



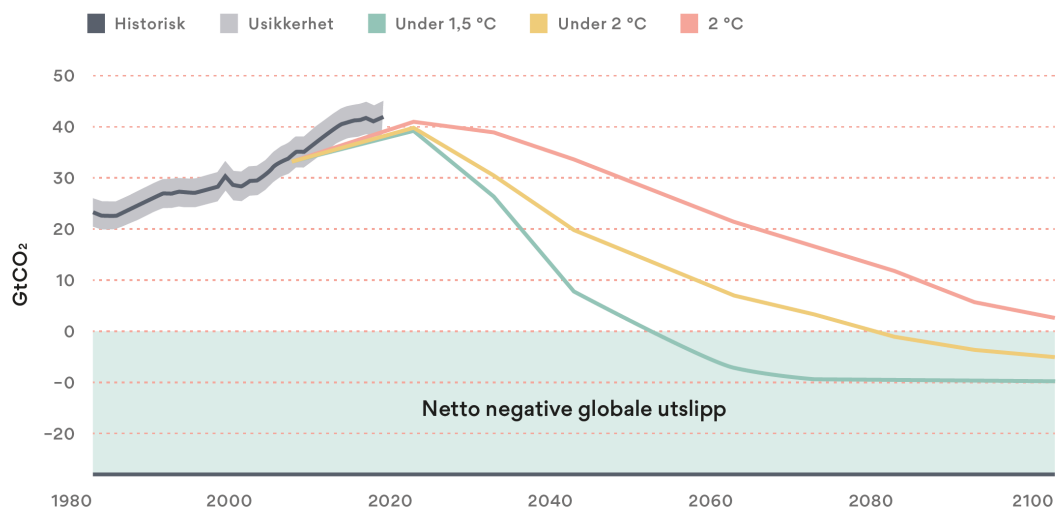
Les mer på [tograder.no](http://tograder.no)

## Den globale energiomstillingen – slik går det

Trondheim, 17.10.2019

Lars-Henrik Paarup Michelsen,  
Norsk klimastiftelse

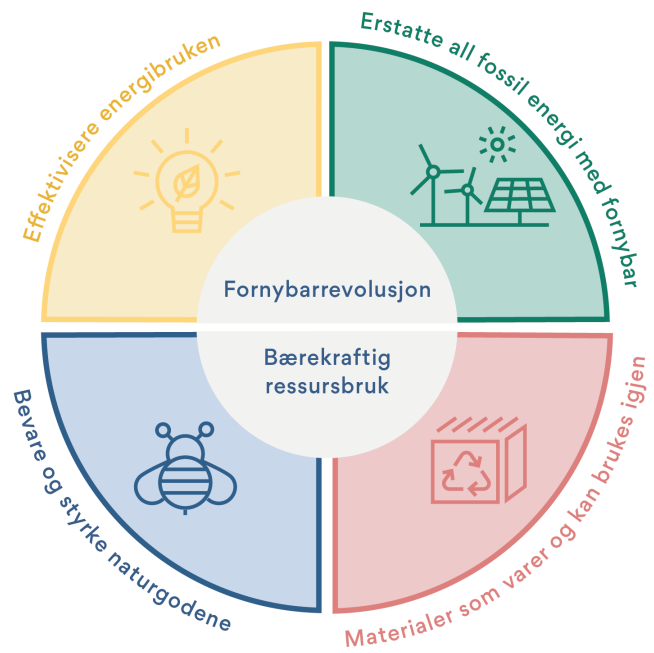
### Utslippene må i null innen 30 år



Globale utslipp av klimagasser fra 1980–2017, og fremskrivning av utslipp mot 2100 langs ulike utslippsbaner, målt i milliarder tonn CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>).

