

Mennesket i det teknologiske samfund

”

Alle er enige om, at teknologi skal bruges til at gøre samfundet bedre. Vi er bare ikke enige om, hvad det betyder.

Ansvarlig teknologi handler om samtale og bæredygtighed

Teknologi er en central drivkraft i historien

Teknologi skaber og skabes af samfund



INSPIRATIONS-
MATERIALER
OM NY
NATURVIDEN-
SKABELIG
VIDEN

TemaMagasinet **IndBlik**

Natur, teknologi og samfund hænger sammen

Natur, teknologi og samfund er indbyrdes afhængige størrelser: Mennesker og samfund bruger ressourcer fra naturen til at udvikle teknologi, der kan gøre drømme til virkelighed – og som kan føre til nye drømme og ny teknologiudvikling.

Drømmene, som teknologi gør til virkelighed, kan handle om effektiv produktion, dagligdags bekvemmeligheder og rejser til det ydre rum. Gennem historiens teknologiske udvikling kan vi i dag udnytte naturressourcer mere bæredygtigt gennem nye måder at bruge fornybare ressourcer som træ og vedvarende energi.

Teknologi kan dog både skabe og afhjælpe problemer. Det er eksempelvis teknologisk udvikling, der først gjorde det muligt at producere strøm ved afbrænding af fossile brændsler og siden har fundet nye veje med vedvarende kilder som sol og vind. I takt med teknologiens udvikling er digitalisering kommet til, og det har medført nye problemstillinger, eksempelvis vedrørende fordele og ulemper ved digitale fodspor og øget overvågning. Øget overvågning kan forebygge kriminalitet og øge trygheden, men kan også være et indgreb i den personlige frihed.

Samtaler er vigtige om, hvordan teknologiudvikling enten kan have en positiv indflydelse på mennesker og samfund eller kan tænkes at være trusler mod samme. Det påpeger Maja Horst, der er professor i ansvarlig teknologi på Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Hun mener også, at vi ved at forstå sammenhængen mellem natur, samfund og teknologi kan blive bedre til at forme en bæredygtig fremtid.

Dette temamagasin præsenterer Maja Horsts forskning og giver en introduktion til temaet om mennesket i det teknologiske samfund, der kan didaktiseres fra 1. til 9. klasse. Elever kan nemt relatere temaet til deres hverdag: De møder teknologi i hjemmet, når fjernsynet selv henter opdateringer via internettet, når de kommunikerer via sociale medier med vennerne – eller med mere lavteknologiske værktøjer, når de eksempelvis blander kagedej med en håndmixer.

Temaet knytter samtidig an til flere af tidens store emner såsom automatisering, det virtuelle arbejdsliv samt klimakrisen og stiller spørgsmålet: Hvordan vælger vi teknologi-er, der kan hjælpe os frem mod en bæredygtig fremtid?

Naturvidenskabens ABC

Temaet vedrører en grundlæggende naturvidenskabelig erkendelse. 10 sådanne erkendelser er beskrevet i Naturvidenskabens ABC, der er udviklet for Børne- og Undervisningsministeriet. Erkendelsen, der er relevant for dette tema, er:

- Natur, mennesker og samfund påvirker hinanden gensidigt (erkendelse 1).

Se naturvidenskabensabc.dk



8

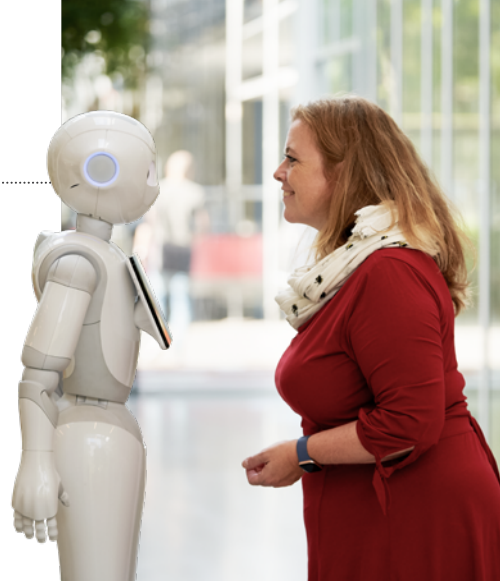
Teknologi er en central drivkraft i historien

Teknologi er ikke et moderne fænomen, men har været en del af samfundet i mange tusind år.

4

Ansvarlig teknologi handler om samtale og bæredygtighed

Mange mennesker arbejder for at skabe ny teknologi. Udviklingen skaber både fremskridt og udfordringer. Professor Maja Horst stiller spørgsmålet: Hvilke teknologier skal udvikles og hvordan for at gøre verden bedre for alle?



10

Teknologi skaber og skabes af samfund

Teknologi påvirker mennesker og samfund – og mennesker og samfund påvirker teknologiudvikling. Et centralt spørgsmål er: Hvornår betragtes en teknologi som ansvarlig?



16

Elever kan medvirke til en bæredygtig fremtid gennem samtaler om teknologi

Teknologiudvikling er med til at forme fremtiden, og elever i grundskolen kan spille en aktiv rolle med et mål om øget bæredygtighed.



22

Overblik: Temamagasinet er en del af en samlet videnspakke

Seks inspirationskataloger hjælper undervisning i temaet på vej, film formidler forskningen, og redskaber støtter naturfagsteams.

Ansvarlig teknologi handler om samtale og bæredygtighed

Mange mennesker arbejder hver dag for at skabe ny teknologi i virksomheder og på forskningsinstitutioner. Udviklingen skaber både fremskridt og udfordringer, og professor Maja Horst stiller spørgsmålet: Hvilke teknologier skal udvikles og hvordan for at gøre verden bedre for alle?



I mine øjne kan teknologi ikke i sig selv være ansvarlig eller ej. Det er altid et spørgsmål om den kontekst, teknologien indgår i. Man står sjældent med et klart og entydigt valg mellem det gode og det dårlige.

”Alle er enige om, at teknologi skal bruges til at gøre samfundet bedre. Vi er bare ikke enige om, hvad det betyder.”

Ordene kommer fra Maja Horst, og hun udtaler sig på baggrund af et omfattende cv: Hun har en ph.d. i videnssociologi, er præsident for den europæiske forening Science and Technology Studies, er formand for Danmarks Frie Forskningsfond og varetager Danmarks første professorat i ansvarlig teknologi på Danmarks Tekniske Universitet.

