

# enzyclic



**Bioteknologi  
og plastspisende  
larver** – nye våpen  
i miljøkampen



**Redaktør:** Joakim Hauge

**I redaksjonen:** Benjamin Kleppe, Martin Sveinssønn Melvær, Signy Fardal

**Grafisk formgivning:** Randi Holth Skarbø

**Trykk:** Merkur Grafisk AS

**Forsidefoto:** Kuttelvaserova Stuchelova, Shutterstock

**Ansvarlig utgiver:** Miljøstiftelsen Bellona

**BELLONA**

www.bellona.no

© 2022 av Miljøstiftelsen Bellona og Enzyclio. Alle rettigheter er reservert. Brukere kan laste ned, skrive ut eller kopiere utdrag av innhold fra denne publikasjonen kun for egen og ikke-kommersiell bruk. Deler av arbeidet kan heller ikke reproduseres uten bruk av sitat eller kildehenvisning til Bellona og Enzyclio. Kommersiell bruk av denne publikasjonen krever forutgående samtykke fra Bellona.

**Ansvar:** Bellona bestreber å sikre at informasjonen beskrevet i denne rapporten er korrekt og fri for opphavsrett, men garanterer ikke og påtar seg ikke noe juridisk ansvar for nøyaktigheten, fullstendigheten, tolkning eller nytten av informasjon som kan følge bruken av denne rapporten.

<b>Dette er Enzyclio</b> .....	<b>4</b>
<b>Kloden kveles av plast</b> .....	<b>6</b>
<b>Slik skal enzymer løse plastproblemet</b> .....	<b>8</b>
<b>Naturen har fasiten</b> .....	<b>10</b>
<b>– En av de viktigste truslene for kloden</b> .....	<b>13</b>
<b>Samarbeid gir nye løsninger</b> .....	<b>14</b>
<b>NMBU satser stort på ny kunnskap</b> .....	<b>16</b>
<b>Partnerpresentasjon</b> .....	<b>17</b>

# Dette er Enzyclis

**Det moderne samfunnet** er avhengig av plast. I dag produseres det årlig om lag 400 millioner tonn plastavfall i verden. Kun 10 % av alt plastavfall som noensinne har vært produsert har blitt resirkulert, og svært lite av plasten som produseres i dag er resirkulerbar. Enorme mengder plast havner hvert år i naturen, og utgjør ett av de største forsøplingsproblemene i vår tid.

Samtidig er plast en del av klimautfordringen. Ifølge FN vil bruk av fossilbasert plast med dagens utvikling øke til 19 prosent av det globale karbonbudsjettet innen 2040. Tiden er overmoden for å endre hvordan vi produserer, forbruker og kaster plasten vi bruker.

## Fra avfall til ressurs

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Miljøstiftelsen Bellona, teknologi- og ekspertsenteret på plast Norner, tekstilprodusenten Aclima og Emballasjeforeningen har opprettet samarbeidsprosjektet Enzyclis for å snu avfallsstrømmer til ressursstrømmer. Prosjektet er basert på bruk av enzymer – biologiske katalysatorer som gjør at kjemiske reaksjoner går fortere. Gjennom å ta i bruk enzymer fra naturen og avansert bioteknologi vil partnerne utvikle løsninger for å resirkulere plast som i dag ikke kan brytes ned for gjenvinning. Gjennom Enzyclis vil partnerne også designe nye plasttyper som er laget spesifikt for å kunne resirkuleres med nettopp de enzymene som utvikles gjennom prosjektet.

Gjennom å utvikle nye bioteknologiske løsninger for plastgjenvinning kan samarbeidet i Enzyclis bli et gjennombrudd i kampen mot plastproblemene. Lykkes Enzyclis med dette vil det være et viktig steg for utviklingen av norsk bioøkonomi som kan gi samfunnet lavere utslipp av klimagasser, bedre ressursutnyttelse og fremtidsrettede muligheter for industrien.

På kort sikt vil prosjektet arbeide for å samle nasjonale interessenter

knyttet til plastutfordringen i et felles nettverk. Gjennom å samkjøre kunnskap, ambisjoner og mål ønsker vi å akselerere arbeidet med å finne bedre og mer bærekraftige løsninger på bruk og gjenvinning av plast.

Frem mot 2030 er partnernes felles ambisjon at Enzyclis skal utgjøre et avgjørende bidrag til at norsk plastforskning og industri tar en ledende rolle i å utvikle bærekraftige løsninger for biologisk resirkulering av plast.

## Behov for felles innsats

I møtet med plastutfordringene haster det at vi som samfunn utvikler og tar i bruk ny teknologi for bærekraftig produksjon og resirkulering av alle typer plast. I Norge er det i dag ingen felles mål for plastresirkulering blant interessenter, og forskningen og produktene som utvikles er i liten grad samkjørt eller koordinert. For å akselerere utviklingen av bioteknologisk plastresirkulering er det av stor betydning å utdanne, konsultere og samordne alle interessenter. FNs miljøprogram anbefaler at myndigheter fremmer innovasjon, slik at plasten vi trenger blir designet og brakt inn i økonomien på en måte som tillater gjenbruk. De legger også vekt på at regjeringene må sørge for at vi sirkulerer plast i økonomien så lenge som mulig. I tråd med dette søker partnerne i Enzyclis aktiv dialog med norske myndigheter med anbefalinger om:

- En styrket og koordinert norsk FoU-innsats knyttet til løsninger for resirkulering av plast
- Iverksettelse av tiltak gjennom virkemiddelapparatet for å tilrettelegge for økt industriell aktivitet og satsing knyttet til løsninger for resirkulering av plast
- At norske myndigheter tar en aktiv rolle i dialog med FOU-miljøer, sivilsamfunn og industri for å tilrettelegge for økt grad av samhandling knyttet til plastutfordringer og bærekraft ●

## Ordliste

### Bioplast

Plast laget av fornybare biologiske råvarer istedenfor av petroleumsprodukter.

### Bioteknologi

Teknologisk bruk av biologiske systemer, levende organismer eller deler av dette for å fremstille eller endre produkter, forbedre planter og dyr, eller utvikle mikroorganismer for spesifikke anvendelser.

### Bioøkonomi

Samlebegrep for økonomiske aktiviteter knyttet til produksjon og foredling av fornybare biologiske ressurser.

### Enzym

Biologiske katalysatorer som øker hastigheten på kjemiske prosesser i levende organismer.

### Mikrobe eller mikroorganisme

Samlebetegnelse på organismer som er så små at de ikke ses med det blotte øye. Inkluderer bakterier, virus, protozoer (encellede parasitter), mange sopparter og noen alger.

### Polyakrylat

Plasttype som blant annet brukes i tekstilindustrien.

### Polyetylen (PE) (polyeten)

Den plasttypen det fremstilles mest av i verden. PE med høy tetthet brukes til leker, kanner, kasser, tanker og rør. PE med lav tetthet brukes til bærepøser og folier.

### Polyetylenereftalat (PET)

Plasttype som brukes i f.eks. emballasje, flasker, fleecemøbler og tepper

### Polypropylen (PP)

Plasttype som ofte brukes i f.eks. husholdningsartikler og emballasje, og som utgjør en stor andel av den totale plastproduksjonen i verden.





