

# Undervisningsmateriale til gymnasiet

## PLASTIK I FOKUS

### NOTER TIL LÆRER

- Består af fire fagspor i biologi, naturgeografi, kemi og design, der bredt dækker forskellige aspekter af plastikproblematikken og med fokus på de bedste løsninger
- Kan bruges alene i hvert fag, men er også egnet til at arbejde tværfagligt med en klasse i gruppearbejde med fire grupper, som hver arbejder med de fire fagspor samtidigt
- Varighed: 1 times lektion inkl. øvelse og fremlæggelse for klassen

Undervisningsmaterialet er struktureret sådan, at det egner sig til gruppearbejde i en klasse.

Det anbefales at opdele klassen i fire grupper på 5-7 elever i hver gruppe. Hver gruppe får hver sit fagspor af materialet at arbejde med, så ingen grupper arbejder med og skal fremlægge det samme. Alle fire grupper kommer igennem noget tekst, ser en eller flere kortere film og gennemgår en øvelse, som de til sidst skal fremlægge for hele klassen.

Med en sådan struktur og forløb vil det tage i alt 1 times lektion at komme igennem materialet med de fire fagspor. Hver gruppe bruger 40 minutter på selve øvelsen (introduktion, film, øvelse), hvorefter de fire grupper hver fremlægger deres øvelse for hele klassen i max. 5 minutter pr. gruppe.

Man kan selvfølgelig også vælge færre fagspor, afhængig af antal elever, faginteresse og tid.

De fire øvelser er meget forskellige i indhold og aspekter på plastproblematikken, fra problemets karakter, omfang og konsekvenser for miljøet og os selv til konkrete løsninger - og derfor spiller de fire fagspor godt sammen som helhed på en måde, så eleverne får indsigt i det bredere perspektiv i plastikkrisen, såvel problemerne som løsninger.

plastic change

# NOTER TIL LÆRER

## Biologi

### Mikroplastens rejse og konsekvenser i fødekæden

I øvelsen/diskussionen kan gruppen eventuelt deles op i to grupper og arbejde med hhv. den kvantitative matematiske øvelse (Del 1) og den mere kvalitative/illustrative øvelse (Del 2) med mikroplastens rejse gennem økosystemet. På den måde er der mere tid til at arbejde med hver af de to dele, og eleverne i gruppen kan vælge at arbejde med noget de er stærkest i og finder mest interessant (nogle er stærke i matematik, andre er mere kreative). Hvis gruppen deles op, skal de i de sidste ca. fem minutter sætte sig sammen og få tallene fra Del 1 tegnet ind i illustrationen.

#### Del 1

##### Spørgsmål 1)

Faktorer, der får større stykker plastik til at blive brudt i mindre stykker (men ikke reelt biologisk nedbrudt) og derved danner mikroplastik (under 5 mm i størrelse) og nanoplastik (<1 mikrometer = <0,001 mm) er primært solens UV-stråling, ilt og mekaniske kræfter fra vind, bølger og fysisk "interaktion" med andre objekter (sammenstød) eller organismer (dyr tygger i det)

Mikroplasten fra fiskegarnet kaldes sekundær mikroplastik, da det er slidt af fra et større stykke plastik (selve garnet) og mikroplasten derved er dannet under brugsfasen eller - i dette tænkte scenarie - efter det er blevet til forurening i naturen. Langt det meste mikroplastik, der er i miljøet nu, er sekundær mikroplastik, altså større stykker plastik der over lang tid er gået i stykker og slidt i miljøet eller udledes konstant fra land under brug til miljøet. Eksempler på sekundær mikroplastik, som dannes i brugsfasen og herefter udledes til miljøet, er rester fra dæk, fibre fra tekstiler og afskallet maling. Primær mikroplastik er mikroplastik-størrelse (<5 mm) fra start af i anvendelsen/brugsfasen, altså produceret som mikroplastik. Eksempler er plastik pellets (råmateriale til plastprodukt-fremstilling), tilsat mikroplastik til plejeprodukter og kosmetik, samt granulerede brugte bildæk til kunstgræsbane infill.

