

Program for besøg på Poul la Cour

(Fællesfaglig fokusområde: Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan)

Fælles opstart			
60 minutter	<ul style="list-style-type: none"> • historien • film (kan med fordel ses hjemmefra) • rundvisning • opstart af elektrolyse (1 elev udvælges til at opsamle data løbende) (se måleskema 1.1.1) 		
	Stationer	Forsøgsbeskrivelse	Faglige begreber
30 minutter	Brint	Elektrolyse med brændselscelle. (se måleskema 1.1.2) Brændselscellens el-effekt. (se måleskema 1.2)	Effekt, spænding, strømstyrke, elektrolyse, volumen/rumfang, tidsmåling
30 minutter	Vindtunnel	Power-kurve, med forskellige antal vinger (2,3,4,6) (Måleskema 2 Excel indtastning)	Effekt, vindhastighed, omdrejninger,
30 minutter	Solfanger (kunstigt lys)	Opvarmning af vand i en solfanger solintensitet= watt/m ² (Måleskema 3)	Temperaturstigning, mængdeflow, tid, solintensitet, Watt, virkningsgrad, areal
30 minutter	Solcelle	Belysning af solcelle med kunstigt lys. Finde optimal belastning (antal pærer) Beregning af cellens virkningsgrad, i forhold til indfaldsvinkel. (Måleskema 4)	lysindfaldsvinkel, effekt, solintensitet, areal, omregning
30 minutter	Hejsemølle	Omdanne vindenergi til potentiel energi med beregning af maksimaleffekten. (Måleskema 5)	Potentielt og kinetisk energi, vindhastighed, masse af lod, tyngdeacceleration
30 minutter	Bølgeenergi	Undersøge bølgekraften ved at måle på en flyders lodretgående bevægelse ved forskellig belastning. Elektronisk opsamling af bølgeformen (ved ultralyd) (Måleskema 6)	Amplitude(bølger), frekvens, periode mekanisk energi, masse, højde, periodetid
30 minutter	Udstilling 1 +2	(Spørgeskema 7) (Spørgeskema 8)	
Afslutning			
<ul style="list-style-type: none"> • afrunding • databehandling (evt. på skolen) 			

Anbefalinger

Grupper: maks 4 elever i en gruppe, optimal 2 pr gruppe.

Ved kortere tid skal man på forhånd vælge nogle stationer ud, og meddele hvilke stationer man ønsker at eleverne skal igennem.

Eleverne: skal selv medbringe computere, og skriveredskaber m.m.

Lærer: USB stik

Formelt

Kompetencer: undersøgelseskompetence og modelleringskompetence

Videns- og færdighedsmål:

- Eleven kan undersøge transport og lagring af energi i naturgivne og menneskeskabte processer
- Eleven har viden om energiforsyning
- Eleven kan vurdere ændring i energikvalitet ved energiomsætninger i samfundet
- Eleven har viden om energiressourcer og energikvalitet
- Eleven kan undersøge energiomsætning
- Eleven har viden om energiformer
- Eleven kan identificere energiomsætninger i den nære omverden
- Eleven har viden om energikilder og energiomsætning ved produktion og forbrug

Læringsmål:

- eleven kan indsamle, bearbejde og analysere data opsamlet på Poul la Cour museet
- eleven kan arbejde undersøgende og selvstændigt
- eleven kan indgå i gruppens arbejde på de forskellige forsøgsstationer
- eleven har indsigt i udviklingen af teknologien i vindmøllens historie
- eleven, kan på baggrund af forsøgene, vurdere forskellige vedvarende energikilder.

Kriterier:

at eleven kan

- forklare, hvordan elektrolyse af vand kan give energi til en brændselscelle
- forklare, hvilken betydning antallet af vinger har for effekten
- beskrive sammenhængen mellem solintensitet og effekt
- beskrive sammenhængen mellem solens indfaldsvinkel og cellens virkningsgrad
- forklare hvad belastningen betyder for bevægelsen ved bølgekraft
- beskrive energiomsætninger ved hejsemøllen

Måleskema 1.1.1
Brint
Elektrolyse Fe og NaOH

Kontroller at strømmen er konstant, reguler evt.
I = 0,3A = 300mA

Måles hver 2. minut

Klokken	Tid, t (sek)	H ₂ (ml)	O ₂ (ml)	U (volt)	I (A)	E (J)
	0	0	0		0,3	
					0,3	
					0,3	
					0,3	
					0,3	
					0,3	

Den tilførte energi beregnes ved:

$$E = U * I * t \text{ (Joule)}$$

Beregn produktionen i ml/sek eller ml/h af henholdsvis H₂ og O₂ ud fra slutværdierne:

$$H_2 \text{ (ml) / t (sek) =}$$

$$O_2 \text{ (ml) / t (sek) =}$$

Beregn udbyttet ved (brug slutværdierne):

$$H_2 \text{ (ml) / E (J) =}$$

Måleskema 1.1.2
Brint
Elektrolyse med brændselscelle

Måles hvert minut.