Maja Horsts forskning handler om at forstå forholdet mellem mennesker, samfund og natur med teknologi som omdrejningspunkt. Det er et forskningsfelt med områder, som traditionelt studeres hver for sig på forskellige fakulteter, og Maja Horst baner da også nye veje ved at kombinere samfundsvidenskab med naturvidenskab og teknologiudvikling. I det krydsfelt er hun særligt optaget af at forstå sammenhængen mellem de teknologier, som naturvidenskabelig forskning munder ud i, og de samfundsmæssige kontekster, som teknologierne indgår i.

Sat på spidsen undersøger hun, hvordan en given teknologi påvirker mennesker og samfund samt hvilke interesser og forforståelser af teknolo-

gien, der hersker og påvirker teknologiens anvendelse og udvikling.

Dialog, demokrati og teknologi hænger sammen

Ved at kombinere de forskellige forskningstraditioner bliver Maja Horst i stand til at give en nuanceret vurdering af, hvordan og hvorfor teknologi er en helt afgørende drivkraft for samfundsudviklingen:

”Den naturvidenskabelige og teknologiske udvikling kommer i høj grad til at afgøre, hvilket samfund vi har i fremtiden. Så hvis vi gerne vil have et godt samfund, er vi nødt til at sørge for, at den udvikling sker i samarbejde med alle i samfundet”, mener Maja Horst.

Samarbejdet om teknologi er imidlertid komplekst, fordi forskere, virksomheder, regeringer og borgere kan se meget forskelligt på, hvor,

hvornår og hvordan teknologier som eksempelvis genmodificering eller atomkraft er et gode eller et onde.

Maja Horst giver et lavpraktisk eksempel, som er meget genkendeligt i en dansk kontekst:

”Hvem skal for eksempel bestemme, om der skal placeres en ny vindmølle på et stykke land eller ej? Hvis svaret er, at det er de folk, der bor der, der må bestemme det, vil jeg spørge, hvad man så skal stille op, hvis de folk siger nej. For vi har jo brug for vindmøller. Hvem skal man så spørge?”

Forskningsformidling giver referencerammen

Det er kompleksiteten, som omgærdet samtalerne om teknologiudvikling, Maja Horst har sigtekornet rettet



Podcast: ansvarlig teknologi og etik – kampen for det gode

Hvordan udvikler vi ny teknologi for mennesker? Hvordan får vi teknologien til at hænge sammen med resten af vores samfund, så den gør samfundet bedre og skaber værdi for os alle sammen?

Maja Horst deler sine refleksioner ud fra spørgsmål som disse i DTU-podcasten TECHfolk.

Se: forsk.dk/arrangorprofiler/dtu/baeredygtig-tekstil-og-mode

mod i sin forskning. Hun vil bidrage til en bedre samfundsdebat – eller, med egne ord, til ”at holde sammen på samfundet.”

”Vi kan som forskere ikke bare sige: ’Nå, men vi sidder bare her på universitetet og laver ny viden og teknologi, og så må nogle andre tage sig af, hvad det skal bruges til’”, argumenterer hun.

Samtalen er ifølge Maja Horst vigtig for, at teknologi bliver udviklet og implementeret til samfundets bedste. Og samtalen kan føre til nogle mere eller mindre fælles værdier, som vi gerne vil understøtte i samfundet, og som kan udgøre en fælles referenceramme for at udveksle holdninger. Ifølge Maja Horst, der tidligere har været professor i forskningskommunikation på Københavns Universitet, er det også afgørende, at samtalen involverer alle i samfundet, og at forskning ikke ses som noget, der står uden for samfundet.

”Det at tale om forskning er ikke kun sådan en lille luksusting for de særligt interesserede. Det er faktisk megavgigtigt for den demokratiske debat, fordi det handler om, hvordan fremtiden udvikler sig. Det er jo teknologien, der i høj grad former fremtiden. Og det er en meget central del af den demokratiske debat”, påpeger Maja Horst.

Teknologiskepsis skal bekæmpes med tillid og dialog

Et faktuel grundlag i form af naturvidenskabelige forskningsresultater og anden viden er dog ikke altid tilstrækkeligt, når debatten raser om kontroversielle teknologier som eksempelvis automatisering. Ifølge Maja Horsts erfaring skal der mere til, hvis folk eksempelvis allerede har købt ind på, at automatisering er lig med, at ”robotterne kommer og overtager vores jobs.” Men hvad er det så, der skal til?

”Mere viden får ikke folk til at holde op med at være skeptiske over for ny teknologi”, forklarer Maja Horst.

”Jeg prøver på at få mine kolleger til at se, at hvis de gerne vil gøre noget ved teknologiskepsis, så skal de ikke nødvendigvis bare sige ’Trust me, I’m an expert’. For det hjælper ikke.”

Naturvidenskabelige forskeres opgave er derimod ifølge Maja Horst at vise over det lange stræk, hvem de er samt sørge for at opretholde og skabe tillid til videnskaben – uanset om det er bioteknologi, fødevareteknologi, energiteknologi, informationsteknologi eller andet. Det er i sidste ende tilliden, der gør os i stand til at tale sammen og finde fælles løsninger, mener hun.

”Det kan godt være, vi ikke bliver enige, men vi bliver nødt til at snakke med hinanden. For så længe vi bliver ved med at snakke med hinanden, kan vi finde kompromiser, der får os videre.”

Ifølge Maja Horst er coronakrisen et godt eksempel på en situation, hvor den naturvidenskabelige forskning og dens eksponenter, for eksempel epidemiologer og repræsentanter fra andre forskningsgrene, har været en stor del af danskernes hverdag, og hvor tilliden har været afgørende. For eksempel i forbindelse med vacciner:

”Når forældre skal beslutte sig for, om deres tolvårige skal vaccineres eller ej. Hvad sker der så? Hvordan bruger man viden? Hvem spørger man el-lers? Hvorfor ender man med at sige enten ja eller nej? Det er præcis ker-

Det anvendte teknologibegreb

Er teknologi bare teknologi? Nej, der er mange forståelser i spil. Eksempelvis er der i dag en udbredt forveksling af teknologi med digital teknologi.

I artiklen ’Teknologi som fagligt genstandsfelt i naturfagsundervisningen’ definerer Børne- og Undervisningsministeriet teknologi brede-

re, så der for eksempel medregnes en cykel, et rensningsanlæg og naturligvis også digitale produkter som apps, it og elektricitet. Det er ministeriets teknologibegreb, dette temamagasin benytter sig af.

Se: emu.dk/grundskole/biologi/it-og-medier/teknologi-i-naturfagene



”

Den naturvidenskabelige og teknologiske udvikling kommer i høj grad til at afgøre, hvilket samfund vi har i fremtiden.

neeksemplet på, hvad min forskning handler om”, forklarer Maja Horst, der håber, at danskerne både lytter og tør stille alle deres kritiske spørgsmål til teknologiekspertes.

