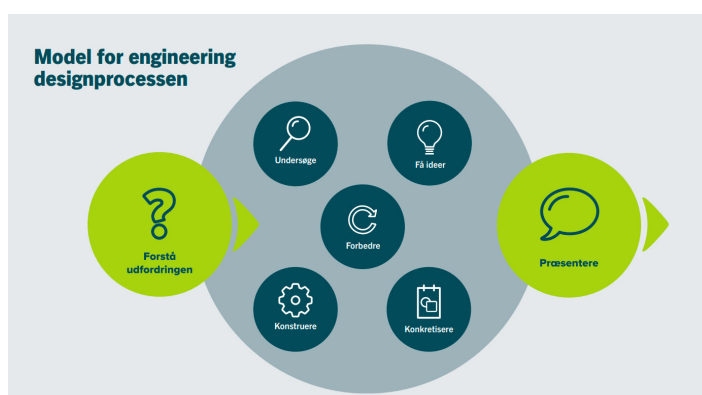


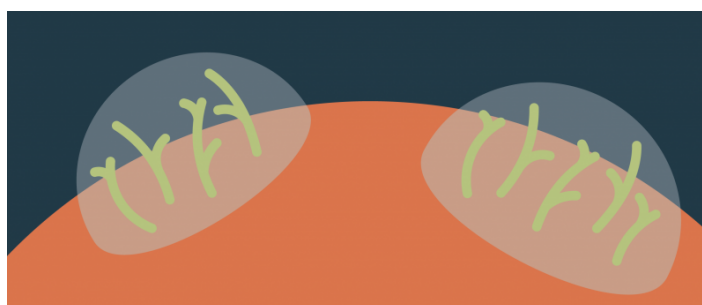


Naturfag i 10. Kl

- *Didaktiske overvejelser og undervisningserfaringer med indførelsen af naturfag i 10. kl på Tølløse Privat – og Efterskole*



Dyrk planter på Mars



En rapport af
Rasmus Wølfle



Indholdsfortegnelse

Indledning	3
Hvorfor?	4
Den didaktiske udfordring	4
Så hvad gør vi?	4
Prøver eller ej? Karakterer eller ej?	6
Valg af indhold	6
Undervisningsforløb	7
Forløbet: Byg en tidsmåler	8
<i>Overvejelse om forløbet:</i>	8
<i>Lektionsplan:</i>	8
<i>Evaluering af forløbet: Byg en tidsmåler</i>	9
Forløbet: Dyrk planter på Mars	10
<i>Overvejelser om forløbet:</i>	10
<i>Lektionsplan:</i>	11
<i>Evaluering af forløbet: Dyrk planter på Mars</i>	15
Forløbet: Science Show	17
<i>Overvejelser om forløbet:</i>	17
<i>Lektionsplan</i>	19
<i>Evaluering af forløbet: Science show</i>	21
Forløbet: Raketter	22
<i>Overvejelser om forløbet</i>	22
<i>Lektionsplan: Et forløb om raketter</i>	23
<i>Evaluering af forløbet: Raketter</i>	26
Forløbet: Se lyset	28
<i>Overvejelser om forløbet</i>	28
<i>Lektionsplan: Se lyset</i>	28
<i>Evaluering af forløbet: Se lyset</i>	30
Afslutning og konklusion	31
Kilder, Links og Litteratur	32
<i>Naturfagsdidaktik</i>	32
<i>Byg en tidsmåler</i>	32



<i>Dyrk planter på Mars</i>	32
<i>Science Show</i>	32
<i>Raketter</i>	32
<i>Se lyset</i>	33
Bilag 1:	34
Bilag 2:	35
Bilag 3:	36
Bilag 4:	37
Bilag 5:	42
Bilag 7:	44
Bilag 8:	45
Bilag 9:	46

Naturfag i 10. Kl

”Spørg teenagere, om de kunne tænke sig at besøge et interaktivt naturvidenskabeligt museum som Experimentarium, og de fleste ville svare ja. Spørg dem, hvilket fag de holder mindst af i skolen, og de fleste ville sige naturfag”¹.

Indledning

I foråret 2019 ansøgte vi på Tølløse Privat – og Efterskole efterskoleforeningens forsøgs- og udviklingsmidler vedrørende tilskud til et forsøgs- og udviklingsprojekt. Dengang kaldte vi projektet for ”Science undervisning i 10. klasse”. Efterskoleforeningens bevillingsnævn besluttede at imødekomme vores ansøgning om tilskud til forsøgs- og udviklingsprojektet med det krav, at der som afslutning på projektet blev udarbejdet et lettilgængeligt materiale til landets efterskoler, hvor vi konkret skulle fremlægge det indhold, som vi havde arbejdet med i løbet af skoleåret.

Formidlingen skulle være praksisrettet og komme med konkrete bud på, hvordan man kan arbejde med fysik/kemi i 10. klasse som prøvefrit fag. Arbejdet med tilrettelæggelsen gik i gang i det sene forår 2019, og blev således at organiseret, at jeg, Rasmus Wølfle og min kollega Thomas Rønn, fik 2 ugentlige skemalagte timer, som vi brugte på at arbejde med at tilrettelægge og organisere undervisningen. Vi fik alle skolens 10. klasser i fysik/kemi, jeg fik 3 klasser og Thomas fik 2 klasser. Denne rapport er en afrapportering af, hvordan dette udviklingsprojekt er forløbet. Det indeholder didaktiske overvejelser, lektionsplaner, konkrete opgaver osv. Vores håb er at andre efterskoler der har et ønske om at lave en lignende omstrukturering af fysik/kemi undervisningen i 10. kl ikke blot kan få glæde dels af de ideer til organisering og konkrete forløb som rapporten indeholder, men samtidig også kan få glæde af de erfaringer vi har gjort os.

Rasmus Wølfle

Tølløse privat - og efterskole

Foråret 2020

¹ Lærer Andy Peters fra Horsforth School, <https://www.folkeskolen.dk/32321/science-er-svaret-paa-alt>



Hvorfor?

På Tølløse Privat og Efterskole havde vi igennem en årrække oplevet et fald i antallet af elever der valgte faget fysik/kemi. Faget er i 10. kl valgfrit, og for de flestes elevers vedkommende vælger de at tage på efterskole for at have fokus på det sociale fremfor det rent faglige. Derfor vælger de ofte de fag fra, der ikke er obligatoriske. Vi, jeg selv og min kollega Thomas Rønn, stod derfor ofte med små hold, som selvfølgelig kunne slås sammen, med alle de skema tekniske skemamæssige udfordringer det førte med sig. Frem mod afgangsprøven valgte flere og flere elever også at melde prøven fra. Vi havde i den forbindelse flere diskussioner om hvorvidt vi skulle gøre prøven til en ”skal ting” når man nu har valgt faget. Problemet med dette var, at grundet de nye 02 krav i matematik, dansk og engelsk for at komme ind på ungdomsuddannelse, sad der altid et par stykker, der havde et behov for at kunne fokusere på de andre prøver, for ikke at havne i en uheldig situation. Samtidig havde eleverne jo en ret til at melde prøven fra, hvis forældrene indvilligede i det. Derfor valgte vi ikke at gøre brug af dette, men prøvede at tænke i, om vi kunne ændre fagets indhold og udtryk.

Den didaktiske udfordring

Elever vælger i 10. kl fysik/kemi på baggrund af 2 bevæggrunde: Enten har de klaret det rigtig skidt i 9. kl, og har brug for et fagligt løft i faget, eller også har de klaret det rigtig godt, og skal bruge faget senere i deres uddannelsesforløb, og derfor vil de gerne holde faget ved lige. Dette billede er måske en smule generaliseret, men dette var vores grundlæggende oplevelse. Vi stod derfor ofte med en didaktisk udfordring i forhold til at differentiere faget, således at alle kunne være med. Vi underviste i faget på baggrund af de videns og færdighedsmål som er beskrevet i fælles mål for faget. Dermed ikke sagt at lærerens metodefrihed var ikke eksisterende, men den var der dog grundet fagets afslutning med en prøve, en del begrænset i forhold til hvad man kunne foretage sig, hvis man skulle leve op til de førømtalte mål.

Så hvad gør vi?

Ja, det var jo det store spørgsmål. Vi ville gerne have flere elever til at vælge vores fag til og vi ville gerne levere en undervisning hvor vi fik fat i alle. Første skridt var så at kigge på hvad vi så skulle gøre? Så vi begyndte med at kigge på hvad andre efterskoler gjorde. Vores tese var, at vi på Tølløse Privat – og Efterskole nok ikke var så særegne, at vi var de eneste der oplevede dette som et problem. Vi gik derfor på internettet og søgte oplysninger og fagbeskrivelser samt spurgte rundt



omkring når vi var ude som censorer, og fik mange blandede svar. Nogle havde lavet faget eksamensfrit, til noget frustration for lærerne, for de følte ikke længere at eleverne tog faget seriøst, andre oplevede det samme som os, med faldende antal elever og stort frafald, men hvor man endnu ikke var nået til et punkt hvor man ville ændre faget.

