



HOW DEEP IS YOUR LOVE

Undervisningsmateriale

Kære lærer og elev

Velkommen på CPH:DOX! CPH:DOX er en international dokumentarfilmfestival, der finder sted hvert år i marts og med visninger rundt i hele landet. Her vises der et stort udvalg af internationale dokumentarfilm, som er højaktuelle og dagsordensættende rundt omkring i verden. UNG:DOX er en underafdeling af festivalen, der laver filmvisninger for elever på ungdomsuddannelser. Ved at vise disse film håber vi på at kunne bidrage til en spændende og alsidig undervisning, der bringer dokumentarens kunst i højsædet.

Om undervisningsmaterialet

Filmen 'How Deep Is Your Love' tager os med på en videnskabelig rejse ned i dybhavets ukendte verden. Vi følger en gruppe forskere, der undersøger dybhavets økosystemer, biodiversitet og de geologiske processer, der former havbunden. Undervejs belyser de, hvordan menneskelig aktivitet, såsom dybhavsminedrift, kan påvirke dette sårbare miljø.

Dette undervisningsmateriale giver eleverne mulighed for at dykke ned i dybhavets komplekse økosystemer og de udfordringer, der følger med dets udforskning og udnyttelse. Materialet lægger op til, at eleverne arbejder med konkrete problemstillinger relateret til dybhavet og dybhavsminedrift. Der er udvalgt en række arbejdsopgaver, som kan diskuteres i grupper, i plenum eller bruges som grundlag for skriftlige opgaver. Desuden

opfordres eleverne til at reflektere over de miljømæssige og teknologiske aspekter ved udnyttelse af dybhavets ressourcer.

Undervisningsmaterialet er udviklet med en naturvidenskabelig tilgang, og der kan derfor være forskelle i relevansen af spørgsmål og artikler afhængigt af, om fokus er på biologi eller naturgeografi. Arbejdsspørgsmålene er derfor specifikt opdelt efter en biologisk vinkel, markeret med (BI), mens dem med en naturgeografisk vinkel er markeret med (NG). I er naturligvis meget velkomne til at blande de forskellige arbejdsspørgsmål efter jeres relevans

Baggrundsartikler

Filmen kaster os direkte ud i dybhavsforskning og afslører dybhavets fascinerende verden. Men vi får kun en kort introduktion til, hvad der egentlig definerer dybhavet, og hvad dybhavsminedrift indebærer. For at give eleverne et solidt grundlag anbefaler vi at læse disse artikler, enten før eller umiddelbart efter filmen.

Artikel 1: "Dybhavets værdifulde manganknolde" Julia M. Otte, Aktuel Naturvidenskab (2022)
https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-2/AN2-2022-manganknolde.pdf

Artikel 2: "Udforskningen af de største havdybder" Ronnie N. Glud, Aktuel naturvidenskab (2023)
https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-5/AN5-2023-dybhavet.pdf

Artikel 3: "Gemmer løsningen på den grønne omstilling sig på bunden af havet?" Sebastian Abrahamsen, Information (2024)
<https://www.information.dk/indland/2024/09/gemmer-loesningen-paa-groenne-omstilling-paa-bunden-havet>

Artikel 4: "Dybhavsminedrift" Århus universitet (2024)
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2024/N2024_11.pdf

Hold øje under filmen

- Under filmen bliver vi introduceret til de forskellige zoner, havet kan inddeles i. Notér deres navne, og beskriv, hvad der kendetegner hver zone. Brug evt. [artikel 2](#) ”Udforskningen af de største havdybder” som hjælpemiddel.
- Læg også mærke til de forskellige dyrearter, der optræder i filmen. Hvilke karakteristika har de, og hvilke særlige tilpasninger gør det muligt for dem at overleve i dybhavet?
- Forskerne i filmen klassificerer de organismer, de finder – hvordan gør de det, og hvilke kriterier og metoder bruger de? Diskuter hvad er fordelene og ulemperne er ved hver metode.
- Bemærk, hvordan forskerne tager prøver fra dybhavet. Hvilke metoder anvender de, og hvad er fordelene og ulemperne ved de forskellige metoder?
- Filmene giver også et historisk perspektiv på dybhavsforskning. Hvordan har teknologien udviklet sig siden de første ekspeditioner med Challenger-Ekspeditionen, og hvad har ændret sig i vores forståelse af dybhavet?
- Hvordan planlægger forskerne at følge udviklingen af det unikke liv i dybhavet i den nærmeste fremtid?
- Undervejs præsenteres vi for forskellige argumenter og dilemmaer i forbindelse med dybhavsminedrift. Notér de vigtigste argumenter for og imod, som fremgår af filmen.

