

Højt at flyve

Design og konstruktion af en svæveflyver
Aerodynamisk ingeniørarbejde

Ingeniørens udfordring

LÆRERVEJLEDNING

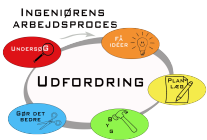
Til mellemtrinnet, natur/teknologi

Vindens kræfter og materialeegenskaber



Experimentarium®

- DU BLIVER GLOVT NOG KLIGERE



Ingeniørens udfordring

Lærervejledning

Materialet er udarbejdet i forbindelse med EU-projektet; Engineer.

Tekst og redaktion:

Læringskonsulent, Experimentarium:

Mette Rehfeld Meltinis

Anette Vestergaard

Science underviser og projektleder

Teknikkens Hus, Sverige

Maria Adlerborn,

Foto

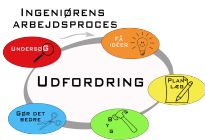
Anette Vestergaard Nielsen

Layout:

Anette Vestergaard Nielsen

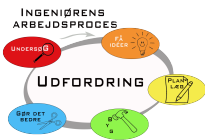
Experimentarium 2014



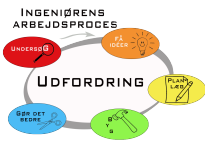


Indholdsfortegnelse

Introduktion	5
10 udfordringer	6
En problemløsende tilgang	7
Materialets opbygning	8
Viden og færdigheder	10
Introduktion til teknologi og ingeniørarbejde	11
Ingeniørarbejde og teknologi	12
Teknologianalyse	13
Konklusion på teknologi og ingeniørarbejde	14
UDFORDRINGEN	15
Ingeniørens arbejde	16
Præsentér udfordringen	18
Krav til produktet	19
INGENIØRENS ARBEJDSPROCES	20
Præsentér Ingeniørens arbejdsproces	21
Undersøg	23
Hvad har vi brug for at vide?	24
Hvad er en svæveflyver?	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Opsummering	27
Undersøg kræfters påvirkning	27
Undersøg kræfters påvirkning på svævefly	28
Undersøg ændring af facon og stivhed	30
Planlægning og sortering af materialer	31
Konklusion	32
Repetér Ingeniørens arbejdsproces & krav til produktet	33
Kontrol af succeskriterierne	35
Demonstration af affyringsrampen	37
Demonstration og byg - Skroget på flyveren	38
Få idéer og planlægning	39
Byg og test	40
Konklusion	43
REFLEKSION	44
Gør det bedre og test igen	45
Overvejelser om udfordringen	46
Aktivitet om Ingeniørens arbejdsproces	47
Videreformidling	48
Konklusion	50
Materialeliste	51
Centrale naturvidenskabelige	2
begreber, viden og færdigheder	2
Elevers forestillinger om	5
videnskaben bag kræfter og flyvning	5



Egne noter:	7
Elevmateriale og appendix	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Appendikser	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Appendiks 1: Ingeniørens arbejdsproces.....	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Appendiks 2: Historien der skaber rammen for udfordringen.....	8
Appendiks 3: Flyvemaskiner og svæveflyvere.....	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Appendiks 4: En gammel flyvemaskine	11
Appendiks 5: Konstruktion af en affyringsrampe.....	12
Appendiks 6: Affyring af svæveflyveren	12
Appendiks 7: Balancens betydning	14
Appendiks 8: Aeronautical Engineers på arbejde.....	15
Elevens arbejds- og svarark	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
<i>Noter til læreren – Ingeniørarbejde?</i>	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
<i>Elevens arbejdsark 2 - Svæveflyverdele</i>	22
<i>Svarark til Elevens arbejdsark 2 - Svæveflyverdele</i>	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
<i>Elevens arbejdsark 3 – Ændring af facon, ændring af stivhed</i>	24
<i>Elevens arbejdsark 4 - Sortering af materialer</i>	26
<i>Elevens arbejdsark 7 – Ingeniørens arbejdsproces – Sortering af kort</i>	30
<i>Svarark til Elevens arbejdsark 7 – Ingeniørens arbejdsproces – Sortering af kort</i>	Fejl!
<i>Bogmærke er ikke defineret.</i>	
<i>Elevens arbejdsark 8 – Tilbage melding til Michael og Mary</i>	32
Partnere i Engineer	17



