

BeScience: Afrika i Bjerringbro

TEMA: Vindmøller

TITEL: Vindmølledesign



Lærervejledning - Udskoling

Juli 2024

I et samarbejde mellem

novo
nordisk
fonden

BG BJERRINGBRO
GYMNASIUM

POUL DUE JENSEN GRUNDFOS
FOUNDATION

^
NATURVIDEN
SKABERNES
HUS

© 2024 BeScience: Afrika i Bjerringbro

TEMA: Vindmøller

TITEL: Vindmølledesign

UDARBEJDET AF: Nele Loftlund Lilholm,
Henrik Hermann og Henrik Bay Madsen,
Naturvidenskabernes Hus.

FOTO: Eco Style

FINANSIERET AF: Novo Nordisk Fonden

Indholdsfortegnelse

LÆRERVEJLEDNING	4
FIMME	4
LEKTIONER	4
FN'S 17 VERDENSMÅL.....	4
Links.....	4
OPGAVER MED FAGLIG PROGRESSION	5
FØR BESØG	5
BESØG VED AFRIKA I BJERRINGBRO	6
EFTER BESØG.....	7
ØVRIGE	8
9. KLASSE OPSTILLER EN HYPOTESE	8
PRÆSENTATION	8
MATERIALELISTE	8
EKSTRA AKTIVITETER	8
REFERENCER	9
OM NATURVIDENSKABERNES HUS	10

Lærervejledning

FIMME

	7. klasse	8. klasse	9. klasse
Formål	Introducere eleverne til vindenergi og hvordan vind kan omsættes til elektrisk energi.	Forstå hvordan vindmøllens design påvirker energiproduktionen.	Undersøge sammenhængen mellem forskellige variabler og vindmøllens effekt.
Indhold	Vindenergi, omsætning af vind til elektrisk energi, antal vinger	Vindenergi, pitch på vinger, vindmøllens design	Vindenergi, vindstyrke, pitch, antal vinger, gearing, belastning
Metode	Undersøgelserbaseret læring, variabelkontrol		Hypoteseopstilling, undersøgelsesbaseret læring
Materialer	Vindmøllekit, ventilator, voltmeter	Vindmøllekit, ventilator, voltmeter, vinkelmåler	Vindmøllekit, ventilator, voltmeter, anemometer, belastningsmoduler
Evaluering	Præsentation af resultater og diskussion af forbedringer		Præsentation af resultater, hypoteseopstilling og diskussion af forbedringer

Lektioner

Forløbet strækker sig over seks lektioner inkl. besøg ved *Afrika i Bjerringbro*. Eleverne skal arbejde med vindenergi. Elevaktiviteterne er alle forslag til, hvad du som lærer kan vælge at inddrage i forløbet. Eleverne kan vælge at lave alle elevaktiviteterne eller blot nogle af aktiviteterne. Vi anbefaler, at eleverne arbejder i grupper af 2-3 elever.

FN's 17 Verdensmål

I forløbet kan du inddrage FN's 17 Verdensmål. Vi henviser til links, hvor der kan arbejdes med primært Verdensmål nr. 6 *Rent vand og sanitet*, men også nr. 1, 2, 3, 7 og 9. Det kan gøres fælles på klassen.

Det er vigtigt, at der er fokus på elevernes handlekompetence, så eleverne oplever, at de kan handle og gøre en forskel (også i det små) på de udfordringer og problemer, som verden står overfor, f.eks. fattigdom, sult, sundhed og trivsel samt bæredygtig energi. Fælles på klassen kan du have en dialog med eleverne om deres kendskab til og eksistensen af FN's 17 Verdensmål og specielt med fokus på Verdensmål nr. 6.

