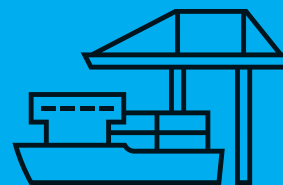


HAVNEN TRÆK ET TON



LÆRERVEJLEDNING

7.-9. klasse

Fysik/kemi

Varighed ca. 5 lektioner, ca. 1 time under besøget

Emneord

Kraft, bevægelse, arbejde, friktion, energi,
modelleringskompetence, Newtons love, teknologi,
maskineri, transport, CO₂, brændstof, forurening

Træk et ton. Lærervejledning

Udarbejdet af Experimentarium og Københavns Professionshøjskole
i samarbejde med Pilot Film
© Experimentarium 2018

EXPERI MENT ARIUM

Forfattere

Morten Philipps og Thomas Dyreborg Andersen/Københavns Professionshøjskole

Faglig konsulent

Poul Kattler/Experimentarium

Redaktion

Pia Maria Lie/Experimentarium
Morten Philipps og Thomas Dyreborg Andersen/Københavns Professionshøjskole

Grafisk tilrettelæggelse

Anne Kjeldsen/Experimentarium
Frøken Madsen

Evaluering og test af forløbet

Morten Philipps og Christian Mathias Gulmann

www.experimentarium.dk

Fri kopiering til undervisningsbrug

Undervisningsmaterialet er støttet af

A.P. Møller og Hustru Chastine Mc-Kinney Møllers Fond til almene Formaal,
A.P. Møller - Mærsk Gruppen, Den Danske Maritime Fond, Lauritzen Fonden,
Hempel Fonden, TORM Fonden og D/S Norden // D/S Orients Fond

INDHOLDSFORTEGNELSE

INDLEDNING	3
FORMÅL	3
METODE	3
Spørgeskema før, under og efter	3
MÅL	4
Fælles mål	4
Læringsmål	4
ORGANISERING OG LÆRERENS ROLLE	4
FØR BESØGET	5
Hypotesedannelse	5
Fysisk formel for arbejde	5
UNDER BESØGET	6
Udregning af energiforbruget	6
EFTER BESØGET	7
Analoge Newtonmetre	7
Digitale Newtonmetre	7
BAGGRUNDSVIDEN	8
De tre modeller	8
Transportmidlets typiske værdi	10
INSPIRATION TIL FLERE ØVELSER	11
DR/skole	11
Clio Online	11
Gyldendal	11

INDLEDNING

Undervisningsforløbet til **Træk et ton** i udstillingen Havnen består af:

- en video, der introducerer udstillingen Havnen, som aktiviteten **Træk et ton** er en del af.
- en video der introducerer eleverne for den problemstilling, som de skal arbejde med i **Træk et ton**.
- et spørgeskema, der skal udfyldes af eleverne før, under og efter besøget på Experimentarium. Her bruges enten Google-spørgeskema eller pdf-spørgeskema.
- denne lærervejledning.

FORMÅL

I **Træk et ton** kan eleverne måle deres energiforbrug, når de flytter et ton gods på modeller af et tog, en lastbil og en båd.

Formålet med arbejdet er, at eleverne forstår de forskellige transportformers egenskaber for transportsektoren, og fysikfagligt kan redegøre for og vurdere, hvorledes energien omdannes forskellige steder i de tre modeller.

Den største udfordring ved brug af de tre modeller er at lave det gode træk, aflæse og selv beregne energiforbruget pr. meter.

METODE

Undervisningsforløbet **Træk et ton** er inspireret af metoden Flipped Learning.

Den didaktiske tanke er, at video og spørgsmålene i spørgeskemaet stilladserer elevernes undren, læring og arbejdet med de konkrete opgaver før, under og efter besøget. Målingerne kan bringes med hjem i klassen til efterbehandling.