Efter en del overvejelser besluttede vi os for at lave et fag der skulle hedde naturfag, hvor vi havde ladet os inspirere af det engelske begreb ”Science” og blot oversat det. Sciencebegrebet havde jeg erfaring med fra et tidligere arbejde på en skole med en international linje, hvor al naturfags undervisning foregik på engelsk. Der anvendte man Cambridge materiale², som er et engelsk sproget materiale, hvor Sciencebegrebet skal forstås som et generelt naturvidenskabeligt fag indeholdende fagene fysik, kemi, biologi, geografi samt matematik. Samtidig havde vi et ønske om at faget skulle være et mere ”hands on” fag. Fra et tidligere arbejde med innovation i skolen kendte jeg lidt til begrebet IBSE (Inquiry Based Science Education)³. Samtidig kiggede vi også lidt på STEM (Science, Technology, Engineering og Mathematics)⁴ som også er et begreb som stammer fra det engelsk sprogede skolesystem (UK/USA). Derudover havde vi gennem Astra fået kig på Engineering som didaktisk metode. Ingen af os havde prøvet at arbejde med Engineering som didaktisk metode før, men jo mere vi læste og snakkede om det, jo mere blev klart for os at det måske netop var løsningen der kunne give os det mere ”hands on” i faget vi ønskede os.⁵ En tur på Big Bang⁶ konferencen i foråret 2019, hvor vi begge havde et fokus på Engineering, og opsøgte diverse foredrag og workshops om emnet, bekræftede os i, at det var den vej vi skulle gå. I denne rapport vil der ikke forekomme en gennemgang af de forskellige nævnte didaktiske principper. Der vil i fodnoterne være links og referencer til steder hvor man selv kan opsøge mere viden. Derudover kan man i litteraturlisten søge yderligere information om de respektive nævnte didaktiske værktøjer og begreber.

² <https://www.cambridge.org/us/education/subject/science>

³ <https://astra.dk/sites/default/files/IBSE%20i%20fagteamet.pdf>

⁴ <https://astra.dk/stem>

⁵ <https://astra.dk/engineering>

⁶ <https://bigbangkonferencen.dk>



Prøver eller ej? Karakterer eller ej?

Vi havde en del diskussioner om hvorvidt faget skulle være karakterfrit, prøvefrit, obligatorisk, eller valgfrit, men vi valgte i opstartsperioden (skoleåret 20/21) at gøre faget karakterfrit, prøvefrit og valgfrit. Dels for at kunne øge metodefriheden, og frigøre os fra et prøvekrav som afslutning på forløbet, men også for at kunne bedømme om eleverne valgte, og bibeholdt, faget af interesse. Ved at omgå prøvekravet havde vi også en forventning om, at den føromtalte differentiering på baggrund af niveau ville blive enklere. Ofte har vi lærere en tendens til at betragte prøver og karakterer som en motivationsfaktor for vores elever. Vi ønskede at skabe et fag hvor motivationen var faget, og de aktiviteter vi beskæftigede os med i faget, og ikke en bedømmelse i slutningen af forløbet i form af en karakter.

Samtidig måtte vi også indrømme at vi en opstarts fase, med et for os nyt didaktisk værktøj i form af Engineering, havde svært ved at se hvordan vi skulle komme til at honorere kravene til faget fra fælles mål.

Vi besluttede derfor at formålet med faget skulle være at eleverne gennem undervisningen lærte at:

- koble naturfagene og arbejde tværfagligt med egne ideer
- anvende enkle naturfaglige begreber for at forklare naturfaglige oplevelser
- formulere spørgsmål og fremsætte hypoteser
- planlægge, designe og gennemføre undersøgelser, der kan kategorisere deres resultater
- tænke kreativt i naturfagene og dermed se muligheder
- anvende den faglige viden i arbejdet med praktiske løsninger
- formidle deres undersøgelser og resultater til forskellige målgrupper. ⁷

Valg af indhold

På Tølløse Privat – og Efterskole har vi på efterskolen fem 10. klasser samt en 10. kl på privatskolen. I skoleåret 2019/2020 havde vi 5 naturfagsklasser jeg tre 10. klasser og Thomas Rønn underviste to 10. klasser. Vores udgangspunkt var at forberede al undervisning sammen, derefter undervise hver for sig, og efterfølgende mødes og evaluere i fællesskab.

Derfor var vores udgangspunkt at kigge på efterskolens årsplan, og se på hvor mange

⁷ <https://skolereformgreve2014.files.wordpress.com/2014/06/science-og-innovation-som-valgfag-kroge3a5rd.pdf>



undervisningsuger der reelt er, når rejser, linjefags uger osv. tages ud af kalenderen. Det gav os ca. 32 uger at arbejde med. Vi besluttede derfor, at vi som udgangspunkt ville have 4 forløb. Ikke nødvendigvis af 8 ugers varighed hver, men 4 forløb ville som udgangspunkt være fint til at udfylde en årsplan. Men hvad skal man så arbejde med, hvilket indhold ville vi ud fra de tidligere beskrevne formål for faget, kunne anvende for at opfylde dem? Her gik der et undersøgelsesarbejde i gang, der som tidlige nævnt, ret tidligt i processen stødte på Engineering begrebet. Her skal der ikke være en lang beskrivelse i forhold til hvad Engineering er, det gør Astra⁸ så fremragende. Vi fandt dog hurtigt ud af, at vi ikke ville lave 4 Engineering forløb på et år, og det var så det. Vi ville også gerne lave noget lidt andet, og i forbindelse med dette opstod idéen om at Science Show. Jeg tænker mange lærere og undervisere har haft besøg af DTU Science show på deres skoler. Det har altid en ”Wauw” effekt, og skaber en fascination af hvad naturvidenskaben også kan. Og det ville vi jo også rigtig gerne.

Planen blev derfor:

- Et opstartsforløb hvor vi introducerer Engineering modellen⁹, med et simpelt lille forløb om at bygge en tidsmåler¹⁰
- Dyrk planter på Mars¹¹
- Science Show
- Et forløb om raketter (beslutningen faldt først ved årsskiftet, mere om det senere)
- Se lyset¹²

Undervisningsforløb

I dette afsnit vil jeg gennemgå de forløb vi valgte at beskæftige os med. Jeg vil tage udgangspunkt i lektionsplanen, hvor jeg vil kommentere de enkelte lektioner. De opgaver, som vi selv konstruerede som en del af forløbet, vil blive sat på som bilag.

Lektionsplanen er lavet på baggrund af den organisering med 2 ugentlige lektioner á 45 minutters varighed, som vi har på Tølløse Privat – og Efterskole. Vores lektionsmæssige organisering er således, at vi har en lektion om ugen i vores auditorium, og en lektion om ugen i vores laboratorium. En overvejelse af en anden måde at strukturere lektionerne på har været op til

⁸ <https://astra.dk/engineering>

⁹ <https://astra.dk/engineering/proces>

¹⁰ <https://astra.dk/tildinundervisning/byg-tidsmaaler>

¹¹ <https://astra.dk/engineering/mars>

¹² <https://astra.dk/tildinundervisning/se-lyset>



overvejelse, men en ting ad gangen. - se evaluering med eleverne under ”Dyrk planter på Mars” Gennemgangen af hvert forløb afsluttes med en evaluering. Evalueringen vil som udgangspunkt beskæftige sig med ændringsforslag, i forhold til optimering, men også byde på forslag til evt. nyt indhold, som vil kunne forbedre forløbet. Evalueringerne er dels foretaget med elever, samt i en samtale mellem de to undervisere.

Forløbet: Byg en tidsmåler

Overvejelse om forløbet:

Formålet for forløbet var at skabe eleverne skulle få et kendskab til metoden bag Engineering. Altså et lille mini Engineering forløb hvor vi introducerede den didaktiske model. Udgangspunktet blev det lille forløb: ”Byg en tidsmåler” som Astra lancerede i forbindelse med Engineering Day 2017.¹³ Vi konstruerede en lille PowerPoint, der i al sin enkelhed viste en lille film fra Engineer the future.dk¹⁴ der beskriver hvad Engineering grundlæggende handler om, samt et link til den interaktive designmodel på Astra.¹⁵ Vi havde i den forbindelse også erhvervet os små plakater over metoden, som vi havde lamineret og uddelt til hver gruppe. Fokus var altså ikke på at bygge selve tidsmåleren og lykkes med det, men fastholde eleverne i anvende metoden og lære at bruge den fremadrettet.

Lektionsplan:

1. gang

- Introducer Engineering begrebet med film og designmodel. De forskellige dele af Engineering modellen gennemgås.
- Lav grupper
- Introducer udfordringen

2. gang

- Eleverne går sammen i deres grupper. Ser igen på udfordringen, og anvender Engineering modellen¹⁶ til at løse udfordringen. Læreren vejleder de enkelte grupper, ikke så meget i forhold til deres idé, men mere i brug af modellen. Der

¹³ <https://engineerthefuture.dk/engineering-day/>

¹⁴ <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-skolen/>

¹⁵ <https://astra.dk/engineering/proces>

¹⁶ <https://astra.dk/engineering/proces>



diskuteres materialer, så de evt. kan fremskaffes til næste gang. Dette kan eleverne også selv stå for, ved at uddelere arbejdet.