Introduktion til dybhavet

Dybhavet udgør den største og mindst udforskede del af kloden. Det starter typisk ved 200 meters dybde og strækker sig ned til over 10.000 meter i de dybeste oceangrave. På trods af de ekstreme forhold findes der unikke organismer, der har tilpasset sig dette ekstreme miljø.

Med udgangspunkt i baggrundsartiklerne samt filmen:

- Hvilke abiotiske og biotiske faktorer karakteriserer dybhavet, og hvordan ændrer disse sig med havdybden? Find inspiration i [Artikel 1](#): ‘Dybhavets værdifulde manganknolde’ og [Artikel 2](#): ‘Udforskningen af de største havdybder’.
- Hvordan påvirker udvinding af manganknolde fra dybhavet miljøet, og hvilke fordele kan det have for teknologiudvikling? Brug [Artikel 1](#): ‘Dybhavets værdifulde manganknolde’, [Artikel 3](#): ‘Gemmer løsningen på den grønne omstilling sig på bunden af havet?’ og [Artikel 4](#): ‘Dybhavsminedrift’ (afsnit 3: ‘Miljømæssige effekter ved dybhavsminedrift’).
- Med udgangspunkt i [Artikel 2](#): ‘Udforskningen af de største havdybder’, forklar, hvordan dybhavet bidrager til Jordens klimaregulerende processer, og hvorfor det er vigtigt at forstå dybhavets rolle i kulstofkredsløbet.

Arbejdsspørgsmål

Biologisk mangfoldighed i Dybhavet

I dybhavet findes unikke organismer, der har tilpasset sig ekstreme forhold som højt tryk og lave temperaturer. Vi vil undersøge, hvordan organismer klassificeres og tilpasser sig, samt hvordan menneskelig aktivitet som dybhavsminedrift påvirker dybhavet. Gennem artikler og filmen udforsker vi biodiversitet, dyregrupper og trusler mod økosystemet.

- Forstå og læs mere omkring hvordan forskellige organismer klassificeres. [Artikel 5: "Organismernes Orden"](#), giver et godt indblik i dette. Nedenfor i [figur 1](#) ses to eksempler på dyr som vi møder i filmen. Klik på linket under hvert billede og forstå deres økologi, noter deres levevis og andre vigtige karakteristika.