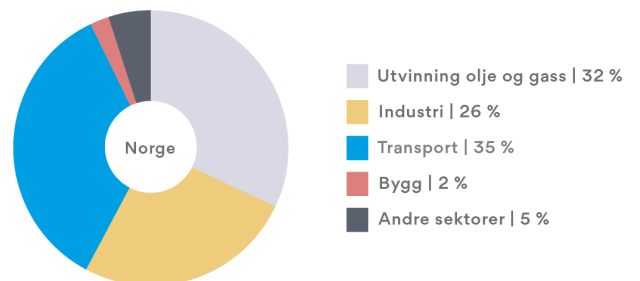
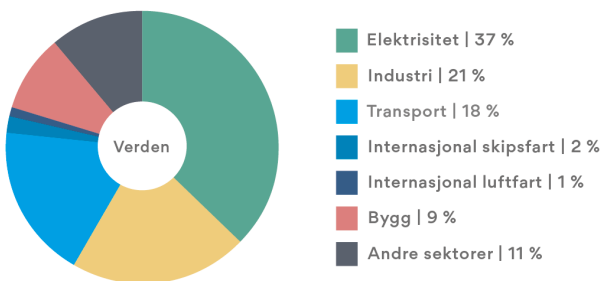
KILDE  
Tyndall Centre for Climate Change Research

## Operasjon nullutslipp



<2°C

## Her er CO<sub>2</sub>-utslippene størst Sektorvis fordeling av CO<sub>2</sub>-utslipp, 2017



<2°C

## Asia produserer over halvparten av strømmen i verden

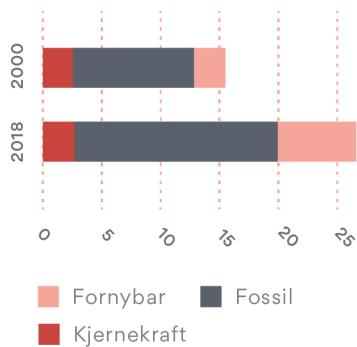


KILDE  
BP Statistical Review of World Energy 2019

<2°C

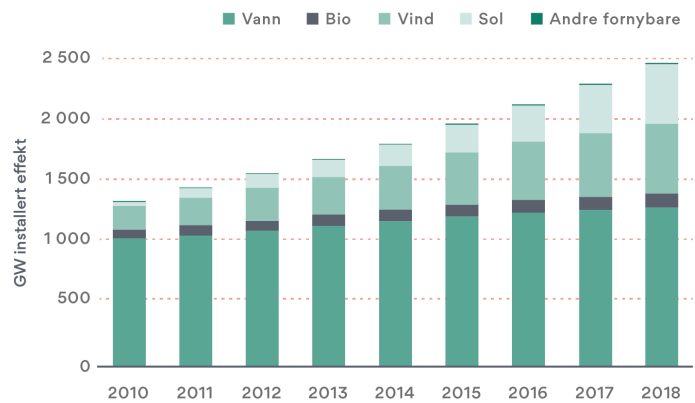
## Fossil vs. fornybar

Global strømproduksjon, i tusen TWh



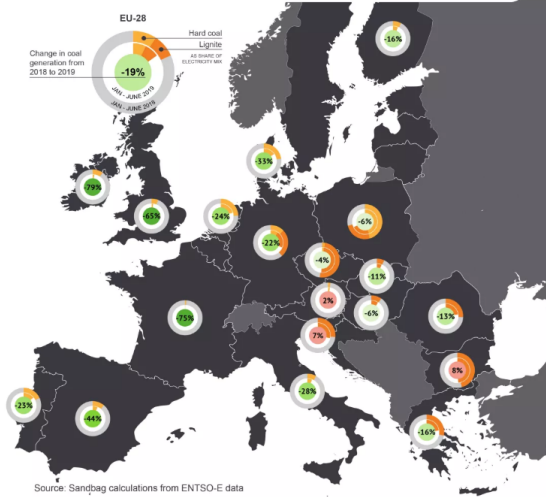
## Sol og vind

Utvikling i global fornybar energikapasitet, i GW



<2°C

### EU COAL GENERATION COLLAPSED 19% IN THE FIRST HALF OF 2019



## Kvotemarked: EU og verden

Utviklingen i prisen på utslipp av CO<sub>2</sub>.