SPØRGESKEMA FØR, UNDER OG EFTER

Som lærer kan man vælge enten at printe spørgeskemaerne eller bruge de digitale spørgeskemaer, som eleverne kan besvare via mobilen. De digitale spørgeskemaer kræver, at lærere og elever på skolen har en Google-konto.

Læreren kan i Google-udgaven forholde sig til svarene løbende og på den måde sætte sig ind i elevforudsætninger, elevernes arbejdsindsats og gå i dialog med dem ud fra dette.

Det er muligt at ændre spørgsmålene i Google-skemaet, hvis du ønsker, at eleverne besvarer andre eller flere spørgsmål.

Eleverne udfylder skemaet løbende både før, under og efter besøget.

Du finder vejledning til brugen af Googleskemaet på Experimentariums hjemmeside under forløbet.

MÅL

FÆLLES MÅL

7.-9. klasse, fysik/kemi

Kompetenceområde: **Undersøgelse, Undersøgelse i naturfag**

- Eleven kan konkludere og generalisere på baggrund af eget og andres praktiske og undersøgende arbejde.
- Eleven har viden om kriterier for evaluering af undersøgelser i naturfag.

Kompetenceområde: **Modellering, Modellering i naturfag**

- Eleven kan vurdere modellers anvendelighed og begrænsninger.
- Eleven har viden om vurderingskriterier for modeller i naturfag.

Kompetenceområde: **Modellering, Energiomsætning**

- Eleven kan med modeller forklare energiomsætninger.
- Eleven har viden om naturgivne og menneskeskabte energikæder.

Kompetenceområde: **Perspektivering, Produktion og teknologi**

- Eleven kan vurdere en teknologis bæredygtighed
- Eleven har viden om teknologiers påvirkning og effekt på naturgrundlaget.

LÆRINGSMÅL FOR FORLØBET ET HAV AF VARER

- Eleverne skal kunne opstille en hypotese.
- Eleverne skal på baggrund af de tre modeller efterprøve deres hypoteser og vurdere sammenhængen mellem målinger og hypoteser.
- Eleverne skal kende sammenhængen mellem transportform og energiforbrug ved varetransport.
- Eleverne skal kunne redegøre for denne sammenhæng ud fra de tre transportformers forskelligheder.
- Eleverne skal kunne vurdere de tre modeller, som modeller af virkelighedens toge, lastbiler og skibe.

ORGANISERING OG LÆRERENS ROLLE

Som lærer er det dig, der står for forløbet før, under og efter besøget på Experimentarium. Som lærer kan du selv medvirke til, at alle elever får noget ud af besøget. Vær selv et godt eksempel ved at være nysgerrig, aktiv, spørgende og interesseret.

Du kan med fordel dele eleverne i grupper hjemmefra. Den bedste dynamik og refleksion kommer ved, at eleverne undersøger og diskuterer i mindre grupper (ca. tre i hver gruppe) ved hver af de tre modeller af henholdsvis lastbil, tog og skib. Alle elever skal notere individuelt i spørgeskemaet.

Det er hensigtsmæssigt at lade en gruppe ad gangen lave undersøgelser i hver af de tre modeller. Du kan evt. hjemmefra lave en turnusordning for undersøgelserne. Det tager ca. 20 minutter for en gruppe at gennemføre alle tre modeller.

Når I skal gennemføre opgaverne undervejs i besøget, skal I være opmærksomme på, at der kan være mange i udstillingen. Derfor kan du med fordel lade eleverne lave det undersøgende arbejde undervejs, i eller som afslutning på jeres besøg.

FØR BESØGET

I kan med fordel se den første video sammen i klassen. Videoen introducerer Havnen og hjælper eleverne med at forstå, hvilken kontekst opstillingen **Træk et ton** optræder i.

I kan også se den anden video sammen. Den introducerer problemstillingen, som eleverne skal arbejde med på Experimentarium.