t (sek)	U (Volt)	I (Ampere)	H₂ (ml)	E (J)
0		0,4	0	
		0,4	10	
		0,4	20	
		0,4	30	
		0,4	40	
		0,4	50	
		0,4	60	
		0,4	70	
		0,4	80	

Beregn den tilførte energi i Joule ved:

$$E = U * I * t \text{ (Joule)}$$

Beregn H₂ udbyttet

$$H_2 / t \text{ (ml/sek) (brug slutværdier)}$$

Beregn O₂ udbyttet

$$O_2 / t \text{ (ml/sek) (brug slutværdier)}$$

Beregn H₂ udbyttet i forhold til energiforbruget (brug slutværdier):

$$H_2 \text{ (ml)} / E \text{ (J)} =$$

Måleskema 1.2
Brint
Brændselscellens el-effekt

Belastning R (Ohm)	U (Volt)	I (Ampere)	P (Watt)
10,6			
9,6			
8,6			
7,6			
6,6			
5,6			
4,6			
3,6			
2,6			
1,6			
0,6			

De 0,6 Ohm stammer fra kontaktmodstand i kredsløbet

Mål spændingen, U, og strømstyrken, I, ved forskellige belastninger, R, og beregn effekten, P.

Effekten P i (Watt) udregnes ved:

$$P = U * I \text{ (Watt)}$$

Ved hvilken belastning er P størst?

Vindtunnelkombinationer

Forskellige kombinationer afprøves af klassen. For at få så mange som muligt, printes dette skema og lægges ved vindtunnelen, så eleverne kan krydse af deri.

Kombinationer:

- antal vinger 6 og 2 - 6 og 3 - 6 og 4 eller andre kombinationer

Antal vinger	Vi har prøvet disse kombinationer (skriv jeres navne)
6 og 2	
6 og 3	
6 og 4	

Måleskema 3 Solfanger

Afmålt mængde vand: m i kg	1,0
Starttemperatur i grader på vandet: T_{start}	
Sluttemperatur i grader på vandet: T_{slut}	
Tiden, t, i sekunder gennem solfangeren:	
Konstanten c målt i J / (Kg*grad) =	4190
Energien, E, udregnes i Joule ved $E = m * c * (T_{slut} - T_{start})$	
Effekten, $P_{solfanger}$, i Watt udregnes ved $P_{solfanger} = E / t$	

Mål solintensitet, Q, med lysindstrålingsmåleren i mV.	
Beregn lysindstrålingen, S, i Watt/m ² ved $S = (Q / 143) * 1000$	
Mål arealet, A, af solfangeren i m ²	
Beregn den indstrålede effekt, den energi som solfangeren modtager pr sek. $P_{indstråling} = S * A$	

Solfangerens nyttevirkning/virkningsgrad udregnes $n = P_{solfanger} / P_{indstråling} * 100 \%$	
---	--

Solfanger

Hvis solen/lampen er tændt, sluk for den og hæld en liter vand gennem solfangeren, så den køles ned.

Fyld litermålet op til en liter og mål temperaturen. Tænd solen og start stopuret. Hæld langsomt vandet gennem solfangeren og opsaml det i det andet litermål. Mål temperaturen der. Hvis temperaturen ikke er nået ca. 38° , hældes det opvarmede vand gennem solfangeren igen indtil temperaturen på 38° er nået. Stop uret og noter tiden.

Sluk for solen.

Husk at måle solintensiteten og beregne solfangerens areal.

Når solintensitetsmåleren viser 143 mV, er indstrålingen 1000 W pr. m^2 . Det svarer til solens indstråling på en skyfri dag (målt vinkelret på solens stråler).

Måleskema 4 Solcelle

Undersøg, ved hvilket antal pærer, effekten bliver størst ved 90°

Antal pærer	U (Volt)	I (Ampere)	$P_{\text{solcelle}} = U \cdot I$ (Watt)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Beregning ved max-effekten:

Mål solintensitet, Q, med lysindstrålingsmåleren i mV.	
Beregn lysindstrålingen, S, i Watt / m ² ved $S = (Q / 143) \cdot 1000$ (se teksten nedenfor)	
Mål arealet, A, af solcellen i m ²	
Beregn den indstrålede effekt, den energi som solcellen modtager pr sek. $P_{\text{indstråling}} = S \cdot A$	

Solcellens nyttevirkning/virkningsgrad udregnes $n = P_{\text{solcelle}} / P_{\text{indstråling}} \cdot 100 \%$ (anvend den største P-værdi fra det første skema)	
--	--

Når solintensitetsmåleren viser 143 mV, er indstrålingen 1000 W pr. m². Det svarer til solens indstråling på en skyfri dag (målt vinkelret på solens stråler).

Undersøg, ved hvilket antal pærer, effekten bliver størst ved 45°

Antal pærer	U (Volt)	I (Ampere)	$P_{\text{solcelle}} = U * I$ (Watt)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Beregning ved max-effekten:

Sammenlign maksimaleffekten ved 45 grader med maksimaleffekten ved 90 grader ved at udregne det i %.