Introduktion

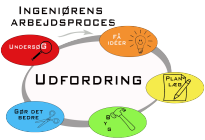
Unge naturfaglige dannelse skal gøre det muligt at forstå og agere i et samfund i stadig udvikling. Deres evne til at gå systematisk til værks, når de møder en udfordring skal trænes og med **Ingeniørens Udfordring** får eleverne på grundskolens mellemtrin netop et værktøj til problemløsning indenfor natur/teknologi.

Ingeniørens udfordring er som materiale udviklet i samarbejde med 9 andre EU-lande og består af i alt 10 undervisningsforløb.

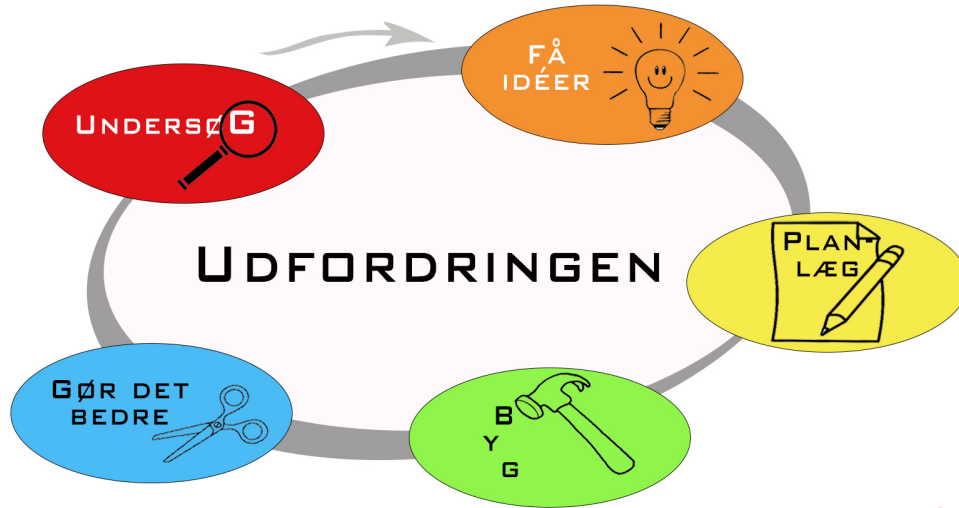
Hvert undervisningsforløb i **Ingeniørens Udfordring** er bygget op omkring en ingeniørudfordring, som skal løses ved at arbejde efter en 5-fasers arbejdsmodel: 'Ingeniørens arbejdsproces'.

Ingeniørens arbejdsproces er inspireret af den måde, som uddannede ingeniører arbejder på. Den består 5 faser: *Undersøg, Få ideer, Planlæg, Byg og Gør det bedre.*

Ingeniørens Udfordring har bl.a. til formål at udfordre den stereotype opfattelse af ingeniører og ingeniørarbejde. Derfor er der lagt stor vægt på at tilgodese begge køn og forskellige elevtyper, og dermed øge både drenge og pigers engagement i naturfagsundervisningen.



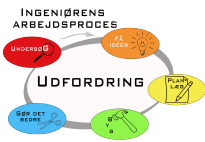
INGENIØRENS ARBEJDSPROCES



10 udfordringer

Der er udviklet ti forskellige forløb om **Ingeniørens Udfordring**, som alle tager udgangspunkt i forskellige naturfaglige emner og ingeniørfelter:

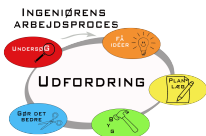
- *En fin balance* – om mekanik, balance og kræfter
- *Varme fødder* – om varmeledning, isolering og materialekendskab
- *Højt og tørt* – om at synke og flyde
- *Højt at flyve* – om luftnavigation og kræfter
- *Pust og sug* – om det menneskelige luftvejssystem
- *Vandhullet* – om jordbundstyper og filtrering
- *Grønne fingre* – om kapillærkræfter og vand som livgiver
- *Ram tonen* – om lyd og akustik
- *Mekanisk leg* – om mekanik og energi
- *Sug det op* – om elektriske kredsløb og sugeevne



En problemløsende tilgang

Ingeniørens arbejdsproces er undersøgelsesbaseret. Det vil sige, at elevernes egen undring, spørgsmål, valg og designs er centrale i læringsprocessen.