"Sea pig" *Scotoplanes sp.*



<https://www.montereybayaquarium.org/animals/animals-a-to-z/sea-pig>

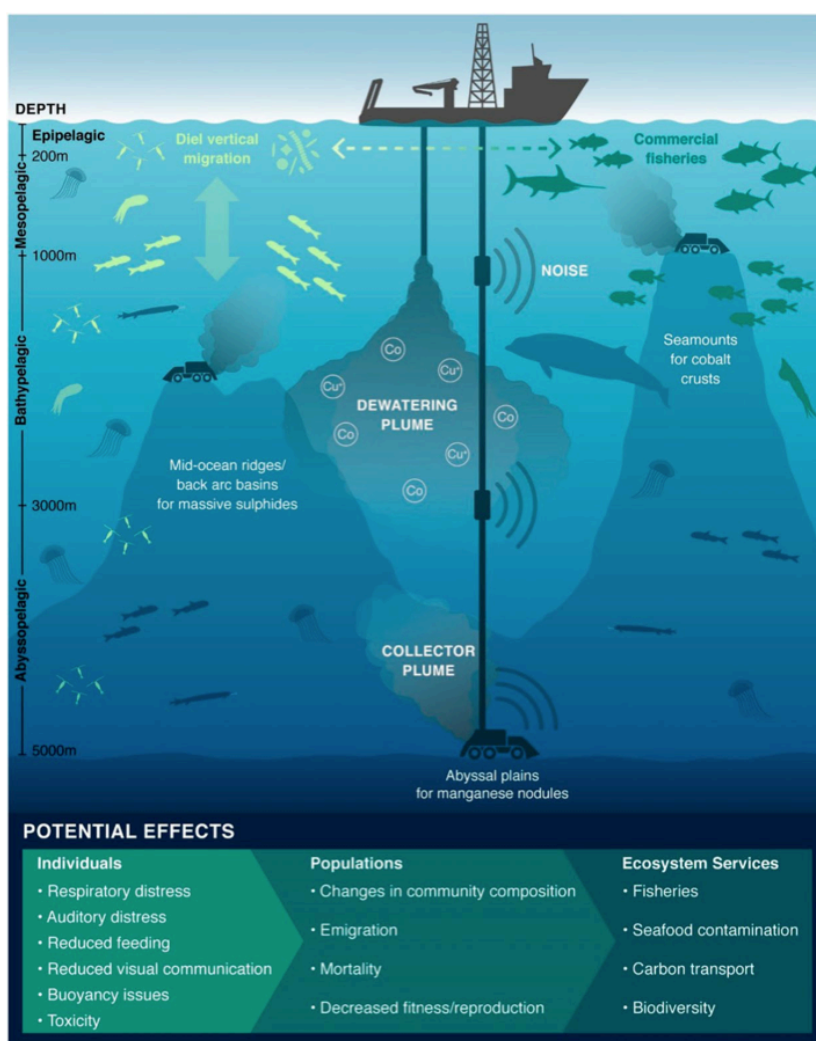
"Giant isopod" *Bathynomus giganteus*



https://www.montereybayaquarium.org/animals/animals-a-to-z/giant-isopod?utm_source=chatgpt.com

Figur 1: Øverst: billede af en "Sea pig" *Scotoplanes sp.*. Nederst billede af en "Giant isopod" *Bathynomus giganteus*. Kilde: <https://www.montereybayaquarium.org/animals>

- Forklar forskellen mellem artsdiversitet og biomasse. Hvorfor er der stor artsdiversitet i dybhavet? Brug [artikel 6](#): "Dybhavets biologi" og forklar forskellen mellem megafauna, makrofauna og meiofauna.
- Forklar ved brug af [artikel 7](#): "Tryk på livet" og [artikel 8](#) "Mærkelige dyr fra havets dyb" hvordan mikroorganismer og dyr i dybhavet tilpasser sig de ekstreme forhold, som det høje tryk, lave temperaturer og intet lys?
- Hvordan kan menneskelig aktivitet, såsom dybhavsminedrift, true de organismer og økosystemer, der findes i dybhavet? Diskuter [figur 2](#) og brug [artikel 4](#): "Dybhavsminedrift" afsnit 3 "Miljømæssige effekter ved dybhavsminedrift" samt konkrete eksempler fra filmen. Beskriv effekterne på individ-, populations- og økosystemniveau.



Figur 2: Oversigtsfigur der viser, hvordan forskellige aktiviteter medfører påvirkninger, der kan have en række effekter for dyre-livet i havet (Drazen et al., 2020). Original figurtekst: Mining-generated sediment plumes and noise have a variety of possible effects on pelagic taxa. (Organisms and plume impacts are not to scale.) Image credit: Amanda Dillon (graphic artist).

Kilde: https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2024/N2024_11.pdf

- Med udgangspunkt i filmen og de vedlagte artikler, hvad vil I gerne undersøge i dybhavet? Formulér en relevant hypotese for jeres undersøgelse, og beskriv de metoder, I vil anvende for at teste hypotesen. Diskuter desuden, hvilke resultater I forventer, og hvordan disse kan bidrage til vores forståelse af dybhavets økosystemer.