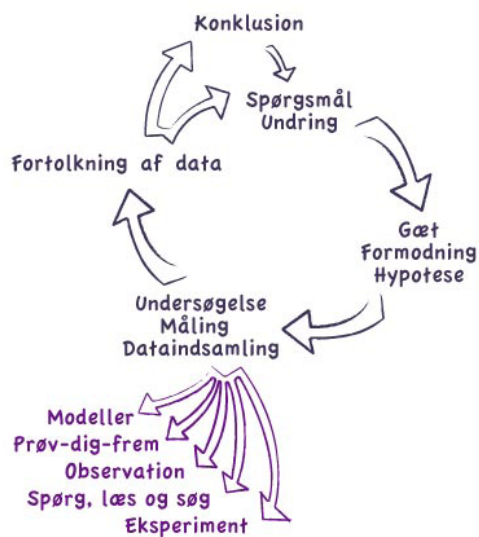
Eleverne skal have spørgeskemaet uddelt eller tilsendt, afhængigt af om I bruger papir eller Google-skemaet, og have tid til at udfylde før-delen inden besøget.

Du kan med fordel planlægge din undervisning ud fra de svar, eleverne giver både før, under og efter besøget.

HYPOTESEDANNELSE

En forudsætning for at eleverne kan gennemføre øvelserne er, at de tidligere har arbejdet med hypoteser. Hvis eleverne ikke er introduceret til hypotesebegrebet, kan man tage udgangspunkt i bogen "Metoder i naturfag – en antologi", som kan downloades på Experimentariums hjemmeside.

Bogen arbejder med den naturvidenskabelige metode og hypoteser ud fra MetodeLab-modellen:



S. Tougaard og Lene Kofod.

FYSISK FORMEL FOR ARBEJDE

Centralt for forståelsen af **Træk et ton** er arbejdsbegrebet:

$$A=F*s$$

(Arbejde = Kraft gange vej)

Denne formel er valgt, da den giver mulighed for at sammenligne de tre modeller; strækningen (s) et ton flyttes, kan aflæses på grafen.

Desuden er det interessant at få indblik i, hvor meget energi der bruges i de tre modeller, hvor de 1000 kg flyttes.

Hver af de tre modeller har monteret et Newtonmeter, der måler kraftpåvirkningen.

UNDER BESØGET



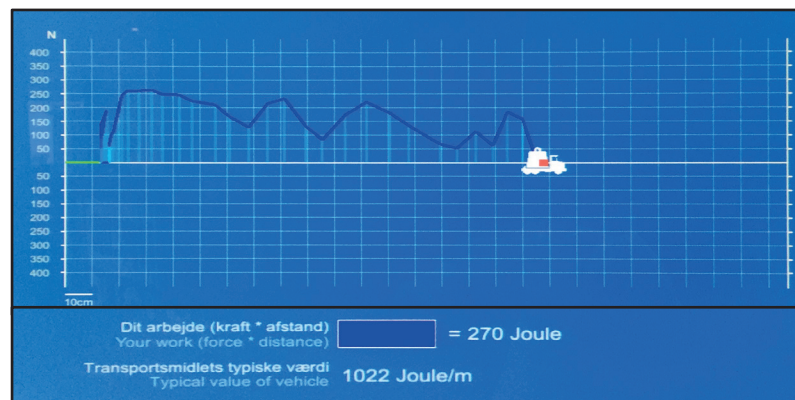
Træk et ton finder I i udstillingen Havnen på 1. sal.

Under besøget udfylder eleverne den del af spørgeskemaet, der har denne overskrift.

Under besøget skal du helst opholde dig nær de tre modeller. Eleverne skal selv undersøge og afprøve modellerne og reflektere over spørgsmålene, men nogle af dem kan have brug for at blive guidet, særligt i brugen af skærmene.