## Kloden kveles av plast

**I 2017 strandet en hval på Sotra med magen full av plast. Over 40 handleposer, sekker og plastflak hadde hopet seg opp og blokkert fordøyelsen, så hvalen ble sykelig og svak. Den måtte avlives. Plasthvalen fikk bred mediedekning og var for mange en øyeåpner, som viste hvor alvorlig plastproblemet nå har blitt.**

**Plast er et materiale** med fantastiske egenskaper – det er sterkt, billig, lett, elastisk og vannavstøtende. Det kan enkelt formes. Det isolerer for kulde og strøm. Det beskytter maten så godt at en agurk med plast holder seg i tre uker, der en agurk uten plast blir dårlig på tre dager. Og materialet er i seg selv holdbart – det råtner aldri, og en enkel bærepose kan vare i generasjoner. Denne holdbarheten fikk plasthvalen merke på kroppen: Når posene først hadde satt seg i magen, ble de der for godt.

Plasten brytes ikke ned som andre materialer. Den kan derfor

blokkere fordøyelsen hos dyr, og om de ikke dør umiddelbart, vil næringsopptaket hemmes slik at dyret svekkes over tid. Plasten blokkerer luftveier, så fugl og marine pattedyr kveles. Den blokkerer lys, så korallrev dør. Når fiskeutstyr i plast går tapt, slutter det ikke å fiske – det tar livet av fisk i årevis før det brytes ned til mindre biter. Og selv de aller minste bitene, mikroplast, gjør skade. Der plastposer og flak kan blokkere fordøyelsen til en hval, gjør mikroplast det samme for mindre organismer. Mikroplast fungerer også som bærer og spredde av bakterier, sykdommer og miljøgifter.

Nevnte vi at plast er et klima-problem? Plast er basert på olje, fossilt karbon, som blir til fossile klimautslipp når det brennes eller brytes ned på annen måte.

### Fakta om plast:

- Det er produsert 9 milliarder tonn siden 1950, noe som tilsvarer vekten av over 6 milliarder biler, eller 2 milliarder elefanter. Noe er fortsatt i bruk, men 70 prosent av all plast har med tiden blitt til avfall!
- Bare 10 prosent av plastavfallet har blitt resirkulert. 14 prosent har blitt brent, og hele 76 prosent har endt opp på deponi eller i naturen<sup>2</sup>.
- Plast tilsettes mange ulike stoffer; myknere, fargestoffer og flammehemmere. Mange av stoffene er farlige, og noen av historiens verste miljøgifter forbindes med plast. På grunn av de utallige tilsetningsstoffene finnes det minst en halv million varianter plast.

- Den årlige plastproduksjonen er nå 200 ganger så høy som i 1950. I 2050 forventes en videre dobling fra dagens nivå.
- Hvert år skylles 8 millioner tonn plastavfall ut i havet fra elver og landområder. Det tilsvarer 15 tonn per minutt, altså vekten av 10 biler, eller tre elefanter per minutt. I tillegg kommer forsøpling direkte til havet, fra f.eks. havbruk og fiskeri.
- Det er funnet plast i alle områder på jorden, fra de dypeste hav til de høyeste fjell, og i atmosfæren. Det er funnet mikroplast i blodet på åtte av ti mennesker<sup>3</sup>.

Det er nesten umulig å se for seg en moderne verden uten plast. Den er overalt og følger oss fra morgen til kveld, fra hverdagsprodukter som klær og mobiltelefoner, til materialene i bygninger og biler.

- All elektronikk bruker plast, fordi materialet er enkelt å forme og isolerer for strøm.
- Alt av fiske- og oppdrettsutstyr lages i plast, fordi materialet tåler saltvann uten å ruste eller råtne.
- Plast forlenger holdbarheten på matvarer og motvirker dermed matsvinn.
- Biler og fly bruker mye plast, fordi det er lett og reduserer drivstoffbehovet.

- Sykehus bruker mye plast, fordi det enkelt kan desinfiseres, og holder seg sterilt.
- Plast har ofte lavere klimafotavtrykk enn alternativene. Plast som ender i avfallssystemet og ikke i naturen kan derfor være det beste miljøvalget.

### Løsninger

Så hvordan løser vi plastproblemet?

Det finnes ingen enkel løsning, men noen grunnleggende faktorer utpeker seg:

**Plasten må fjernes der den kan ende i naturen.** Risiko for forsøpling er avgjørende for om plast kan brukes eller om det bør velges bort.

**Avfallet må samles inn.** Store deler av verdens plastavfall dumpes i naturen. Det må innføres bedre avfallssystemer slik at plasten samles inn og håndteres forsvarlig.

**Mer plast må resirkuleres.** Det krever mindre ressurser å resirkulere plast enn å lage ny fra råolje. Når plastavfall blir en ressurs for gjenvinning får det også større verdi, og sannsynligheten øker for at det samles inn i stedet for å dumpes i naturen.

### Enzymer til unnsättning

Norge lykkes i dag med gjenvinning av enkelte plastprodukter, for eksempel panteflasker, men totalt er det kun 25 prosent av plast-

avfallet som blir resirkulert<sup>4</sup>. Den største barrieren for gjenvinning er miljøgifter og den store mengden plastvarianter.

For å resirkulere mer må giftstoffene fases ut, og antallet tilsetningsstoffer ned. Det må utvikles en plast som faktisk er designet for gjenvinning, og teknologi som kan resirkulere plast til høy kvalitet. Dagens prosesser er vanligvis en form for «nedsirkulering», med stort kvalitetstap. Dette skjer særlig når ulike typer plastavfall blandes og når plasten er degradert gjennom eksponering for sol og saltvann. Plasten holder kun noen få sykluser før den blir ubrukelig og må brennes.

### Det må ny teknologi til

Prosjektet Enzyclis søker å utvikle en helt ny teknologi for plastgjenvinning, og designe plast som er designet for slik gjenvinning. Dermed vil en langt større andel av plasten kunne resirkuleres – og klima- og miljøavtrykket vil kunne reduseres betydelig. ●