3. gang

Med det medbragte materiale arbejder grupperne med at producere en tidsmåler

4. gang

Hver enkelt gruppe viser deres tidsmåler. Der tales både om hvorledes de anvendte Engineering modellen til at løse udfordringen, samt hvorledes deres løsning på udfordringen rent faktisk fungerer. Spørg ind til udfordringer, hvor de blev nødt til at gå tilbage i designprocessen, for at få tidsmåleren til at fungere.

Evaluering af forløbet: Byg en tidsmåler

Vi oplevede, at enkelte elever allerede kendte til brugen af modellen, fra tidligere forløb på andre skoler, hvilket selvfølgelig kvalificerede disse gruppers arbejde. Langt de fleste elever havde dog aldrig stiftet bekendtskab med modellen, eller metoden.

Det var svært for eleverne. Vi oplevede fra flere elevers side en træghed i forhold til at overkomme udfordringen. Specielt det at gå tilbage i designprocessen, hvis det frembragte produkt ikke opfyldte kravene, var svært. Engineering-modellen lader det meget være op til eleverne at søge løsninger på de problemer der opstår, og ikke blot henvende sig til læreren. Det er svært for mange eleverne, da pludselig er plejer jo død – også er de nye som efterskoleelever og har en tendens til at ”pakke” sig lidt i starten. Som underviser skal man også i starten træde sig selv lidt over tærne, for ikke at komme til at involvere sig for meget, og derved overtage opgaveløsningen for den enkelte gruppe. Det er en kunst som underviser at facilitere et godt Engineering forløb. Man kan læse sig til mange gode råd, men det der virker, er at prøve det. Vi oplevede dog også meget hurtigt en differentiering i grupperne, ikke så meget på faglighed, men mere på gå på mod og foretagsomhed. Selvom man ikke er helt sikker på hvad en ion er, kunne man altså sagtens byde ind, og komme med forslag til hvordan opgaven kunne løses.

Et godt råd er at opbygge en materialekasse til forløbet, hvis forløbet ønskes gentaget. Det er svært at sikre sig, at eleverne får taget de ting med til undervisningen, som de aftalte i forrige lektion, og derved sidder de fast, og kan ikke komme videre.



Forløbet: Dyrk planter på Mars

Overvejelser om forløbet:

Vi havde i forbindelse med en workshop på Big Bang-konferencen stiftet bekendtskab med forløbet ”Dyrk planter på Mars” som Astra har lavet. Vi var meget hurtigt enige om, at det skulle være vores første forløb, da det indeholdt både en vidensdel om astronomi og ioniserende stråling, undersøgelser og værkstedsarbejde, og en del hvor eleverne selv skulle programmere med Mikro:bit.¹⁷ Mikro:bit havde vi netop indkøbt, så det brændte vi lidt for at komme i gang med at anvende. Som lærer er det dog svært at arbejde med et undervisningsforløb uden at sætte sit eget præg på det man laver, derfor er lektionsplanen som udgangspunkt Astras forløb, men det er ”krydret” med egne idéer, opgaver osv.

Vores udgangspunkt var at starte op med en appetitvækker i form af nogle små film, som havde til formål at vække elevernes interesse. Derudover var det vores idé at lade eleverne se udfordringen som noget af det første. Hvis man ikke har beskæftiget sig med Engineer modellen, skal man introducere den først.

Når først interessen var vakt, ville vi fortsætte med en videns opsamlingsdel. Altså et forløb hvor hovedformålet var at klæde eleverne på til at kunne lave nogle kvalificerede overvejelser om løsnings muligheder på udfordringen på baggrund af viden om forholdene på Mars. Det indbefattede film samt opgaver med spørgsmål om Mars. Da vi har med en efterskole at gøre, valgte vi også at lave en frivillig film aften, hvor vi så ”The Martian¹⁸” på storskærm med popcorn og madrasser på gulvet.

En vigtig overvejelse inden forløbet startes, er hvorvidt man ønsker at anvende udfordringens opfordring til eleverne om at lave en præsentations film om deres plantekuvøse. Hvis man køber ind på denne præmis, er det en rigtig god idé at minde eleverne om at videodokumentere forløbet løbende. Vi fandt ud af at det var en rigtig god idé at lade eleverne filme deres forsøg.

¹⁷ <https://microbit.org>

¹⁸ [https://en.wikipedia.org/wiki/The_Martian_\(film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Martian_(film))



Lektionsplan:

Uge 1:

1. lektion: Opstart

- Vi introducerer forløbet om Mars
- Vi starter med 2 små film:
 - o <https://www.youtube.com/watch?v=D8pnmwOXhoY>
 - o <https://www.youtube.com/watch?v=uqKGREZs6-w>

Vi gennemgår: Udfordringen

Vi lægger A4 arket udfordringen ind i mappe i deres mappe på intra.

Vi danner grupper af 3 – 4 personer i hver gruppe

2. lektion: Videns indsamling

- Vi ser afsnit 1 af ”Mars” på Netflix¹⁹

Man kunne også gå på Clio - online og arbejde med tekster om planeten Mars

Uge 2:

3. lektion: Videns indsamling med informationssøgning

- Vi arbejder med opgaven 10 spørgsmål om Mars²⁰. Eleverne svarer på spørgsmål i grupperne ved brug af teksterne fra nettet og grupperne forberedes på at der vil være en samtale om svarene på spørgsmålene i plenum.

4. lektion: Problemskitse og brainstorm

- Først sender vi grupperne ud med metodekortet: ”*Almindelig brainstorm*”²¹. Derefter kommer vi tilbage til klassen, klistrer deres ark op på tavlen og laver en opsamling på deres brainstorm. Derefter går de igen ud med metodekortet: ”*Problemskitse*”²², som de laver, og derefter mødes vi igen i plenum og gennemgår problemskitserne.

¹⁹ <https://www.imdb.com/title/tt4939064/>

²⁰ Se Bilag 1

²¹ https://astra.dk/sites/default/files/metodekort/Metodekort/Metodekort_Almindelig%20brainstorm.pdf

²² https://astra.dk/sites/default/files/metodekort/Metodekort/Metodekort_Problemskitse.pdf



- Problemskitserne skal der arbejdes med hver gang de opnår ny viden. De altså trækkes frem igen, hver gang gruppen har fået ny viden. ”Ved vi nu noget, der har betydning for vores design?”

Uge 3:

5. lektion: Undersøgelser

- Der er 3 forsøg²³. De 3 forsøg sættes op i 3 stationer, og grupperne cirkulerer mellem de forskellige stationer.

6. lektion: Videns opsamling i plenum

- Vi arbejder med 10 spørgsmål om Mars. Vi trækker lod om hvilken gruppe der fremlægger svaret på et spørgsmål og diskuterer svarene i plenum.

Uge 4:

7. lektion: Undersøgelse og opfølgning

- Vi fortsætter med at arbejde med de 3 forsøg. Der laves en opfølgning på elevbesvarelserne.

8. lektion: Forberedelse af undersøgelser

- Vi forbereder undersøgelserne: ”Gødning til planters vækst”²⁴ fra Clio - online samt ”Hvilken stråling påvirker fotosyntesen?”²⁵. I forbindelse med dette, skal man være opmærksom på at udregning af koncentrationerne af gødning er svært for eleverne. Til begge forsøg anvendes der vandpest, som kan skaffes gennem de fleste dyrehandlere. Vi valgte at medtage forsøget med gødning, for at udnytte at vi nu havde vandpest til rådighed, og dels på baggrund af elev spørgsmål vedr. gødning.
- Derefter arbejder eleverne med en videns del, hvor de løser opgaven: 5 spørgsmål om jord og planter.²⁶

Uge 5:

9. lektion: Opfølgning på undersøgelser

²³ Se <https://astra.dk/engineering/mars> for forsøgsvejledninger til undersøgelserne

²⁴ <https://portals.clio.me/dk/biologi/emner/naturgrundlag/landbrug/goedningsformer/goedning-til-planters-vaekst/>

²⁵ <https://esero.dk/sites/default/files/elevark.pdf>

²⁶ Se bilag 2



- Følge op forsøgene: ”Gødning til planters vækst” og ”Hvilken stråling påvirker fotosyntesen
- Kan vi konkludere noget på vores forsøg?
- Vi følger op på: 5 spørgsmål om jord og planter

10. lektion: Design processen afsluttes, bygning påbegyndes

- Vi skal i gang med at bygge. Vi bruger metodekortet: ”Læg en plan 1 – 3²⁷”. Man skal bruge A3 papir til deres konstruktionstegning, da den ellers blive for lille og svær at gennemskue. Det kan være en god idé at vise et eksempel konstruktionstegning²⁸ inden eleverne går i gang med at tegne.