Relevante artikler

Artikel 5: "Organismernes Orden", virtuelgalathea3
<https://virtuelgalathea3.dk/artikel/organismernes-orden>

Artikel 6: "Dybhavets biologi" Torben Wolf, Lex (2024) https://lex.dk/dybhavets_biologi

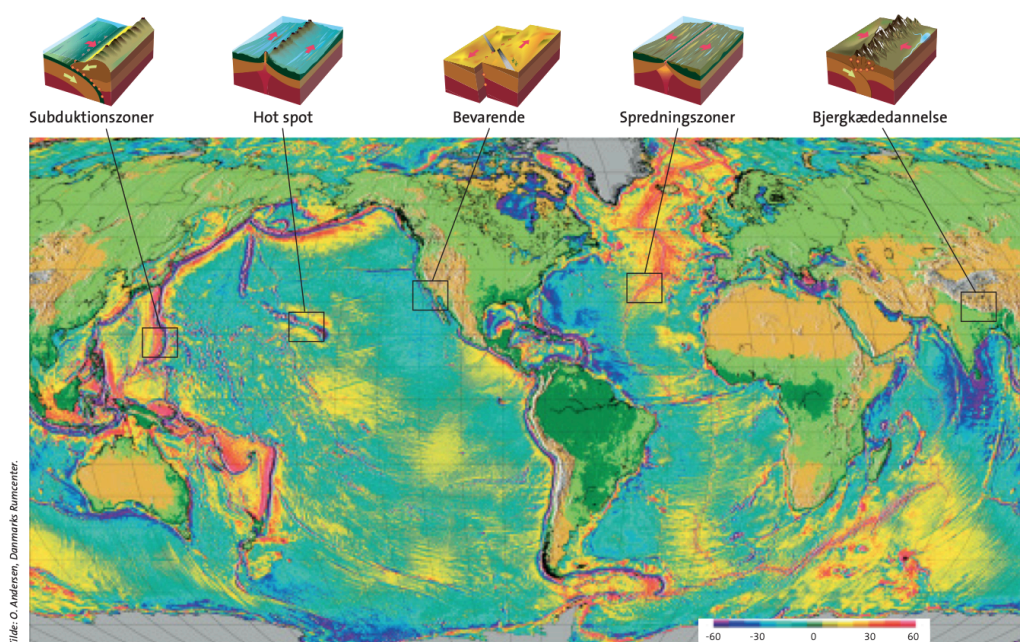
Artikel 7: "Tryk på livet" Uffe Wilken & Ronnie N. Glud, Oceandecade (2024)
<https://www.oceandecade.dk/newsarchive/2024/04/tryk-paa-livet>

Artikel 8: "Mærkelige dyr fra havets dyb" virtuelgalathea3
<https://virtuelgalathea3.dk/artikel/m-rkelige-dyr-fra-havets-dyb>