Risici kan indebære fordele

I en tillidsfuld samtale om teknologi skal det kunne håndteres, at der næsten altid er både fordele og ulemper ved ny teknologi. Den samtale bliver endnu vigtigere, hvis teknologien i et samfundsmæssigt perspektiv skal kunne ses som ansvarlig, som Maja Horst som professor i netop ansvarlig teknologi er optaget af.

”Man står sjældent med et klart og entydigt valg mellem det gode og det dårlige. Og i mine øjne kan teknologi ikke i sig selv være ansvarlig. Det er altid et spørgsmål om den kontekst, teknologien indgår i. Det handler om, at vi hele tiden gør os umage for at gøre det bedst muligt.”

Maja Horst understreger, at en ny teknologi skal overvejes nøje og kritisk, inden den eventuelt imple-

menteres. Men samtidig ser hun ikke udelukkende risici som noget dårligt.

”Vi skal stille spørgsmål til både mulighederne og problemerne. For eksempel når vi udvikler ny medicin. Og risici handler jo om, at man forsøger at opnå en gevinst, men at der er

mulighed for, at det kan medføre, at der sker noget dårligt.”

Når en teknologi er i sin helt spæde udvikling, er det særligt svært at foretage en brugbar vurdering af dens risici. Blandt andet fordi det ikke altid er entydigt, hvad et forskningsprojekt skal bruges til. Det danske bud på en coronavaccine er for eksempel blevet udviklet af professor i mikrobiologi Ali Salanti fra Københavns Universitet, som egentlig havde blikket rettet mod en vaccine mod malaria, da han startede sit projekt, påpeger Maja Horst.

Coronakrisen – en digital revolution

Microsoft Teams, Zoom, Google Docs, Miro – de digitale programmer, som for alvor slog igennem under den verdensomspændende coronakrise synes utallige. Fælles for hovedparten af dem er dog, at de eksisterede, længe inden coronasmitten satte ind. Deres indtog handler derfor ikke så meget om aktuel digital teknologisk udvikling som om ændrede forhold i kontekster, hvor programmerne kan være relevante: Med krav om fysisk adskillelse var der pludselig stor efterspørgsel på programmer til at understøtte virtuelt samarbejde, udvikling og møder.

Menneskers og samfunds holdninger og handlinger i forhold til netop denne teknologi blev forvandlet på meget kort tid. Der er både positive og negative sider ved udviklingen: Den har givet

vand på møllen til dem, som længe har argumenteret for potentialet for effektivisering ved hjælp af teknologier. Omvendt går der enorme mængder strøm til at producere de mange livestreams, og vi kan miste en masse i den menneskelige kommunikation, når kommunikationen i stigende grad foregår via skærmen.

Den digitale revolution under coronakrisen er et eksempel på, hvordan mennesker, samfund og teknologi kan indvirke på hinanden.



Teknologi er en central drivkraft i historien

Teknologi er ikke et moderne fænomen, men har været en del af samfundet i mange tusind år.

En epoke er en afgrænset periode i historien med et bestemt særpræg, der adskiller den fra andre epoker. Hver epoke har sine egne kendetegn med hensyn til teknologi. Samtidig ligger hver epoke i forlængelse af den foregående, hvis teknologiske landvindinger danner grundlag for nye fremskridt.

De forskellige epoker er også kendetegnet ved forskellige vidensbehov og forskellige former for produktion, spredning og anvendelse af viden.

JÆGER- OG SAMLERSAMFUND

-14.000 til -4.000

før vores tidsregning

Primære
Livs- og
arbejdsformer

Nomader:

Mennesker flytter sig efter
ressourcetilgængelighed

Primære
Energikilder



Menneskekraft og ild

Eksempler på
Afgørende
teknologier



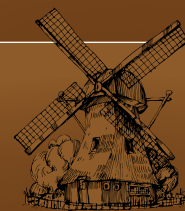
Flintøkser, fangstredskaber
og lerkrukker

LANDBRUGSSAMFUND

Indtil 1800

Fastboende:

Mennesker frembringer
ressourcer, hvor de er



Menneskekraft samt kraft fra dyr, vind
og vand (for eksempel møller)



Landbrugsredskaber,
pumpesystemer, stalde
og tærskværker

- I jæger- og samlersamfundet var praksisviden til løsning af dagligdags opgaver (skaffe mad, husly, ild mv.) i fokus. Overlevering af viden foregik mundtligt og i arbejdsfællesskaber.
- I landbrugssamfundet blev viden også udviklet og delt i arbejdsfællesskaber. Samtidig opstod de første universiteter og latinskoler i perioden, hvor bogtrykkerkunsten også blev opfundet.
- I industrisamfundet fulgte telegraf, radioen, automatisering og den almene skole samt systematisk forskning,

- I dag genereres der enorme mængder data, og vidensspredning er en udfordring, der kalder på nye og i højere grad også digitale teknologier som internet, sociale medier og kunstig intelligens.

Grafikken herunder eksemplificerer fire epoker i Danmark, velvidende at epokerne udvikler sig anderledes i resten af verden, og at det ikke er helt retvisende at fastsætte tidsmæssige grænser mellem de forskellige epoker i forhold til teknologi.

INDUSTRISAMFUND

1800

Den 1. industrielle revolution

1880

Den 2. industrielle revolution

1950

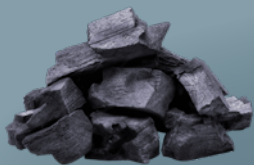
Den 3. industrielle revolution

DET DIGITALE OG SUPER-TEKNOLOGISKE SAMFUND

NU

Den 4. industrielle revolution

Øget opdeling i professioner samt livs- og arbejdsformer.
Stigende opdeling i bosætning på land og i by.
Ressourcer flyttes fra kilden til forbrugsstedet.



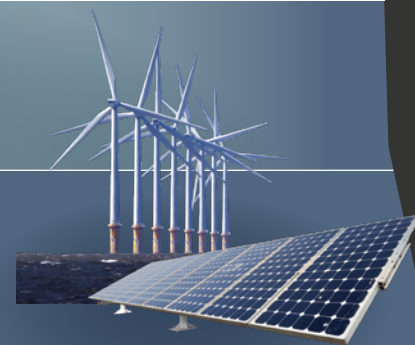
Fossile brændsler



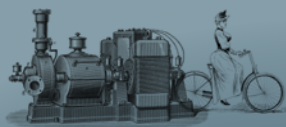
Elektricitet



Atomkraft og begyndende vedvarende energiteknologi



Overgang til vedvarende energikilder



Dampmaskiner og cykler



Dieselmotorer, metoder til stålproduktion, biler, jernbaner, fly m.m.