<2°C

### TRANSPORT

### TRANSPORT

## En oljetørst transportsektor

Å gjøre transportsektoren utslippsfri handler langt på vei om å fase ut bruken av bensin og diesel, men ikke bare det. Uten tiltak som demper transportbehovet blir jobben mye vanskeligere.

TEKST: LARS-HENRIK FRÅHREK MICHELSEN

Transportsektoren sto for 21 prosent av de globale CO<sub>2</sub>-utslippene i 2017. I dag går over halvparten av all olje som utvinnes til ulike transportformål. Veitransporten bruker klart mest.

Elektrifisering, som både kan skje ved bruk av batterier og hydrogen, er transportsektorens viktigste klimatilpassning. I personbilmarkedet er elektrifiseringen kommet langt. I 2018 ble det (ifølge EA) solgt 590 000 nye (batteridrevne) elbiler globalt. Selv om elbilene fremdeles utgjør en svært liten del av den totale bilparken i verden, er det ingen tvil om retningen. Forbrenningsmotoren utfordres i dag av batteriteknologi som blir stadig billigere og bedre, samt politiske reguleringer som også vil lokal luftforurensning til livs. Flere storbyer og land har varslet forbud mot bensin- og dieselrevne biler fra rundt år 2030.

Langt mer krevende er det å fjerne utslippene fra langdistansetransport til sjøs og i luften. Her er ikke utviklingen av alternativer til fossile drivstoff kommet like langt som for veitransporten. Mye innovasjon og teknologisk utvikling trengs for å bli helt kvitt fossilt drivstoff. Løsninger som i dag diskuteres for skip og fly er blant annet

hydrogen, biogass og ammoniakk – alene eller i kombinasjon med batterier. I tillegg til tiltak som reduserer utslipp fra transportmidlene, er det nødvendig med tiltak som reduserer transportbehovet.

Det er en sterk kobling mellom befolkningsvekst og økonomisk vekst på den ene siden, og transporttjenester på den andre. Dette gjør jobben svært krevende. Både kollektivtransport kan redusere bilbruk i byene. Men varetransport er sterkt knyttet til varevolumene. Forbruksvekst gir økt transportbehov.

I storbyer over hele Latin-Amerika blir elektriske busser et stadig mer vanlig syn i bybildet. Elektriske busser bidrar til bedre luftkvalitet, lavere drivstoffutgifter og reduserte klimagassutslipp. Her settes en elektrisk buss til lading i Santiago, Chile.

FOTO: RODRIGO GARRIDO • REUTERS



### 4 av 10 fat olje går til veitransport

Global etterspørsel etter olje fordelt på sektor, i millioner fat per dag, 2017.

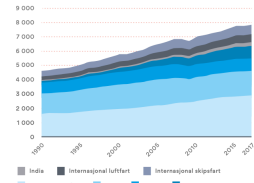


- Veitransport
- Industri og petrokjem
- Luftfart og skipfart
- Bygninger og kraftproduksjon
- Andre sektorer

Kilde: IEA, World Energy Outlook 2018

### Transportutslippene øker fortsatt

Globale utslipp fra transport (mill. tonn CO<sub>2</sub>).



Kilde: The Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR)

### Norge er transport største kilde til CO<sub>2</sub>-utslipp

Mens transportsektoren står for 21 prosent av globale CO<sub>2</sub>-utslipp fra biler, busser, fly, skipsfart og traktorer. CO<sub>2</sub>-utslippene fra transportsektoren i Norge var på 15,5 millioner tonn i 2017.



Kilde: Statistisk sentralbyrå (SSB)

<2°C

## Veien til grønn tungindustri

Lovende satninger og grundige analyser viser at det er mulig å få til utslippsfri industri innen 2050.

### TEKST: OLAV ANDERS ØYERSE

Å gjøre industrien utslippsfri er en forutsetning for å begrense global oppvarming. Industrien står for om lag en fjerdedel av globale utslipp av CO<sub>2</sub> og 58 prosent av energiforbruket.

