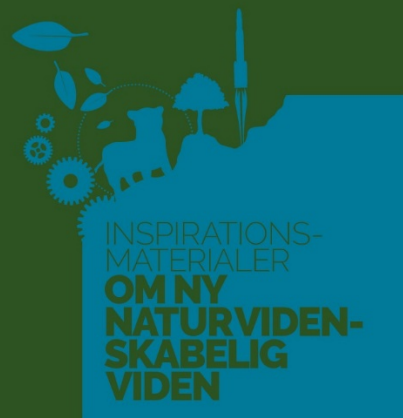


Tema: Systemtænkning i vedvarende energi

Transport i fremtiden

Inspirationskatalog 7. klassetrin



Indhold

Introduktion	3
Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning	4
Inspiration til undervisningen	5
Faglige temaer	5
Rammer	6
Evaluering	7
Forslag til undervisningen og til et forløb	7
Progression	11

Introduktion

Person- og lastbiler står i dag for over en tredjedel af Danmarks samlede CO₂-udledning og udgør derfor en væsentlig klimabelastning. Fremtidens bæredygtige transport er i fokus i dette katalog, der omsætter forskningsviden om vedvarende energi til inspiration til undervisning i 7. klasse.

CO₂-udledningen fra person- og lastbiler er steget gennem de seneste år, og en i forvejen kritisk situation forværres dermed. Blandt årsagerne er, at der stadig kommer flere biler på vejene, samtidig med at langt de fleste fortsat kører på fossile brændstoffer – hele 99 procent af lastbilerne i Danmark kører eksempelvis på diesellole ifølge en rapport fra tænketanken Concito: concito.dk/udgivelser/dekarbonisering-vejgodstransport

Forskningen bag kataloget

For ingeniør Brian Vad Mathiesen, der er professor i energiplanlægning ved Aalborg Universitet, er det et centralt fokusområde at udvikle bæredygtige energiformer til transportsektoren. Det indgår som element i hans forskning i, hvordan Danmarks samlede energisystem kan omlægges til vedvarende energi, og hvordan de vedvarende energikilder kan udnyttes bedre end i dag.

Brian Vad Mathiesens forskning er afsættet for dette inspirationskatalog målrettet udskolingens 7. klasse, der giver en indgang til at arbejde med vedvarende energi med fokus på transport i fremtiden.

Se en kort film, hvor Brian Vad Mathiesen præsenterer sin forskning, og læs mere om den i magasinet om *Systemtænkning i vedvarende energi*. Se emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien.



Faktaboks

Undervisning ud fra kataloget knytter an til **Fælles Mål**:

- Fysik/kemi: Produktion og teknologi, Undersøgelse i naturfag, Modellering i naturfag
- Biologi: Anvendelse af naturgrundlaget, Perspektivering i naturfag, Modellering i naturfag
- Geografi: Jordkloden og dens klima, Demografi og erhverv, Undersøgelse i naturfag, Modellering i naturfag.