Computere, fjernsyn, køleskabe, vaskemaskiner m.m.



Samarbejdende digitale systemer og robotter

Teknologi skaber og skabes af samfund

Teknologi påvirker mennesker og samfund – og mennesker og samfund påvirker teknologiudviklingen. Vekselvirkningen kommer til udtryk i teknologiskepsis og -optimisme, debatter om naturens ressourcer, kommercielle og politiske interesser og den naturvidenskabelige forsknings fokus. Et centralt spørgsmål er: Hvornår betragtes en teknologi som ansvarlig?

Forskeren, der udvikler en banebrydende solcelleteknologi, er måske ikke bevidst om det. Skoleeleven, som beder sin digitale assistent Alexa eller Siri om at sætte musik på, er måske heller ikke. Alligevel er de fælles om dette vilkår: Teknologien, som de udvikler og benytter sig af, er formet af en kontekst af værdier, adfærd og samtaler mellem samfund og mennesker om, hvilke teknologier vi tillader og hvorfor. Konteksten udvikler sig hele tiden, og hverken forskeren eller eleven kan gøre sig fri af den.


Forskerens muligheder følger eksempelvis af den fortløbende samfundsmæssige samtale om, hvor meget, hvordan og hvor hurtigt vedvarende energikilder skal vægtes højere end energiproduktion med fossile brændsler. Det er et emne, som optager mange – fra politikere til virksomheder, interesseorganisationer og til borgere. Den konsensus eller

beslutning, der på baggrund af samtalen træffes, kan være udslagsgivende for, om der bevilges midler til at udvikle ny solcelleteknologi.

For elevens vedkommende er den digitale assistent, som kan tænde for musikken, formet af verserende internationale diskussioner om risiko ved digitale assistenter for overvågning, deling af personfølsomme data og techgiganters magtmonopoler.

Samspil mellem natur- og samfundsvidenskab

Professor Maja Horst forsker i vekselvirkningen mellem naturvidenskab, samfundsvidenskab og teknologiudvikling og den samfundsmæssige samtale om teknologiudvikling. Det er et forskningsfelt, som samler tråde fra både natur- og samfundsvidenskab.



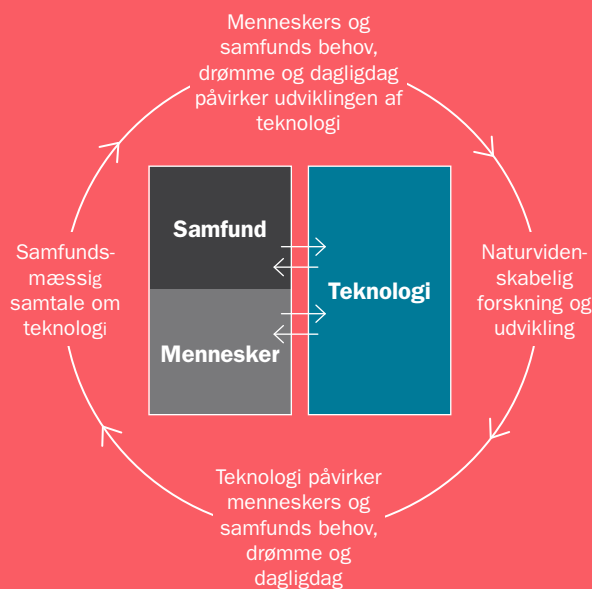
De naturvidenskabelige tråde handler om at forstå og beskrive teknologier på den naturvidenskabelige forskningspræmisser. Forskningen, der ligger til grund for teknologierne, repræsenterer en viden, som kan anvendes til blandt andet at vurdere og argumentere naturfagligt for effektivitet og eventuelle risici ved teknologiske nybrud inden for områder som genmodificering, RNA-vacciner, kunstig intelligens, power to x-brændsler, automatisering, Internet of Things mv.

De samfundsvidenskabelige tråde angår den betydning, som menneskers holdninger og adfærd samt de samfundsmæssige prioriteter har for, hvilke teknologiske muligheder

og risici vi bliver udsat for. I samfundsvidenskaben er det desuden en central debat, om det er samfundet, som definerer, hvilke teknologier der bliver udviklet, eller om det omvendt er teknologiudviklingen, som former samfundet.

Maja Horst er optaget af at blottlægge de kontekstfaktorer for teknologiudvikling, som påvirker vores behov, visioner og dagligdag, og som afgør vores prioriteter med hensyn til teknologisk udvikling. Målet er, at vi som samfund når frem til at udvikle netop de teknologier, vi har brug for, og at vi ikke afholder os fra teknologiske muligheder med potentiale til at forbedre livet for mennesker, uden at vi har meget gode grunde til det.

'Ansvarlig teknologi' som forskningsfelt



Figurforklaring: Forskningsområdet 'ansvarlig teknologi' handler om at forstå vekselvirkningen mellem teknologi på den ene side og mennesker og samfund på den anden.

Teknologibegrebet er komplekst

Som udgangspunkt for at vurdere og prioritere teknologi er det vigtigt at enes om, hvad der overhovedet forstås ved 'teknologi'. Teknologibegrebet er meget bredt og kan blandt andet omfatte alle de kvantespring, som menneskeheden har foretaget gennem historien ved hjælp af teknik – lige fra at antænde ild med flintesten til at optimere høststudbytte ved hjælp af en plov og til behandling af data med kunstig intelligens.

Alt efter hvordan teknologien ansues, kan der opstå forskellige samtaler om og forståelser af teknologi – for eksempel nogle, der handler om aktuel nytte eller det modsatte (skade) eller nogle om forskning og behov for innovation. Forskellige forståelser gør den samfundsmæssige samtale om teknologiudvikling både besværlig og vigtig. Besværlig, fordi de mange forståelser, der typisk afspejler forskellige behov, praksisser og drømme, gør det svært at finde fælles grund. Og vigtig, fordi netop samtalen er midlet, der kan føre til i hvert fald delvis fælles grund.

De forskellige forståelser kan ses som et spørgsmål om kommunikation, men der kan også arbejdes med de forskellige forståelser i en naturfaglig optik. For eksempel kan eleverne undersøge teknologiers processer gennem modellering, ligesom naturfagslærere kan arbejde med funktionsaspektet ved at rette opmærksomheden mod konkrete teknologier såsom rumteknologi og undersøge,

Forskellige forståelser af teknologi

1. Kontekst:

Beskrivelse

Forskning og udvikling

Teknologi betragtes som noget, der er undervejs. Forskning og kommerciel udvikling er blandt driverne.