Geologiske Processer i Dybhavet

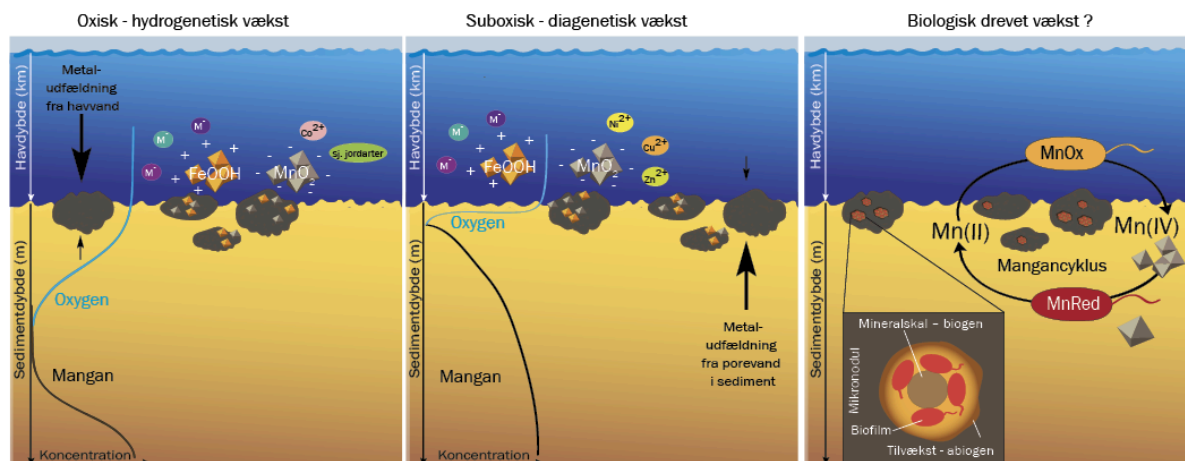
Dybhavet gemmer på dramatiske landskaber som dybhavsgrave, midt-oceaniske rygge og værdifulde mineralforekomster. Men hvordan dannes disse strukturer, og hvordan undersøger forskere havbunden? Gennem disse spørgsmål skal du udforske dybhavets geologiske processer, kortlægning og ressourcer. Brug figurene og artiklerne til at finde svar og få en bedre forståelse af de kræfter, der former havbunden.

- Beskriv hvordan dybhavsgrave bliver dannet med udgangspunkt **figur 2** og **artikel 9**: "Den dynamiske jord" (side 2-9, "Jordens ydre struktur"). Forklar også hvad forskellen er på den midt oceaniske ryg og en dybhavsgrav.



Figur 3: TYNGDEKORT. Jordens tyngde-varationer kortlagt fra satellithøjdemåling. Tyngde-variationerne, som angives i milli-Gal (mGal), er meget små i forhold til jordens totale tyngdekraft. Ti milli-Gal svarer til en milliontedel af den totale tyngdekraft. Røde og gule områder i tyngdekortet er områder med stor tyngdekraft. Her finder man tungt materiale tæt ved overfladen (dvs. små havdybder). Man kan blandt andet se den klare zone med høje tyngder ned gennem Atlanterhavet. Det er den midt-atlantiske højderyg. Blå og grønne områder er områder, hvor tyngden er lavere end normalt. Disse ses typisk rundt langs Stillehavets kyster hvor havdybderne er meget store. Kilde: O. Andersen, Danmarks Rumcenter. <https://www.geus.dk/media/6629/ddj.pdf>

- I filmen får vi kort at vide, at havbunden bliver kortlagt ved hjælp af specielt udstyr ombord på forskningsskibet. Forklar ved hjælp af **artikel 9** "Kortlægning af Danmarks havbundssedimenter før og nu" (side 2 – 9), hvilke metoder der anvendes til at kortlægge havbunden.
- Beskriv de forskellige typer mineralforekomster, vi finder i dybhavet. Brug **artikel 4** "Dybhavsminedrift", afsnit 2.1 "Typer af mineralforekomster og teknologi til udvinding" til at forklare dette.
- Med udgangspunkt i **figur 4** og **artikel 1** "Dybhavets værdifulde manganknolde", beskriv hvordan manganknolde dannes.



Figur 4: Illustrationerne viser de forskellige måder, forskerne mener, at manganknolde på havbunden kan vokse på. Metaller kan udfældes på knoldene fra vandsøjlen eller fra porevandet i sedimenterne under knoldene. En ny hypotese er, at mikroorganismer kan stimulere væksten af manganknoldene, men dette er endnu ikke undersøgt i detaljer. Da manganknolde vokser ekstremt langsomt, er det meget svært at simulere deres vækst i laboratoriet. Illustration: Julia M. Otte.

Kilde: <https://aktuelt.naturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/2-2022/manganknolde>

- Med udgangspunkt i filmen og de vedlagte artikler, hvad vil I gerne undersøge i dybhavet? Formulér en relevant hypotese for jeres undersøgelse, og beskriv de metoder, I vil anvende for at teste hypotesen. Diskuter desuden, hvilke resultater I forventer, og hvordan disse kan bidrage til vores forståelse af dybhavets økosystemer.