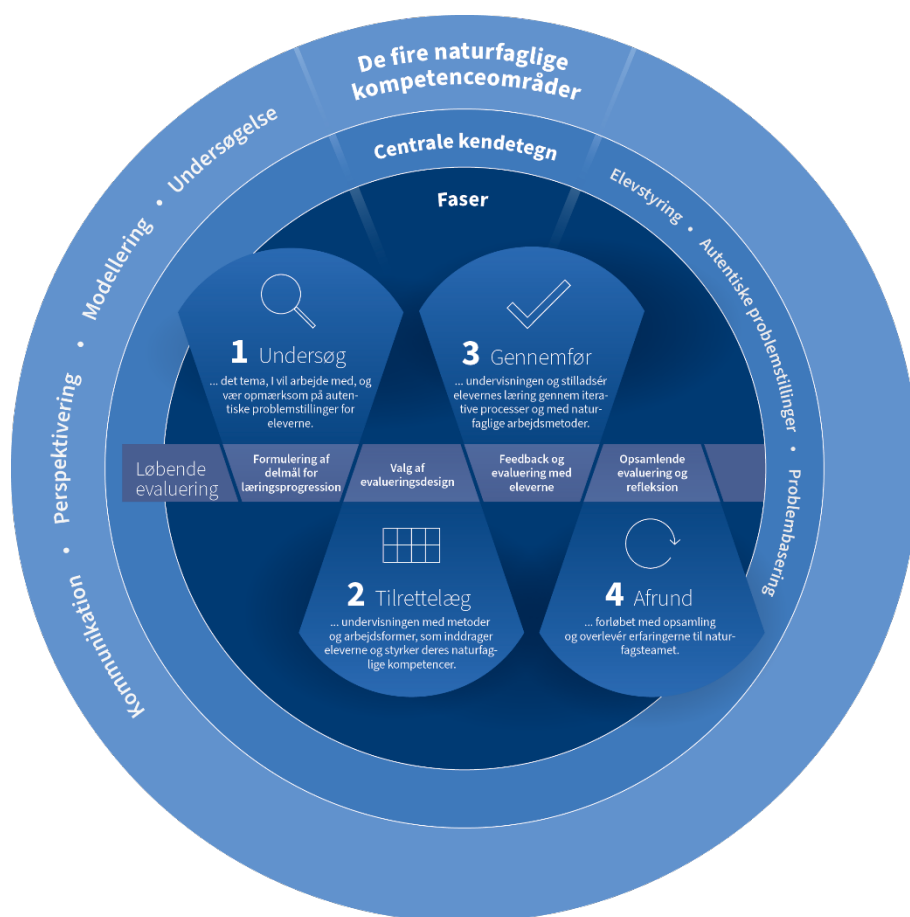
Læs mere på emu.dk/grundskole/

Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning

Kataloget er udarbejdet som led i udviklingen af inspirationsmaterialer om 10 naturvidenskabelige temaer. Dette katalog præsenterer inspiration til et fællesfagligt forløb i 7. klasse om temaet *Systemtænkning i vedvarende energi*.

Inspirationsmaterialerne om de 10 temaer er tilrettelagt med henblik på kompetenceorienteret naturfagsundervisning. De afgørende elementer i denne type undervisning er skitseret i den fagdidaktiske ramme herunder i form af naturfaglige kompetenceområder og centrale kendetegn.

Derudover rummer figuren en proces i fire trin for kompetenceorienteret naturfagsundervisning. Naturfagslærere kan anvende inspirationen i dette katalog gennem netop disse fire trin eller faser.



Mere viden

Den fagdidaktiske ramme er uddybet i *Vidensnotat om kompetenceorienteret naturfagsundervisning*. En proces for at arbejde didaktisk gennem rammens trin er beskrevet i *Udviklingsredskab til kompetenceorienteret naturfagsundervisning til naturfagsteams*.



Begge dele kan sammen med alle seks inspirationskataloger samt temaets film og temamagasin hentes på emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien.

Inspiration til undervisningen

Brian Vad Mathiesens forskning i vedvarende energikilder til transportsektoren kan udmøntes som undervisning i 7. klasse. Dette kapitel giver inspiration til, hvordan det kan gøres.

Hvilken type bil har vi? Og hvor ofte skal vi flyve på ferie? Det er spørgsmål, som er relevante at stille for danskere, der ønsker at medvirke til, at transport bliver bæredygtig i fremtiden. Det er samtidig spørgsmål, som udskolingens elever måske stiller til deres forældre og andre voksne.

Spørgsmålene er relevante, da den omfattende CO₂-udledning fra transportsektoren er en stor udfordring. Udledningen forstærker nemlig drivhuseffekten, som får temperaturen på Jorden til at stige med klimaforandringer til følge. Situationen knytter an til Brian Vad Mathiesens forskning i fremtidens vedvarende energi til transportsektoren, der er problemfeltet i dette katalog.



Faktaboks

Alle **de naturfaglige kompetenceområder** kan komme i spil i undervisningen om problemfeltet – i dette katalog med særligt fokus på:

- *Undersøgelseskompetencen*: Eleverne styrker kompetencen i forbindelse med, at de undersøger elektrolyse og i arbejdet med at effektivisere et batteri.
- *Modelleringskompetencen*: Eleverne styrker kompetencen ved at reflektere over, hvorfor de batterier, de selv kan bygge, kun afgiver små mængder af strøm. Derfor kan deres batterier kun være modeller af effektive batterier.