Links

- FN-Byen i København (webinærer, opgaver, spil og plakater) <https://un.dk/da/>
- FN's Verdensmål for bæredygtig udvikling <https://www.verdensmaalene.dk/fakta/verdensmaalene>
- Hele verden i skole <https://heleverdeniskole.dk/>
- Verdens bedste nyheder (nyhedsartikler om mennesker, teknologi og kloden) <https://verdensbedstenyheder.dk/>
- Verdenstimen (sæt Verdensmål på skoleskemaet) <https://www.verdensmaal.org/verdenstimen>
- Kommunikationsmateriale (gratis plakater, logoer og meget andet, som du kan hænge op i klassen) <https://www.verdensmaal.org/materialer>

Opgaver med faglig progression

Der er udarbejdet et forslag til en overordnet opgave, som eleverne i klassen kan arbejde med. Der er indtænkt en faglig progression i opgaverne og elevaktiviteterne:

- 7. klasse: Design den mest effektive vindmølle
- 8. klasse: Design og test den mest effektive vindmølle med tre vinger
- 9. Klasse: Design en undersøgelse der viser, hvordan vindmøllens effekt afhænger af vindstyrke, pitch, antal vinger og belastning

Til forløbet er der FØR-UNDER-EFTER aktiviteter. Det er vist i nedenstående skema. Der er udarbejdet forslag til forskellige elevaktiviteter (nr. 1-9) til forløbet. Du kan vælge at eleverne skal bruge elevaktiviteterne som stilladsering til at løse deres opgave, hvor eleverne arbejder undersøgende men guides igennem elevaktiviteten. Eller du kan lade opgaven være helt åben, hvor eleverne arbejder induktivt og undersøgende med deres opgave.

Nedenstående skema viser et overblik over alle elevaktiviteterne i forløbet.

Vælg de aktiviteter som passer til dine elever.

Før besøg	Besøg ved Afrika i Bjerringbro	Efter besøg
Film fra Bagamoyo – se litteraturlisten	Elevaktivitet 5: Opsætning af vindmølle	Præsentation af undersøgelse
FN 17. Verdensmål – se afsnit om FN's Verdensmål.	Elevaktivitet 6: Antallet af vinger	
Elevaktivitet 1: Vindenergi	Elevaktivitet 7: Pitch på vingerne	
Elevaktivitet 2: Omsætte vind til elektriske energi	Elevaktivitet 8: Gearing på vindmøllen	
Elevaktivitet 2: Modellering af energiomdannelse	Den mest effektive vindmølle - Elevaktivitet 9	
Elevaktivitet 3: Sammenligning af kort over vindhastigheder		
Elevaktivitet 3: Fordele og ulemper ved vindenergi i Danmark og Tanzania		
Elevaktivitet 4: Opbygning af en vindmølle		
Vælg og gennemgå opgave med eleverne		

Elevaktiviteter og opgaver findes her: [Vindmølle design - Elevaktiviteter](#)

Før besøg

Du vil finde elevaktiviteter og gode råd og opmærksomhedspunkter til at støtte elevernes undersøgende aktiviteter. Dette vil hjælpe dig til at facilitere forløbet og sikre, at eleverne får højst muligt fagligt udbytte. Til forløbet er der lavet en FØR / Forberedelse af forløb med en introduktion som er en lille tekst, refleksions spørgsmål samt nogle elevaktiviteter (nr. 1 - 4). De kan bruges til alle klassetrin i udskolingen.

Der er lavet nogle små korte film om vandprojektet i Bagamoyo som eleverne kan se som intro til forløbet. Links til film findes i litteraturlisten.

FN´s 17 Verdensmål kan inddrages i introduktionen til forløbet. Se afsnit om FN Verdensmål.

Til elevernes researchfase kan de bruge internettet samt de fagbøger og materialer, som de er vant til at bruge.

Der er udarbejdet tre opgaver til hver sit klassetrin, hvor der er en faglig progression.