Anvendelse

Teknologi betragtes som noget, der er fuldt og kan indgå i forskellige anvendelseskontekster.

Hovedspørgsmål

Hvilken teknologi skal der til og hvorfor? På hvilket naturvidenskabeligt grundlag kan den udvikles?

Hvilke behov hjælper teknologien med til at opfylde, hvordan og i hvilke sammenhænge?

2. Perspektiv:

Beskrivelse

Funktion og processer

Teknologi betragtes som bestående af funktioner og processer, der kan disseskeres og analyseres.

Redskab

Teknologi betragtes som et middel hen mod et mål – som et redskab, der udfylder en rolle.

Hovedspørgsmål

Hvordan fungerer teknologien? Hvilken rolle spiller teknologiens dele, og hvad betyder det for dens funktioner?

Hvad kan teknologien bruges til? Hvad nytter den? Og hvordan håndteres den?

Tabellen illustrerer, at teknologi er et komplekst begreb, som kan anskues på forskellige måder – eksempelvis ud fra tabellens kontekster og perspektiver.

hvad teknologien er udviklet til, hvordan den fungerer, og hvad den derudover har af afledte funktioner og opfindelser i form af transistorer, tempurskummet i en madras, GPS-systemer mv.

Ansvarlig teknologi er bæredygtig

I Maja Horsts forskning følges begreberne 'teknologi' og 'ansvarlighed' ad. 'Ansvarlighed' betegner her et gennemgående hensyn til, at teknologien indgår værdiskabende i samfundet ved at gøre samfundet bedre og tilbyde mennesker positive handlemuligheder. Vurderingen af, om en teknologi er ansvarlig eller ej, afhænger af en afvejning af flere faktorer og kan aldrig være endelig, blandt andet fordi teknologier ændrer sig, mens vi undersøger dem.

Ansvarligheden af en given teknologi kan eksempelvis belyses ud fra spørgsmål som disse:

- Hvordan forbedrer teknologien levevilkårene og for hvem?
- Hvordan fremmer teknologien bæredygtighed socialt, økonomisk og miljømæssigt?
- Hvilken indflydelse kan teknologien have på samfundets eller virksomheders indretning?
- Hvem har kontrol over teknologien, og er det rimeligt?
- Hvordan kan brugerne lære om teknologien, så de selv kan få indflydelse på, hvordan den anvendes?



Klodens og menneskers rammer er teknologiske

Forskningsområdet 'ansvarlig teknologi' kan ses som et udtryk for en bevidstgørelse eller refleksion over den rolle, teknologi spiller for mennesker og samfund.

Næsten alle mennesker har mobiltelefoner og internetadgang, og i rige lande har indbyggerne ofte også en lang række bekvemmelighedsteknologier til rådighed såsom vaskemaskiner, intelligente køleskabe, digitale assistenter og mobile betalingsformer. Alle disse primært digitale teknologier lægger sig i forlængelse af ældre og analoge teknologier, der har indflydelse på vores levemåde, eksempelvis cykler, symaskiner, skriveredskaber og murstensbyggerier.

Den positive side af historiens teknologiske udvikling er, at vi gennem teknologier har opnået stadig flere muligheder for at gøre livet lettere, optimere produktion og skabe velstand for den enkelte og for samfundet.

Den negative side er, at vi i kraft af teknologisk udvikling er blevet i stand til at udnytte og påvirke Jorden i en grad, så nogle forskere taler om, at vi er gået ind i den antropocæne tidsalder – det vil sige en tidsalder, hvor mennesker grundlæggende påvirker Jordens økosystemer og klima. Samtidig er det sandsynligvis netop gennem teknologisk udvikling i forhold til genanvendelse af råstoffer og forarbejdede produkter samt vedvarende energi, at en mere bæredygtig fremtid kan komme inden for rækkevidde.

Digital myndiggørelse

Digital myndiggørelse handler om at forstå, hvordan digitale teknologier fungerer i en større sammenhæng. Eleverne skal ikke bare opleve og anvende digitale teknologier, men også reflektere over og tage kritisk stilling til deres egen anvendelse og udvikling af digitale teknologier som eksempelvis en app. Eleverne kan vurdere konsekvenserne af brugen af teknologien og i sidste ende revurdere deres anvendelse og foreslå redesign eller nyudvikling af teknologier.



Vurderingen af, om en teknologi er ansvarlig eller ej, afhænger af en afvejning af flere faktorer og kan aldrig være endelig, blandt andet fordi teknologier ændrer sig, mens vi undersøger dem.

Inspirationsmaterialer fra treårigt forsøg om teknologiforståelse

Kritisk tilgang til robotter, programmeringsværktøjer og apps har været inddraget i undervisningen på 46 skoler, der fra 2018 til 2021 har deltaget i 'Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning'. Forsøget blev igangsat i 2018 som en del af 'Strategi for Danmarks digitale vækst'.

Formålet med forsøget var at afprøve undervisning i teknologiforståelse med henblik på, at elever konstruktivt og kritisk kan deltage i at udvikle digitale teknologier og produkter samt forstå deres betydning, så eleverne i sidste ende kan blive medskabere af fremtidens digitale samfund.

Teknologiforståelsesfagligheden er formuleret i Fælles Mål for søgsefagligheden og indeholder fire kompetenceområder:

- digital myndiggørelse
- digitalt design og designprocesser
- computationel tankegang
- teknologisk handleevne.

Forsøgsprogrammet har udviklet undervisningsforløb, inspirationsmaterialer og vejledninger til skolenes arbejde med teknologiforståelse, som kan findes på tekforsøget.dk og emu.dk/grundskole/teknologiforstaaelse.

Digitale teknologier og kompetencer

Et særligt kendetegn ved vores tidsalder er, at mange teknologier bliver digitale. Digitale teknologier rummer per definition et væsentligt digitalt element, eksempelvis en database eller et programmeringssprog. Digitale teknologier er centrale byggesten i digitale artefakter, der for eksempel kan være en app, en programmeret robot eller en simulering af fotosyntesen.

Eksempel: Samfundsmæssige samtaler om genteknologi

Udvikling af nye teknologier bør ifølge Maja Horst i videst muligt omfang bero på åbne og samfundsmæssige samtaler, eksempelvis offentlig debat. Samtalerne skal sikre en afvejning af hensyn til det fælles bedste som skridt på vejen mod at skelne mellem, hvilke teknologier der er ønskelige, og hvilke der ikke er.