UDREGNING AF ENERGIFORBRUGET

Når eleverne skal udregne data i de tre modeller, vil de møde nedenstående skærbillede:



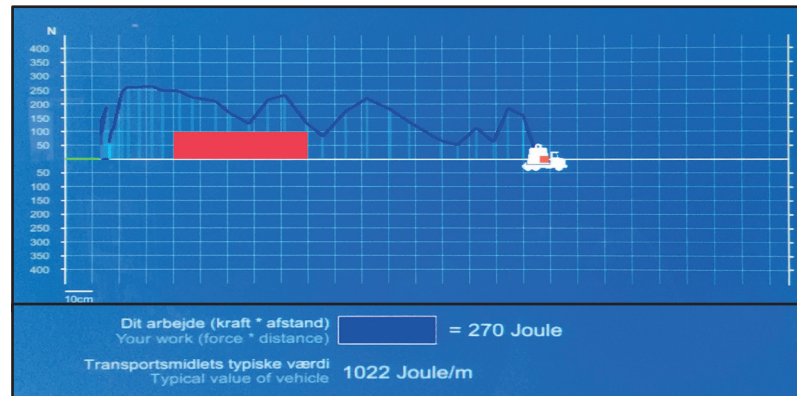
På Y-aksen er enheden Newton, og på X-aksen er enheden 10 centimeter. På den måde er der en sammenhæng mellem de tanker, som eleverne bliver præsenteret for i videoen i spørgeskemaet. Ved hjælp af skærbilledet kan eleven aflæse, hvor stort et arbejde der udføres i modellerne og kan sammenligne lastbil med tog og skib.

Eleverne skal ved hvert af de tre gennemførte forsøg tage et billede af skærmen (som skal sættes i "skolemode" ved tryk på knappen nederst til højre på skærmen).

Billedet af grafen giver eleverne mulighed for at beregne arbejdet ved hjælp af arealbestemmelse af grafen over kraft (Newton) som funktion af vej (Meter).

Hvert tern repræsenterer 50 Newton * 0,1 meter = 5 Joule. Ved at tælle tern får eleven mulighed for at komme frem til, hvor stort et arbejde det har krævet at flytte hver af de tre transportmidler. Dermed kan eleverne få data, der viser forskelle i energiforbrug, når de flytter et ton på tre forskellige måder.

I elevmaterialet bliver eleverne i et af de stilladserende spørgsmål spurgt om, hvor mange Joule et givent skraveret areal udgør (se side 8). Dette gøres for at styrke forståelsen af, at når man ganger kraft med vej, bliver produktet af de to et areal, som kan aflæses, og som udgør kraften. (her med rødt).



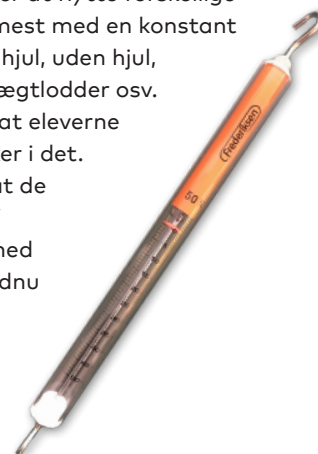
Den samlede kraft kan også aflæses på skærmen. I eksemplet er der udført et arbejde på 270 Joule i alt.

EFTER BESØGET

Hjemme på skolen vil det være oplagt at arbejde videre med arbejdsbegrebet.

ANALOGE NEWTONMETRE

Har skolen almindelige analoge Newtonmetre, er det oplagt at arbejde videre med at kvantificere, hvor meget det kræver at flytte forskellige genstande over en given strækning (det er nemmest med en konstant strækning). Eleverne kan fx flytte genstande på hjul, uden hjul, samme genstand påmonteret færre eller flere vægtlodder osv. Udfordringen i forhold til de tre modeller er her, at eleverne selv skal aflæse Newtonmeteret, mens de trækker i det. Læreren skal altså italesætte overfor eleverne, at de skal forsøge at aflæse en gennemsnitsmåling af kraften, hvilket giver anledning til en del usikkerhed i eksperimenterne, men dermed mulighed for endnu en samtale om modellers anvendelighed.