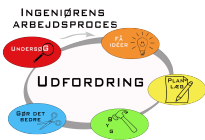
Ingeniørens arbejdsproces hjælper eleverne med at strukturere en udviklingsproces fra udfordring til færdigt produkt. Den er et værktøj til at fremme elevernes kreativitet og støtter udviklingen af deres problemløsningsevner; såsom at tilegne sig relevant viden, udvikle og teste ideer, fortolke resultater og evaluere løsninger. Andre kompetencer så som at overholde en deadline, sætte sig et mål og at samarbejde er også centrale i forløbet.



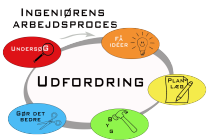
Materialiets opbygning

Ingeniørens Udfordring består af en lærervejledning og tilhørende elevark. I vejledningen til læreren findes konkrete forslag til aktiviteter, der understøtter elevernes begrebsforståelse og designproces. I afsnittet 'Baggrundsviden til læreren' forklares de naturfaglige begreber. Tider fastsættes i forhold til elevgruppe.

	Indhold	Tid	Formålet
Introduktion til teknologi <i>- Giver en introduktion til teknologi begrebet og ingeniørarbejde</i>	Ingeniørarbejde og teknologi Teknologi analyse Konklusion		En forberedende del, der tilsigter at bevidstgøre eleverne om, hvordan ingeniørarbejde bidrager til vores dagligdag på områder, der ikke altid er indlysende. Eleverne kigger på hverdagsting og taler om teknologi som ting, der er menneskeskabte med det formål at løse en problem
Udfordringen <i>- Udfordringen, konteksten og 'Ingeniørens arbejdsproces' introduceres</i>	Præsentation af udfordringen		At gøre arbejdet med problemet, videnstillelsen og udformningen af et svævefly relevant.
Ingeniørens arbejdsproces Arbejdsprocessen	Præsentation af Ingeniørens arbejdsproces Undersøgelser af materialeegenskaber og de kræfter, der er involveret i flyvning.		At præsentere eleverne for den måde, de skal arbejde på. For at kunne bygge en god svæveflyver af hverdagsmaterialer, er det nødvendigt at forstå mere om disse materials egenskaber



<p>Undersøgelser: <i>Fysiske kræfter</i></p>	<p>Undersøgelse af kræfters påvirkning fx på svævefly</p>	<p><i>At forståelsen af kræfter er en vigtig del af, at forstå hvordan flyvemaskiner flyver.</i></p> <p><i>Undersøgelser af de kræfter, der er involveret i svæveflyvning samt undersøgelse af egenskaberne hos nogle dagligdagsmaterialer, der kan anvendes til at bygge en svæveflyver</i></p>
<p>Arbejdsprocessen - repetition</p>		<p>At genopfriske arbejdsprocessen faser og krav til svæveflyveren.</p>
<p>Få ideer</p>	<p>Design og konstruktion af svæveflyveren</p>	<p>At få mange ideer og at udvælge den, der passer bedst til de opstillede krav. At arbejde på at konkretisere ideen og at få bragt den teoretiske viden i spil i designet af svæveflyet.</p>
<p>Planlæg og byg</p>	<p>Forbedring og ny test</p>	<p>At fordi det første design ikke virker optimalt, betyder det ikke, at svæveflyveren er en fiasko; test, evaluering og forbedring af et design er en integreret del af Ingeniørens arbejdsproces</p>
<p>Gør det bedre</p>	<p>Præsentation af lydspor for hinanden</p>	<p>At de er i stand til at viderekommunikere det, de har lært under deres undersøgelser og praktiske designudfordring</p>
<p>Præsentation</p>		



Refleksion	Refleksioner over arbejdsprocessen		At få italesat, hvad arbejdsprocessens faser har bidraget til i forhold til de overordnede målsætninger.

Viden og færdigheder

I dette undervisningsforløb tilegner eleverne sig viden om:

- Enkle undersøgelser muligheder og begrænsninger
 - Udforskning af kræfter og flyvning gennem praktisk udfordring
- Materialers egenskaber
- Enkel produktudvikling, design og konstruktion

Eleverne vil arbejde med udviklingen af følgende færdighedsområder:

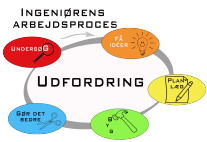
Undersøgelse: Eleven kan identificere materialer, deres egenskaber samt udvikle enkle produkter.

Modellering: Eleverne arbejder med modelleringskompetencer i planlægningsfasen, hvor de designer et svævefly, som de senere skal konstruere.

Perspektivering: Eleverne kan relatere natur og teknologi til situationer udenfor læringsrummet.

Sociale kompetencer: Eleverne samarbejder om at producere det bedste produkt ved at lytte til hinandens idéer og udnytte deres forskellige kompetencer.

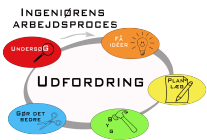
Problemløsningskompetencer: Eleverne anerkender, at der er et problem og etablerer en fortællelse for problemet og dets baggrund. Eleverne planlægger og udfører løsningen, hvorefter de afprøver og forbedrer deres produkt. Afsluttende evaluerer de processen.



Introduktion til teknologi og ingeniørarbejde

Som forudsætning for at gå i gang med udfordringen, skal eleverne have en forståelse af begrebet teknologi og ingeniørarbejde.

Denne teknologiintroduktion er ens i alle undervisningsforløb, og hensigten er at få eleverne til at tænke over, hvad teknologi er og at udfordre stereotype opfattelser af ingeniører og ingeniørarbejde.



Ingeniørarbejde og teknologi

Materialer: *Post-it blokke*

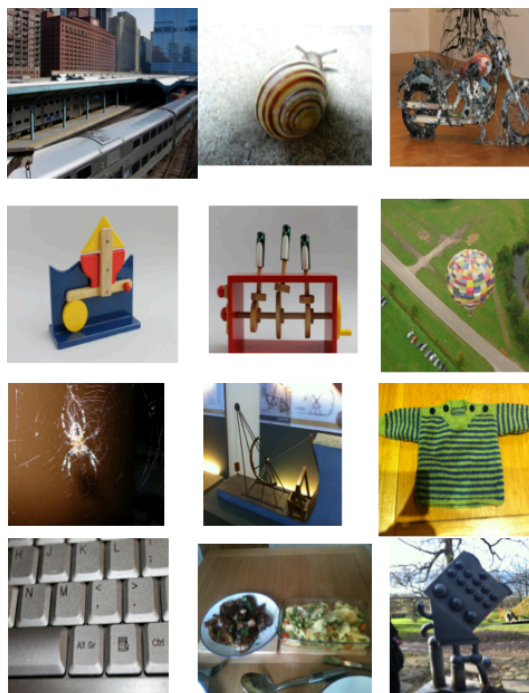
Del eleverne i fire grupper og giv hver gruppe en 'post-it' notesblok. Bed grupperne om at diskutere alle de ting, de associerer med udtrykkene 'ingeniørarbejde' og 'teknologi'. Sørg for, at hver elev i gruppen skriver mindst en ting på 'post-it' blokken under diskussionen.

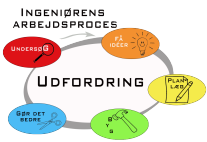
Få hver gruppe til at placere deres 'post-it' sedler på tavlen eller en stor fælles planche og få dem til kort at forklare deres valg til resten af klassen. Gem alle elevernes idéer til en gennemgang i senere i forløbet.

Yderligere diskussion af ingeniørarbejde:

Denne aktivitet kan udvides ved at uddele billeder af stereotype og usædvanlige eksempler på ingeniørarbejde, og derefter bede eleverne om at sortere billederne i ting, de associerer med ingeniørarbejde, og ting de ikke associerer med ingeniørarbejde.

Eleverne vælger, hvilke billeder de relaterer til ingeniørarbejde, og hvilke de ikke relaterer til ingeniørarbejde. Eleverne skal begrunde deres valg.





Teknologianalyse

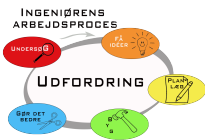
Materialer: Ca. 20 forskellige hverdagsting

Eleverne arbejder sammen to og to. Hvert par får udleveret en hverdagsting og skal finde svar på følgende spørgsmål:

- Hvad er det?
- Hvilket problem løser den?
- Hvad er den lavet af?
- Hvad kunne det ellers være lavet af?
- Hvad kan den ellers bruges til?

Når parret har diskuteret sig frem til svar på spørgsmålene, får de en ny hverdagsting. Saml op i plenum ved at få belyst, hvad eleverne har talt om omkring de forskellige ting.

Samtalen omkring de forskellige ting kan være med til at understrege, at de fleste ting vi bruger, er lavet med et bestemt formål for øje, og at ingeniører altid træffer et valg i forhold til design og anvendelse.

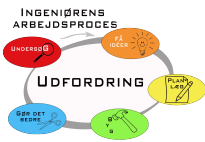


Konklusion på teknologi og ingeniørarbejde

Se på klassens post-it fra tidligere. Diskuter i klassen om eleverne har ændret syn på deres opfattelse af teknologi og ingeniørarbejde.

Væsentlige pointer:

- Der er mange forskellige måder at definere teknologi på. Ingeniørens udfordring definerer teknologi som menneskeskabte genstande, systemer eller processer, der er udviklet til at opfylde et formål fx opfylde et behov eller løse et problem eller en udfordring
- Ingeniøren vælger de rette materialer til den rette opgave. Eleverne bør forstå at højteknologi ikke nødvendigvis er bedre end lavteknologi. Det handler om konteksten.
- Ingeniører bruger en række forskellige evner til at finde løsninger på problemer.
- Nogle løsninger virker, andre er mindre succesfulde. Ingeniørens arbejdsproces indeholder altid test, evalueringer og forbedringer for at øge succesen.
- En ingeniør arbejder indenfor faste rammer fx budget, tid og kvalitet.
- Forskellige former for ingeniørarbejde er: Bygningingeniør, Stærkstrømsingeniør (Elingenior), Svagstrømsingeniør (Elektronikingeniør), IT-ingeniør, Maskiningeniør, Exportingeniør, Kemiingeniør, Miljøingeniør, Biotekingeniør, Skov- og Landskabsingeniør...
- Både mænd og kvinder, er ingeniører.

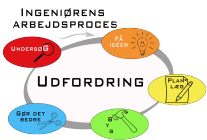


UDFORDRINGEN

I udfordringen rammesættes hele forløbet. Her introduceres udfordringen: Eleverne modtager en mail fra Mary som bor i England. Mary og hendes ven Michael bor overfor hinanden, og deres værelsesvinduer vender mod hinanden.

De har brug for hjælp til at bygge en svæveflyver, som kan flyve mellem deres vinduer. På den måde kan de sende hinanden beskeder og måske endda små gaver. For at svæveflyveren skal kunne flyve fra det ene vindue til det andet, skal den kunne flyve 3 meter i en lige linje og ideelt kunne bære en vægt på 10 gram. Den skal bygges af tilgængelige hverdagsmaterialer, så Mary og Michael selv kan bygge en tilsvarende model.

Klassen skal hjælpe dem og arbejde som ingeniører ved at designe og bygge en svæveflyver, der lever op til Mary og Michaels kriterier. I denne del aktiveres elevernes hverdagsforståelse af svæveflyvere, materialeegenskaber og fysiske kræfter, hvorefter de introduceres for Ingeniørens arbejdsproces, 5-fase model som arbejdsmetode.



Ingeniørens arbejde

Start en diskussion i klassen om Ingeniørens arbejdsproces. Følgende scenario kan anvendes efter behov. Eleverne kan diskutere deres svar i makkerpar først. Noter elevernes svar og gruppér dem i forhold til arbejdsprocessens fem faser – undersøg, få idéer, planlæg, byg og gør det bedre.