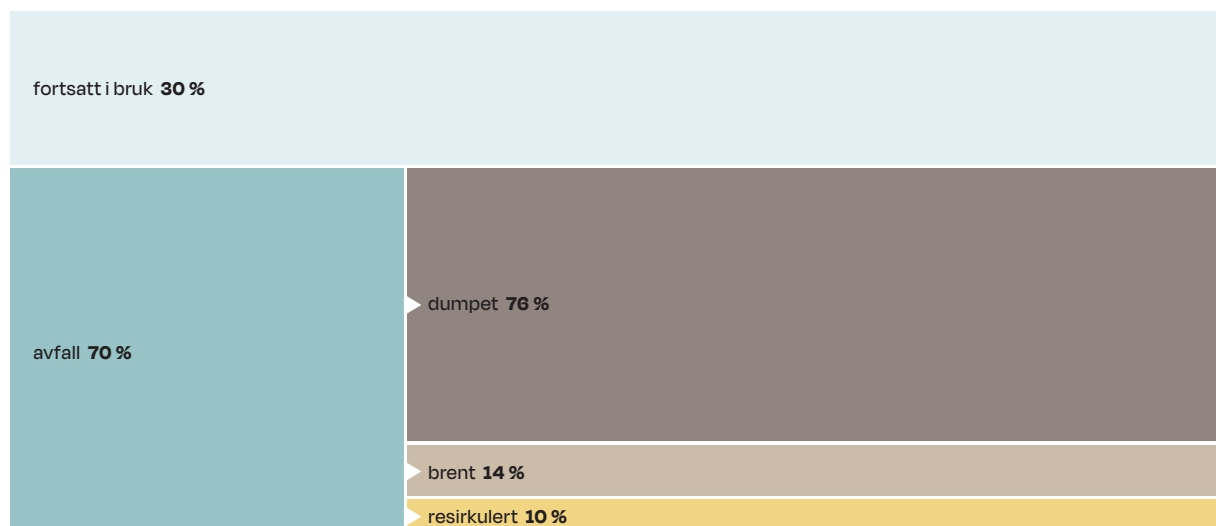
1 UNEP 2021: Drowning in Plastics

2 Med resirkulering menes her kun materialgjenvinning, ikke energigjenvinning.

3 Se f.eks. <https://www.nrk.no/urix/har-for-forste-gang-oppdaget-mikroplast-i-menneskers-blod-1.15907167>

4 Mepex 2020: Materialstrømmen til plast i Norge – Hva vet vi?

## Siden 1950 er kun 10 % av verdens plastavfall blitt resirkulert.



# Slik skal enzymer løse plastproblemet

Enzymer er stoffene som får naturens kjemiske reaksjoner til å skje i riktig tempo - de er biologiske katalysatorer som akselererer prosesser i naturen, og er blant annet grunnen til at kroppen din klarer å gjøre maten du spiser om til næring.

**Tilgang på næring** er en sentral drivkraft i evolusjonen. For å ta til seg mat må en organisme ha enzymer som kan bryte maten ned til mindre bestanddeler og gi næring. Når en ny potensiell matvare dukker opp reagerer organismer med å utvikle nye enzymer som kan bryte den ned. Kampen om matfatet avgjør hvilke organismer som overlever og utvikler seg, og over millioner av år har både arter og matvarer kommet og gått, i naturens tempo.

Naturens minste innbyggere, mikrobene, kjemper nå om en ny matvare – plast – og de jobber iherdig med å utvikle enzymene som trengs for å bryte den ned og livnære seg av den. Problemet er at disse naturlige løsningene utvikler seg i naturens tempo, mens vi har introdusert plast i et tempo som langt overgår naturens prosesser. Økosystemene overveldes av enorme mengder plast før enzymene har rukket å utvikle seg.

Vi kan ikke forvente at en stadig svekket natur skal løse problemet for oss. Og vi har dessuten ikke tid til å vente på det. Men vi kan likevel benytte oss av de verktøyene som naturen allerede har startet å utvikle. Det identifiseres stadig nye organismer som kan bryte ned og livnære seg av ulike typer plast. Helten i prosjektet Enzylic er voksmøll-larven (*Galleria mellonella*), som kan bryte ned den vanligste og vanskeligste plasten, polyetylen (PE).

Larven har et naturlig forsprang i denne prosessen, da den til vanlig lever av bivoks, et naturstoff som på et kjemisk nivå likner plast. Da er veien fra bivoks til plast relativt

kort. Både larven selv og bakteriene som lever i magen på den bidrar med enzymer som kan bryte opp de kraftige kjemiske bindingene i PE-plast.

Et hovedmål for Enzylic-prosjektet er å identifisere de enzymene hos voksmøll-larven som bryter ned PE, og å videreutvikle disse til en industriell teknologi som kan bryte ned flere typer plast og på den måten bidra til mer effektiv resirkulering.

## Det identifiseres stadig nye organismer som kan bryte ned og livnære seg av ulike typer plast.

### Jakten på enzymene

Når det skal utvikles nye teknologiske løsninger for å resirkulere plast er det mange ulike faktorer som må kartlegges og undersøkes. For å bygge en enzymatisk prosess begynner man med å forstå enzymene, hvilke organismer som produserer de ulike enzymene, og hvordan samspillet mellom organismer resulterer i at plast brytes ned.

Prosessen begynner med å mate voksmøll-larver med ulike typer plast over noen dager. Når larvene har spist plast en stund kan innholdet i magen hentes ut for videre arbeid. Ved å overføre mageinnholdet til et miljø der plast er eneste næringskilde kan man dyrke opp og isolere bakteriene som effektivt bryter den ned, og som dermed har de rette enzymene. Deretter kan man bruke bioteknologiske verktøy for å analysere voksmøllen, bakteriekulturen, og rene isolerte

plastnedbrytende bakterier. Dette gir grunnlag for en forståelse av hvilke enzymer som bryter ned plast, hvilke gener som gjør det mulig, og hvordan det biologiske samspillet påvirker nedbrytningen.

### Raffinering og optimalisering

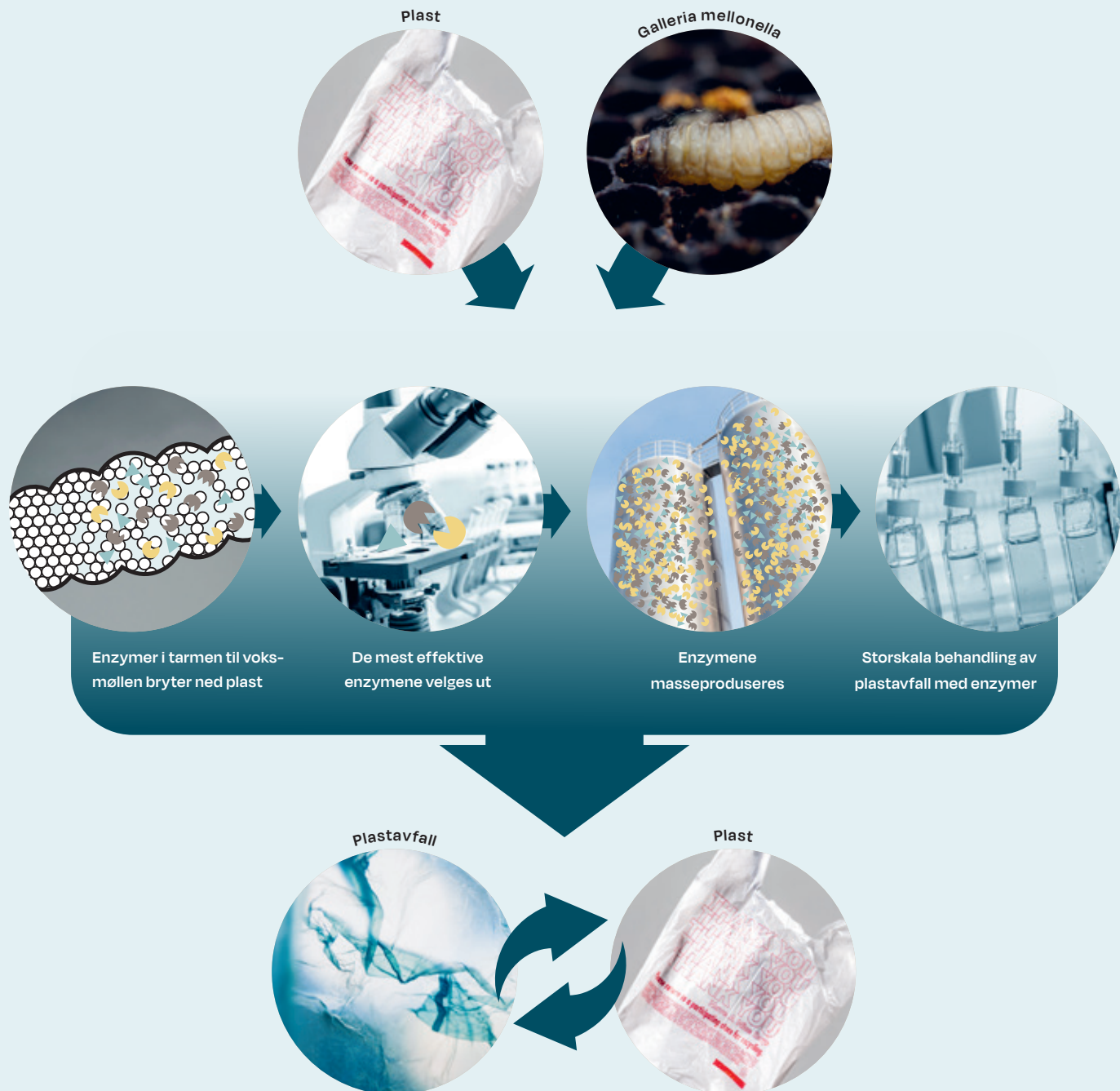
Når enzymjakten er ferdig velges det ut noen vinnere – de mest effektive kandidatene. Disse kan masseproduseres i en bioreaktor: Den genetiske koden for et enzym kopieres og limes inn i en egnet mikroorganisme, som igjen dyrkes i bioreaktoren til man får en større mengde av det ønskede enzymet.