Undersøg, ved hvilket antal pærer, effekten bliver størst ved 60°

Antal pærer	U (Volt)	I (Ampere)	$P_{\text{solcelle}} = U * I$ (Watt)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Beregning ved max-effekten:

Sammenlign maksimaleffekten ved 60 grader med maksimaleffekten ved 90 grader ved at udregne det i %.

Hvis I ønsker at finde solcellens karakteristik, kan I benytte Excel-arket, der hedder: 'Solcellens karakteristik'

Måleskema 5 Hejsemølle

Tiden, t , og højden, h , måles fra startpunkt til slutpunkt

Energien udregnes ved: $E_{\text{pot}} = m * g * h$ (Joule). (Se skema)

Effekten udregnes ved: $P = E_{\text{pot}} / t$ (Watt). (Se skema)

Belastning m (kg)	Højde h (m)	Tid t (sek)	Potentiel energi, $E_{\text{pot}} = m * g * h$ (J)	Effekt $P = E_{\text{pot}} / t$ (W)
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			
	0,8			

$$g = 9,82 \text{ m/s}^2$$

Måleskema 6 Bølgeenergi

Vi vil finde den største effekt, vi kan få ud af bølgen

Varier belastningen, m , og aflæs amplitudens størrelse, h , og tiden for løftet, t , med hjælp af computeren ved bølgekarret

Amplitudens størrelse er afstanden fra minimum til maksimum

Energien udregnes ved: $E = m * g * h$ (Joule). (Se skema)

Effekten udregnes ved: $P = E / t$ (Watt). (Se skema)

Bemærk: Måleværdierne er svære at bestemme her!

Belastningen m (kg)	amplitude h (m)	Tid t (sek)	Energi $E=m*g*h$ (J)	Effekt P (W)

$$g = 9,82 \text{ m/s}^2$$

Spørgeskema 1: Teknologihistorie/Det ottekantede rum/På loftet

1881-1896 Hvad blev møllerne fra Esbjerg Jernstøberi og Maskinfabrik brugt til?

1891-1900 Hvad er "kratostatens" funktion?

1896-1901 Hvilken af de to plader - 1) den buede og knækkede eller 2) den plane - er bedst?

1918-1926 Hvor stort vingemål og hvor stor effekt (kW) havde den første mølle, som var tilsluttet el-nettet (Agricco)?

1957-1967 Hvilke sikkerhedsforanstaltninger blev lavet ved Gedsermøllen?

1957-1967 Hvilke nøgleord kendetegner Gedsermøllen?

1957-1967 Hvad blev Gedsermøllen omtalt som uden for Danmark?

1975-1978 Hvorfor begyndte man at interessere sig for vindkraft igen i 70'erne?

1990-2000 Hvor mange gange større er rotordiameter og effekt blevet fra 1980-2005?

2010-2012 Hvorfor blev der placeret 3 vindmøller på stranden ved Hvide Sande?

Spørgeskema 2: “Moderne vind” udstilling i garagen. Teksterne med “fed” er planchernes overskrifter

Vindmøllens hoveddele: Hvor meget vejer en vinge på den viste mølle?

Offshore-fundamenter: Hvad skal man tage hensyn til, når man laver fundamenter?

Aerodynamikken for en vinge: Hvorfor bevæger vingen sig, når vinden passerer?

Hvad er oversiden på den øverste tegning (venstre eller højre side)?

Blæs med hårtørreren på oversiden af papiret - hvad sker der?

Elsystemets udfordring: Hvornår skal 100 % af energiforbruget i Danmark være dækket af vedvarende energi?

Siemens møllemodel - tryk på knapperne: Find ud af, hvilken funktion de 9 udtryk har på møllen ved at kigge på resten af udstillingen.

Fif: sammenlign med den lille rødlige mølle, som står på gulvet.

Begreber:

Navn	Betegnelse	Enhed
Effekt	P	W
Spænding	U	V
Strømstyrke	I	A
Energi	E	J
Tid	t	s
Volumen/rumfang	V	ml
Hastighed	v	m/s
Masse	m	g/kg
Temperatur	T	°C
Areal	A	m ²
Solstyrke	Q	mV
Lysindstråling	S	W/m ²
Tyngdeacceleration	g	m/s ²
Højde	h	m
Potentiel energi	E _{pot}	J

Før besøget anbefales det at arbejde med:

Kendskab til de begreber, eleverne vil møde, samt til beregningerne, som præsenteres i materialet.

Energiformer.

Energiomsætning.

Energikilder.

Evt. se filmen om Poul la Cour (alle skoler i Vejen Kommune har fået den).

Filmen varer 26 minutter.

Under besøget vil I stifte bekendtskab med:

Vindmøllehistorien i Danmark

Energi fra flere forskellige kilder:

- vind
- sol
- bølger
- brint

Omsætning af energi

Ideer til efterbehandling:

Evt. videre bearbejdning af resultaterne fra forsøgene.