Det er vigtigt, at naturvidenskabelig forskning står centralt i samtalerne, så holdninger ikke alene afgør sagen. Frygt for ny teknologi kan føre til, at den ikke indføres, selv om den kunne medføre betydelige fordele. Omvendt kan en forhastet indførelse medføre forandringer, hvis konsekvenser vi ikke kan overskue. Modsatrettede holdninger har haft betydning for debatten om genmodificerede planter, hvor tilhængere og modstandere har haft svært ved at tale sammen og finde et kompromis. Det har i praksis hindret ny forskning i feltet og dermed et stærkere vidensgrundlag for at vurdere fordele og ulemper og beslutte en eventuel fremtidig udvikling.

Anderledes er det med genteknologisk fremstilling af medicin. Holdningerne til udviklingen på det område har i mindre grad været negative. Måske fordi det umiddelbart er lettere at se fordelene, og fordi der var en dialog tidligt i udviklingen, der sikrede lovgivning på området til at håndtere mulig uhensigtsmæssig udnyttelse af teknologien.

I naturfagsundervisningen arbejder eleverne med modellering, og i en digitaliseret verden kan digitale modeller repræsentere eller anvende dele af den naturfaglige omverden som data, der kan modelleres ved hjælp af algoritmer. Her kan computationel tankegang beskrive den faglighed eller kompetence, der skal til for at modellere et naturfagligt fænomen ved hjælp af en computer. I moderne naturvidenskab er digital modellering af naturfaglige fænomener en væsentlig del af undersøgelsen af vores nære og fjerne omverden.

På samme måde tilføjer digitale teknologier et ekstra element til elevernes undersøgende og skabende processer, når eleverne undersøger den naturfaglige og digitale omverden. Eleverne styrker deres teknologiforståelse og digitale dannelse, når de forholder sig konstruktivt og kritisk til de processer, der har ledt frem til digitale teknologier og den naturvidenskabelige viden, der ligger bag.

For at eleverne kan argumentere for og træffe kvalificerede valg i forhold til digitale teknologier i naturfag, hverdag og samfund, kan det være relevant, at de opnår færdigheder i og viden om teknologianalyse af både analoge og digitale teknologier. Med afsæt i analyse og dialog kan eleverne gennemskue digitale artefakter som mobiltelefoner, sociale medier, internettet og deres intentionalitet i en større samfundsmæssig sammenhæng. Den digitale myndiggørelse, der følger deraf, kan gøre eleverne til kritiske brugere og skabere. Samtidig bidrager den digitale myndiggørelse til, at eleverne kan tage del i den samfundsmæssige samtale om teknologisk udvikling, som står så centralt i Maja Horsts forskning.





Tre forskningseksempler:

Relationer mellem borgere, natur, samfund og teknologi under luppen

Teknologiudvikling driver og drives frem af mennesker og samfund og spiller også sammen med naturressourcer. Forskere er i stigende grad optaget af at finde ud af, hvordan det kan foregå bæredygtigt og ansvarligt.

1. Danmarks Tekniske Universitet (DTU): Controversies in the green transition. The case of wind turbine sound and its politicisation (Co-Green)

Hvad er baggrunden for, at vindmøllelyd ofte leder til kontroverser og forsinkede projekter? Det er hovedspørgsmålet i dette forskningsprojekt under DTU, som blev indledt i 2020. Målet er at få en bedre forståelse af, hvorfor der ses stigende modstand mod vindkraft fra lokalsamfund, og hvordan anlægsprojekter af vindmøller bedre kan planlægges i samarbejde med lokalbefolkningen. Projektet rummer både et teknisk-

naturvidenskabeligt aspekt, idet vindmøllelyden skal analyseres og beskrives, og et kommunikativt aspekt i forhold til dialogen med lokalbefolkningen.

Læs mere hos Danmarks Frie Forskningsfond:
dff.dk/cases/inddragelse-af-lokalbefolkning-skal-sikre-mere-opbakning-til-vindmølleparker

2. Oxford University, Department of Computer Science: Responsible Technology Institute

Oxford University har oprettet et internationalt center, der fra 2020 til 2025 skal forske og udvikle ekspertise inden for ansvarlig teknologi. Centerets formål er at fungere som platform for at udvikle tilgange til ansvarlig teknologisk innovation, der inkluderer kulturelle og sociale hensyn, og som adresserer de udfordringer, nye teknologier kan stille samfundene overfor. Centeret tilbyder derudover rådgivning til politiske beslut-

ningstagere og søger at fremme offentlig dialog om ansvarlig teknologi med henblik på, at de, som udvikler fremtidens virksomheder, teknologier og love, også har en forståelse af nogle af de udfordringer og kompleksiteter, som nye teknologier kan medføre.

Læs mere om centeret: cs.ox.ac.uk/projects/RTI

3. Syddansk Universitet: Human-Robot Interaction Lab Sønderborg (HRI)

På HRI-Lab i Sønderborg undersøger forskere fra Syddansk Universitet alle former for interaktioner mellem mennesker og teknologier, herunder alle slags robotter (sociale, industrielle, servicrobotter mv.). Det specifikke fokus på HRI-Lab er på menneske-robot interaktion som en metode til at undersøge forskellige aspekter af kommunikation. Menneske-robot interaktion er et

tværfagligt forskningsområde, der kan kræve ukonventionelle tilgange og udvikling af nye metoder.

Læs mere hos Syddansk Universitet:
sdu.dk/en/om_sdu/institutter_centre/idk/forskning/projekter/human-robot+interaction

Elever kan medvirke til en bæredygtig fremtid gennem samtaler om teknologi

Teknologiudvikling er med til at forme fremtiden, og elever i grundskolen kan spille en aktiv rolle med et mål om øget bæredygtighed. Forudsætningen er, at de får indsigt i det naturvidenskabelige grundlag for teknologierne, evne til at indgå i fælles samtale om teknologier fordele og ulemper og til at opnå fælles forståelse.

Temaet om mennesket i det teknologiske samfund kombinerer naturvidenskabelig viden med samfundsmæssige overvejelser om, hvilke teknologier der er ansvarlige og derfor nyttige i en bæredygtig fremtid.

I naturfagsundervisning ud fra temaet i grundskolen vil kommunikation om teknologi udgøre et væsentligt element. Samtidig kan undervisningen gennem undersøgelse og modellering af konkrete teknologiers processer og funktioner give eleverne en forståelse af teknologiudvikling og de underliggende naturvidenskabelige principper.