Relevante artikler:

Artikel 9: "Den dynamiske jord" Ole B. Andersen et al., Danmarks Rumcenter og GEUS (2013) <https://www.geus.dk/media/6629/ddj.pdf>

Artikel 10: "Kortlægning af Danmarks havbundssedimenter før og nu" Jørgen O. Leth & Birger Lasen, GEUS (2014). https://www.geocenter.dk/wp-content/uploads/2018/07/Geoviden_2_2014.pdf

Klasse-øvelse og perspektivering

Dybhavsminedrift er en industri, der sigter mod at udvinde sjældne metaller og mineraler fra havbunden. Disse ressourcer er essentielle i moderne teknologi, men selve udvindingsprocessen kan have alvorlige konsekvenser for det sårbare økosystem i dybhavet. I denne øvelse skal eleverne diskutere de etiske, miljømæssige og økonomiske aspekter af dybhavsminedrift gennem en rollespilsdebat.

Klassen inddeles i tre grupper med forskellige interesser: dybhavsforskere, der fokuserer på de miljømæssige konsekvenser; Greenpeace, der argumenterer for beskyttelse af havmiljøet; og repræsentanter fra "The Metals Company", der forsvarer minedriftens nødvendighed for teknologisk udvikling. Hver gruppe skal forberede deres argumenter ud fra spørgsmål som:

- Hvad er de vigtigste argumenter for og imod minedrift på havbunden?
- Kan dybhavsminedrift skade havmiljøet, og er det vigtigt at beskytte dybhavet?
- Skal der gives flere penge til forskere så dybhavets biodiversitet kan blive belyst?
- Hvad synes I om forskernes arbejde? Er det i orden at indsamle potentielle sjældne dyr som er flere hundrede år gamle?
- Findes der bæredygtige alternativer til dybhavsminedrift?
- Kan teknologisk innovation mindske skaderne ved minedrift?
- Hvilken rolle spiller internationale love og regler i beskyttelsen af dybhavet?

Efter forberedelsen præsenterer grupperne deres synspunkter i en fælles diskussion, hvor de forsøger at overbevise hinanden om deres perspektiv. Øvelsen afsluttes med en refleksion over, om der kan findes kompromiser mellem økonomisk udvikling og beskyttelse af naturen

Relevante artikler/hjemmesider hvor grupperne kan søge inspiration:

Dybhavsforskere:

- Genlæs **Artikel 1**: "Dybhavets værdifulde manganknolde" og **Artikel 4**: "Dybhavsminedrift"
- Læs om hvad dybhavsforsker Dr. Adrian Clover siger om dybhavsminedrift: <https://www.theguardian.com/environment/2023/may/25/more-than-5000-new-species-discovered-in-pacific-deep-sea-mining-hotspot>

The Metals Company (Co-Funder; Garrad Barron):

- Tag et kig på The Metals Companys hjemmeside og find information. Læs bl.a. om deres mission (<https://metals.co/mission/>) og research (<https://metals.co/research/>)
- Læs artikel med Co-Funder Garrad Barron fokuser på hans argumenter. Fokuser særlig på første halvdel af artiklen. "Han bliver kaldt minedriftens Elon Musk" Hakon Mosbech og Clara Grunnet, Zetland (2021) <https://www.zetland.dk/historie/sOMV5N7x-a8dQKjjz-836ad>

Green Peace:

- "Greenpeace ekspedition til Arktis for at undersøge livet i dybhavet":
<https://www.greenpeace.org/denmark/nyhed/natur/greenpeace-ekspedition-til-arktis-for-at-undersoege-livet-i-dybhavet/>
- "Vær med til at stoppe minedrift på havbunden før det er for sent":
<https://www.greenpeace.org/denmark/vaer-med/stop-minedrift-paa-havbunden-foer-det-er-for-sent/>