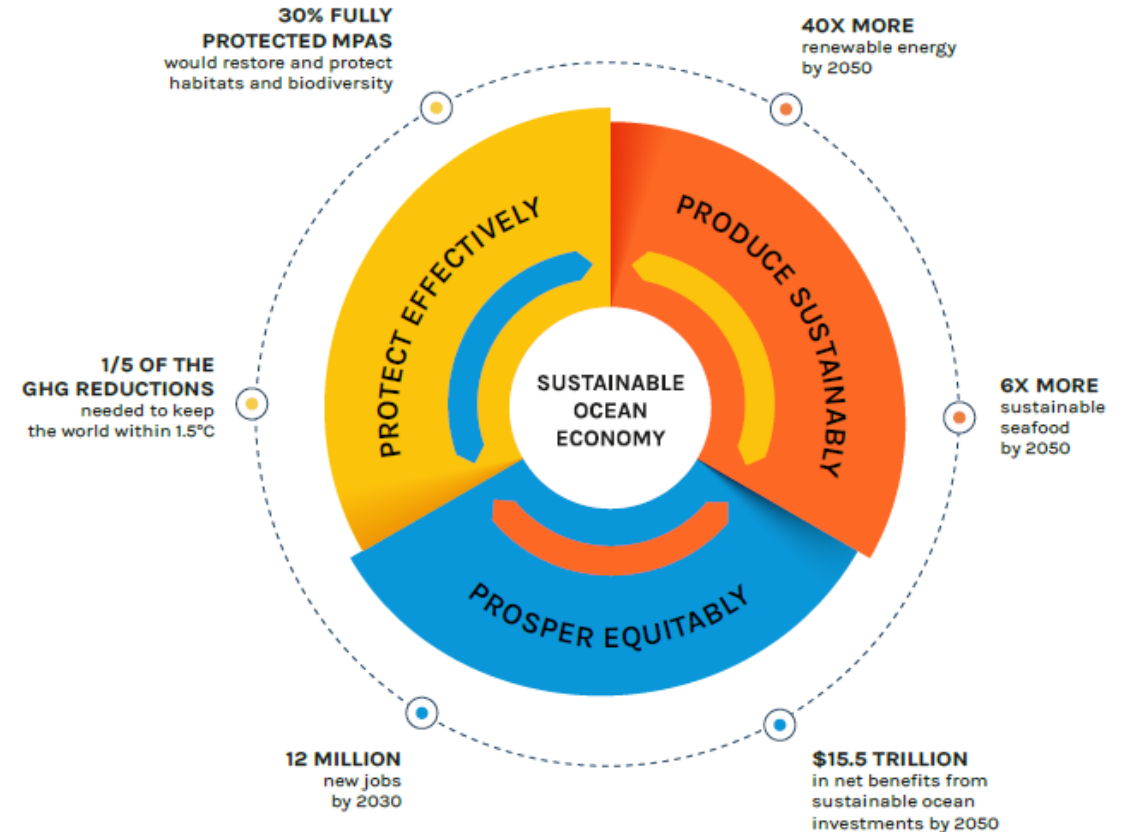
- Kunnskapsdeling gjennom «innovasjonslaboratoriet» – forvaltning, teknologileverandører, produsenter.