Analogt Newtonmeter

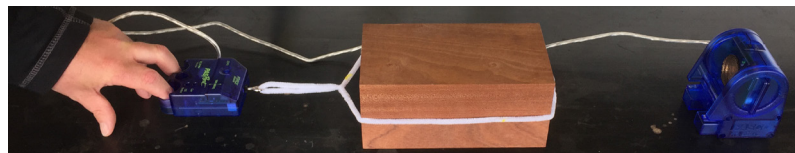
DIGITALE NEWTONMETRE

Har skolen adgang til elektronisk dataopsamlingsudstyr, fx PASCO som vist herunder, er det relativt let at anvende dette. Der skal bruges et Newtonmeter og en afstandsmåler samt et passende interface til at koble disse til en computer, eksempelvis et USB link.

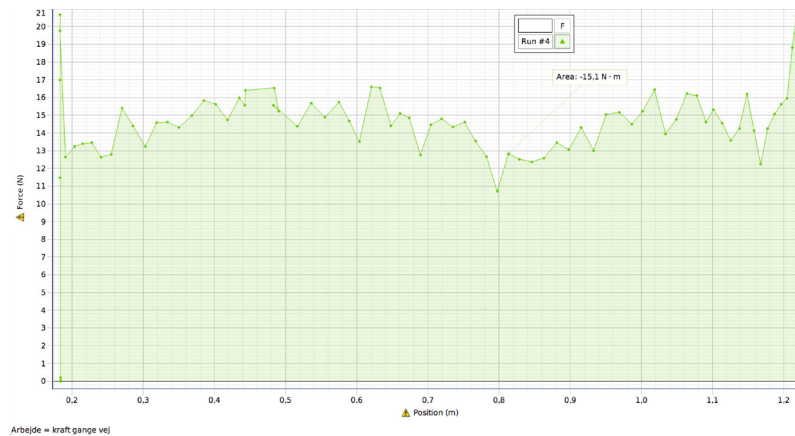
Bruges denne opsætning, er der på samme måde som på Experimentarium mulighed for at måle kraft og vej samtidig - og løbende - og dermed lave en graf, og måle arealet under denne, der viser, hvor stort arbejdet er.



Newtonmeter og afstandsmåler + 2 USB links fra PASC=.



En simpel opstilling med PASCO.



En måling foretaget med ovenstående opstilling med programmet "Capston."

BAGGRUNDSVIDEN

DE TRE MODELLER

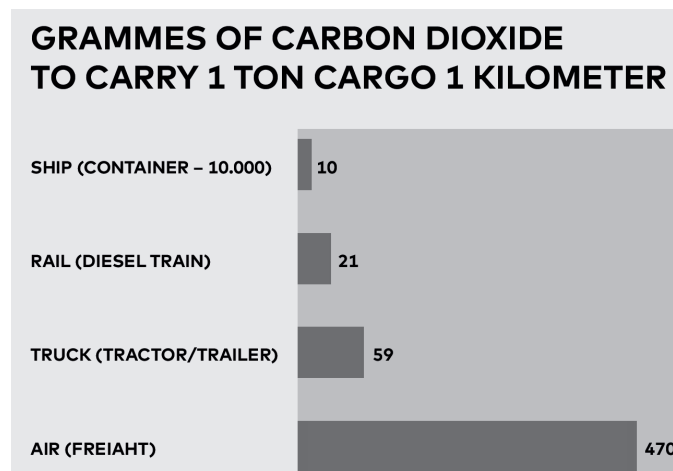
Når eleverne skal sammenligne de tre modeller, er det værd at holde sig følgende for øje:

LASTBILEN

Lastbilen har gummi hjul som deformeres, når godset flyttes. En del af den energi, eleverne tilfører systemet, omdannes især i hjulene til varme på grund af den friktion, der opstår i dækkene ved deformation.