Læs mere på emu.dk/grundskole



Faglige temaer

Som forberedelse til undervisningen kan læreren undersøge, hvilke faglige temaer problemfeltet byder på – det kan for eksempel være disse:

1. El til personbiler

Elbiler er langt mere energieffektive end benzin- og dieslbiler, og de bliver mere og mere grønne i takt med omlægningen af det samlede energisystem til vedvarende energikilder. Omlægningen betyder nemlig, at den elektricitet, som elbilerne forbruger uden at udlede CO₂, også er produceret bæredygtigt af eksempelvis vindmøller.

2. Elektrolyse

Vind og sol er ikke stabile energikilder – de producerer energi, som vinden blæser, og solen skinner. Derfor arbejder forskere intenst på at udvikle nye og forbedre eksisterende teknologier og metoder til at lagre energien i for eksempel batterier. En anden metode, der ifølge Brian Vad Mathiesen har stort potentiale, er elektrolyse. Med elektrolyse kan overskudsenergi fra eksempelvis vindmøller og solceller bruges til at spalte vanddamp (H₂O) til oxygen og hydrogen (brint) i en såkaldt elektrolysator. Den rene brint indgår herefter i electrofuels – et klimavenligt brændstof.

3. Electrofuels til den tunge og lette transport

Når ren brint, som er fremskaffet gennem elektrolyse, kombineres med CO₂ fra industri, biogas eller biomasseforgasning, kan der gennem en kemisk reaktion dannes electrofuels. Det er et flydende og klimavenligt brændstof, som kan fyldes i tanken på vores biler, lastbiler, skibe og fly. Transportmidlerne vil derefter populært sagt køre på CO₂, som driver fartøjerne frem uden at afgive mere CO₂ til atmosfæren.



Læs mere i temamagasinet om *Systemtænkning i vedvarende energikilder* eller her: vbn.aau.dk/en/publications/handlingsplan-for-storskala-anvendelse-af-elektrolyse-i-danmark

Ud fra de tre forslag til faglige temaer kan læreren udvide elevernes forståelse af, hvorfor vedvarende energi spiller en så væsentlig rolle for samfundet og i Brian Vad Mathiesens forskning i planlægning af energiforsyning. Temaerne kan sammen med det specifikke fokus på transportformer samtidig kobles til elevernes egne erfaringer med transport og energiforbrug for at gøre undervisningen autentisk.

Rammer

I tilrettelæggelsen af et forløb kan læreren tage højde for, hvilke muligheder problemfeltet og de faglige temaer giver for at rammesætte undervisningen:

1. Inddragelse af komplekse autentiske problemstillinger

Brian Vad Mathiesens forskning i vedvarende energi lægger op til at arbejde med komplekse problemstillinger såsom elektrolyse eller energisystemets omlægning. Læreren kan overveje, hvordan forskningen kan kobles til elevernes livsverden for at styrke undervisningens autenticitet. Forslagene til undersøgelser (nedenfor) understøtter dette.

2. Arbejdsformer og metoder

Engineering er et godt bud på en tilgang, som kan anvendes i elevernes arbejde med at konstruere et batteri (se undersøgelsesforslag nedenfor). Tilgangen giver eleverne en metode til at løse praktiske problemstillinger, og da den er inspireret af ingeniørernes arbejdsmetoder, lærer de om naturvidenskab og teknologi undervejs. Læs mere på: engineerthefuture.dk/



3. Begrebsafklaring og problemstillinger

Vedvarende energi er et omfattende emne, der kan kræve kendskab til komplekse begreber – eksempelvis begreber som elektrolyse, electrofuels, fossile brændsler, drivhusgasser, drivhuseffekten m.m. Læreren kan gradvis introducere begreberne i undervisningen ud fra elevernes behov og forforståelse samt eventuelt differentiere begrebsbrugen ud fra sin viden om den specifikke elevgruppe. Da eleverne med overgangen fra mellemtrinnet til udskolingen rykker sig i arbejdsform fra *problemfelter*, som er et overordnet tema, til

problemstillinger, der i højere grad går tæt på elevernes egne interesseområder, er det samtidig oplagt, at læreren giver eksempler på anvendelse af begreberne i problemstillinger.