Temaet støtter op om flere deler kendelser i relation til erkendelse i 'Natur, mennesker og samfund påvirker hinanden gensidigt' i Naturvidenskabens ABC, for eksempel:

- Teknologi er skabt af mennesker (indskoling).
- Menneskets produktion påvirker naturgrundlaget (melletrin).

- Naturens ressourcer sætter en øvre grænse for den teknologiske udvikling (udskoling).
- Teknologi kan både afhjælpe og skabe miljømæssige problemer (udskoling).

Temaet samler tråde fra flere forskningsområder og kan opleves som abstrakt for eleverne. Derfor er det vigtigt at arbejde med autentiske problemstillinger i undervisningen, der vedrører teknologier, der er tæt på elevernes hverdag.

Seks undertemaer i inspirationskatalogerne

Seks inspirationskataloger, der er udarbejdet i forlængelse af dette temamagasin, giver naturfagslærere og -teams konkrete forslag til at gennemføre undervisning i temaet.

Inspirationskatalogerne giver inspiration til undervisning fra 1. til 9. klasse. Her bliver cases og undersøgelser af konkrete teknologier inddraget som udgangspunkt for at reflektere over, hvad 'ansvarlig teknologi' er.

I inspirationskataloget til 1.-2. klasse er udgangspunktet varme som teknologi, som kan udvide elevernes forståelse af, at teknologier indgår i næsten alt, hvad vi gør. Ud fra inspirationskataloget til 3.-4. klasse kan eleverne arbejde med køleskabet som en konkret teknologi i hjemmet, mens de ud fra kataloget til 5.-6. klasse kan se på affald som en ressource, der kan genanvendes ved hjælp af teknologi.

Inspirationskataloget til 7. klasse fokuserer på mobiltelefoner, kommunikation, algoritmer og datadeling i forhold til teknologiens ansvarlighed. Inspirationskataloget til 8. klasse lægger op til, at eleverne gennemgår en engineering-proces med robotternes funktioner som omdrejningspunkt, mens eleverne med afsæt i kataloget til 9. klasse kan arbejde undersøgende med fremtidens teknologier.

Inspirationskatalogerne danner et sammenhængende forløb gennem skoleforløbet, samtidig med at hvert enkelt katalog udgør et afrundet emne (undertema) i sig selv.

Klassetrin



Progression og den røde tråd

Figuren illustrerer temaets progression gennem inspirationskatalogerne, der dækker hele skoleforløbet fra 1. til 9. klasse. Figuren viser dermed også den faglige røde tråd i forhold til temaet.

Inspirationskatalogernes undersøgelses- og aktivitetforslag har progression fra det nære og lokale i indskolingen og til samfundsmæssige og globale perspektiver i udskolingen. Graden af problem-basering i forslagene øges gennem skoleforløbet,

ligesom der sker en udvikling fra det beskrivende over mere konkrete fænomener i indskolingen og på mellemtrinnet mod et højere abstraktionsniveau i udskolingen.

Gennem skoleforløbet får eleverne forudsætninger for at opnå bevidsthed om teknologi i den umiddelbare nærhed, teknologi i bredere forstand og om de implikationer, teknologi har for menneske, natur og samfund.

Teknologi og innovative processer kan motivere elever

Indholdsmæssigt berører alle katalogerne udvikling af ny teknologi, innovative processer og samtaler om teknologier i samfundsmæssige kontekster - allesammen emner, der kan skabe forståelse af sammenhænge og derigennem bidrage til elevernes stillingtagen og motivation. Fra et didaktisk perspektiv er udviklingen fra simple opgaver i indskolingen til mere komplekse vurderinger i udskolingen desuden en rød tråd. I forhold til at tilrettelægge undervisning på tværs af de seks inspirationskataloger kan læreren anvende følgende tilgange.

1. Q-tavlen

Det er en kompleks opgave at vurdere, om en teknologi er ansvarlig. For det første er det ikke teknologien i sig selv, der kan gøres ansvarlig, men menneskets brug af den. Et "ja-eller nej-svar" i forhold til, om en teknologi er ansvarlig, er derfor meningsløst. Eleverne kan arbejde i denne kompleksitet ved hjælp af Q-tavlen og dens fire kategorier af "spørgsmål" vedrørende det faktuelle, det forklarende, det analyserende og det perspektiverende. Læreren kan introducere Q-tavlen allerede fra 1. klasse og øge kompleksiteten gennem skoleforløbet. Læs eventuelt mere: ucviden.dk/ws/portalfiles/portal/124422682/Liv_i_Skolen_nr_1_2017.pdf

2. Bro til andre fag

Temaet om mennesket i det teknologiske samfund behandler naturvidenskaben i et historisk og samfundsmæssigt perspektiv og rækker derfor naturligt ud til andre fag. I dansk kan der for eksempel arbejdes med analyse af de samfundsmæssige samtaler om teknologi, eksempelvis i læserbreve. I historie kan der relateres til teknologiens indflydelse på samfundet fra

menneskets forhistorie til i dag. I samfundsfag kan eleverne undersøge de sociale og kulturelle sammenhænge samt de økonomiske og politiske problemstillinger, der omgærder teknologiudviklingen. Og i håndværk og design kan materialekendskab inddrages i forståelse for udvikling af teknologi og bæredygtighed.

3. Engineering

Engineering er en arbejdsform, som baserer sig på problembaseret læring. Udgangspunktet er virkelighedsnære udfordringer, som kræver løsninger, og derfor er arbejdsmetoden oplagt at bruge i naturfagsundervisningen. Eleverne skal i et engineering-forløb forstå en konkret udfordring og præsentere en løsning. Derimellem er der en række trin (undersøge, få ideer, konkretisere og konstruere), som eleverne kan gennemgå gruppevis i en iterativ proces. Dialog og udforskning er centralt og kan i forbindelse med temaet om mennesket i det teknologiske samfund lede eleverne til overvejelser om sammenhæng mellem menneske, natur og samfund. Engineering er desuden en god måde for eleverne at arbejde med selv at skabe teknologi. Læs eventuelt mere hos Astra: astra.dk/engineering



Ud af klasselokalet

Det er oplagt at opsøge teknologien, hvor den findes. Besøgene kan prioriteres ud fra det perspektiv på teknologi, klassen skal arbejde med. Handler undervisningen om teknologiudvikling, kan klassen besøge en producent af for eksempel køleskabe eller af bioteknologiske analyser. Angår undervisningen de mange anvendelsesmuligheder af teknologierne, kan klassen besøge en fabrik med en automatiseret produktionslinje eller et moderne landbrug.