Enzylic-prosjektet skal også studere samspill og mulige synergier mellom vinnerne fra enzymjakten og noen helt spesielle enzymer i NMBUs database. Disse enzymene kalles LPMO og har vist enormt potensiale for å løse en av

hovedutfordringene med nedbryting av plast på mikronivå: En hard og ugjennomtrengelig overflate. Hvis LPMO kan bearbeide overflaten til plasten vil det være mye lettere for de andre enzymene å gjøre jobben sin. 20 ulike LPMO-enzymene skal kartlegges, og de beste kandidatene skal undersøkes for mulig forbedring, gjennom modifisering av enzymene.

Vinner-enzymene må også karakteriseres. I dette trinnet skal enzymenes form undersøkes, hvordan de fester seg til plasten, reaksjonskinetikk – altså hvordan trinnene i nedbrytningen foregår, og hvilke stoffer den behandlede plasten blir gjort om til.

Til slutt må effekten av enzymene dokumenteres. Dette vil gjøres gjennom testing på et komposittmateriale bestående av ull og plast, med analyse og rapportering av nedbrytingsprosessen.



### Polymer-design, syntese og uttesting

Prosjektet stopper ikke her. En vesentlig barriere for resirkulering i dag er at plasten ikke er designet for gjenvinning. Enzyclis skal derfor utforske designstadiet, der mesteparten av dagens plastproblematikk begynte. Det skal designes og produseres plastmaterialer som er skreddersydd for de enzymene som kartlegges under prosjektet. På mikronivå innebærer det å produsere små

strukturer på overflaten av plasten som gjør det lettere for enzymene å binde seg til plasten. Dette vil resultere i mer effektiv nedbrytning.

De nye plasttypene må ikke bare kunne brytes ned enzymatisk, men også konkurrere med eksisterende plastmaterialer. Dermed må tekniske egenskaper som styrke og smeltepunkt undersøkes, og det må gjøres vurderinger av funksjonalitet til bruk i ulike applikasjoner, sammenliknet med produkter fra markedet.

En resirkuleringsprosess skal gi råstoff til nye produkter. Den enzymatiske nedbrytningen i Enzyclis-prosjektet vil omdanne plasten til ulike stoffer. Et siste mål for prosjektet er å utvikle metoder for å hente ut disse stoffene og å undersøke hvordan disse best brukes til å lage ny plast. ●



Foto: Tonje Lindrup Robertsen, NMBU / iStock/Shutterstock / Nara Bertolt Jensen, Unsplash

# Naturen har fasiten

Med tilholdssted på NMBU er professor **Gustav Vaaje-Kolstad** og professor **Vincent Eijsink** internasjonalt ledende forskere innen bioteknologi og enzymer. Sammen med leder for Bellonas bio-program, **Joakim Hauge**, satte de seg ned for en prat om larver, plast og fremtidstro.

**JH:** For oss, som ikke er meriterte professorer, kan ikke dere forklare hva et enzym egentlig er?

**GK:** Et enzym er en biologisk katalysator. Det er et protein som gjør at en kjemisk reaksjon i naturen går fortere. Enzymer katalyserer alle mulige typer reaksjoner i naturen.

**VE:** Det er for eksempel enzymer som sørger for at en bakterie kan

bryte ned et avfallsprodukt. Og vi vil jo gjerne benytte oss av disse enzymene fordi de muliggjør prosesser som er mye renere og mer presise enn prosesser basert på kjemiske katalysatorer

**JH:** Så hvis jeg skjønner det riktig så er dere opptatt av hvordan enzymer kan brukes i bioteknologi. I den offentlige debatten kan man ofte få inntrykk av at bioteknologi

er litt science fiction, men hva tenker dere bioteknologien kan bidra med de nærmeste årene?

**GK:** Det å bruke mikroorganismer til nyttige formål, som å få deig til å heve og til ølbrygging, har mennesker gjort i tusenvis av år. I moderne bioteknologi bruker vi bakterier, sopp og andre biologiske systemer til å løse samfunnsmessige utfordringer. Farmasøytisk industri er en av de beste eksemplene på hvor nye løsninger vil komme fort. Bakterier kan være med å lage nye medisiner som vi trenger. Vår forskning har fokusert mye på enzymer som bryter ned celleveggen hos planter for å øke nedbrytningshastigheten til for eksempel landbruksavfall eller trevirke, slik at det omdannes til sukker som kan brukes til energi,

materialer eller fôr og mat. Her kan også nye resultater komme raskt.

**VE:** Det er feil å fremstille bioteknologi som science fiction. Bioteknologien er overalt i samfunnet i dag, vi bare skjønner det ikke helt. Bioteknologien brukes i matprodukter, resirkulering av avfall og produksjon av biogass. Bioteknologi kan løse mange utfordringer før 2030. For eksempel ved bedre utnyttelse av ressurser, og til resirkulering av plast.

**JH:** Så bioteknologien kan gi politikerne en del nye verktøy i verktøykassa for å løse miljø- og ressursutfordringer frem mot 2030?

**VE:** Absolutt, det er en av grunnene til at jeg er bioteknolog.

**GK:** Enig. Det er det som er gøy med naturen, at naturen har løsninger på nesten alt. Ofte vet vi at naturen har fasiten, vi må bare finne ut hva regnestykket er.