Gode idéer

Læg vægt på elevernes proces

Processen og elevernes helhedsforståelse er helt centralt i arbejdet med komplekse problemstillinger. Læreren kan derfor i lige så høj grad lægge vægt på at vejlede og stilladsere processen som på, at eleverne bliver færdige. Som støtte for processen kan læreren overveje at tilrettelægge en elevstyret undervisning, hvor eleverne selv formulerer undersøgelsesspørgsmål, designer undersøgelser og udarbejder modeller.

Evaluering

Læreren kan planlægge evaluering af undervisningsforløbet fra starten og gennemføre den løbende. På den måde kan evalueringen give input til undervisningen undervejs.

Fra starten kan læreren overveje, hvad der kan holdes øje med for at vurdere, om eleverne anvender undersøgelses- og modelleringskompetencerne. Elever med disse kompetencer vil for eksempel kunne gennemføre undersøgelser af elektrolyse ud fra hypoteser og udarbejde egne design af undersøgelser ud fra kriterier, for eksempel af et batteri.

På baggrund af lærerens observation af elevernes aktiviteter, produkter, samarbejde og sprogbrug kan læreren give en løbende feedback, der vejleder eleverne. Samtidig kan læreren notere information, der senere kan indgå i en opsamlende evaluering af forløbet. Læreren kan derudover samle op på forløbet i naturfagsteamet – eller på egen hånd eller med kolleger i en anden organisation, hvis skolen ikke har et naturfagsteam. Den faglige refleksion kan både nuancere indsigterne og gennem videndeling bidrage til at styrke den naturfaglige undervisning på skolen.



Gode idéer

Bed elever om tage fotos hver 15. min.

Billeder eller video, der optages med korte intervaller gennem undersøgelsesprocessen, kan indgå i elevernes præsentation for klassen og samtidig støtte en løbende evaluering mellem elever og læreren ved at gøre fremskridt synlige. Billedokumentationen kan suppleres med relevant faglig tekst og erstatte en skriftlig logbog. Krav til mængden af fagord og begreber i videoen kan differentieres fra gruppe til gruppe, og videoen eller billederne kan afleveres som produkt ved forløbets afslutning.



Hent eventuelt yderligere inspiration til evalueringsmetoder på emu.dk:
emu.dk/grundskole/paedagogik-og-didaktik/evaluering-og-feedback

Forslag til undervisningen og til et forløb

Elevernes observationer fra vejene, hvor de færdes til daglig, kan udgøre det konkrete afsæt for at arbejde med Brian Vad Mathiesens forskning i

bæredygtige energikilder til transportsektoren. Læreren kan eksempelvis tænde op for den første undring og nysgerrighed hos eleverne ved undervisningsforløbets begyndelse ved at spørge, hvilke transportmidler de møder på deres skolevej, om de oplever smog fra benzin- og dieselos i morgentrafikken, og om de mon har bemærket en udvikling i antallet af elbiler og cyklende?

Undervisningen kan også lægge fra land med casen herunder om Emil, der oplever et dilemma mellem bæredygtig livsstil og drømme om at se verden. Casen rummer eksempler, der vil være genkendelige for mange elever, og kan invitere til en klasserumssamtale om personlige valg og dilemmaer vedrørende transport.

Case



Emils overvejelser

Emil bor sammen med sin mor, far og storesøster. For to år siden begyndte hans forældre at tale om klimaændringer, og hvad de som familie kunne gøre for at minimere mængden af den CO₂, de udleder.

Det er noget, Emils mor og far går meget op i, så de besluttede med det samme at skære ned på kød. Nu spiser de kun kød en gang om ugen. Siden er deres hus også blevet energirenoveret, og de har skiftet den gamle bil ud med en ny, der kører på el.

Emil og hans storesøster har også fået nye pligter derhjemme. De skal hjælpe til i køkkenhaven, hvorfra familien nu får det meste af deres frugt og grønt.