Uge 6:

11. lektion: Vi bygger

- Vi konstruerer vores plantekuvøser
På Astra ligger en materialeliste, som anbefales i forhold til konstruktioner.²⁹ Vi valgte at anvende pap til en demomodel, og så byggede vi den endelige model af dampspærre og plast fra lavpris byggemarked³⁰. Vi opfordrede også eleverne til selv at finde materialer. Til at sætte det hele sammen, anvendte vi limpistoler.

12. lektion: Fortsat bygning

- Vi konstruerer vores plantekuvøser

Uge 7:

13. lektion: Laboratorie

- Vi konstruerer vores plantekuvøser

14. lektion: Auditorium

- Vi konstruerer vores plantekuvøser

Uge 8:

15. lektion: Færdiggørelse af bygning

²⁷ https://astra.dk/sites/default/files/metodekort/Metodekort/Metodekort_Læg%20en%20plan%201%3A3.pdf

²⁸ Se Bilag 3

²⁹ <https://esero.dk/tildinundervisning/hvilke-materialer-kan-vaere-gode-til-plantekuvoesen>

³⁰ <https://www.jemogfix.dk/termoplade-riatherm-4-mm-1000-x-700-mm/4139/9040069/>



- Kuvøserne skal være færdige. Vi skal tænke forbedringer, vi bruger Engineer modellen.

Uge 9:

16. lektion: Introduktion til Micro:bit.

- Vi anvender <https://microbit.org> og opgaver fra <https://www.dr.dk/skole/ultrabit>. Vores erfaring var at give eleverne en Mikro:bit i hånden og simpelthen lade dem lege med dem. Det gav dem et hurtigt kendskab til kodningen.

17. lektion: Arbejde med undersøgelse ved brug af Mikro:bit

- Vi arbejder med undersøgelsen: Kan du programmere en lyssensor til en plantekuvøse?³¹

Uge 10:

18. lektion: Fortsatte målinger

- Vi arbejder med opsamling og måling af data for at kunne forbedre plantekuvøsen³². Vi opfordrer eleverne til at måle mængden af ioniserende stråling i plantekuvøsen med et Geiger - Müller rør, samt kigger på gennemtrængning af UV – lys ved brug af UV – perler.³³

19. lektion: Fortsatte målinger og forbedringer

- Vi fortsætter med at lave før omtalte målinger, og eleverne laver på baggrund af deres målinger forbedringer af deres plantekuvøse.

Uge 11

20. lektion: Filmproduktion

- Intro til film – vi vender med udgangspunkt i ”udfordringen” tilbage til den præsentationsvideo der skal laves til Elon Musk. Vi kalder det en proces/fakta video, om hvorfor Elon Musk skal vælge jeres produkt. Det er vigtigt at understrege at der ikke er tale om en reklame. Processen er tidskrævende hvis ikke eleverne i løbet af processen har optaget små videoer.

³¹ <https://astra.dk/tildinundervisning/lyssensor-til-plantekuvoese>

³² <https://astra.dk/tildinundervisning/opsamling-og-maalng-data-kunne-forbedre-plantekuvoesen>

³³ Inspirationen til forsøget kommer fra: <https://portals.clio.me/dk/fysikkemi/emner/partikler-boelger-straaling/boelger-og-svingninger/ultraviolet-straaling/uv-straalers-egenskaber/?keeplang=1>



21. lektion: Fortsat arbejde med film

- Vi havde i forbindelse med filmene en overvejelse om der skulle være en form for kåring af filmene. Måske kunne eleverne ud fra forskellige parametre stemme om hvilke film der er bedst? Tanken var at dette konkurrenceelement kunne være en motivationsfaktor. Det må være op til den enkelte underviser at vurdere, om eleverne har brug for denne motivation. Vi valgte ikke at gøre det.

Uge 12:

22. lektion:

- Vi viser filmene for hinanden.

23. lektion:

- Evaluering. Vi lavede en grundig evaluering med sammeneleverne.

Evaluering af forløbet: Dyrk planter på Mars

Evalueringen er baseret på udsagn fra eleverne og dels fra en samtale mellem lærerne.

Forløbet tog for lang tid, det trak ud. Det skal så vidt muligt kortes ned. De film der kom frem som slutprodukt, var ikke af særlig god kvalitet. Fra lærerside overvejer vi at droppe idéen med at lave en film fremadrettet. Samtidig gav eleverne udtryk for, at de ikke havde den store interesse i at lave film, fordi de i mange andre fag arbejder meget med filmproduktion. En eller anden form for fremlæggelse var at foretrække. Holdningen fra lærernes side var, at der under alle omstændigheder skulle være en eller anden form for afsluttende evaluering og hvis vi skal lave en fremlæggelse, skal den rammestyrer noget mere. Vi oplevede at der mangler noget i forhold til afslutningen på forløbet og elevernes ejerskab for kuvøsen forsvandt. Vi oplevede det gav en u hensigtsmæssig afslutning på forløbet. Vi talte om, om man kunne gøre fremlæggelsen til en form for konkurrence, hvor man kunne udsætte plantekuvøserne for de samme tests?

Flere af de fagligt stærke elever gav udtryk for, at de savnede at forløbet indeholdt en højere grad af faglighed. Vi som lærere oplevede, at de fagligt stærke elever savnede den "normale" naturfagsundervisning, den såkaldte "tavleundervisning". Altså en undervisningsform hvor kommunikationen er meget envejs. De svagere elever var mere begejstrede for Engineering som didaktisk metode og var begejstrede for det mindre fagfaglige fokus. Som lærere var vi enige med de stærke elever i forhold til, at vi fremtidigt vil prøve at få noget mere faglighed ind i



planlægningen, men helst ikke på bekostning af en begrænsning af Engineering delen, som appellerede til de lidt svagere elever.

Derudover havde eleverne forslag til undervisningens struktur. De påpegede blandt andet, at der var meget spildtid når de byggede, det kunne være langt at foretrække hvis de 2 lektioner lå i forlængelse af hinanden. Således kunne de komme mere i flow, og ikke have den spildtid det indebærer at skulle stoppe og starte en byggeproces hver lektion. En elev havde sågar regnet på hvor meget spildtid de havde haft i forhold til opvarmningen af de limpistoler vi anvendte i byggeprocessen.

Som lærere oplevede vi, at eleverne i byggeprocessen skal mere materiale styres. Vi oplevede en del spild i forhold til de anvendte materialer. Man kunne overveje at lave en kasse med materialer til gruppen på forhånd, som de skal holde sig indenfor? Hvis der opstår et behov for yderligere materialer, skal eleverne selv fremskaffe det.

Vi talte meget om at vi skal passe på plantekuvøsen ikke bliver ligegyldig. Kan den bruges til noget mere? Kunne vi plante noget i dem? Kunne vi lave en udstilling af dem?

Arbejdet med Micro:bit og kodning kunne godt være længere. Eleverne gav udtryk for at arbejdet med Microbits var sjovt. For os som lærere var arbejdet med Micro:bit nyt, men absolut noget vi skal arbejde mere med. Vi overvejer om man kan indlægge et lille kodningsforløb, findes der mon allerede sådan et, vi kan plukke?

I forhold til Engineering processen oplevede vi ofte at det var svært at få dem til at tage fat i den didaktiske model. Det kræver som tidligere nævnt, at man som lærer som afslutning, eller i starten, på hver undervisningslektion tager i fat modellen og beder eleverne forholde sig til den. Vi talte som lærere om at det kunne være godt at udnævne "kaptajner" for delementer af opgaveløsningen i de enkelte grupper. Derved skaber man et ansvarlighedsforhold hos den enkelte gruppe. Vi oplevede som lærere at det til tider var svært at lægge "tryk på" i forhold til at faget var valgfrit. Derudover manglede der ofte en ansvarlighed i forhold til at gemme deres ting, og dele de ting de skrev ned med hele gruppen. Hvis den elev der havde skrevet ned tilfældigvis, ikke var tilstede, kunne de andre ikke tilgå dokumenterne, også gik de enten i stå eller startede forfra. Vi begyndte derfor at opfordre eleverne at lave dokumenter i Google doc, og dele dem med hinanden. Tekst,



tegninger osv. der blev produceret på papir, havde det også med at forsvinde. Det er en god idé at lave en port folio, eller mappe, til hver gruppe, som bliver i lokalet.

Evaluering i forhold til undersøgelserne

Det var til tider lidt svært for eleverne at lave de gode målinger. Arbejdsarkene der følger med undersøgelserne er generelt meget åbne, så vi overvejer om vi måske bør vi lave vores egne ark, der er lidt mere styrede. Eksempelvis var der et skema vedr. baggrundsstråling i et af arbejdsarkene der ikke fungerede³⁴. Det er jo ikke nogen graverende fejl, men den forvirrede eleverne. (Se figur 1)

Vi overvejede som lærere om processen i forhold til forsøgene burde styres lidt mere? Formålet med forsøget var at eleverne skulle få en viden om de materialer de skulle bruge til at bygge deres plantekuvøse, men samtidig give dem en viden om hvilken type stråling de skulle koncentrere sig om.

Det kunne måske være en god idé at investere en teorilektion med fokus på ioniserende stråling? Således at eleverne får en grundviden i forhold til stråling, og derved opnår vi at eleverne bliver mere kompetente, i forhold til at designe de målinger de skal have fokus på, når de vælger de konkrete materialer de skal anvende til bygningen af plantekuvøsen. Det kan måske give en kvalificering i forhold til undersøgelser med måling af ioniserende stråler? Vi oplevede også at en helt lavpraktisk ting, som ikke at have Geiger – Müller rør nok, satte grupperne lidt i stå. Det optimale ville være hvis hver gruppe kunne have en.

Vi undersøger: Baggrundsstråling

	1. måling	2. måling	3. måling
Alfa			
Beta			
Gamma			

Figur 1

Forløbet: Science Show

Overvejelser om forløbet:

Idéen til forløbet var, at vi ville lave et Science show. Delt fordi vi ofte oplever, at vi som lærere blive spurgt af eleverne hvornår vi skal lave de ”fede” forsøg. Eller de forsøg der siger ”bang”. Et af udgangspunkterne for at ville ændre faget i 10. kl var at skabe en øget interesse for de naturvidenskabelige fag, og det virkede derfor oplagt at indlejre et element, hvor elever fik lov til at

³⁴ https://astra.dk/sites/default/files/elevark-dyrk_planter_pa_mars.pdf (Se elevarket med overskriften: Har du overblikket)



lave de forsøg, som de altid efterspørger. Hvis man ønsker et yderligere kendskab til hvad eleverne finder interessant i de naturvidenskabelige fag kan jeg anbefale at se nærmere Rose undersøgelsen.³⁵

Det skulle også samtidig være nogle spektakulære forsøg, da det jo skulle være et show. Vi lagde derfor fra starten en plan for, at vi skulle lave showet klassevis for skolens 7. og 8. Klasser.

Sikkerhedsaspektet i forhold til at lave et sådant Science Show skal man tænke nøje igennem, inden man kaster sig ud i forsøgene. Her kan det anbefales at man orienterer sig i ”Når klokken ringer” som er udgivet af arbejdsmiljøstyrelsen.³⁶

For at skabe en variation i de viste forsøg, havde vi på forhånd overvejet en inddeling af klassen i grupper, samt grupperet vores forsøg.

De forsøgskategorier vil valgte at arbejde indenfor var:

- Bang (eksplosioner)
- Skrump (implosioner)
- Farve
- Væsker
- Ild
- Gasser
- Varme/kulde
- Sansbedrag

Planen var så, at hver gruppe af 4 elever skulle vælge 2 forsøg hver, indenfor 2 forskellige forsøgskategorier. Så selv drenge, der ifølge Rose undersøgelsen er mest interesseret i forsøg der siger ”bang”, kunne altså ikke ”nøjes” med at lave 2 brag. Den del om hvorvidt der skulle vælges, eller trækkes lod, var vi som lærere ikke helt enige om. Så vi gjorde begge dele.

Udover at finde 2 velegnede forsøg indenfor de valgte/trukne kategorier skulle eleverne følgende:

- Afprøve forsøget, og overveje show effekten af forsøget.
- Forklare det fysisk/kemiske aspekt af forsøget. Hvorfor sker der det, der sker?

³⁵ <https://astra.dk/projektboersen/projekter/rose-projektet>

³⁶ https://www.arbejdsmiljoweb.dk/byggeri-og-indretning/godt-skolebyggeri/faglokaler-naar-klokken-ringer/naar_klokken_ringer

- Arbejde med forsøget sikkerhedsmæssigt forsvarligt

I forbindelse med at sortere i forsøgene bad vi også eleverne overveje hvordan kan kunne præsentere noget, hvis man har en målgruppe der hedder 7. kl.

Lektionsplan

Uge 1

1. lektion: Opstartstime

- Idéen om at lave et Science Show præsenteres for eleverne. Der lægges vægt på at alle forsøg har et sikkerhedsmæssigt aspekt, vi bliver nødt til at respektere. Derudover præsenteres de for slutproduktet således at eleverne kender til formålet med undervisningen. Derefter arbejder vi med en brainstorm over temaet: Hvad er det fede forsøg? Hvad er et fedt forsøg for jer? Her kan man som lærer tage et konkret afsæt i et eller flere Youtube klip med forsøg. Der er virkelig meget at vælge imellem.

Her er et udpluk af nogle af de overvejelser vi gjorde med eleverne:

- Skal man se forsøget først, og så forklarer forsøget, eller omvendt?
- Forsøget skal være illustrativt, dvs. man skal kunne se hvad der sker
- Man skal kunne forklare hvorfor det sker
- Det må gerne være overraskende og spændende
- Forsøget kan også indeholde en fortælling – sættes ind i en kontekst (Evt. hverdageksempel)
- Forsøget skal vække en undren hos tilskueren
- Denne undren skal kunne enten vises eller forklares
- Kan forsøget brydes ned i mindre dele?
- Et godt forsøg behøver ikke sige bom!
- Hvis det er muligt, skal forsøget forklares med kemiske reaktioner på tavlen
- Forklaringen skal have faglig relevans i forhold til at anvende faglige begreber



2. lektion: Forsøgssøgning

- Denne del hvor eleverne søger efter relevante forsøg, kan være meget tidskrævende. Youtube indeholder utrolige mængder af forsøg, men det er ikke alle der er lige relevante eller overhovedet kan lade sig gøre. Vi fandt mange forsøg i bogen: Show Kemi: 95 spektakulære kemiske eksperimenter og demonstrationsforsøg af Peter Hald. Bogen er desværre udgået fra forlaget, men kan stadig lånes på diverse biblioteker. Derudover anvendte vi video fra diverse Science show, samt fra nogle amerikanske videnskabsentertainere. Flere amerikanske talkshows har et indhold, hvor der underholdes med spektakulære forsøg.³⁷

Det kan som underviser være en udfordring at holde styr på denne proces, da man skal assistere eleverne ved at vurdere de mange forsøg de finder, bl.a. i forhold til sikkerhed, og om hvorvidt forsøget overhovedet kan lade sig gøre med de materialer der er til rådighed.

Uge 2:

3. lektion: Arbejde med forsøg

- Eleverne arbejder i grupper med deres forsøg. Der er fokus på fremvisning og videnskabelig forklaring af forsøget.

4. lektion: Fortsat arbejde med forsøg

- Fortsat arbejde med forsøg. Eleverne skal have tænke over rollefordeling i forhold til hvem der siger hvad osv.

Uge 3:

5. lektion: Planlægning af showet

- Der lægges en plan for showet. Hvem går på hvornår, har vi alle de ting vi skal bruge osv. Er sikkerheden i orden?

6. lektion: Generalprøve

- Vi afholder en generalprøve

Uge 4: Fremvisning af showet

7. lektion: Show

³⁷ Eksempel: <https://sciencebob.com/>



Showet fremvises for en anden klasse, i vores tilfælde valgte vi yngre klasser.

8. lektion: Evaluering

Evaluering af forløbet: Science show

Evalueringen er baseret på udsagn fra eleverne og dels fra en samtale mellem lærerne.

Vi havde som lærere i forhold til elevdeltagelsen en oplevelse af, at der var mange der rigtig gerne ville det, og så var der nogle der ikke rigtig deltog. Rammen vi havde lagt ned over elevernes forsøg, ville vi gerne kvalificere. Efter forløbet opdagede vi adventskalenderen fra kemisk institut Københavns universitet.³⁸ Det er en god model for hvordan man kunne tænke deres præsentation. Vi oplevede det som svært for eleverne at få videnskaben ind i showet, altså den gode forklaring af forsøget ved brug af fagtekniske termer.

I forhold til søgningen af forsøg oplevede både elever og lærere den som kompliceret. Måske kunne man have et forsøgs kompendium med relevante og sikkerhedsmæssige gode forsøg? Eleverne havde samtidig en oplevelse af, at de alle lavede lidt de samme forsøg. Her spiller erfaringen nok også ind, da det for begge involverede lærere var første gang vi arbejdede med dette forløb. Vi havde, ligesom i forløbet om at dyrke planter på Mars, en holdning fra de fagligt stærke elever side om, at det ikke var fagligt relevant nok i forhold til tidsforbruget. Og ligesom sidst syntes de lidt fagligt svagere elever bedre om det. Generelt syntes eleverne dog at idéen var god, og det at fremlægge for andre fungerede godt syntes de.

Vi overvejede som lærere, om processen skulle være mere styret? Samtidig var vi i tvivl om det at inddele forsøgene i kategorier overhovedet var en god idé? Styringen og rammeinddelingen er hele tiden et dilemma, specifikt i arbejdet med den mere Engineer-mæssige tilgang til undervisning. Begrebet ”køgebogsforsøg” er et kendt begreb indenfor naturvidenskabelig undervisning. Det beskriver en tilgang til forsøg hvor, ja, elever bare skal følge en opskrift. Hvis målet med at lave forsøg er, at eleverne skal tilgå dem med en naturvidenskabelig tilgang, hvor de stiller hypoteser og af- eller bekræfter viden, er køgebogspædagogik netop ikke vejen frem. Så det er hele tiden dilemmaet man som underviser står i. Det kan også være at rammerne og graden af styring skal justeres på baggrund af en differentiering baseret på et kendskab til den enkelte klasse? Tilbagemeldingerne fra vores tilskuere var overvejende positive, og de stillede sig gerne til rådighed som tilskuere igen.

³⁸ https://www.youtube.com/watch?v=bHLNQ_fc21k



Forløbet: Rakterter

Overvejelser om forløbet

Da vi påbegyndte projektet med at naturfag i 10. kl havde vi inden sommerferien besluttet os for de to første forløb, men bevidst ventet med at planlægge de to sidste forløb til vi havde gjort os nogle erfaringer, som vi kunne trække på i forhold til planlægning af indhold og struktur. Det passede således, at vi inden juleferien havde færdiggjort de to første forløb, så i løbet af december gik arbejdet i gang med at finde de næste temaer. I forbindelse med evalueringen af de to forrige forløb var der en ting der gik igen, og som havde fyldt meget i evalueringen: faglighed. De fagligt stærke elever følte sig ikke tilstrækkeligt udfordret af de forløb vi havde lavet. Vi ønskede derfor at beskæftige os med et forløb, hvor vi dels kunne være mere faglige, men samtidig stadig bevare ”hands on” elementer, som de lidt fagligt svagere elever vægtede højt. Efter at have haft adskillige andre forslag til forløb på banen:

- Plastik
- Rakterter
- Kastemaskiner
- Go kart³⁹
- Lys/Farver
- Kemi og mad
- Lego mindstorm
- Konkrete problemer der skal løses
- LIFE⁴⁰

Faldt valget altså på rakterter, fordi vi vurderede at vi derigennem kunne arbejde både med en mere ”hands on” tilgang samt en mere teoretisk og fagfaglig tilgang til emnet. Planen var derfor at arbejde med rakterter, men ikke med en decideret tilgang til forløbet med Engineering modellen. Vi

³⁹ <https://www.dasu.dk/om-dasu/hestekraeften-motorsport-paa-skoleskemaet/#!/tilmelding-for-skoler>

⁴⁰ <https://life.dk>



havde en lyst til at lade eleverne fordybe sig i en specifik del af raketvidenskaben, ved at anvende en struktur fra Cooperative learning⁴¹ kaldet Ekspert – Puslespil.

Til at starte med ville vi dog, ligesom i dyrk planter på Mars forløbet, starte op med en appetitvækker og en videns del. Den skulle omhandle rumfartens historie og lidt om hvordan raketter blev udviklet. I undersøgelsesdelen ville vi beskæftige os med raketter, startende i det helt små, til det lidt større. Vores plan var arbejde os gradvist op ad, og se på forskelle og ligheder. De rakettyper vi planlagde at anvende var:

- Tændstikraket
- Eddikeraket
- Vandraket

Vi ville altså komme med de rakettyper de skulle bygge, samt med et forslag til design. Men det skulle være op til eleverne selv at bygge dem, afprøve dem, og evt. forbedre dem.

Under alle forsøg var vores det vores hensigt at eleverne skulle skrive noter til deres eget raket design med et fokus på fordele og ulemper. Om hvorvidt de ville anvende Engineering modellen til denne analyse lod vi det være op til eleverne selv at bestemme.

Lektionsplan: Et forløb om raketter

Uge 1

1. lektion: Opstartstime

- Inspireret af Mars forløbet ønskede vi igen at starte med en appetitvækker samt en videns del i forhold til raketter. Derfor tog vi fat i rumfartens historie⁴² ved brug af nogle små film⁴³. Dem brugte vi som en indledning til en samtale om hvordan raketter egentlig virker⁴⁴ og hvordan vi anvender raketter.

⁴¹ ”Cooperative Learning - undervisning med samarbejdsstrukturer” af Spencer Kagan & Jette Stenlev, forlaget Alinea 2009

⁴² <https://www.duda.dk/download/pdf/rumfartens-historie.pdf>

⁴³ - <https://www.dr.dk/skole/mediaitem/urn:dr:mu:programcard:50c93460860d9a37fcc6d9ff>

- <https://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/sadan-virker-nytarsraketten>

⁴⁴ - <https://www.youtube.com/watch?v=WjgpEr6majo>

- <https://www.youtube.com/watch?v=PLcE3AI9wwE>

1. lektion: Tændstikraket⁴⁵

- Vi ville starte småt ud, med tændstik raketter, fordi sandsynligheden for succes med disse små raketter er stor. Vi opfordrede eleverne til at tage udgangspunkt i designet fra skabelonen i første omgang, for at sikre minimum en flyvende raket. Derefter opfordrede vi dem til at ”lege” med raketten ud fra forskellige parametre:
 - Design af raketten
 - Mængden af brændstof (flere tændstikhoveder i en raket)
 - Brændstoffets form (fast eller i pulverform)
 - Vinklen på affyringsrampen i forhold til både højde og afstand

Uge 2:*2. lektion: Teori*

- Vi havde som udgangspunkt valgt at vores tema om raketter skulle have en mere fagfaglig dybde. Derfor startede vi med en kort intro til de essentielle dele af raketvidenskab.⁴⁶ Vi havde udvalgt 4 områder indenfor raketvidenskab som eleverne skulle tage udgangspunkt i.

Disse 4 områder var:

1. Aerodynamik⁴⁷
2. Tyngdekraft⁴⁸
3. Newtons love⁴⁹
4. Raket motorer⁵⁰

Eleverne blev herefter delt op i ekspertgrupper, og tanken var så at de skulle blive ”eksperter” indenfor et område af raketvidenskab, som de herefter skulle undervise resten af klassen i. I forhold til dilemmaet mellem for lidt faglighed for de stærke elever, og for meget faglighed i forhold til de lidt mere fagligt svage elever overvejede vi, at lave grupperne således at vi fik nogle grupper med fagligt stærke elever, som forhåbentlig ville være rimeligt selvkørende, og nogle grupper

⁴⁵ <http://tkor.squarespace.com/matchbox-rockets-template>

⁴⁶ Se Bilag

⁴⁷ Se bilag 4

⁴⁸ Se bilag 5

⁴⁹ Se bilag 6

⁵⁰ Se bilag 7

med lidt fagligt svagere elever, som vi så kunne bruge noget mere tid på at vejlede. Vi besluttede dog, at vi ville prøve det af først, hvor eleverne fik lov at vælge ud fra, hvad de syntes der lød mest interessant og spændende. Eleverne fik som udgangspunkt lov til selv at søge informationen, men vi opfordrede til at bruge undervisnings hjemmesider. Derudover bad vi dem også om at forholde sig til undervisning – hvordan syntes de selv man blev godt undervist? Indeholdt det f.eks. opgaver, quiz osv.

3. lektion: Vandraket⁵¹

- Vi lavede en vandraket, ved brug af Rokit. Vi kiggede her igen på de samme parametre som med tændstikraketten:
 - o Design af raketten (Vi brugte forskellige typer af plastflasker)
 - o Mængden af brændstof (mere eller mindre vand)
 - o Brændstoffets form (Kunne ikke rigtig reguleres med vand, vi prøvede uden vand, altså blot med luft)
 - o Vinklen på affyringsrampen i forhold til både højde og afstand

Uge 3:

4. lektion: Teori arbejde

- Vi fortsatte gruppe arbejdet med at blive eksperter i netop vores felt

5. lektion: Eddikeraketten⁵²

- Man skal som lærer prøve denne raketype af inden undervisningen, det kan trods forsøgsvejledninger der lover 40 – 60 m, nemlig være svært at få dem til at flyve. Problemet er, at mange sodavandsflasker ikke længere har den pakning, som flasker havde tidligere. Vi prøvede at lave forskellige pakninger, og vi fandt ud af, at man med Wita Wrap som pakning godt kan få den til at flyve, men det er ikke 40 – 60 m. Derudover skal den ”pølse” man pakker bagepulveret ind i, være nemt opløseligt. Et enkelt lag af toiletpapiret var rigeligt. Hvis papiret er for kraftigt, skal man vente MEGET længe.

Uge 4:

6. lektion: Teori arbejde

⁵¹ <https://www.frederiksen-scientific.dk/shop/product/raket-rokit>

⁵² Se Bilag



- Vi fortsatte gruppe arbejdet om at blive eksperter

7. lektion:

- Vi fortsatte gruppe arbejdet om at blive eksperter

Uge 5:

8. lektion

- Fremlæggelse af gruppernes arbejde

9. lektion

- Fremlæggelse af gruppernes arbejde
- Evaluering af forløbet med elever

Evaluering af forløbet: Rakter

- *Teoridelen:*
- De 4 teori temaer vi havde valgt de skulle tage udgangspunkt i, var svært for dem der var fagligt svage. Det gav sig udtryk i, at der var ret stor forskel på kvaliteten i fremlæggelserne, og nogle fik lidt mere taletid end andre. Vi tænker at prøve at sammensætte grupperne anderledes næste gang, hvor man decideret går efter at lave fagligt svage og fagligt stærke grupper, hvor vi så kan få de fordele i bedre tid til hver enkelt gruppe, som tidligere nævnt.
- Vi syntes stadig temaerne var gode nok, vi synes det giver mening at beskæftige sig med de 4 temaer. Vi havde en oplevelse af, at fremlæggelsen nok skulle styres noget mere, evt. ved at vi laver nogle underspørgsmål? Tidshorisonten var sådan set fin, eleverne skal have 3 eller 4 gange til det. Vi var lidt i tvivl hvordan skal vi guide grupperne noget mere. Vi overvejede om man kan også stille 3 lukkede og 3 åbne opgaver til hver gruppe. Man kunne også vælge at guide eleverne mere i forhold til søgning af det teoretiske grundlag for deres besvarelse. Således at de får en litteraturliste, det her, det skal I læse og I skal tage udgangspunkt i det. Måske kunne eleverne også få et filmklip med som de kunne fortælle ud fra?
Da det til tider var svært at følge gruppernes progression, overvejede vi om grupperne skulle uploade noget hver gang, som vi kunne se. Vi kom frem til, at vi syntes det var en dårlig idé, og lugtede rigtig meget af kontrol og meget lidt af tillid. Det helt store dilemma er at vi gerne ville styre mere uden at ”lukke” eleverne i deres tankegang. Vi skal passe på, vi så ikke blot får at vide, hvad vi

gerne vil vide. Der skal være plads til at de kan undersøge noget, som vi ikke havde regnet med man kunne undersøge og tage udgangspunkt i forhold til besvarelsen.

At få eleverne til at forholde sig til undervisning, og reelt kalde det undervisning fremfor en fremlæggelse, var et ønske fra vores side om at få eleverne til at involvere de andre elever, og derved undgå at det bare blev en envejskommunikation. Dette skal man bruge noget mere tid på at forklare, da eleverne tolkning af dette blev at lave en Kahoot til deres tema, som de brugte som afslutning.

Sidst, men ikke mindst, snakkede vi faktisk om at give dem en karakter. Det virkede forkert, da vi jo var et eksamensfrit fag, og hele idéen var jo at eleverne skulle motiveres af faget, og ikke af en karakter. Men vi kunne lade være med at tænke på om det kunne være en fordel for os, at give dem en karakter? De stillede sig jo op og underviste et tema, som de havde undersøgt og arbejdet med. Vi gav dem en mundtlig tilbagemelding, men alle lærere der har prøvet at give en tilbage melding, der både er mundtlig og med en karakter, ved godt hvor elevernes fokus er, og hvad de husker. Eleverne er jo vant til at få karakterer i andre fag og efterspurgte det også. Hvilken betydning havde det mon for deres motivation? Vi gjorde det ikke!

- *Forsøgsdelen:*

Forsøgsdelen fungerede godt, eleverne syntes det var sjovt. Men, det er svært. Det er svært at lave en god tændstikkeraket, det er svært at lave en god eddikeraket. Man skal som lærer prøve det af selv, for at kunne lave den gode vejledning.

Vandraketten fungerer bedre, hvis man har købt "kittet". Pas på dog på med at skyde dem af på græs, da pakningen der skal sidde i flasken, er sort, og svært at finde igen, hvis den falder af under "take off". Det er godt at arbejde med de forskellige parametre, det kvalificerer forsøget og giver eleverne mulighed for at relatere det til rigtige raketter som man anvender i rumfart. Vi talte om at lade eleverne regne på raketterne, hvor de kigger på forskellige parametre. Men vores vurdering var, at matematikken i dette var et kapitel for sig selv, og ville blive for kompliceret og omfangsrigt at kaste sig ud i.



Vi overvejede at lave en sukkerraket, som et lærerforsøg, men vurderede til slut at vi nok syntes det var lidt for farligt, samtidig havde vi en frygt for, at fristelsen til at kopiere det der hjemme, var for stor.⁵³ Der eksisterer en del computer spil/simulationer, som man sikkert også kunne anvende. Vi valgte dog at forholde os til det mere simple ”low tech”, som vi selv kunne lave og prøve af i laboratoriet. En helt praktisk del af forløbet, som viste sig ikke at være så hensigtsmæssig, var årstiden for forløbet. Det er bare ikke fantastisk at rende rundt udenfor og arbejde med raketter i januar og februar måned.

Forløbet: Se lyset

Overvejelser om forløbet

Som det sidste og 4. forløb på året, tog vi fat i et af de temaer vi tidligere havde haft oppe og vende om lys og farver. Jeg tænker at alle fysiklærere har en eller anden lyst til at arbejde med lys, da den elektromagnetiske stråling og forståelse af lysets natur, er så grundlæggende for fysikken. Samtidig var det et tema, som vi selv grundfagligt havde rigtig godt styr, og som vi vurderede vi havde et ret godt overblik over i forhold til eksempelvis differentiering.

Derudover ville vi gerne igen arbejde med en mere klar tilgang til Engineering og så havde vi samtidig en lyst til at vende tilbage til at bruge Mikrobits igen. Derfor valgte vi at arbejde med et Engineering forløb fra Astra, som hedder ”Se lyset”⁵⁴

Lektionsplan: Se lyset

Uge 1:

1. lektion: Opstart

- Opstarts time – vi starter ud med en film, som en appetitvækker. Filmen skal samtidig fungere til at skabe en fælles forståelse for lyset, og introducere en terminologi som vi kan arbejde videre med.

Vi ser: ”Gemt i lyset” Cosmos episode 13.⁵⁵

⁵³ <https://www.youtube.com/watch?v=12fR9neVnS8>

⁵⁴ <https://astra.dk/tildinundervisning/se-lyset>

⁵⁵ <https://www.imdb.com/title/tt3475588/>

2. lektion: Legeforsøg med lys

- Fra tidligere forløb med lys havde vi en masse ”wauw” og ”aha” forsøg, som vi gerne ville skyde af på en forsøgsgang. Det var vores opgave at prøve at minde eleverne om hvor mange optiske fænomener man egentlig møder i hverdagen, sikre os de sætter de rigtige fagbegreber på, og samtidig prøve at guide dem til en forståelse af hvorfor.

De forsøg vi valgte at arbejde med var:

- Skespejl⁵⁶
- Reagensglas i olie⁵⁷
- Den knækkede blyant (Blyant i vand)⁵⁸
- Billeddannelse i fri luft⁵⁹
- Farver med snurretop⁶⁰
- Optiske bedrag⁶¹
- Se infrarødt lys⁶²

Uge 2:

3. lektion: Teori om lys

- Teori: Hvad er lys.
Teori og fællesforsøg med laser og måling af bølgelængde⁶³

4. lektion: Forsøg

- Forsøg med lyskasse⁶⁴

⁵⁶ <https://portals.clio.me/dk/fysikkemi/emner/partikler-boelger-straaling/boelger-og-svingninger/lys/ske-spejl/spejl-digi-skeen/>

⁵⁷ <http://www.fysikbasen.dk/index.php%3Fpage=Vis&id=100.html>

⁵⁸ https://www.nbi.ku.dk/spoerg_om_fysik/fysik/knaeketpind/

⁵⁹ <http://www.fysikbasen.dk/index.php%3Fpage=Vis&id=89.html>

⁶⁰ <https://testoteket.dk/tildinundervisning/rotation-og-synsbedrag>

⁶¹ <https://www.imagi.dk/optiske-illusioner>

⁶² <http://www.fysikbasen.dk/index.php%3Fpage=Vis&id=5.html>

⁶³ https://rheelev.dk/images/stories/fysik/Lys/Forsog_beregning_af_lysets_bølgelængde_og_frekvens.pdf

⁶⁴ http://www.fysik-kemi.cederkvist.dk/Forsoeg_med_lysboks.pdf

Uge 3:

5. lektion: Teori

- Vi arbejder med en teori om lys ved brug af slideplayer om lysets natur.⁶⁵.

6. lektion: Opstart på Engineering forløb

- Vi starter op på Engineering forløbet: Se lyset fra Astra.
-

Her stoppede forløbet, og vi nåede desværre ikke i gang med den Engineermæssige del af forløbet grundet Corona krisen.

Evaluering af forløbet: Se lyset

- *Teoridelen*

Film en er god og meget flot produceret. Den indeholder masser af teori omkring lys og er fin til en enkelt lektion på 45 min. Man kan med fordel starte 8 minutter inden i filmen, da den sidste del af filmen er mere relevant.

- *Forsøgsdelen*

Vi oplevede der var en lille smule for lidt forsøg, i den forsøgsgang der skulle virke som en appetitvækker. Vi arbejdede med 2 metoder:

o Metode 1:

- Klassen deltes ind i grupper, og de fik et forsøg hver, som de skulle beskæftige sig med, dvs. sætte sig ind, forstå, kunne gennemføre og forklare. Derefter gik vi rundt og kiggede på forsøg hos hinanden.

o Metode 2:

- Eleverne deles igen ind i grupper, og de går rundt i disse grupper og arbejder med forsøgene i forberedte værksteder. Evt. kan man gøre det, at hvert værksted har flere forsøg.