Tip: Eleverne har som regel ikke så svært ved at tænke på ting, som relaterer til "få idéer", "planlæg" og "byg"-faserne, men tænker ikke nødvendigvis automatisk på "undersøg" og "gør det bedre"-faserne.

Generelt spørgsmål

Hvad laver ingeniører?

Eksempel på et scenario

Hvad ville en ingeniør være nødt til at gøre, for at kunne løse et problem som fx at finde en måde, hvorpå biler kan krydse en flod?

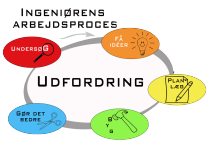
Spørgsmål der tilskynder eleverne at tænke på "undersøg"-fasen

- Hvad ville en ingeniør være nødt til at gøre *inden* han/hun bygger broen?
- Hvad ville en ingeniør være nødt til at gøre helt fra begyndelsen, hvis han/hun gik ned for at kigge på floden?

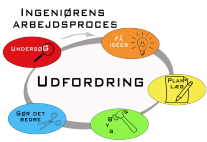
Spørgsmål der tilskynder eleverne at tænke på "gør det bedre"-fasen

- Hvordan kan en ingeniør vide, om broen fungerer som den skal?
- Hvis broen ikke fungerede som den skulle, hvad var så det næste, ingeniøren skulle gøre?

Vis eleverne diagrammet over Ingeniørens arbejdsproces (se Appendiks 1), og bed dem om at vælge de faser, der svarer til hver gruppe af svar. Ingeniører arbejder med



alle mulige slags problemer, og de følger ikke altid arbejdsprocessens faser i rækkefølge (og nogle gange springer de tilbage til en tidligere fase og begynder igen for at forbedre det, de har lavet).



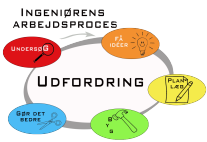
Præsenter udfordringen

Læs e-mailen fra Mary og Michael højt for eleverne, og vis dem illustrationen af deres huse med soveværelsesvinduerne.

Spørg eleverne, om de kan komme i tanker om andre sjove måder, hvorpå Mary og Michael kan sende hinanden beskeder (og gaver) mellem deres soveværelsesvinduer (fx ved at opstille et trissesystem eller ved at signalere til hinanden med morsekoder). De kan diskutere deres idéer i makkerpar først.

Påmind dem til sidst i diskussionen, at Mary og Michael har spurgt dem om, hvordan man laver en svæveflyver. I denne udfordring arbejder eleverne som ingeniører i aerodynamik. Ingeniører i aerodynamik arbejder med udfordringer, der har at gøre med ting, som flyver.



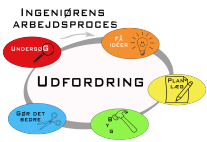


Krav til produktet

Bed eleverne om i små grupper om at opstille en liste over ting, som svæveflyveren skal være i stand til at kunne, for at løse udfordringen fra Mary og Michael. Disse kaldes "kriterier". Noter det, grupperne finder på, så de kan referere til det igen senere.

Hovedkriterierne er:

- Svæveflyveren skal kunne flyve mindst 3 m (således den kan nå det andet hus)
- Svæveflyveren skal kunne flyve i en lige linje (så den kan flyve igennem det andet vindue)
- Svæveflyveren skal være lavet af hverdagsmaterialer (så Michael og Mary kan lave den)
- Om muligt, skal svæveflyveren være i stand til at bære en ekstra vægt på 10 g (som repræsenterer gaver)



INGENIØRENS ARBEJDSPROCES

Arbejdsprocessen indeholder dels en introduktion til de 5 faser i arbejdsprocessen. Eleverne finder blandt andet ud af, at en svæveflyvers bevægelse er resultatet af alle de kræfter, der påvirker det, især VÆGT og OPDRIFT, og en fin balance mellem disse to kræfter er nødvendig for, at svæveflyveren flyver i en lige linje. Dette klæder dem på til ingeniørens arbejde med at designe, bygge og forbedre deres eget svævefly med udgangspunkt i kravene til produktet.