Desuden vil eleverne opleve, at der af samme grund kræves en del kraft for at holde lastbilen i fart, selv når den er accelereret.

Lastbilen er altså den af de tre transportformer, hvor arbejdet er størst, når eleverne flytter den fra den ene ende til den anden. Dette stemmer godt overens med virkelighed

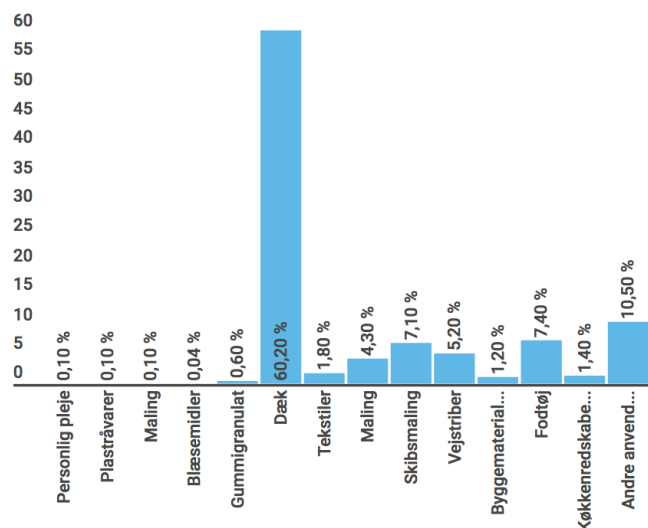


Figur 1: <http://www.worldshipping.org/>

TOGET

Toget kører på hjul, der er lavet af metal, og hjulene kører på skinner af metal, hvorfor deformationen af hjulene i praksis er nærmest ikke-eksisterende. Rullemodstanden i lejerne er sammenlignelig med den tilsvarende rullemodstand på biler. Derfor vil eleverne opleve, at denne transportform er betydelig lettere at flytte, hvilket passer godt m Du kan eventuelt diskutere med eleverne, hvorfor man så ikke bruger metalhjul på biler. Her er begreber som bremselængde, komfort og ødelæggelse af vejbelægningen relevante at inddrage.

I øvrigt bidrager bilers dæk med op imod 60% af forureningen med mikroplast.



Figur 2: Kilder til udledning af mikroplast i vandmiljøet (gennemsnit). Kilde: Miljøstyrelsen. <https://universe.ida.dk/artikel/hvor-kommer-mikroplast-fra-29961/>

SKIBET

Skibet har modsat lastbil og tog ikke rullemodstand i hjul og lejer. Det er i stedet akvodynamiske forhold, som gør sig gældende. Imidlertid er der særligt én stor forskel på modellen og virkelighedens skibe.

Skibet befinder sig i modellen i et stort kar. Når skibet trækkes fra den ene ende til den anden, skubber skibet i modellen ikke blot vandet til side, som det (lidt karikeret) sker i virkeligheden. I modellen sker der yderligere det, at når skibet flytter sig, må vandet strømme forbi skibets sider for at udfylde det rum, hvor skibet befandt sig for et øjeblik siden. Og da der ikke er meget frigang under eller ved siden af skibet, vil denne vandstrømning ske betydeligt hurtigere end ved et skib på havet.

Når man samtidigt holder sig for øje, at akvodynamisk modstand er lig kvadratet af hastigheden, bliver den hastighed skibet flyttes central for, om man får resultater, der er sammenlignelige med virkeligheden. Sagt med andre ord: Vil eleverne have data, som kan sammenlignes med virkeligheden, er det vigtigt, at skibet ikke trækkes for hurtigt. Dette italesættes i den video, som forbereder eleverne til besøget på Experimentarium: "Her gælder det ikke om at bruge musklerne er gælder det ikke om at bruge musklerne men i stedet hovedet".