Det er alt sammen ok, synes Emil. Men han er i tvivl om forældrenes seneste idé om, at de ikke skal flyve mere. Emil er ikke meget for at skulle undvære turene til eksempelvis Tyrkiet og Thailand, der har givet ham store oplevelser.

Emil overvejer, om det nu er slut med at opleve verden. Og om han sammen med sin far for sidste gang har været i Hamborg for at se fodbold – kan en elbil overhovedet køre så langt på en opladning? Emil spørger sig selv, om det gør nogen forskel, om hans lille familie kører elbil og dropper flyrejserne.



Refleksionsspørgsmål

Læreren kan aktivere elevernes for forståelse, refleksion og forundring gennem klasserumssamtaler ud fra spørgsmål som disse:

- Hvad vil det betyde for danskernes liv, hvis de skal bruge bilen mindre?
- Hvilke fordele og ulemper er der ved at transportere sig rundt i egen bil?
- På hvilke andre måder kan forbruget af fossile brændstoffer i forbindelse med transport reduceres ud over at skrotte biler eller få dem til at køre på el?

Inspiration til et forløb

Et undervisningsforløb i *Transport i fremtiden* kan gennemføres sådan:

Opstartsfasen (2-4 lektioner)

Introduktion til forløbets indhold, mål, opgave og arbejdsformer. Klassen ser i fællesskab filmen om Brian Vad Mathiesens forskning. Gennem fælles samtale

om transport understøttet af casen vækkes elevernes undring og nysgerrighed, der bliver et afsæt for deres undersøgelser.

Undersøgelserforslag 1: Spalt brint fra vand til fremtidens brændstof (1-2 lektioner)

Eleverne undersøger, hvordan hydrogen (brint) spaltes fra vand, og hvilken sammenhæng det har med electrofuels.

Undersøgelserforslag 2: Byg dit eget batteri (8-12 lektioner)

Eleverne bygger deres eget batteri – eventuelt med brug af engineering-metoden.

Læreren kan skalere undersøgelserne op og ned i forløbet afhængig af tid til rådighed.

Undersøgelserforslag 1: Spalt brint fra vand til fremtidens brændstof

Eleverne undersøger, hvordan vand kan spaltes til oxygen og hydrogen (brint), og hvordan af de to grundstoffer bidrager til electrofuels.

Formål

Eleverne erkender, at brint kan udskilles fra vand, og at den rene brint er en grundingrediens i det bæredygtige brændstof electrofuels. Gennem undersøgelsen får eleverne indsigt i en konkret løsningsmulighed i forhold til at begrænse udledningen af drivhusgasser.

Fremgangsmåde

Læreren kan indlede med at forklare eleverne om undersøgelsen, hvor de skal spalte vand. Eleverne får ikke en færdig ”opskrift”, men skal selv undersøge, hvordan de finder frem til, at der er tale om hydrogen.



Som første skridt kan eleverne ved hjælp af et elektrolysekar undersøge, hvordan vand spaltes til oxygen og hydrogen. Læs en beskrivelse af forsøget: experimenterium.dk/klima/forsoeg-med-elektrolyse/

Eleverne kan med glødende træpinde undersøge, hvorfor hydrogen er et godt brændstof. Bagefter kan de diskutere følgende:

- Hvad bliver restproduktet, når vi afbrænder hydrogen (H₂)?
- Hvad kan vi bruge oxygen (O₂) til?
- Skal vandet, der bruges til forsøget, være rent?



Eleverne kan strukturere deres undersøgelse ved at benytte et arbejdsark til argumentationsbaseret undersøgelse – se eventuelt denne skabelon fra Astra: astra.dk/sites/default/files/adi_ark.pdf



Tjekliste

Materiale til undersøgelserforslag 1

- Elektrolysekar og vand
- Strømforsyning
- Tændstikker eller eventuelt træpinde.

Undersøgelserforslag 2: Byg dit eget batteri

Eleverne undersøger, hvordan de kan bygge deres eget batteri, og hvordan de kan forbedre det for at reducere størrelse og øge udbyttet i form af elektricitet. Eleverne skal selv finde frem til den i deres øjne bedste måde.

Formål

Eleverne opnår forståelse af, hvordan batterier fungerer, hvor komplekst det er at gøre dem energieffektive, og hvorfor det er en udfordring at lagre energi i stor skala i batterier til for eksempel transportsektoren.