Produksjonen er ventet å øke kraftig frem mot 2050 for å møte stigende global etterspørsel etter sement, stål, plast, aluminium og andre industrivarer. I den samme perioden må både energien som brukes og produksjonsprosessene bli karbonfrie. I noen industriaktører må dagens teknologi erstattes av helt nye løsninger.

### Mot «grønt» stål?

Utslipp som oppstår i selve produksjonsprosessen gjør veien til utslippsfri industri særlig vanskelig. Et eksempel er stål, som med om lag sju prosent av globale CO<sub>2</sub>-utslipp er industriens største utslippskilde. Stål inngår i et utall produkter. Globalt ble det produsert nær 1 700 millioner tonn stål i 2017.

To hovedtyper prosesser er i bruk

### Tre hovedveier til utslippsfri industri

Tre forutsetninger for å lykkes med avkarbonisering er felles for alle industriaktører:

- 1 Redusere etterspørsel etter karbonintensive produkter**  
Øke graden av resirkulering og bruke materialer mer effektivt. Reduser etterspørselen og dermed produksjonen. Kan kutte CO<sub>2</sub>-utslipp fra de viktigste industriaktørene med 40 prosent globalt innen 2050.
- 2 Mer effektiv energibruk**  
Forbedre dagens prosesser med avansert produksjonsteknikk, digitalisering med mer. Kan kutte energiforbruk med 15-20 prosent.
- 3 Ta i bruk teknologi for avkarbonisering på tvers av alle sektorer**  
Fire hovedtyper teknologi for avkarbonisering:



**Elektrisitet**  
Storstilt elektrifisering fører til økt kraftetterspørsel på 4-6 ganger dagens nivå.



**Biomasse**  
Prioritet og øyeblikkelig bruk av biomasse i plastindustri.



**Karbonfangst**  
Kombinert med bruk eller lagring (5-8 GtCO<sub>2</sub> per år).



**Hydrogen**  
Betydelig stål, fører til en økning i etterspørsel på 7-11 ganger dagens nivå.

for å raffinere råjern til stål. I den mest utbredte, massovnen, er jernmaln, kull, kalkstein og jernskrap ingrediensene. I en reduksjonsprosess under høy temperatur binder oksygen i jernet seg til karbon og danner CO<sub>2</sub>. I den andre prosessformen, elektromassovnen, brukes store mengder elektrisitet i prosessen.

Det er flere veier til utslippsfri stål, men den kanskje mest lovende er ved bruk av hydrogen i en metode kalt «direct reduced iron». Stål resultatet blir utslippsfritt «grønt» stål, må hydrogen produseres med elektrisitet fra fornybare kilder, eller fra gass med karbonfangst og -lagring (CCS).

I Luleå i Sverige har selskapene SSAB, Varesital og LKAB bygget en ny bygging av et pilotanlegg basert på denne prosessen. Målet er produksjon fra 2025. Også østerrikske Voestalpine og tyske ThyssenKrupp har konkrete planer om å bruke samme teknologi.

### Løsninger i tungindustrien

I øvrige energintensive industriaktører arbeides det også med teknologiske løsninger for avkarbonisering, i tillegg til gevinstene ved resirkulering og energieffektivisering.

#### Sement

Står i likhet med stål for ca. sju prosent av globale CO<sub>2</sub>-utslipp. I produksjonsprosessen må dagens svake kalkstein erstattes med alternativer. Alternativt er løsningen karbonfangst og -lagring fra anlegg basert på dagens produksjonsmetode. En stor utfordring med CCS er imidlertid at sementproduksjonen er spredd på mange anlegg. I EU alene nær 200 ulike steder.

#### Kjemi/petrokjemi

Står for ca. tre prosent av globale CO<sub>2</sub>-utslipp. Sektoren inkluderer produksjon av plast og kunstgjeddel og er i dag svært avhengig av olje og gass i produksjonen. Et eksempel er produksjon av ammoniakk som råvare til kunstgjedel. Ammoniakk produseres hovedsakelig fra naturgass. Også her kan en overgang til hydrogen være løsningen. Norske Vår og franske Engie er gått sammen om et hydrogenbasert prosjekt for «ren» kunstgjedel.