**JH:** Betyr det at norske politikere nå bare kan lene seg bakover i stolen og vente på resultatene?

**GK:** Vi må øke forskningsinnsatsen, og det er viktig at vi utvikler grunnforskningen. Vi må ikke la oss forlede til å tro at anvendt forskning vil løse alle utfordringer, for det vil det ikke. Mens anvendt

hvor godt den innsatsen lyktes. Som et helt annet eksempel kan jeg nevne biogass, hvor vi hele tiden kan gjøre forbedringer, fordi noen har investert pengene som skal til i reaktorer og langsiktig grunnfors-

være riktig. Det er derfor enzymerne kommer inn.

**JH:** Det er en hel jungel av plasttyper der ute – hvilken typer plast er det Enzyclis tar for seg?

## Dette prosjektet hadde vært ganske meningsløst hvis vi ikke hadde 15–20 år med grunnforskning på høyt nivå å bygge på.

kning. Dermed kan vi manipulere og forbedre prosesser som sparer CO<sub>2</sub>-utslipp og vi har noe å tilby til industrielle aktører. Det samme gjelder Enzyclis. Dette prosjektet hadde vært ganske meningsløst hvis vi ikke hadde 15–20 år med grunnforskning på høyt nivå å bygge på.

**JH:** I dag produserer vi om lag 400 millioner tonn plastavfall i verden hvert år, og store deler av dette hoper seg opp i økosystemene. Hvorfor har naturen så vanskelig for å bryte ned plast?

**GK:** Det er fordi det er stoffer som naturen ikke er kjent med. Alt som har energi i seg vil naturen utnytte på sikt. Her har naturen, eller evolusjonen om du vil, ikke hatt nok tid på seg til å utvikle nedbrytningsløsninger.

**GK:** De vanligste plasttypene kalles polyetylen og polypropylen. Per i dag finnes det ingen gode løsninger med enzymer for å bryte ned disse plasttypene for resirkulering. Vårt fokus er å finne en løsning for spesielt polyetylen, men vi kommer også til å jobbe med plasttypen som kalles PET (Polyetylentereftalat). PET er en litt enklere å bryte ned, men også der har vi en teknologi vi tror vi kan tilføre for å gjøre nedbrytningen mer effektiv. Sist, men ikke minst har vi også en intensjon om å se på plasttypen polyakrylat som brukes i klesindustrien.

**VE:** Så er det litt viktig å frem at en av grunnene til at plast har så gode egenskaper som emballasje er jo at det brukes veldig mye kompositter, altså flere plasttyper sammen. Det vanskeliggjør resirkulering. Hvis vi skal redde planeten må vi også gjøre noe der. Grunnen til at jeg nevner det, er at det også ligger innenfor noe Enzyclis skal jobbe med. Vi må kanskje slutte å bruke noen kompositter, og isteden utvikle nye plasttyper som kan passe til de enzymene som vi utvikler.

**JH:** Vi har jo en felles helt, nemlig larvene til voksmøll. Hva er det egentlig en liten larve kan bidra med i møte med den enorme plastutfordringen?

**GK:** Voksmøllen er jo litt skrekken for de som produserer honning rundt omkring i verden, for ►

## Bioteknologi kan løse mange utfordringer før 2030.

forskning gir en trinnvis økning av kunnskapsnivået, er langsiktig grunnforskning avgjørende for at vi tar de store kvantestegene.

**VE:** Måten forskningen responderte på covid er bioteknologien på sitt aller, aller beste. Det bygget på et kompetansegrunnlag som er utviklet over mange år. Så kommer det en utfordring, og så klarer man å håndtere det. Det er ufattelig

**JH:** Så plast er komplekse molekyler som har vært kort tid i naturlige systemer. Evolusjonen vil bruke veldig lang tid før noen organismer lærer seg å utnytte plast skikkelig effektivt, så vi må hjelpe litt til?

**GK:** Bra sagt, vi må hjelpe det litt på vei.

**VE:** Og så må prosessen bli så grønn så mulig, og energiregnskapet må



favorittmaten til voksmøllen er bivoks. Bivoks likner ganske mye på polyetylen hvis du ser på kjemien, og voksmøllen kan overleve en god stund på å bare spise plastposer. Det er nok slankekur fra helvete for dem, men de klarer faktisk å utnytte en del av energipotensialet i plasten. Dette er fordi den har enzymer som skiller ut av voksmøllen selv, men også på grunn av enzymer fra bakterier den har i tarmen. I genene til voksmøllen og disse bakteriene ligger

**GK:** Det er som om du har en kokebok, og skal lage en spesifikk rett, men du vet ikke hvilken side oppskriften står på. Da må du bla gjennom alt og prøve å forstå hvilken rett det er. Men med det vi kan nå, så har vi sidetallet vi skal bla opp på for å finne oppskriften.

**JH:** I Enzyctic er det samlet et litt utradisjonelt lag, hvor dere har inkludert langt flere enn bare forskere. I tillegg til spesialister på plast og polymerer i Norner har dere fått

## Ofte vet vi at naturen har fasiten, vi må bare finne ut hva regnestykket er.

altså oppskriften på hvordan vi kan bryte ned plast. Vi må finne ut hvilke gener som brukes, og bruke dette til å lage enzymene selv på laboratoriet.

**VE:** I Enzyctic er vi sterke på to områder. Det ene er enzymteknologi. Det andre er at vi gjennom 10 år har utviklet bioteknologiske metoder som gjør oss mye bedre i stand til å finne de enzymene som voksmøllen bruker. Det er nemlig som å finne en nål i en høystakk, og vi mener at vi kan klare det.

med klesprodusenten Aclima, Emballasjeforeningen og Bellona. Hva er tanken bak et sånt partnerskap?

**GK:** Vi ser at det blir viktigere og viktigere å få informasjon ut til samfunnet om den type problemstillinger Enzyctic jobber med, men også å få informasjon inn fra samfunnet til forskningen. Derfor ville vi gjerne ha med Emballasjeforeningen som har et stort nettverk av interessenter som er interessert i plast og grønn teknologi. Og så er det selvsagt Bellona som vi kjenner

som teknologioptimister som jakter på løsninger på miljøproblemer, som passer perfekt inn i prosjektet. I tillegg bringer Bellona inn nettverk og kommunikasjonskunnskap, og er gode på barrierestudier og livssyklusanalyser. Det kan gi helt nye perspektiver til prosjektet og mulige ringvirkninger. Norner er ekstremt viktige for oss med sin kompetanse på plastpolymerer. De er verdensledende innen deler av sitt felt, og kan utføre analyser som få andre kan gjøre. De sikrer at vi jobber med produkter som relevante for næringslivet. Aclima er jo med fordi de er en miljøbevisst klesprodusent. De har avkapp med kompositt av plast og ull fra klesproduksjonen, og har en veldig fremoverlent holdning hvor de ønsker å resirkulere så mye som mulig.

**JH:** Dette er et omfattende prosjekt med betydelige midler. Hva kan vi sitte igjen med av resultater om fire år?

**VE:** Jeg tenker jo at en av ambisjonene må være at vi innen fire år har utviklet et hjelpeenzym som gjør nedbrytingen av PET dobbelt så effektiv. Om det resulterer i en fabrikk i Norge vet ikke jeg, men resulterer dette i en patent er jo det noe staten Norge kan tjene gode penger på, og det vil kunne brukes over hele verden. I tillegg har vi ambisjoner om vesentlige fremskritt i forståelsen av hvordan de andre nevnte plasttypene kan brytes ned, og vi håper å være i dialog om videreutvikling og kommersialisering av ny enzymteknologi. Hvis vi kan finne et enzym, som effektivt kan bryte ned polyetylen, så vil det være et gigantisk gjennombrudd, både akademisk og industrielt.

**JH:** Så hvis jeg er litt tabloid, så konkluderer jeg med at om fire år har Enzyctic stått i bresjen for et internasjonalt gjennombrudd som har ført oss mye nærmere resirkulering av plast som i dag ikke kan resirkuleres?

**GK:** Ja, det må være ambisjonen! ●



## – En av de viktigste truslene for kloden

Som president for FNs femte miljøforsamling sørget klima og miljøminister Espen Barth Eide for at arbeidet med å få på plass en internasjonal plastavtale er i gang. Målet er å få bukt med den økende plastforurensingen.

– **Plastforurensing** er et presserende, alvorlig og voksende miljøproblem globalt. Forbruket av plast ligger an til å tredobles innen 2060, og det gjør at tilførselen av plast til miljøet står i fare for å dobles sammenlignet med i dag. Slik plastfjellet utvikler seg er dette nå en av de viktigste truslene for kloden, sammen med klima- og naturkrisen. Spesielt truer plast livet i havet, sier klima- og miljøminister Espen Barth Eide.

**Hva slags arbeid foregår nå i forbindelse med plastavtalen som ble inngått i Nairobi i mars i 2022?**

– Vi fikk gjennomslag for å starte forhandlinger om en internasjonal rettslig bindende avtale mot plastforurensning. Forhandlingene skal tas i mål i løpet av 2024. Vi jobber for en ambisiøs plastavtale som kan begrense det økende plast-

forbruket til bærekraftige nivåer og sikre at den plasten som produseres samles inn, brukes på nytt eller inngår i nye produkter og ikke havner på avveie. Vi er sterk pådriver for felles systemer for rapportering og overvåkning av plast og mikroplast i miljøet.

**Hva gjør Norge for å løse utfordringene knyttet til plast?**

– Norge har en ambisiøs og helhetlig plastpolitikk med mange gode virkemidler. Vi tar blant annet grep for å øke materialgjenvinningen av plast og skjerper produsentansvaret for plastemballasje, samtidig som vi utvider produsentansvaret til nye områder, som fiskeri- og oppdrett og andre typer engangsartikler av plast som ikke er emballasje. Vi jobber også offensivt i EU-systemet for en mer bærekraftig verdikjede for plast.

Klima- og miljøminister  
Espen Barth Eide.

Men plastforurensing er et globalt miljøproblem som Norge ikke kan løse alene. Vi må jobbe sammen med andre land, med næringslivet og med sivilt samfunn for å ta de viktigste grepene. Arbeidet med en global rettslig bindende plastavtale er det viktigste arbeidet vi gjør på plast fremover.

**Hva er de viktigste tiltakene som bør gjennomføres?**

– For å klare å løse det globale plastproblemet er forebyggende arbeid helt avgjørende. Jeg tenker da på tiltak for å redusere bruken av engangsprodukter av plast og fremme plast som ikke inneholder farlige stoffer og som kan materialgjenvinnes, og på tiltak for å øke materialgjenvinningen og få på plass utvidet produsentansvar.

**Hvilken rolle spiller forskning og innovasjon i å løse problemer knyttet til plast?**

– Det er flere kunnskapshull om plastforurensing som gjør at vi trenger mer forskning og innovasjon. Blant annet er det viktig å få på plass felles metoder for å måle og overvåke hvor mye plast vi faktisk tilfører miljøet. I tillegg trenger vi mer kunnskap om hvordan vi kan erstatte plast med mer miljøvennlige materialer. Forskning rundt plast blir nok ikke mindre i årene fremover.

**Hva tenker du om viktigheten av denne typen allianser som Bellona og NMBU nå har inngått i arbeidet for å akselerere utviklingen i norsk bioøkonomi?**

– I møte med vår tids største utfordring, den menneskeskapte klima- og naturkrisen, er det helt nødvendig med brede samarbeid på tvers av myndigheter, forskning, næringsliv og interesseorganisasjoner for å finne de gode løsningene, også innen bioøkonomien. Bioøkonomien spiller en viktig rolle i overgangen fra en lineær og fossil økonomi til en sirkulær, fornybar og grønn økonomi. ●

# Samarbeid gir nye løsninger

**Plastproblemet er omfattende og sammensatt, og det finnes ingen mirakelkur. Det er behov for ny informasjon, nye verktøy og bedre materialer. Ikke minst må det etableres rammevilkår for økt sirkularitet og redusert forbruk, plastforsøpling og klimagassutslipp. Det finnes en rekke norske prosjekter som fokuserer på disse utfordringene, og vi har samlet et utvalg av dem.**

## PlastiSea

Tang og tare er rikt på stoffet alginat, som blant annet brukes til fortykningsmiddel i mat, men som også kan prosesseres til plast-lignende materialer. Disse materialene har mange av plastens gode egenskaper, men i motsetning til plast vil de brytes effektivt ned i vann og på land – og de er til og med spiselige. PlastiSea har mål om å utvikle nye typer bioplast basert på tang og tare. Prosjektet søker å gjøre utvinningen av alginat mer kostnadseffektiv, samt å forbedre de tekniske egenskapene til tare-basert plast.

PlastiSea er et samarbeid mellom SINTEF Industri, B'ZEOS AS, Seaweed Solutions AS (NO), Universitetet i Aalborg (DK), Kungliga Tekniska Högskolan (SE) og AITIIP (ES). Prosjektet finansieres av ERA-BlueBio.

[Øystein Arlov \(oystein.arlov@sintef.no\)](mailto:oystein.arlov@sintef.no)

## Plastcycle

En vesentlig barriere for resirkulering av plast er at den i dag tilsettes enorme mengder kjemikalier, der mange av dem er farlige, uten at det finnes en god oversikt over alle tilsetningene.

Manglende oversikt kan gjøre at de farlige stoffene resirkuleres, noe som øker risikoen for at de ender som forurensning i naturen. De farlige stoffene vil også redusere kvaliteten på resirkulert plast slik at nye kjemikalier må tilsettes for å oppnå nødvendig kvalitet. På den måten kan farlige tilsetningsstoffer gi en selvforsterkende syklus med stadig økende bruk av slike stoffer.

Plastcycle skal identifisere bekymringsverdige kjemikalier i plast og vurdere risikoen for at de gjenoppstår i resirkulerte produkter. Arbeidet inkluderer utvikling av et verktøy for bedre oversikt over farlige stoffer i plast, og for mer effektiv avfallshåndtering.

Plastcycle er et samarbeid mellom NILU, UNITAR, Miljødirektoratet, ROAF, AKK Innovation, Oslo Kommune, Grønt Punkt Norge og Stella. Prosjektet finansieres av Forskningsrådet.

[Goinoush Abbasi \(goa@nilu.no\)](mailto:goa@nilu.no)

## Plast-MOOC for ansatte i havbruksnæringen

Det genereres 29 000 tonn plastavfall fra havbruket hvert år, og studier viser at næringen er en vesentlig kilde til plastforurensning. Mye av platen er hardplast med høy kvalitet, som egner seg for gjenvinning.