Eleverne kan i opstarten af forløbet arbejde med:

- Film fra Bagamoyo – se litteraturlisten
- FN 17. Verdensmål – se afsnit om FN´s Verdensmål.
- Vindenergi – se Elevaktivitet 1
- Omsætte vind til elektriske energi – se Elevaktivitet 2
- Modellering af energiomdannelse – se Elevaktivitet 2
- Sammenligning af kort over vindhastigheder – se Elevaktivitet 3
- Fordele og ulemper ved vindenergi i DK og Tanzania – se Elevaktivitet 3
- Opbygning af en vindmølle – se Elevaktivitet 4
- Vælg og gennemgå opgave med eleverne – se afsnit Opgave med faglig progression.

Opmærksomhedspunkter til forberedelse:

Elevaktivitet 1	<p>Eleverne skal tjekke dagens CO₂-udledning i DK. De kan bruge hjemmesiden www.energinet.dk. Fokuser her på energiomdannelse og forsyningsnettet. Du kan lade eleverne overveje, hvor i Danmark, der er flest vindmøller og hvorfor.</p> <p>De skal reflektere over hvorfor vand-projektet i Bagamoyo betyder liv for befolkningen. Se filmen fra Bagamoyo. Der kan samtales om, hvilke vedvarende energikilde eleverne kender til i forvejen, og hvilke fordele og ulemper, der er ved hver af energikilderne.</p>
Elevaktivitet 2	<p>Handler om vindenergi. Eleverne skal starte med at se filmen <i>El fra vindmøller</i>, der er lavet af Energi-museet. Film fortæller, hvordan vind omsættes til elektriske energi.</p> <p>Eleverne skal bruge deres modelleringskompetence til at fremstille om model af energiomdannelsen fra vind til elektriske energi. Der er hjælpeord som de kan bruge, og nogle af hjælpeordene har samme betydning. Det forudsættes at eleverne kender til forskellige energiformer.</p>
Elevaktivitet 3	<p>Eleverne skal aflæse vindhastigheder på to vedlagte kort - kort fra DK / Bjerringbro viser 8,06 m/s og kort fra Tanzania / Bagamoyo der viser 5,44 m/s. I skemaet skal eleverne skrive fordele og ulemper på de to bestemte steder + et selvvalgt sted i verden. De kan bruge den interaktive hjemmeside Global Wind Atlas. Til sidst skal de reflektere over om det er en god ide at opsætte vindmøller i Bagamoyo.</p>
Elevaktivitet 4	<p>Eleverne skal undersøge, hvordan en vindmølle er opbygget. Der kan snakkes om hvad eleverne ved i forvejen om hvad der mon er indeni en vindmølle. De kan søge på nettet for at få viden. I skemaet står forskellige vindmølledele og eleverne skal beskrive funktionen af delen. Sidste del viser en tegning af en vindmølle indeni og eleverne skal forbinde ord med del på tegningen med en streg.</p>

Besøg ved Afrika i Bjerringbro

Eleverne kommer på besøg i *Afrika i Bjerringbro*, hvor de skal lave elevaktivitet nr. 5 – 9.

Mens eleverne undersøger den mest effektive vindmølle udfylder de ark med hypoteser, undersøgelsesresultater og forbedringsforslag.

Eleverne kan til opgaven anvende elevaktiviteterne nr. 5 - 9

- Elevaktivitet 5: Opsætning af vindmølle
- Elevaktivitet 6: Antallet af vinger
- Elevaktivitet 7: Pitch på vingerne
- Elevaktivitet 8: Gearing på vindmøllen
- Elevaktivitet 9: Den mest effektive vindmølle

I elevaktiviteterne er der forskellige undersøgelser, hvor der er variable:

- Antal vindmøllevinger
- Vindmøllevingernes pitch (vinkel)
- Vindhastighed
- Gearing
- Vindretningen på ventilatoren er en variabel, som eleverne også kan være opmærksom på

Alle elevaktiviteterne findes her: [Vindmølle design - Elevaktiviteter](#)

Opmærksomhedspunkter til elevaktiviteter:

Elevaktivitet 5	Eleverne skal have et vindmøllekit, så de kan lave en opsætning af vindmøllen. Denne opsætning skal bruges til de næste elevaktiviteter. Ledningerne fra vindmøllen skal tilsluttes rigtigt til pluspol og minuspol. Dette kan ikke ses på de blå ledninger. Hvis eleverne ikke kan få voltmeter og modulerne til vindmøllerne til at virke, kan det være årsagen. Byt rundt på ledningerne.
Elevaktivitet 6	Eleverne skal lave forsøg med 2, 3 og 6 vinger. De skal helst finde frem til at en vindmølle med tre vinger er den mest optimale.
Elevaktivitet 7	Handler om pitch på vingerne og det kan det være svært for eleverne at måle vinklen helt præcist. Her kan de også prøve sig frem med cirka vinkler. I den sidste måling kan eleverne selv bestemme pitch på vingerne. De skal huske, at det er vinklen i forhold til vindretningen.
Elevaktivitet 8	Handler om gearing på vindmøllen, hvor eleverne skal lave forsøg med gearing 1:1, 1:3 og 3:1. De to tandhjul af samme størrelse skal bruges til forsøget med gearing 1:1. Det lille tandhjul og det sorte tandhjul skal bruges til de to andre gearinger. Der kan snakkes om, hvad forholdsregning betyder og hvilken betydning det kan have for effekten.
Elevaktivitet 9	Eleverne skal designe den mest effektive vindmølle ud fra deres viden fra de forrige elevaktiviteter. Eleverne skal være opmærksom på variable og kun teste en variabel ad gangen.

Efter besøg

For hver undersøgelse i elevaktiviteterne er der til sidst lavet en opsamling som spørgsmål, for at eleverne skal reflektere over deres resultater af undersøgelsen. Herunder hvad de kunne gøre anderledes i undersøgelsen for at få et bedre resultat. Eleverne kan bruge disse spørgsmål i deres præsentation.

Øvrige

9. klasse opstiller en hypotese

Eleverne skal i 9. klasses opgaven opstille en hypotese på den mest effektive vindmølle. De skal herefter bygge vindmøllen og teste den.

Brug evt. dette hjælpeark til eleverne: **Opstil en hypotese:** <https://nvhus.dk/wp-content/uploads/2023/02/Engineering-Designproces-Undersoeg-Opstil-en-hypotese.pdf>

Præsentation

Hver opgave afsluttes med at eleverne laver en præsentation af opgaven og deres resultater for hinanden. I kan vælge at bruge præsentation af opgaven som EFTER / afslutning på forløbet og/eller som evaluering af elevernes arbejde. Der er i opgaven ikke lagt op til en bestemt form for præsentation. Det kan evt. aftales mellem dig og dine elever. På www.skoletube.dk er der adgang til flere af følgende forslag til et format til en præsentation: stop-motion film, paneldebat, kampagne, spil, animation, podcast, interaktiv billed-map, think-link, lydoptagelse, QR-kode-løb m.m.

Brug evt. dette hjælpeark til eleverne: **Den gode præsentation** <https://nvhus.dk/wp-content/uploads/2023/02/Engineering-Designproces-Praesentere-Den-gode-praesentation.pdf>

Materialeliste

- EcoStyle Wind Turbine kit <https://www.ecostyle.co.uk/shop/p/wind-turbine-kit>
- Bordventilator. 60 cm diameter. Tretrins regulering.
- Moduler – LED, Buzzer, motor (belastningsboks)
- Anemometer (digital vindhastighedsmåler)
- Målebånd
- Vinkelmåler
- iPad eller mobiltelefon
- Malertape

Ekstra aktiviteter

- Eleverne kan finde ud af, hvor meget elektricitet en vindmølle kan producere. De kan desuden undersøge vindmøllens effekt ved sætte forskellige moduler der hører til vindmøllekit til vindmøllen (LED, Buzzer og blæser)
- Eleverne kan undersøge, hvordan udviklingen inden for vindmøller ser ud i Danmark. De kan desuden undersøge placering af vindmølleparker i Danmark.
- Eleverne kan bygge deres egen vindmølle
- Eleverne kan udarbejde en anbefaling til en vindmølleproducent på en god vindmøllebygning på baggrund af deres undersøgelser