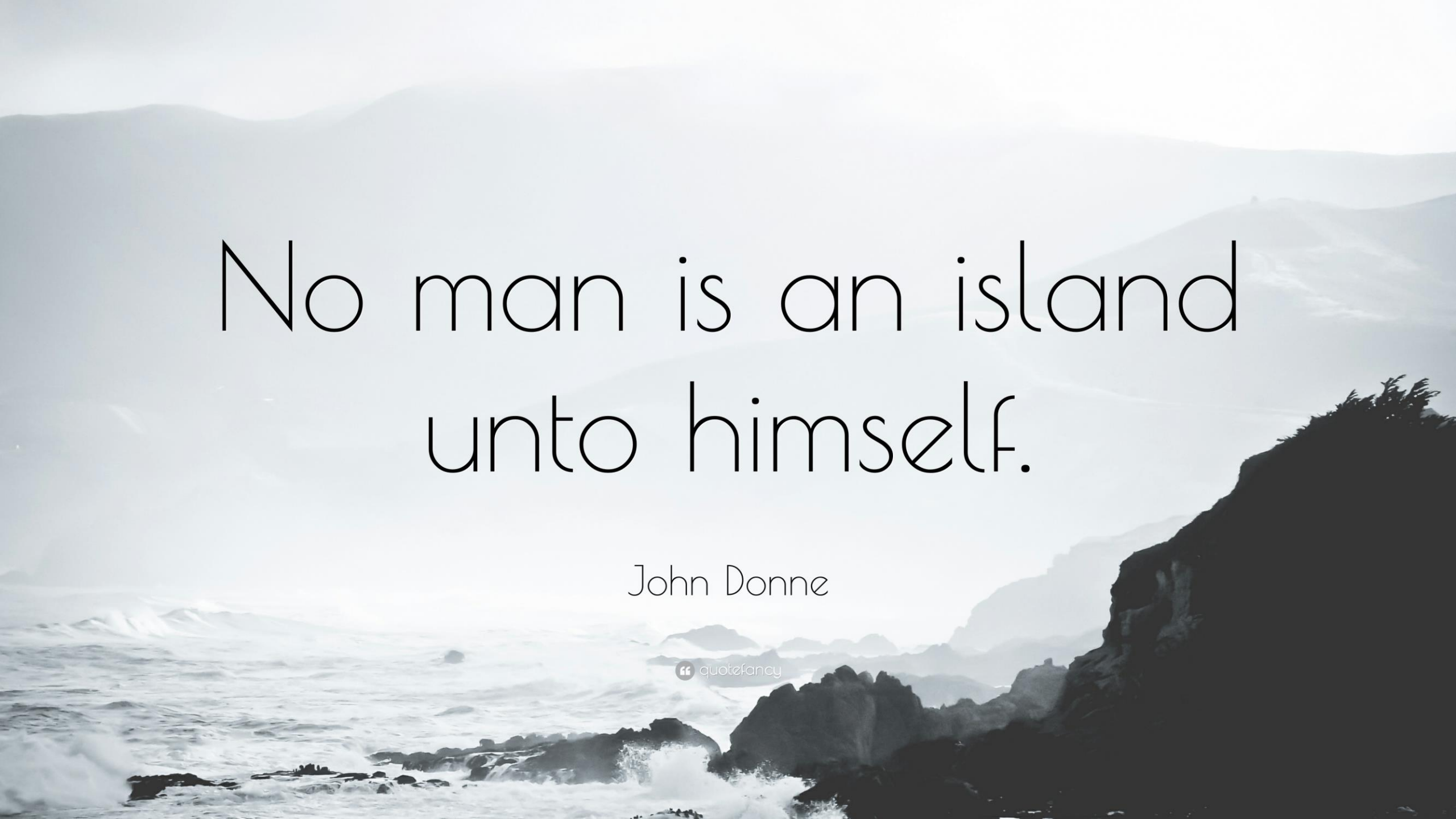


# Bærekraftig havbruk – myte eller realitet?

- ✓ Effektivt vern for å beskytte biologisk mangfold inkludert villaks
- ✓ Drastisk kutt i drivhusgass utslipp
- ✓ Løse fôrproblematikk
- ✓ Satse på ny teknologi – lukket produksjon og nye produksjonsformer
- ✓ Fornybar energi og oppsirkulering

Figure ES.1. A Sustainable Ocean Economy Can Create a Triple Win for People, Nature and the Economy





No man is an island  
unto himself.

John Donne

quote fancy

Takk for oss. Danke  
Merci. Gracias. Obrigado.

[norceresearch.no](http://norceresearch.no)

[@NORCEresearch](https://twitter.com/NORCEresearch)

NORCE