##### Spørgsmål 2)

5 kg plastik er tabt fra nettet. = 5.000.000 mg.

Et stykke mikroplastik vejer 50 mg

Antal stykker mikroplastik fra de 5 kg plastik:  $5.000.000 \text{ mg} / 50 \text{ mg} = \underline{100.000 \text{ stykker mikroplastik}}$ .

##### Spørgsmål 3)

100.000 stykker mikroplastik er landet i havet. Halvdelen - =50.000 stykker mikroplastik - er filtreret af muslinger. 25 unikke stykker mikroplastik pr. musling =  $50.000 / 25 = \underline{2000 \text{ muslinger}}$  (har filtreret mikroplastik fra garnet)

#### Spørgsmål 4)

75 % af de 2000 muslinger, som har filtreret garnrester, er ædt af skrubber:  $0,75 * 2000 = 1500$  muslinger med mikroplastik ædt af skrubber

Antal mikroplastik stykker fra garnet, som er landet i skrubber, da muslingerne blev ædt:  $1500 \text{ muslinger} \times 3 \text{ stykker mikroplastik pr. musling ved ædelsestidspunkt} = \underline{4500 \text{ stykker mikroplastik i skrubber}}$ .

#### Spørgsmål 5)

250 skrubber har spist i alt 4500 stykker mikroplastik fra muslingerne. Den enkelte skrubbe har dermed i gennemsnit været udsat for  $4500 / 250 = \underline{18 \text{ stykker mikroplastik i hver skrubbe via muslingerne}}$ .

#### Spørgsmål 6)

Mikroplasten i dyrene kan både blive ophobet i dyrene og forårsage forstoppelse og efterfølgende udsultning eller forhindre at fugleunger kan lette (der er konkrete eksempler herpå med hhv. skildpadder og albatros-unger), gøre mekanisk/fysisk skade på mave-tarmsystemet (fx skarpe kanter) eller efter noget tid i mave-tarm systemet blevet udskilt igen til vandet. Hos de helt små organismer som muslinger eller endnu mindre dyr kan mikroplasten også sætte sig fast i filtrationsorganer eller gæller og forringe deres levevis ved at fødeindtag eller iltoptag forstyrres. Hos mange fisk bliver mikroplastikken efter noget tid udskilt igen med fækalier, og her er den største bekymring - som er langt sværere at måle og kvantificere end antallet af mikroplastik stykker i en organismes krop - de kemikalier som er en del af plastikken. Det kan enten være additiver som fra start har været tilsat platen for at tilføre den bestemte egenskaber (f.eks. blødgørere/pftalater, UV-beskyttere, anti-bakterielle agenter, bromerede flammehæmmere, farvestoffer), eller fordi mikroplasten via vektoreffekten har opsamlet/opsuget en masse forurenende og skadelige kemikalier i havet såsom tungmetaller, miljøgifte, pesticider og medicin-rester fra industri, landbrug og spildevand. I organismers mavesække vil der være et kemisk miljø og enzymer, der gør at disse kemikalier kan frigives fra plaststykket og transporteres ind i vævet og cellerne. Endeligt kan de helt små partikler af plastik i nano-størrelse transporteres over cellevægge og derved ende i de indre organer, væv og celler. Her er der også risiko for diverse sundhedsmæssige konsekvenser som celleskader, kræft mm.