Referencer

Film fra Afrika

En Dag i Bagamoyo: <https://youtu.be/lxQx7s3Cs7w?si=IrczByF5ImPcNPEc>

RATA-skolen: <https://youtu.be/qiEx3Gh1ht4?si=chKhGOvghcd7bpkM>

Sundhedsklinikken: <https://youtu.be/v0JnStPYza0?si=EZsRCSHiiDp8sOS->

Køkkenhaverne: https://youtu.be/uroX5jgR7Ag?si=7yi8wPRQI7N_KsGB

Film fra Bjerringbro

Afrika i Bjerringbro: <https://youtu.be/46JM2IEUt8A?si=iEmuku0RkENXUr7G>

Andet relevant materiale

Hvor kommer energien fra?

<https://sustainable.dk/folkeskole/groen-energi-2-hvor-kommer-energien-fra/>

Byg en vindmølle

<https://www.experimentarium.dk/klima/byg-din-egen-vindmoelle>

<https://skoven-i-skolen.dk/aktiviteter/byg-en-vindmoelle>

https://engineerthefuture.dk/media/kvrfc2p4/verdens-bedste-vindmoelle_elevark.pdf

Mål på en vindmølles effektivitet

<https://www.experimentarium.dk/klima/din-vindmoelles-effektivitet>

Vindmølle undervisningsmaterialer fra www.vindskolen.dk

Power-to-X; Energimuseet <https://energimuseet.dk/power-to-x-hydden/>

Bæredygtig Energi - Brint

Et undervisningsmateriale om energiens vej fra vind og sol til grøn brint Udarbejdet af Hydrogen Valley/CEMTEC og Line G. Vetter, Rosendalskolen i Hobro Kontakt ved ønske om virksomhedsbesøg: Anne-Louise Skov Jensen, alsj@hydrogenvalley.dk, tlf. 2154 6848 Søren Bjerregaard, soeren@hydrogenvalley.dk, tlf. 2027 9242

Energiforsyning nu og i fremtiden

Udarbejdet for Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber af Christina Virklund, Københavns Professionshøjskole

Fra grøn strøm til grønne brændstoffer.

https://baeredygtighed.dtu.dk/teknologi/power-tox?fbclid=IwAR2t_s-z1H6hQXX1oVldqzZC3tJEf8wVFW2gJWQ_keCzpF-oSdkeZEjTYu8

Energi på lager

Undervisningsmateriale til fysik/kemi af Elisabeth Wulffeld og Anne Hansen, Danmarks Tekniske Universitet <https://www.energi.case.dtu.dk/>

Inspirationskataloger fra UVM: Systemtænkning i vedvarende energi

Vedvarende Energi (7. klasse): <https://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien/systemtaenkning-i-vedvarende-energi/systemtaenkning-i?b=t5-t1580-t4950>

Energiforsyningen nu og i fremtiden (8. klasse)

https://emu.dk/sites/default/files/2021-02/gsk_naturvidenskabsstrategien_ny%20viden_Tema%204_inspirationenkatalog_8.%20klasse.pdf

Biobrændsel & Fremtiden (9. klasse)

https://emu.dk/sites/default/files/2021-02/gsk_naturvidenskabsstrategien_ny%20viden_Tema%204_inspirationenkatalog_9.%20klasse.pdf

Om Naturvidenskabernes Hus

Naturvidenskabernes Hus inspirerer unge til at vælge en uddannelse inden for naturvidenskab, teknologi, it eller håndværk. Naturvidenskabernes Hus står bag et landsdækkende netværk af virksomheder og uddannelsesinstitutioner - og udvikler i samarbejde med dem blandt andet virksomhedscases, som har til formål at bringe skoler og virksomheder tættere sammen gennem virksomhedsrelaterede opgaver.

Læs mere på www.nvhus.dk