MOOC-prosjektet skal utvikle et åpent, nettbasert kurs – kjent som Massive Open Online Course – for ansatte i oppdrettsnæringen. Prosjektet vil undersøke arbeidspraksis når det gjelder håndtering av materialer og avfall, og samle informasjon om hva kassert plast kan brukes til og hvordan den kan få nytt liv. Målet er et lettfattelig og inspirerende kurs som skaper bedre forståelse av både problemer og løsninger hos røktere og driftsoperatører i havbruksnæringen.

Prosjektet er et samarbeid mellom Grieg Seafood, Bellona og NTNU med finansiering fra Handelens Miljøfond.

[Kari Torp \(kari@bellona.no\)](mailto:kari@bellona.no)

## POCOplast (Pathways to sustainable post-consumer plastics in aquaculture)

Havbruksnæringen er den største brukeren av hardplast i Norge, og det er behov for økt resirkulering og mer effektiv materialbruk.

POCOplast skal øke kunnskapsnivået for å oppnå en mer sirkulær og bærekraftig verdikjede for slik plast. Prosjektet har etablert en læringsallianse der aktører fra næringsliv, forskning og sivilsamfunn samarbeider for å identifisere tiltak for økt bærekraft. Læringsalliansen skal også jobbe for utvikling av et bedre marked for gjenvunnet plast.

POCOplast er et samarbeid mellom SINTEF Digital, NTNU, PLASTO, Grieg Seafood, Empower, NOPREC, Bellona, Flokk og NCE Aquatech. Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd med midler fra Handelens Miljøfond.

[Henrik Brynthelund \(henrik.brynthelund@sintef.no\)](mailto:henrik.brynthelund@sintef.no)

## PLASTICENE – Utvikling av midler for økt ressursutnyttelse, sirkularitet og regulatorisk støtte av plastforbruk i Norge

PLASTICENE skal utvikle ny kunnskap og forskningskapasitet for å adressere bærekraftig bruk av plast i Norge. Prosjektet skal studere ressursflyten og sammensetning av plast i Norge, og dermed bidra til den nødvendige kunnskapen for å designe sirkulære forretningsmodeller av plast, og finne de mest effektive vedtakene for skadebegrensning av plastforurensning. Den viktigste forventede påvirkningen fra PLASTICENE er å sterkt redusere utfordringene som forekommer av en lineær bruk og spredning av plast i miljøet.

Prosjektet er et samarbeid mellom SINTEF, Deloitte, WWF og House of Knowledge. Prosjektet er finansiert av Forskningsrådet.

[Mimmi Throne-Holst \(mimmi.throne-holst@sintef.no\)](mailto:mimmi.throne-holst@sintef.no)



Foto: Pexels



Foto: Plasticene



Foto: Seaweed Solutions AS

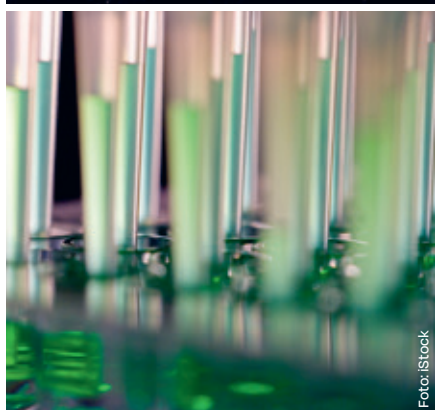


Foto: iStock



Foto: Niek Russel/Unplash



Foto: Bob Brewer/Unplash



Foto: Pexels

### **Dsolve - Senter for utvikling av bionedbrytbar plast til anvendelse i fiskeri og akvakultur.**

Plastsøppel fra Fiskeri- og havbruksbransjen forårsaker problemer som spredning av makro- og mikroplast, samt spøkelsesfiske. Det er behov for nye løsninger og materialer for å redusere disse problemene.

Dsolve har som ambisjon å plassere Norge i spissen for forskning, utvikling og bruk av smarte biologisk nedbrytbare materialer for å redusere det globale problemet med marin forøpling fra fiskerier og havbruk. Målet med senteret er å utvikle teknologier og nye miljøvennlige produkter, forbedre forvaltningsvilkårene og fremme innovasjoner som gjør det mulig for plastbaserte verdikjeder å bli mer sirkulære og ressurseffektive. Utfordringene knyttet til marin plastforøpling forårsaket av fiskeri- og havbrukssektorene kan reduseres betydelig dersom tradisjonell plast i disse sektorene erstattes med nye biologisk nedbrytbare materialer.

Dsolve er ledet av UiT – Norges arktiske universitet. Fire nasjonale forskningsinstitusjoner, fire internasjonale forskningsinstitusjoner, 14 industripartnere fra fiskeri, havbruk og utstyrsleverandører, samt flere offentlige etater og næringsorganisasjoner deltar i senteret. Dsolve mottar finansiering av Forskningsrådet.

Roger B. Larsen ([roger.larsen@uit.no](mailto:roger.larsen@uit.no))



Foto: NMBU

# NMBU satser stort på ny kunnskap

**SmartPlast er en av NMBUs fem Bærekraftsarenaer, og skal bidra til å forstå og løse plastproblematikken. SmartPlast skal jobbe med alt fra molekyler til økosystemer.**

**NMBU satser stort** på å finne ny kunnskap som bidrar til mer bærekraftige løsninger. For å styrke dette området og forbedre koordinasjonen mellom de forskjellige kompetansemiljøene ved NMBU ble det i 2021 opprettet fem Bærekraftsarenaer; interne nettverksprosjekter hvor NMBUs forskere samlet jobber for å utvikle bærekraftige løsninger. NMBUs Bærekraftsarenaer skal styrke kompetanseutvikling, undervisning, innovasjon og tverrfaglighet i NMBUs fagmiljøer i perioden 2021 til 2024.

– En av disse fem Bærekraftsarenaer er SmartPlast, som er vårt bidrag til å forstå og løse plastproblematikken. Vi kan ikke alene løse plastproblematikken, men vi kan bidra ved å la noen av våre tyngste forskningsmiljøer jobbe sammen. Vi samarbeider også med andre interessenter, og støttes av eksternt finansierte forskningsprosjekter, deriblant Enzylic prosjektet, forteller professor Vincent Eijsink ved fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap ved NMBU.

Basert på eksisterende kompetanse ved NMBU og eksisterende prosjekter skal SmartPlast jobbe med alt fra molekyler til økosystemer:

- Utvikle enzymteknologi for nedbrytning av plast til gjenbrukbare byggesteiner.
- Studere plastnedbrytende insekter og mikrobielle samfunn for å utvikle mikrobielle prosesser for plasthåndtering og for å identifisere nye enzymesystemer for plastbehandling.
- Utvikle nye biologisk nedbrytbare plasttyper basert på biomasse.
- Studere miljøpåvirkningen av (mikro) plast i akvatiske økosystemer.
- Studere hvordan mikroplast påvirker spredning og overlevelse av bakterier og virus som smitter mennesker via mat og vann.
- Studere innvirkningen av (mikro) plast på (tarm)helse og velferd hos produksjonsdyr og laks.