Fremgangsmåde

Læreren kan indledningsvist introducere forskellige typer af batterier, som eleverne kan bygge og optimere – eksempelvis citronbatterier, voltasøjler, zink-karbon-batterier og saltvandsbatterier.

- Der er mange forslag til konkrete fremgangsmåder på internettet. Se for eksempel virtuelgalathea3.dk/artikel/fors-g-6-lav-et-batteri (saltvandsbatteri) og experimentarium.dk/klima/lav-et-zink-carbon-batteri/ (zink-karbon-batteri). Fælles for dem alle er, at de fleste af de nødvendige materialer allerede findes i naturfagslokalerne.

Når eleverne har bygget deres batteri, kan de vise det for klassen. Herefter kan klassen drøfte, hvordan batteriet kan gøres mindre og mere effektivt. Eleverne kan overveje følgende:

- Findes der et bedre metal?
- Hvad sker der med effekten, hvis vi bygger batteriet mindre?
- Kan det samme metal bruges i begge ender af batteriet?

Eleverne kan efterfølgende forsøge at ændre deres batteri og undersøge, hvordan de kan gøre det mindre og mere effektivt (eksempelvis ved at kunne give en større spænding eller holde på strømmen længere). Bagefter kan eleverne igen vise deres batteri for klassen, som kommer med input til løsning af eventuelle udfordringer. Eleverne kan derefter igen gå til arbejdet, inden batteriet vises en sidste gang. Læreren hjælper løbende eleverne med at reflektere over, hvorfor det kan være vanskeligt at bygge mindre og mere effektive batterier.



Tjekliste

Materialeforslag til undersøgelsesforslag 2

- Citroner
- Ledninger
- Søm
- Kobbertråd eller plader
- Andre metaller som tråd eller plader
- Saltvand
- 50-ører
- Saltsyre.

Progression

Dette er et ud af seks kataloger, som konkretiserer temaet om systemtænkning i vedvarende energi hen over indskoling, mellemtrin og udskoling. Kataloget er målrettet undervisning i 7. klasse.

Den tematiske sammenhæng i de seks kataloger understøtter, at læreren kan arbejde med progression gennem skoleforløbet. Afsættet for progression kan for eksempel være, at katalogerne udvikler sig fra det nære og lokale i indskoling til samfundsmæssige og globale perspektiver i udskoling. Og fra konkrete fænomener mod et stadig højere abstraktionsniveau.

I dette tema ses udviklingen eksempelvis ved, at elevernes egne erfaringer med elektricitet i hverdagen fylder i indskoling, mens der i udskoling er fokus på komplekse problemstillinger vedrørende fremtidige energityper og systematisk anvendelse af dem. Som led i progressionen rummer katalogerne stigende problembasering i undersøgelsesforslagene gennem skoleforløbet.

Sammenhængen kan i princippet gøre det muligt at anvende katalogerne som inspiration til undervisning i den samme klasse fra skolestart til afsluttende eksamen. Og den kan gøre det muligt at etablere et fælles fagligt afsæt i naturfagsteamet, uafhængigt af hvilket klassetrin den enkelte lærer i teamet underviser på. Hvert katalog kan dog også anvendes som inspiration til selvstændige forløb.

Sammenhængen mellem katalogerne fremgår af denne illustration:



Illustration: Temaets progression gennem seks inspirationskataloger på langs af skoleforløbet.

Du står med en del af en samlet videnspakke

Alle materialer kan findes på emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien



Vidensnotat

12 sider.

Planlægningsredskab

Otte sider til naturfagslærere og vejledere i grundskolen.

Fællesfagligt forløb

16 sider.

Udviklingsredskab

Fire sider til skoleledelserne.

PowerPoint-præsentation

Præsentation af de vigtigste pointer fra vidensnotatet.

Video

Speed drawing.



Bokssæt med 10 temamagasin

10 film i lang og kort version

Forskerne fra de 10 temamagasin præsenterer deres naturvidenskabelig forskning.



Podcasts



60 inspirationskataloger

(10 temaer til seks klassetrin)