#### Spørgsmål 7)

Såkaldte spøgelsesnet (efterladte/tabte garn, der bliver ved med at fiske ukontrolleret i havet ved at flyde rundt) er et stort problem mange steder. På eksempelvis Grønland er det sågar et problem at fiskere får de tabte garn i bådmotorer, og det kan for dem personligt være farligt, foruden at have store økonomiske konsekvenser for deres erhverv. Men mange dyr bliver fortsat fanget i disse spøgelsesnet. Hvaler, delfiner, sæler, større fisk, havfugle er blandt de mest udsatte. Nogle dør fordi de drukner (dyr der skal op til overfladen for at trække vejret) eller fordi de forhindres i at svømme ned og holdes oppe på overfladen hvor de sulter. Andre dyr lever måske med at være viklet ind i et garn i noget tid, men bliver meget stressede og forringer deres fødeindtag, hvilket i sidste ende sammen med andre faktorer kan gøre at de dør eller ikke reproducerer sig. Det er umuligt at sige, hvor mange dyr, der dør som direkte eller indirekte følge af spøgelsesnet. I 2022 lavede DTU Aqua for Fiskeristyrelsen en kortlægning af forekomsten af spøgelsesnet i danske farvande og afprøvede metoder til skånsom og effektiv oprensning - læs mere her: <https://fiskeristyrelsen.dk/nyheder/nyhed/nyhed/ny-undersogelse-kortlaegger-forekomst-af-spogelsesnet-i-danske-farvande-og-afproever-metoder-til-opsam>

Spørgsmål 8)

Selvom de fisk vi spiser ofte vil udskille indtaget mikroplastik løbende, og mikroplast stykkerne i sig selv derved "kun" forbliver i mavetarm-systemet (som vi ikke spiser), så er det en anden sag med de kemikalier som er en del af mikroplasten. De vil højst sandsynligt frigives i fordøjelsessystemet og ophobes i vores kroppe - der er masser af dokumentation for at vi har diverse kemikalier i vores væv og blod, som potentielt kan stamme fra plastik. Fordi vi udsættes for mange kemikalier og mange forskellige kemikalier fra mange forskellige kilder i vores hverdag og gennem et helt liv, er det nær umuligt at svare på, hvor stor påvirkning plastens kemi har på vores egen sundhed. Men man ved at mange af de kemikalier som er associeret med plastik selv (altså de additiver, der er tilsat fra start til plasten) er skadelige eller mistænkes at have skadelige effekter, såsom værende kræftfremkaldende, hormonforstyrrende, fremkalde for tidlig pubertet, diabetes og give udviklingsforstyrrelser hos fostre.

## NOTER TIL LÆRER

### Naturgeografi

#### Hvor er plasten i havet, og kan oprydning løse problemet?

Denne øvelse skal give eleverne mulighed for med brug af viden fra naturgeografi-faget at reflektere over forskellige indsatser mod plastikforurening, og forholde sig mere kritisk til downstream-løsninger såsom oprydning langt ude på havet med dyre og ineffektive high-tech maskiner. Og i stedet forsøge at rette deres blik mod reelle upstream løsninger med reduktion og genbrug.

Rigtig mange både beslutningstagere, politikere, virksomheder og befolkning bliver meget let solgt til "mirakuløse" tech-fixes som en hurtig og god løsning mod den stigende forurening med plastik – og det kan faktisk spænde ben for at vi får iværksat reelle og mere effektive løsninger mod plastikforurening, fordi fokus bliver forkert. Det kan både være high-tech genanvendelsesteknologier, hvor man bruger en masse energi og ressourcer på at recirkulere plastikråmaterialerne i lange, komplicerede processer med masser af tab og klimaeffekter (kemisk genanvendelse med brug af fx teknologier som pyrolyse er et eksempel), men også disse højteknologiske oprydningsmaskiner (f.eks. The Ocean Cleanup), der på mirakuløs vis lover at fjerne en hel masse plastik fra havet eller naturen får utrolig stor opmærksomhed og masser af funding – og masser af ingeniører og studerende har af denne grund deres fokus rettet skarpt mod at opfinde maskiner og teknologier, der skal løse plastikkrisen for os. Flere forsøger eksempelvis at bygge maskiner, der skal kunne rydde mikroplastik op – mens det teknisk set godt kan lade sig gøre i det område, der ryddes op, så er udbredelsen af mikroplastik så omfattende, at det vil være en mikroskopisk dråbe i havet, og vi vil aldrig nogensinde kunne rydde det helt op – og giver det så overhovedet mening at fokusere på og investere store summer tid og penge på?