#### Aluminium

Står for ca. 0,8 prosent av globale CO<sub>2</sub>-utslipp. Karbon brukes i andrunden i produksjonsprosessen, noe som fører til utslipp av CO<sub>2</sub> og andre gasser. En teknologisk kull i neste snuvarer vil eliminere CO<sub>2</sub>-utslippene og i stedet gi oksygen som biprodukt. Teknologien påværes nå ut av Alcoa og Rio Tinto i et prosjekt i Canada.

### Store investeringer må til

Det er trolig dyrt (kostnad per tonn CO<sub>2</sub>) å gjøre industrien utslippsfri som andre sektorer. En ytterligere kompliserende faktor er at investeringene og gjennombruddene for de nye teknologiske løsningene helst bør komme hurtig.

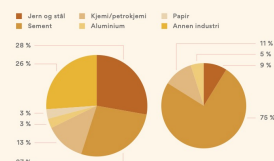
Elers vil det bli gjort nye investeringer i karbonbasert teknologi som vil løse inn-stikk produksjonskapasitet lang tid fremover. Det vil øke lønnsomheten og dermed økonomien for en mer dramatisk og endringsdyrt omstilling senere.

De totale kostnadene ved avkarbonisering av industrien vil avhenge av vektningen av de ulike elementene – resirkulering og

materialbruk, energieffektivisering og utslippsfri teknologi. Jo mer sirkulær økonomi blir, jo mindre investeringsbehov. For eksempel varierer det mye mellom ulike studier hvor stor rolle karbonfangst og -lagring kan komme til å få.

Ved siden av industriens eget omstillingsarbeid må samfunnet ellers stille opp: Det må investeres i kraftnett, transport og lagring av CO<sub>2</sub> og avfallsbehandling. Og ikke minst peker flere uavhengige studier på at sterk økning i bruk av elektrisitet i avkarbonisert industri gir behov for en storstilt utbygging av ny fornybar energi.

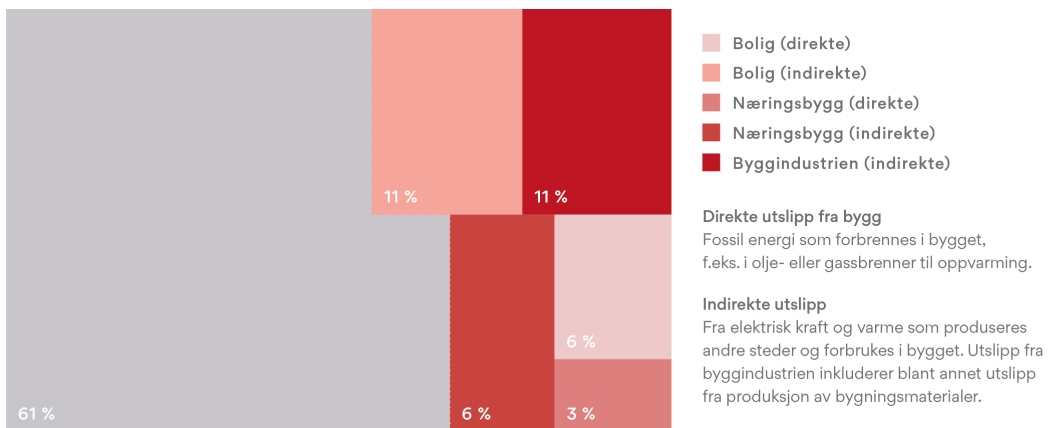
### CO<sub>2</sub>-utslipp fra industri



Kilde: Material Economics Industrial Transformation 2020, 2019 (EA: Energy Technology Perspectives 2017) Energy Transition Commission. Måsser prosjekt, 2018



## Globale byggeklosser



Globale klimagassutslipp fordelt på sektorer, i prosent, 2017.