Hvis fokus er på samfundsdebatter om teknologi, kan det være relevant at besøge interesseorganisationer eller politiske partier. Det er også oplagt at besøge eksterne læringsmiljøer som museer, skoletjenester i virksomheder, akvarier, forsyningsvirksomheder, naturcentre og lokalhistoriske samlinger. Andre museer end de tekniske kan også besøges for at få viden om, hvordan teknologi kan spille sammen med samfund og levevis.

Inspiration til konkrete besøg eller samarbejde med virksomheder kan fås gennem Naturvidenskabernes Hus. Se: nvhus.dk/tektanken

Der er også mange landsdækkende initiativer, hvor eleverne møder andre elever. For eksempel disse nationale teknologikonkurrencer:

- firstlegoleague.org
- edison.ffe-ye.dk/om-projekt-edison
- nvhus.dk/undervisning/naturfagsmaraton
- ungeforskere.dk

Udvikling af inspirationsmaterialerne

Der er udviklet i alt 10 sæt af inspirationsmaterialer om i alt 10 naturvidenskabelige temaer, herunder dette om mennesket i det teknologiske samfund. De øvrige temaer dækker over blandt andet klimaforskning og -tilpasning, bæredygtigt byggeri, vedvarende energi, ferskvand, genetik og sygdomme, rumforskning og mørkt stof.

I hvert sæt indgår der et temamagasin, en film og seks inspirationskataloger med inspiration til undervisning i det pågældende tema på forskellige klassetrin. Fagudviklere fra professionshøjskoler har udviklet indholdet på baggrund af forskerens inspiration og i samarbejde med arbejdsgrupper med lærere.

Jeg synes, at det er rigtig inspirerende at reflektere over, hvordan man kan udvikle gode undervisningsforløb i naturfagene sammen med andre og reflektere over, hvordan man kan tænke forskning ind i undervisningen. Det er givtigt at være med i de her diskussioner og være med til at kigge materialerne igennem.

Pernille Wulff, lærer på Uglegårdsskolen

Det er vigtigt, at der i en kompetencebaseret naturfagsundervisning også undervises i naturvidenskabens natur og rolle i samfundet. Ikke kun i naturvidenskabens indhold. Det er meningsskabende for eleverne.

**Uddannelseskonsulent Margit Holm Basse,
Københavns Professionshøjskole**

Seks inspirationskataloger om det superteknologiske samfund

De seks inspirationskataloger, som inspirerer til undervisning i Maja Horsts aktuelle forskning, er tilrettelagt med henblik på de naturfaglige kompetenceområder og Fælles Mål:



**1.-2.
klasse**

Mine teknologier

Kompetenceområde i fokus:
Undersøgelse og kommunikation

Fælles Mål:
Teknologi og ressourcer, ordkendskab, perspektivering i naturfag efter 2. klasse



**5.-6.
klasse**

Fra affald til ressource

Kompetenceområde i fokus:
Perspektivering og undersøgelse

Fælles Mål:
Teknologi og ressourcer, undersøgelser i naturfag efter 6. klasse



**3.-4.
klasse**

Køleskabet og det teknologiske køkken

Kompetenceområde i fokus:
Modellering og perspektivering

Fælles Mål:
Teknologi og ressourcer og modellering i naturfag efter 4. klasse



7.
klasse

Digital informationsteknologi

Kompetenceområder i fokus:
Perspektivering og kommunikation

Fælles Mål:

Fysik/kemi: Partikler, bølger og stråling, formidling efter 9. klasse

Biologi: Krop og sundhed, formidling efter 9. klasse

Geografi: Globalisering, formidling efter 9. klasse



8.
klasse

Robotteknologi

Kompetenceområder i fokus:
Perspektivering og kommunikation

Fælles Mål:

Fysik/kemi: Produktion og teknologi, modellering i naturfag efter 9. klasse

Biologi: Celler, mikrobiologi og bioteknologi, modellering i naturfag efter 9. klasse

Geografi: Modellering i naturfag efter 9. klasse



9.
klasse

Billeder af fremtidens teknologier

Kompetenceområder i fokus:
Undersøgelse og kommunikation

Fælles Mål:

Fysik/kemi: Produktion og teknologi, argumentation, formidling og undersøgelser i naturfag efter 9. klasse

Biologi: Undersøgelser i naturfag, formidling og perspektivering efter 9. klasse

Geografi: Globalisering, undersøgelser i naturfag og perspektivering i naturfag efter 9. klasse

Læs mere ...

De seks inspirationskataloger er struktureret ud fra en fagdidaktisk ramme, som understøtter systematisk planlægning og udførelse af undervisningen.

Rammen er grundigt udfoldet i 'Vidensnotat om kompetenceorienteret naturfagsundervisning'. En proces for at arbejde i naturfagsteamet med inspirationskatalogerne til temaet 'Mennesket i det

teknologiske samfund' ud fra den fagdidaktiske ramme er beskrevet i 'Udviklingsredskab til kompetenceorienteret naturfagsundervisning til naturfagsteams'.

Begge dele kan sammen med de seks inspirationskataloger hentes på emu.dk/grundskole/naturvidenssabsstrategien.

Du står med en del af en samlet videnspakke

Hent pakkens indhold her: emu.dk/grundskole/naturvidenskabstrategien



Bokssæt med 10 temamagasiner



60 inspirationskataloger (10 temaer til seks klassetrin)

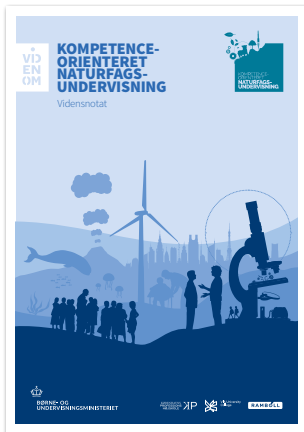


10 film i lang og kort version

Forskerne fra de 10 temamagasiner præsenterer deres naturvidenskabelig forskning.



Podcasts



Vidensnotat
12 sider.



Planlægningsredskab
Otte sider til naturfagslærere og vejledere i grundskolen.



Eksemplarisk fællesfagligt forløb
16 sider til naturfagsteams og -lærere.



Udviklingsredskab
Fire sider til skoleledelserne.



PowerPoint-præsentation
Præsentation af de vigtigste pointer fra vidensnotatet.



Video
Speed drawing.



Udarbejdet af Rambøll Management Consulting,
Københavns Professionshøjskole og VIA University
College for Børne- og Undervisningsministeriet.

Eftertryk med kildeangivelse er tilladt.

Design & illustrationer
Campfire & co.

Fotos
B2Bfilm ApS

ISBN
87-603-3330-8 (web udgave)
87-603-3331-6 (trykt udgave)



**BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET**