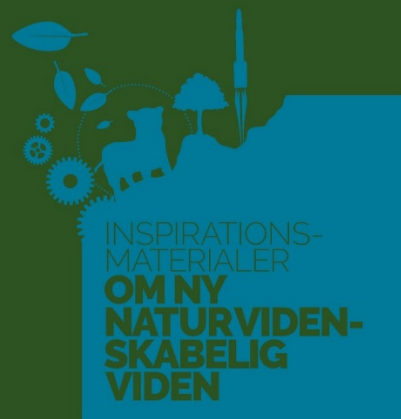


Tema: Systemtænkning i vedvarende energi

Vindenergi

Inspirationskatalog 3.-4. klassetrin



Indhold

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

Introduktion

Vi er i Danmark i gang med at omstille til vedvarende energi, og vind forventes at komme til at fylde stadig mere i fremtidens energiproduktion. Men hvordan bliver vind egentlig til strøm i stikkontakten? Det er i fokus i dette katalog, der omsætter ny forskning til inspiration til undervisning på 3.-4. klassetrin.

Næsten halvdelen af den samlede danske produktion af elektricitet kommer i dag fra vindmøller, og samtidig er det at opstille nye vindmøller på land en af de billigste måder at udvide produktionen på. Da vindenergi samtidig er grøn og vedvarende, er det naturligt, at vindenergi indtager en central rolle i bestræbelsen på at gøre Danmark uafhængig af fossile brændsler. Det er politisk besluttet, at det skal være opnået i 2050.

Forskningen bag kataloget

Ingeniør Brian Vad Mathiesen er professor i energiplanlægning ved Aalborg Universitet, og han forsker i, hvordan fremtidens energiforsyning systematisk kan tilrettelægges.

Brian Vad Mathiesen er især optaget af, hvordan man kan omlægge Danmarks samlede energisystem til vedvarende energi, og hvordan de vedvarende energikilder kan udnyttes bedre end i dag. Det kan elever i 3.-4. klasse få en indgang til at arbejde med gennem dette katalog, der omsætter dele af Brian Vad Mathiesens forskning til inspiration med fokus på undervisning og med særlig opmærksomhed på vindenergi.

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**:

- Færdigheds- og vidensområde: Teknologi og ressourcer samt undersøgelser i naturfag i 2. klasse.

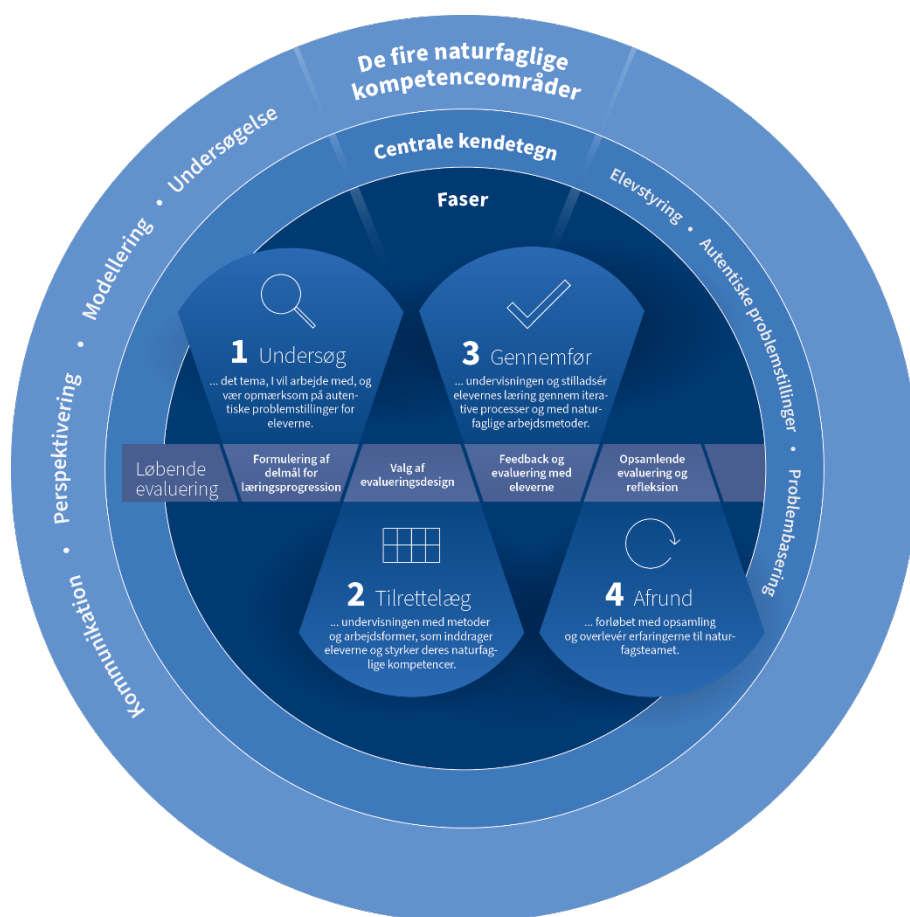
Læs mere på emu.dk/grundskole/naturteknologi/faghaefte-faelles-maal-laese-

Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning

Kataloget er udarbejdet som led i udviklingen af inspirationsmaterialer om 10 naturvidenskabelige temaer. Dette katalog præsenterer inspiration til 3.-4. klasse om temaet *Systemtænkning i vedvarende energi*.

Inspirationsmateriale 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

Vind er velkendt for eleverne, der blandt andet er vant til at se vindmøller snurre, når det blæser. Erfaringerne kan fungere som konkret afsæt for at inddrage Brian Vad Mathiesens forskning i vedvarende energi og energisystemer i undervisningen i 3.-4. klasse. Dette kapitel giver inspiration til, hvordan det kan gøres.

Blæsten irriterer, når den rammer eleverne i ansigtet på vej til skole. Som en mild brise svaler den dem på varme sommerdage. Og den tvinger havets bølger frem med store pust og inviterer til leg med drager. Men vinden er også nyttig som rigelig, vedvarende og relativt billig energikilde, der i fremtidens energisystemer bliver stadig mere vigtig.

Erkendelsen af, at vindenergi foruden at være et hverdagsfænomen også er en afgørende del af fremtidens bæredygtige energiforsyning, er problemfeltet i dette katalog. Problemfeltet knytter an til Brian Vad Mathiesens forskning i fremtidens energisystemer, hvor vind er en central faktor.



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 de øvelser, de foretager i forholde til vindforhold og antal solskinstimer (se nedenfor).

Læs mere på emu.dk/grundskole/naturteknologi/faghaefte-faelles-maal-laese-plan-og-vejledning

Faglige temaer

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

1. Vedvarende energi

Vedvarende energi er en samlebetegnelse for bioenergi, vindenergi, solenergi, geotermi og andre teknologier. Vedvarende energikilder har to afgørende kendetegn: De er CO₂-neutrale og bidrager dermed ikke til klimaændringer. Samtidig er de fornybare og forsvinder ikke, når energien forbruges – heraf navnet vedvarende energi.

Læs mere hos Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet: kefm.dk/energi-og-raastoffer/energiforsyning/vedvarende-energi

2. CO₂ som en del af naturen

CO₂ eller kuldioxid er en luftart, som findes helt naturligt i atmosfæren. Den er i sig selv ikke dårlig – planter skal for eksempel bruge CO₂ for at gro, og hvis der ikke fandtes drivhusgasser i atmosfæren, ville gennemsnitstemperaturen på Jorden være ca. -18 °celsius. I dag får atmosfæren imidlertid tilført ekstra drivhusgasser – blandt andet CO₂, når mennesker afbrænder fossile brændsler. Den øgede mængde drivhusgasser i atmosfæren fører til, at Jordens middeltemperatur stiger, hvilket i sidste ende fører til klimaændringer.

3. Drivhuseffekten og global opvarmning

Når Solens stråler rammer Jordens overflade, omsættes den til varme. Varmen stråler herefter tilbage fra Jorden og ud i rummet. En del af strålingen stoppes af atmosfærens drivhusgasser såsom kuldioxid, vanddamp, metan og lattergas. Gasserne holder altså på varmen, og det kaldes for drivhuseffekten. Varmen, som følger af drivhuseffekten, giver gunstige livsbetingelser på Jorden. Siden industrialiseringen i slutningen af 1700-tallet har menneskelig aktivitet dog medført en stor stigning i mængden af drivhusgasser, hvilket medfører global opvarmning.



Gode idéer

Få mere inspiration om drivhuseffekten på skoven-i-skolen.dk

På skoven-i-skolen.dk kan du finde mere viden, spændende illustrationer og undersøgelsesforslag til at arbejde med drivhuseffekten. Se skoven-i-skolen.dk/content/m%C3%A5l-drivhuseffekt



Ud fra de tre forslag til faglige temaer kan læreren udvide elevernes forståelse af, hvorfor vindenergi spiller en så væsentlig rolle i Brian Vad Mathiesens forskning i planlægning af energiforsyning. Ved at tage afsæt i vind kan læreren samtidig gøre undervisningen autentisk ved at lade eleverne arbejde ud fra egne erfaringer.

Rammer

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

1. Åbne skoleaktiviteter

Med vindenergi som fokus er det oplagt at besøge en vindmølle. I forbindelse med et besøg kan klassen undersøge vindmøllen som produktionsenhed: Hvor meget genererer den naboerne? Hvordan er sikkerheden omkring møllen? Drejer møllerne med samme hastighed, hvis der står flere sammen – hvorfor eller hvorfor ikke? Hvis der er en vindmøllefabrik i nærheden, kan klassen også undersøge muligheden for at besøge den.

2. Komplekse problemstillinger

Vindenergi rummer både fordele og ulemper og kan derfor behandles som en kompleks problemstilling. En fordel er for eksempel, at vinden er CO₂-neutral, mens en ulempe er, at vinden ikke leverer energi stabilt – svag vind er lig med lille energiproduktion og vindstille er lig med nul. Læreren kan overveje, hvordan komplekse problemstillinger som denne kan gøres autentiske for eleverne. Undersøgelsesforslagene herunder giver bud på, hvordan det kan gøres.

3. Begrebsafklaring og forforståelse

Undervisning i vedvarende energi kan kalde på introduktion af forskellige begreber og tilstødende vidensområder, alt efter hvordan læreren tilrettelægger forløbet. Måske er der behov for at definere fossile brændsler, drivhusgasser, Jordens bærevne, Beauforts vindstyrkeskala eller andet. Læreren kan ud fra en vurdering af klassens faglige niveau vælge, hvad der skal indgå i forløbet, eller benytte de forskellige begreber og vidensområder til at differentiere undervisningen.

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 blandt andet overveje, hvad der kan holdes øje med hos eleverne for at vurdere, om de anvender undersøgelseskompetencen. I forbindelse med en undersøgelse af vindhastighed kan det for eksempel være, at eleverne kan vurdere, hvor i landskabet vindmålingerne skal foretages.

Når forløbet er til ende, samler læreren op på den løbende evaluering og evaluerer også afsluttende. I den forbindelse kan læreren inddrage naturfagsteamet i faglig refleksion og videndeling.



Gode idéer

Understøt og evaluér elevernes læringsudbytte med 5E-modellen

I forbindelse med planlægning, gennemførelse og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning kan læreren benytte sig af 5E-modellen. I 5E-modellen forstås evaluering som en både løbende og afsluttende evaluering for såvel lærere som elever, og den er derfor også integreret i hele forløbet. Se emu.dk/grundskole/biologi/problembaseret-undervisning/5e-model?b=t5-t27-t149



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 erfaringer og viden om vind er et relevant afsæt for at arbejde med Brian Vad Mathiesens forskning i vedvarende energisystemer. Undervisningen kan eksempelvis lægge fra land med en klasserumssamtale om, hvilke energikilder der findes i det hele taget og i skolens nærområde. Læreren kan også spørge eleverne, om de ved, hvilken energikilde de benytter derhjemme.

En anden mulighed er at indlede undervisningen med casen herunder om byen, der gerne ville være grøn. Casen kan vise eleverne, at man kan se på sagen fra flere sider og kan åbne for nysgerrighed over for de forskellige indgangsvinkler – noget, læreren kan stimulere yderligere ved at spørge om, hvilke andre argumenter for og imod vindmøller eleverne kan komme på.



Byen, der gerne ville være grøn

I den lille landsby Sorteby har en gruppe borgere taget initiativ til at opsætte vindmøller på en mark lige uden for byen. Deres ambition er at bidrage til det fælles elnet, så den vedvarende energi kan begynde at udkonkurrere de fossile brændsler.

På et borgermøde skal byens indbyggere diskutere fordele og ulemper. Der er godt gang i diskussionen:

Knud, der er pensioneret skolelærer, er bekymret for støjen fra vindmøllerne. Han er ofte i sin have, hvor han nyder naturen og roen.

Janice, der er en ung tilflytter med små børn og job i storbyen, argumenterer for, at Sorteby kan brande sig som bæredygtig landsby, og at det vil tiltrække flere tilflyttere fra storbyen.

Molly er ornitolog og har valgt at bosætte sig i Sorteby på grund af det rige fugleliv. Hun frygter, at vindmøllerne vil jage fuglene væk.

Svend, der er landmand, mener, at vindmøller er kommet for at blive, så man kan lige så godt omfavne dem. Desuden er vindmøllerne en smuk del af det danske landskab, synes han.



Refleksionsspørgsmål

Læreren kan aktivere elevernes for forståelse og refleksion gennem klassesamtaler ud fra spørgsmål som disse:

- Hvordan kan I opleve i hverdagen, at vinden rummer energi?
- Hvilke andre energikilder end vind er vedvarende?
- I hvilke sammenhænge tror I, at man kunne udnytte viden endnu mere?

Inspiration til et forløb

Et undervisningsforløb om *Vindenergi* kan gennemføres på denne måde:

Opstartsfasen (1-2 lektioner)

Introduktion til forløbets indhold, mål, opgave og arbejdsformer. Gennem fælles samtale om vindenergi understøttet af casen og eksempler fra Brian Vad Mathiesens forskning vækkes elevernes undring, nysgerrighed og forhåndsviden som afsæt for deres undersøgende arbejde.

Undersøgelingsforslag 1: Forstå, hvor elektricitet kommer fra (2-4 lektioner)

Eleverne undersøger, hvor elektricitet kommer fra – og hvor den vil komme fra i fremtiden.

Undersøgelingsforslag 2: Indse fordele og ulemper ved vindenergi (6-8 lektioner)

Eleverne undersøger, hvilke faktorer der spiller ind i forhold til produktion af elektricitet fra vindmøller.

Undersøgelserne kan skaleres op og ned af læreren afhængig af tid til rådighed.

Undersøgelsesforslag 1: Forstå, hvor elektricitet kommer fra

Når man trykker på kontakten, kommer den gamle PlayStation til live igen. Men hvordan egentlig – hvor kommer elektriciteten fra? Det kan eleverne undersøge i denne undersøgelse.

Formål

Eleverne får viden om forskellige typer af vedvarende energi og erkender forskellen på fossile brændsler og vedvarende energikilder.

Fremgangsmåde

Læreren kan som indledning tale med eleverne om de forskellige kilder, som indgår i energiproduktionen i Danmark. Derefter kan læreren bede eleverne tegne eller beskrive, hvor de tror, at den el, de bruger, kommer fra.

Læreren kan derefter præsentere eleverne for, hvordan det danske elforbrug er fordelt på energikilder. I 2019 leverede vind 45 procent af elektriciteten, mens fossile brændsler stod for 18 procent og solenergi for 4 procent.



Hos Energinet kan læreren se et lagkagediagram over, hvor strømmen i de danske stikkontakter kommer fra: energinet.dk/Om-nyheder/Nyheder/2020/06/03/Dansk-elproduktion-slog-i-2019-ny-groen-rekord-laveste-CO2-udledning-nogensinde.

Læreren kan nu inddrage eleverne i en undersøgende klasserumssamtale ud fra spørgsmål som disse:

- Fra hvilken energikilde vil du helst have den elektricitet, du bruger i hjemmet?
- Tænk du anderledes om jeres energikilde i hjemmet efter at have set fordelingen af kilder i det danske elforbrug?
- Hvad overrasker dig ved overblikket over det danske elforbrug?

Læreren kan forlænge klasserumssamtalen med at tale om forskellen på vedvarende energi og ikke-vedvarende energi og fordelingen mellem dem i det samlede danske elforbrug. Til slut kan klassen diskutere, hvordan produktionen af elektricitet mon vil udvikle sig i fremtiden.



Tjekliste

Materiale til undersøgelsesforslag 1

- Papir og blyanter
- Eventuelt print af lagkagediagram med fordeling af det danske elforbrug fra Energinet.dk.

Undersøgelsesforslag 2: Indse fordele og ulemper ved vindenergi

I denne undersøgelse skal eleverne undersøge, hvilken betydning vejret har for produktionen af elektricitet og sammenligne produktionsrytmen med deres eget forbrug af energi.

Formål

Eleverne får viden om, at vindenergi afhænger af vejrforholdene, og de kan argumentere ud fra fordele og ulemper ved vindenergi.

Fremgangsmåde

Læreren kan introducere til undersøgelsen ved at fortælle om vindstyrker og relatere det til vindmøller. Centrale oplysninger i den forbindelse fremgår af denne tabel:

Vindstyrke under 4 m/s	→ Vindmøllen står stille
Vindstyrke på 6-8 m/s	→ Det mest almindelige niveau i Danmark
Vindstyrke på 12 til 14 m/s	→ Det optimale niveau for energiproduktion
Vindstyrke over 25 m/s	→ Vindmøllen står stille.

Derefter kan læreren sætte eleverne ind i undersøgelsen. Udgangspunktet er at observere vindhastighed på en af disse to måder:

Enten kan eleverne bygge en vejrstation, som de foretager målinger ud fra flere gange i løbet af en dag eller gerne flere dage. Hent inspiration hos Astra:



astra.dk/tildinundervisning/vindm%C3%A5ler

Eller også kan klassen låne vindmålere hos det lokale CFU. Med vindmåleren kan eleverne registrere fysisk vindpåvirkning på forskellige steder og skrive påvirkningerne ind i en vindstyrketabel. På den baggrund kan eleverne tegne eller beskrive, hvordan vinden påvirker omgivelser – eksempelvis hvordan grene, vimpler mv. bevæger sig. Hent eventuelt yderligere inspiration her:



www.skoven-i-skolen.dk/content/m%C3%A5l-vind

Efter observationen af vind kan læreren bede eleverne om at notere, hvornår på døgnet de selv forbruger el. For eksempel kan eleverne beskrive en dag med elforbrug, fra de står op - kl. 6.30 tænder jeg lyset, kl. 6.45 tænder far radioen, kl. 7.15 begynder mor at tørre hår, køleskabet er tændt hele tiden osv.

Når eleverne har udarbejdet deres beskrivelse, kan de hver især udarbejde et søllediagram over elforbruget, der viser døgnets 24 timer. Eleverne kan nu sammenligne søllediagrammerne med resultaterne fra undersøgelserne af vindhastighed og i klassen diskutere, om energi fra vindmøller kan dække elforbruget. Brug eventuelt Energinets interaktive model, der viser produktionen her og nu af energi fra vindmøller, solceller og kraftvarmeværker: energinet.dk/energisystem_fullscreen.



Læreren kan forlænge undersøgelsen med en klasserumssamtale om fordele og ulemper ved vindenergi og om fremtidens elproduktion. Kan flere vindmøller føre til, at Danmark overgår til 100 procent vedvarende energi?



Tjekliste

Materiale til undersøgelsesforslag 2

- En vindmåler
- Papir og blyant
- En computer.

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 3.-4. 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 problembaseret 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/naturvidenskabstrategien



Vidensnotat

12 sider.

Planlægningsredskab

Otte sider til naturfagslærere og vejledere i grundskolen.

Fællesfagligt forløb

16 sider.

Udviklingsredskab

Fire sider til skoleledelse.

PowerPoint-præsentation

Præsentation af de vigtigste pointer fra vidensnotatet.

Video

Speed drawing.



Bokksæt med 10 temamagasin

10 film i lang og kort version

Forskerne fra de 10 temamagasin præsenterer deres naturvidenskabelige forskning.



Podcasts



60 inspirationskataloger

(10 temaer til seks klassetrin)