Det er rigtigt ærgerligt at så megen fokus går på teknologi, da en maskine eller teknologi aldrig nogensinde vil kunne løse problemet med plastik – fordi det helt grundlæggende er vores overforbrug og overproduktion af ressourcer og produkter, der er årsagen til krisen. Så for at løse plastikkrisen skal vi ikke primært fokusere på downstream opfindelser (affaldshåndtering og oprydning), men i stedet på upstream løsninger som affaldsforebyggelse, reduktion og genbrugssystemer.

The Ocean Cleanup er et verdenskendt projekt, som mange unge har hørt om, da det er startet af en ung hollænder der hurtigt opnåede stjernestatus med sin vilde idé om at rydde verdenshavene op med en højteknologisk maskine. Ideen er tiltalende, da det føles rart at få fjernet al den plastik, som ligger ude i havet nu. Også derfor har projektet fået enorme summer penge fra fonde og investorer – penge som kunne være brugt andetsteds til upstream (og "reelle") løsninger, men som får langt mindre opmærksomhed, fordi det ikke er helt så "smart" eller iøjnefaldende – og desuden vil betyde at vi skal ændre vores forbrugsvaner og –adfærd (det er for mange ikke helt så "sexet").

Derfor er der brug for at lære unge at forstå, at oprydning i virkeligheden ikke er en egentlig løsning på plastikproblemet, og at investeringen i high-tech maskiner til det formål i rigtig mange tilfælde ikke giver særlig god mening. Med viden fra naturgeografi omkring plastikkens rejse i havet, at det primært er mikroplastik der er derude i "supperne", og hvor mikroplasten reelt ender (primært på bunden af havet), kombineret med hvad sådanne oprydningsindsatser omfatter, kan de unge reflektere over og lære at være kritiske over for, hvorfor sådanne slags oprydningsmaskiner ikke giver særlig god mening set i forhold til

problemets omfang og grundlæggende årsager, og derfor i det store hele ikke er investeringen værd – og hvorfor andre indsatser end oprydning langt ude på havet er bedre.

I det konkrete tilfælde med The Ocean Cleanup er der flere problematikker og ulemper, som der bør rettes opmærksomhed imod og som øvelsen forsøger at give eleverne forståelse for. I filmen fremgår det at det meste af plastikken faktisk ligger på bunden af havet – kun en meget lille procentdel ligger i overfladen, hvor maskinen kun rydder op. Derudover er det meste af plastikken i plastiksupperne nedbrudte plastikstykker (heraf ordet "plastiksuppe" frem for "plastikø"), dvs. i en størrelsesorden som maskinen med stor sandsynlighed ikke vil kunne opsamle effektivt. Altså – meget lidt af den plastik der ligger ude i det område i havoverfladen (som i forvejen er en meget lille brøkdel af det der er i området, når vandsøjle og bund tages med), vil rent faktisk blive samlet op – maskinen er på den måde ikke særlig effektiv i det store hele, selvom projektet forsøger at sælge sig på at den vil rydde "det meste" plastik op – man kan faktisk fristes til at kalde et sådant slogan for greenwashing.

Og så er det at spørgsmålet rejser sig, om det er investeringen værd. Det har kostet enorme summer at bygge maskinen og den har ad flere omgange været blevet nødt til at bygges om og repareret. For ikke at tale om den enorme transport logistik (med store drivhusgasudledninger som konsekvens) som det kræver at få den indsamlede plastik transporteret ind til land. Det første rigtige store testforsøg endte med at maskinen gik i stykker grundet de enorme naturkræfter på Stillehavet (trods flere års beregninger og arbejde fra mange ingeniører på projektet) og måtte sejles ind til land. Herefter begyndte The Ocean Cleanup – endeligt – at kigge på løsninger tættere på land, nemlig ved en maskine der skal rydde op i flodudmundinger. En sådan indsats giver langt mere mening fordi det ikke kræver en maskine der skal kunne modstå enorme naturkræfter på samme måde. Og plastikken opsamles ved hotspots i flodudmundinger, som er en stor kilde til forureningen videre ud i havet. Endeligt undgår man her at bruge tid og brændstof (=færre udledte drivhusgasser) på lange transportafstande til at hente den indsamlede plastik. Faktisk findes flere sådanne oprydningsindsatser og maskiner – bl.a. i Indonesien (<https://www.river-cleanup.org/en>) men faktisk også i Danmark (<https://www.allinongreen.dk/>). Hvis der skal ryddes plastik op, giver det kun mening at gøre det på land, hvor alle kan være med (og det er med til at øge opmærksomheden om problemet blandt befolkningen) eller ved hotspots nær land såsom åer og flodudmundinger.

EKSTRA: I forhold til hvad den indsamlede plastik fra havet reelt kan bruges til, så er det meget tvivlsomt, at det kan bruges til noget som helst genanvendelse – også selvom mange virksomheder nok vil forsøge at sælge det på, at det kan bruges til noget nyt. Plaster vil være så forurenede af alger, bakterier og kemikalier, som det har suget til sig, mens det har ligget i havet. Genanvendelse virker dermed i praksis helt urealistisk (det vil i så fald blive så dyrt at sortere og rengøre, at det ikke længere er rentabelt), og plaster vil med stor sandsynlighed kun kunne brændes af eller deponeres. Den opsamlede plastik fra havet er dermed næppe en "ressource" vi fortsat kan beholde i cirkulation, men vi må indse at den er tabt for altid. Også netop derfor er det så vigtigt at fokusere på upstream løsninger frem for at stirre sig blind på disse high-tech maskiner. Hanen skal lukkes først og fremmest.

## NOTER TIL LÆRER

### Kemi

## Hvor meget skadelig kemi bliver vi udsat for fra plastik?

Denne øvelse kan muligvis kræve lidt vejledning fra læreren i starten af øvelsen omkring, hvordan de forskellige tabeller skal udfyldes, da man skal holde tungen lige i munden.

Del 2 kan tages med, hvis eleverne når at blive færdige med Del 1 inden tiden er gået.

I øvelsen (TABEL 2, spørgsmål 6, samt TABEL 3) nævnes de to app's **Kemiluppen** og **Beat the Microbead**, der begge er målrettet plejeprodukter og kosmetik, men med fokus to forskellige miljø- og sundhedsproblematikker hhv. skadelig kemi og mikroplastik. Klassen kan evt. få som hjemmearbejde at undersøge og bruge disse to app's mere konkret på egne plejeprodukter og kosmetik derhjemme, og måske i en lektion i klassen medbringe problematiske produkter fundet derhjemme og fremlægge for klassen, hvad de to app's siger om indholdet. Det kan være en sjov konkret måde for eleverne at arbejde videre med emnet plastik, kemi og mikroplastik på, og måske give en øjenåbner i forhold til hvad de bruger af plejeprodukter derhjemme, som måske indeholder skadelig kemi og/eller spreder mikroplastik til miljøet. Mange elever vil måske slet ikke have tænkt tanken, at de via egne produkter kan blive udsat for skadelig kemi og være med til at forurene med mikroplastik. De to app's giver desuden et konkret og nemt værktøj for dem fremover at vælge bedre og sundere plejeprodukter.

#### Kilde (Del 2)

*Endocrine Society & IPEN (2020): 7 Harmful chemical types in plastics*

<https://www.endocrine.org/-/media/endocrine/files/topics/2020-dec-7-harmful-chemicals-background.pdf>

#### Inspiration til videre læsning, hvis der vil arbejdes mere med emnet kemi og mikroplastik i plastikprodukter:

Kemi fra infill materiale (granulerede bildæk) på kunstgræsbaner, og Plastic Change's politiske indsats

<https://plasticchange.dk/videnscenter/kunstgraesbaner-forurener-miljoeet-naturen-og-boernevaerelset/>  
<https://plasticchange.dk/videnscenter/nyt-studie-viser-at-danske-kunstgraesbaner-indeholder-miljoe-og-sundhedsskadelige-stoffer/>

Plastic Change's anbefalinger om sporbarhed af skadelige kemikalier i plastprodukter som en del af kravene i den globale plastiktraktat:

<https://plasticchange.dk/videnscenter/skadelig-kemi-i-plastik-skal-kunne-spoeres-mener-plastic-change/>

Plastic Change artikel om ny EU lov om bevidst tilsat mikroplastik:

<https://plasticchange.dk/videnscenter/mikroplastik-i-cremer-kosmetik-og-kunstgraesbaner-bliver-forbudt-men-forurening-kan-fortsaeette-mange-aar-endnu/>

## NOTER TIL LÆRER

### Design

#### Fremtidens supermarked designet efter genbrug

Når man taler plastik, design og løsninger på plastikkrisen vil rigtig mange hurtigt komme til at have fokus på PRODUKTETS design – altså hvordan skal et bestemt produkt se ud, hvilket materiale skal det laves af osv. Dette aspekt er kun én del af den samlede løsning for mere cirkulær økonomi, hvor ressourcer og materialer holdes i cyklus – både først og fremmest til genbrug og dernæst til genanvendelse. Et langt mere overset aspekt er SYSTEMET omkring produkterne og alle de andre aktører der også skal til (transport, logistik omkring indsamling og retursystem, vaskefaciliteter mv) – de to aspekter skal gå hånd i hånd, hvis vi skal lykkes i praksis med at cirkulere vores ressourcer effektivt.

Derfor forsøger denne øvelse at have et mere helikopter-perspektiv på ordet ”Design” og dermed få eleverne til at tænke ikke kun på produkternes design, men især på designet af systemerne omkring produkterne. Alle elever kan relatere til at skulle handle ind i et supermarked og de fleste vil kunne genkende, at man efter en indkøbstur kommer hjem med rigtig meget plastik, som bare ryger direkte i skraldespanden. Derfor er supermarketers design oplagt at bruge som case.

Som nævnt i øvelsen er Danmark utroligt langt bagude og på ingen måde et foregangsland, i og med vi er dem i verden der laver mest affald, og samtidig stort set ingen supermarkeder har, der har genbrugsemballager som en del af deres koncept. Mange andre lande har allerede eksperimenteret en del med genbrug i supermarkeder, også større kæder f.eks. Waitrose i Storbritannien.

Øvelsen kan måske for nogle elever være svær, fordi det kræver kreativ tænkning omkring noget, de måske ikke har stiftet så meget bekendtskab med i deres egen hverdag. Derfor kan det måske hjælpe at læreren lige har lidt baggrundsviden og har undersøgt et par cases på emballagefri supermarkeder fra udlandet, så man kan hjælpe eleverne lidt på vej med øvelsen og facilitere undervejs og ved fremlæggelsen.

Disse cases og links/rapporter kunne være relevante at kigge lidt nærmere på som lærer (men der findes mange flere cases, så prøv evt. selv at google videre):

Waitrose (England): <https://www.waitrose.com/ecom/content/sustainability/plastic-reduction/unpacked>

Loop (USA, Canada, Frankrig, England): <https://exploreloop.com/>

Algramo (Chile): <https://uk.algramo.com/>

Aldi & MIWA (England): <https://www.packaginginsights.com/news/aldi-and-miwa-pilot-supermarket-for-reusable-fb-packaging.html>

New Loop (Danmark) – pantsystem til take-away emballage: <https://thenewloop.dk/>

KleenHub (Danmark) - retursystem til take-away emballage: <https://www.kleenhub.com/da>

Eunomia & Zero Waste Europe (2020): *Packaging-free shops in Europe*  
[Summary, 8 sider; Fuld rapport, 40 sider](#)