KILDE  
FNs klimapanel (IPCC) (2018): Global Warming of 1.5° C, Special Report | GlobalABC (2016): Global Roadmap, Towards low-GHG and resilient buildings | IEA (2018): 2018 Global Status Report, Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. | IEA (2019): Tracking Clean Energy Progress: Buildings, [iea.org](http://iea.org) | WEF (2019): How India is solving its cooling challenge, [weforum.org](http://weforum.org)





<2°C



**EKSPERTTILRÅD**  
Inger Elisabeth Måren – Førstamanerans og UNESCO Chair, Universitetet i Bergen. Hun har doktorgrad i planterekologi fra Institutt for biologisk mangfold i Bergen og arbeider ved Institutt for biovitenskap. I 2007 ble hun UNESCO-Chair for bærekraftig arv og miljøforvaltning – natur og kultur.

## Åtte klimaløsninger for matsystemet

Howdan kan vi produsere nok sunn mat til alle på jorda – uten at matsystemet vårt bidrar til klimaproblemet?

TEKST: ANNE JØRVIKT

– Det finnes mange løsninger som sammen kan bidra til at alle kan bli mette, samtidig som klimagassutslippene krymper, sier Inger Elisabeth Måren, førstamanerans ved Universitetet i Bergen.

Dette er forskerens site løsninger:



**Mer matproduksjon der folk bor**  
Å spise mer sesongbetont mat som er produsert lokalt, gir mindre transport og mindre svinn. Maten holder seg frisk til den hamer på bordet. I Norge har vi også store utmarksbeiter som ikke lenger er bruk. Så går vi glipp av lokale ressurser som godt beite til storfe, sau og geit – og kortreist kjøtt – uten å bygge naturinngrep. Det er fullt mulig å produsere mer lokalt også i Norge.



**Bedre jordkvalitet og mindre bruk av kunstgjødsel**  
Jord er en avgjørende levende komponent i matsystemet vårt. Vi må bli flinkere til å bruke kunnskapen vi har om jordmonnet. Når vi høster grønnsaker og korn fra jorda og erstatter det vi henter ut med kunstgjødsel, blir laget med matjord tynnere og tynnere. I USA finnes det store landarealer der matjorda som får var en meter tykk, nå er nede i 40 cm. Vi starter jorda fordi vi vil dyrke mye mat veldig fort – da blir maten billigere per arbeidstime. For å kunne produsere mye mer på hver kvadratmeter bruker vi kunstgjødsel i stedet for naturgjødsel fra dyr og kompost. De stadig tynnere jordlagene er mer utsatte for tærte, og tørke blir det mer av på grunn av den globale oppvarmingen.



**Stopp nedbyggingen av matjord**  
Mange av de store byene i verden ligger i gode jordbruksområder som blir ofret når byene vokser – da særlig sør på kloden. Slik forsvinner noe av den aller beste matjorda først. Mye produktiv landbruksareal har gått tapt for urbanisering, arkenspredning, forfalling, jorderosjon og annen ikke-bærekraftig arealbruk. Alle land må sikre matproduksjonen og ikke bli fristet til å bygge ned mer matjord, selv om det på kort sikt kan være lønnsomt.



**Vi må kaste mindre mat**  
Det krever store ressurser og mye energi å produsere, bearbeide og frakte mat – før den ender på tallerkenen vår. Vi kaster 30–40 prosent av all mat i verden, både nord og sør på kloden. I sør er mangelen på kjøling og litt utviklet infrastruktur viktige årsaker. I vestlige land er maten nå relativt billig og det reduserer lysten til å unngå å kaste mat. Sluttet vi å kaste mat, sparer vi enorme mengder utslipp av klimagasser – og arealer.