Det er bevidst, at problemstillingen ikke italesættes direkte overfor eleverne, da der dermed en mulighed for at differentiere øvelsen. De "højtflyvende" elever kan evt. med lærerhjælp problematisere modellen og vurdere dens begrænsning

TRANSPORTMIDLETS TYPISKE VÆRDI

"Transportmidlets typiske værdi" er et udtryk for, hvor mange Joule transportmidlet typisk bruger i en virkelig sammenhæng, her, hvor meget energi bruger en lastbil typisk pr meter. Eleverne vil opleve en stor difference mellem det målte og udregnede og den typiske værdi. Differencen kan give anledning til en samtale i klassen om, hvordan det kan være, at modellen ikke giver samme resultat som virkelighedens lastbil. Her er tre udvalgte faktorer:

- 1. Motoren:** Energien, som en lastbil bruger, er bestemt ud fra, hvor meget brændstof motoren bruger. Omsætningen af den kemiske energi i brændstoffet til kinetisk energi i køretøjet gør, at der sker et større varmetab. Motoren bliver varm, der er friktion i lejer, akser osv., og typisk vil en lastbil, som bruger et fossilt brændstof, kunne udnytte i størrelsesordenen 25 - 40% af energien til at skabe fremdrift. I modellen tælles den kemiske energi ikke med, da eleverne trækker direkte i et Newtonmeter, der er således sprunget nogle led over i modellen.
- 2. Vindmodstand:** Vindmodstand stiger med kvadratet på hastigheden, og da hastigheden i modellen er ubetydelig i forhold til i den virkelige verden, vil vindmodstanden ikke være nævneværdig i modellen.
- 3. Bremses:** Modellen har ingen bremses. Når den ikke længere påvirkes af en kraft, vil den "rulle videre", indtil den kinetiske energi er omsat til varme. Især dækkenes deformation er central for lastbilen. I virkelighedens verden vil man jævnligt opleve, at det er nødvendigt at træde på bremsen - og her omsættes energien hurtigt til varme i bremsetromlerne.

De tre ovenstående faktorer giver anledning til at tale med eleverne om, hvordan en model kan repræsentere elementer af virkeligheden, og alt efter modellens egenskaber om den i større eller mindre grad er sammenlignelig med virkeligheden

INSPIRATION TIL FLERE ØVELSER

CLIO ONLINE

Kræfter og bevægelse - friktion

<http://www.clionline.dk/fysikkemifaget/emner/energi-energiformer/kraefter-og-bevaegelse/friktion/>

Newtons love

<http://www.clionline.dk/fysikkemifaget/emner/energi-energiformer/kraefter-og-bevaegelse/newtons-love/>

Friktion

<http://www.clionline.dk/fysikkemifaget/emner/energi-energiformer/kraefter-og-bevaegelse/friktion/>

Friktionskraften

<http://www.clionline.dk/fysikkemifaget/emner/energi-energiformer/kraefter-og-bevaegelse/friktion/friktionskraften/>

Friktion, teknologi og maskineri

<http://www.clionline.dk/fysikkemifaget/emner/energi-energiformer/kraefter-og-bevaegelse/friktion/friktion-teknologi-og-maskineri/>

GYLDENDAL

Energi på vej

http://fysik-kemi.gyldendal.dk/Indgange/til_laereren/Kolofon/Billedliste/Energi_paa_vej.aspx

Transport til vands, til lands og i luften

http://fysik-kemi.gyldendal.dk/en/Indgange/Forloeb/Faellesfaglige_forkusomraader/Udledning_af_stoffer_til_atmosfaeren/Forlob/Transport_til_vands_til_lands_og_i_luften.aspx

Energien forsvinder ikke

http://fysik-kemi.gyldendal.dk/en/Indgange/Forloeb/Energi/Energibevarelse_og_varme/Forlob/2_Energien_forsvinder_ikke.aspx

DR/SKOLE

Viden om: Miljø og klima

<https://www.dr.dk/skole/biologi/viden-om-miljoe-og-klima>