– Vi vil forene kreftene fra fire av NMBUs syv Fakulteter (KBM, BioVit, Mina, Vet) og eksterne part-

nere, inkludert plastprodusenter og miljøorganisasjoner. SmartPlast har fokus på plast, men er en del av et bredere initiativ som tar sikte på å utvikle forskning, undervisning og kommunikasjon innen miljøbioteknologi, sier Eijsink.

## Konkrete mål for SmartPlast:

- Etablere og gjennomføre ett nytt kurs på MSc / PhD-nivå: «Environmental Biotechnology».
- Årlig åpent bærekraftseminar om ny grønn (bio)teknologi for en bred målgruppe (industri, frivillige organisasjoner, politikere og studenter på alle nivåer).
- Utvikle mer samspill med (ikke akademiske) interessenter og aktiviteter innen «Responsible Research and Innovation» (RRI).
- Etablere og gjennomføre et etter- og videreutdanningskurs: Grønne (bio)teknologier for bærekraftige løsninger.
- Piloteksperimenter i plastområdet for å legge til rette for utvikling av gode studentprosjekter og prosjektsøknader.
- Utvikle relevante forskningsprosjekter, sammen med interessenter.
- Produsere informasjonsmaterieil dedikert spesielt til skoler.
- Støtte plast-relaterte studentprosjekter ved NMBU. ●

## PARTNERE I ENZYCLIC

### ACLIMA®

Aclima er en norsk tekstilbedrift som leverer funksjonelle ullplagg i god kvalitet. Eventyret startet i 1939 i Drammen. Den gang var det mye papirindustri langs Drammenselva, hvor tømmeret ble fløtet fra bygdene rundt. Fuktig cellulosemasse ble sluppet ned på transportbånd av ullfilt, som ofte måtte skiftes ut. Eivind Johansen fikk ideen om å stanse ut og kantsy såler av den utrangerte ullfilten. Sammen med kona Elsa startet han produksjon av ullsåler under navnet Tuna Tekstil AS.

I 2001 byttet merkevaren navn til Aclima. Over 80 år etter oppstarten med filtsåler, produserer de i dag kvalitetsprodukter i ull til voksne og barn, til etater som politi, brannvesen og militærstyrker i Norden, og for flere Europeiske NATO-land. All produksjon skjer i Europa, det meste i egen fabrikk i Estland.

Aclima følger regler og retningslinjer for dyrevelferd og regenerativt landbruk, og ullen hentes fra merinosau på New Zealand og i Tasmania. Med fokus på bærekraft er Aclima en fremtidsrettet bedrift som har vunnet flere priser for sine produkter.

### BELLONA

Miljøstiftelsen Bellona er en uavhengig, ideell stiftelse som arbeider med å løse verdens klima- og miljøproblemer. Bellonas tilnærming er teknologioptimistisk og basert på systemtenkning. Vi samarbeider med næringsliv, akademia og andre offentlige og private institusjoner om allmennyttige tiltak med betydelig, positiv innvirkning på klima og miljø. Bellona ble grunnlagt i 1986 og er i dag en internasjonal organisasjon med sterk miljøfaglig kompetanse innen blant annet ingeniørvitenskap, biologi, statsvitenskap, økonomi og jus. Det er viktig for Bellona å til enhver tid være sikret uavhengighet for organisasjonens arbeid. Vi inngår ikke avtaler om eksklusivitet og markedsfører ikke enkeltaktører. Bellona har kontorer i Oslo, Brussel, London, Berlin, Murmansk og St. Petersburg, i tillegg til representasjoner i USA og flere EU-land.

I Enzyclis leder Bellona arbeidet med kunnskapsformidling, og å gjennomføre analyser av bærekraft og mulige barrierer for implementering, for å sikre at den nye teknologien egner seg både økonomisk og miljømessig for bruk i samfunnet.



Circular Packaging Cluster er en næringsklynge under Emballasjeforeningen som organiserer en nær komplett verdikjede for emballasje; Emballasjeutviklere og -produsenter, merkevareeiere, handelen og teknologileverandører i tillegg til FoU-institusjoner, akademia, offentlige myndigheter, organisasjoner og finansinstitusjoner. Formålet er å identifisere og fjerne barrierer som hindrer sirkulær utvikling, og å gjennomføre tiltak som gjør verdikjeden sirkulær og bærekraftig. Middelet er bredt samarbeid, FoU-innsats, erfaringsdeling, kompetanseoppbygging og felles innsats for tilpasning til sirkulære forretningsmodeller. ►





Klyngesamarbeidet har fire klare, kvantifiserbare og kvalitative hovedmål:

- Øke graden av materialgjenvinning for plastemballasje fra 21 % i 2020 til 55 % i 2030
- Erstatte minst 5 % av plastemballasjen med fiberemballasje innen 2025
- Øke andelen plast fra fornybare og resirkulerte materialer fra 4% i 2020 til 60% i 2030
- Skape velfungerende markeder for resirkulerte emballasjematerialer



NMBU – Norges miljø- og biovitenskapelige universitet på Ås utenfor Oslo har studier og forskning som møter de store globale spørsmålene om miljø, bærekraftig utvikling, bedre folke- og dyrehelse, klimautfordringer, fornybare energikilder, matproduksjon og areal- og ressursforvaltning. Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM) representerer et bredt fagmiljø innen de grunnleggende naturvitenskapelige fag, samt anvendelser av disse mot mat, bioteknologi og miljø.

Enzycclic-prosjektet springer ut fra forskningsgruppen Protein Engineering and Proteomics (PEP) ved KBM, NMBU. PEP-gruppen er en stor, robust, internasjonal gruppe med høy faglig kompetanse, som forsker på enzymer, fra grunnleggende studier til anvendelser, bioraffinering og mikrobiologi. Enzycclic-prosjektet er også sentralt i en av NMBUs bærekraftsarenaer, SmartPlast, som fokuserer på plastproblemet og miljøbioteknologi. Deltagende forskere fra NMBU er professor Gustav Vaaje-Kolstad, prosjektleder for Enzycclic og nestleder i PEP-gruppen, og professor Vincent Eijsink, leder av PEP-gruppen og Smartplast.



Norner er et privat teknologisenter og en ledende leverandør av industrielle polymertekniske F&U tjenester med et avansert pilotsenter og laboratorier i Porsgrunn for gjennomføring av forskning, utvikling og testing. Vi leverer en bred portefølje av F&U, laborietjenester og strategisk rådgiving basert på mer enn 40 års industriell erfaring til hele verdikjeden. Norner Research AS er forskningspartner i en rekke nasjonale og internasjonale prosjekter hvor hovedfokos er bærekraftige plastmaterialer og råstoffer. På denne måten bidrar vi til økt lønnsomhet og forbedret bærekraft for samfunnet og våre industrielle klienter innen polymerindustri, energi, infrastruktur, forbrukervarer og helseteknologi.

Norner skal lede en arbeidspakke i Enzycclic-prosjektet. Hovedformålet med denne arbeidspakken er å utvikle plastmaterialer som er mottakelige for enzymatisk dekomponering og resirkulering. Norner vil, som spesialister på plast og polymere, både bidra til utviklingen av plastmaterialene og produksjonsteknologier, kartlegge og utvikle materialenes egenskaper og anvendelser med basis i våre unike pilotlinjer, laboratorier og kompetanse. ●