**Mer grønnsaker, mindre kjøtt**  
Kjøttforbruk globalt har økt med 400 prosent de siste 60 årene. Kjøttinntaket i Norge er doblet siden 1970-tallet. Folk i bystrek spiser generelt mer kjøtt enn de som bor på landet, og folk i rike land spiser generelt mer kjøtt enn i fattige. Når folk får bedre råd, velger de å spise mer kjøtt. For å nå klimamålene må det globale forbruket av kjøtt og også melkeprodukter reduseres kraftig. De frigjorte og store arealer og ferskvannressurser som kan brukes til å dyrke grønnsaker og annen mat. Storfe slipper dessuten ut klimagassen metan.



**Bruk mindre vann, produsere flere typer planter**  
I verden idag har vi dessverre konsentrert oss rundt fire ulike avlingstyper: ris, mais, hvette og bygg. Disse fire utgjør hele 40 prosent av de globale avlingene. At vi er så avhengige av få avlingstyper gjør oss sårbare for sykdomsangrep som for eksempel røde som angriper alle de fire kornartene og for andre farer som klimaingringer. En del matvarer, som mandler fra California og avokado fra Peru, er eksempel på svært vanskelige avlinger. Og for å produsere ett kilo storfekjøtt trengs i gjennomsnitt om lag 15 000 liter vann. Det vil bli viktigere å kunne produsere mat som krever og med lite vann og å dyrke flere typer planter.



**Befolkningskontroll**  
Det er viktig å få kontroll på befolkningsveksten. Å redusere fattigdom kombinert med at kvinner undanner seg fører til at det fødes færre barn. Særlig i noen afrikanske land haster det med å få på plass storstakale program for familjeplanlegging. Antall fødsler per kvinne i for eksempel Niger er drøyt syv, i Mali 6,5. Her må verdenssamfunnet hjelpe til. Dette trenger ikke å ta så lang tid, det er bare å se på de gode resultatene i for eksempel Bangladesh, der tallet på fødsler per kvinne falt fra 6,2 barn i 1980–85 til 2,2 i 2016.



**Mindre bruk av soya og palmeolje**  
Vi er avhengige av det biologiske mangfoldet for å overleve. Den artsrike regnskogen er særlig utsatt, denne er halvparten de siste 50 årene. Produksjon av soya, palmeolje, kjøtt og papir står for halvparten av avskogingen. Storfe, gris og kylling føres nå med store mengder soya. Ødeleggelse av regnskog er en av de viktigste grunnene til at utryddelse av arter skjer opp til 1 000 ganger raskere enn naturlig. Klimaingringer og tap av naturmangfold henger tett sammen, og krever mange av de samme løsningene, som for eksempel at vi reduserer inntak av kjøtt- og melkeprodukter.

### Løsningen ligger i havet

Arbeidsmangel tross om vi skal produsere bioenergi til erstatning for olje og gass, plante skog for å fange CO<sub>2</sub> – og dyrke nok mat til alle. Men til havs er det plass.

En viktig løsning kan være å ta i bruk havalgene til dyrefôr, mener professor Margareth Överland, sentralleder ved forskningsenteret Foods of Norway ved NMBU.

– Havalgene er spisslagte for mennesker, men særlig egnet som mat til dyr. Om vi tar i bruk havalgene til dyrefôr kan vi produsere store mengder biomasse – veldig raskt – uten å legge beilag på landareal.

– I Norge vokser havalgene eller tare, på dyper vann enn den boblede gristangen som vi finner langs land i fjærestonen. Havalgene kan både høstes og dyrkes av mennesker. I Foods of Norway tester vi ut bruk av tare som er dyret av vår partner, Seaweed Energy Solutions (SES). Taren dyrkes fram fra små sporer som produseres i laboratorier. Disse festes på små tau som sures rundt større taustrukturer som så settes ut i sjøen. Dette skjer oftest i februar og to-tre måneder senere kan en høste store, ferdigvokste alger, sier professoren.

– Taren er en klimaløsning i seg selv. Den kan dyrkes i sjøvann og krever derfor ferskvann eller mineralgjødsel, sier hun.

<2°C



Les mer på [tograder.no](https://tograder.no)

<2°C