Metode 1 er mere styret og fungerede egentlig godt. Lige bortset fra, at den er tidskrævende, og eleverne vil meget gerne prøve alle forsøgene af selv.

Metode 2 er meget kaotisk, og vi oplevede at nogle af gruppemedlemmerne meldte sig lidt ud, og ikke deltog så meget.

⁶⁵ <https://slideplayer.dk/slide/1904232/>



Afslutning og konklusion

Da vi startede hele arbejdet med at lave et naturfag i 10. kl på en noget anden måde, var et af succeskriterierne at vi generelt skulle opleve et mindre frafald på vores hold. Uden at have de helt eksakte tal fra forrige år, er det vores oplevelse, at vi helt klart har oplevet et lavere frafald end tidligere. I gennemsnit har vores 10. klasser en størrelse på 14 elever pr. klasse her i foråret 2020, hvor det tidligere år har været under 10 elever pr. klasse og med 4 - 5 elever pr. klasse der valgte at gå til prøve.

Vi har stadig ikke helt styr på navnet, umiddelbart kaldet vi det naturfag. Planen var faktisk at kalde det Science, men som skolelærere, kan vi jo godt blive lidt trætte af den anglofisering af sproget. Vi havde en lille forslagskonkurrence blandt vores kollegaer, der kom der en masse navne op:

- Big bang
- Eksperimentarium
- Breaking Bad
- PhysChem
- Naturfag
- Opdag verden
- I Einsteins fodspor
- Undersøg verden
- Engineering
- Ingenøring

I skrivende stund hedder det stadigvæk naturfag, så må vi se om vi kan finde et bedre navn på sigt. Det der helt sikkert ville kvalificere arbejdet, ville være hvis eleverne i 10. kl tidligere i deres skoleforløb har stiftet bekendtskab med Engineering. Dvs. de møder op med en et kendskab til modellen og ved hvordan man anvender den i forhold til at løse en Engineering udfordring. Selvom man starter ud med et lille introduktionsforløb til metoden, er det stadig svært at få dem til at anvende metoden konsekvent i deres problemløsning.

Over tid, når vi får mere erfaring i arbejdet med Engineering, bliver bedre til at vejlede i brugen af modellen og kender til faldgruberne, samt husker på at bede eleverne om at anvende modellen, mene vi at det overordnet betyde et løft i forhold til undervisningens niveau og ikke mindst skabe en mere interessant og spændende tilgang til de naturvidenskabelige fag.



Kilder, Links og Litteratur

Naturfagsdidaktik

- https://projekter.au.dk/fileadmin/QUEST_IBSE_modul.pdf
- https://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/2014-36/Kompendie-IBSE_ny_web2.pdf
- <https://astra.dk/projektboersen/projekter/rose-projektet>
- <https://astra.dk/sites/default/files/IBSE%20i%20fagteamet.pdf>
- <https://astra.dk/stem>
- <https://astra.dk/engineering>
- <https://skolereformgreve2014.files.wordpress.com/2014/06/science-og-innovation-som-valgfag-krogc3a5rd.pdf>
- <https://astra.dk/engineering/proces>
- <https://engineerthefuture.dk>
- <https://astra.dk/projektboersen/projekter/rose-projektet>

Byg en tidsmåler

- <https://astra.dk/tildinundervisning/byg-tidsmaaler>

Dyrk planter på Mars

- <https://astra.dk/engineering/mars>

Science Show

- https://www.arbejdsmiljoweb.dk/byggeri-og-indretning/godt-skolebyggeri/faglokaler-naar-klokken-ringer/naar_klokken_ringer
- ”Show Kemi - 95 spektakulære kemiske eksperimenter og demonstrationsforsøg” af Peter Hald, forlaget Systime 2005.

Raketter

- <https://www.youtube.com/watch?v=PLcE3AI9wwE>
- <http://www.okolariet.dk/viden-om/rummet/raketter#.XfN9Dy16M1I>
- <https://www.kerbalspaceprogram.com/game/kerbal-space-program/>
- <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/how-to-build-a-rocket/>
- ”Cooperative Learning - undervisning med samarbejdsstrukturer” af Spencer Kagan & Jette Stenlev, forlaget Alinea 2009

- <https://www.instructables.com/id/How-To-Make-a-Matchbox-Rocket-Launching-Kit/>
- <https://www.duda.dk/download/pdf/rumfartens-historie.pdf>
- <https://www.dr.dk/skole/mediaitem/urn:dr:mu:programcard:50c93460860d9a37fc6d9ff>
- <https://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/sadan-virker-nytarsraketten>

Se lyset

- <https://astra.dk/tildinundervisning/se-lyset>
- https://rheelev.dk/images/stories/fysik/Lys/Forsøg_beregning_af_lysets_bølgelængde_og_frekvens.pdf
- http://www.fysik-kemi.cederkvist.dk/Forsog_med_lysboks.pdf

Bilag 1:



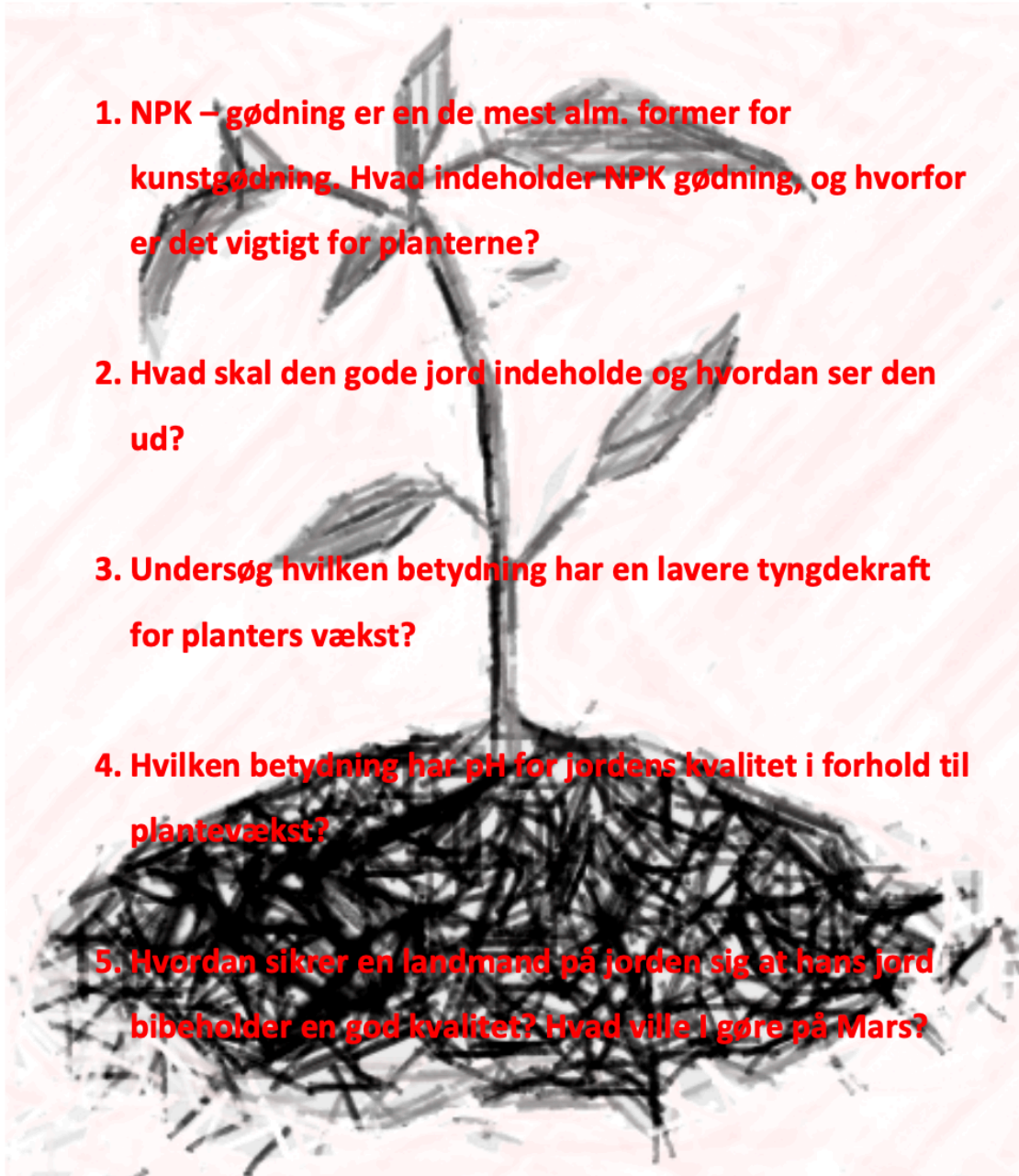
1. **Skriv 10 relevante fakta om Mars?**
2. **Fortæl om Mars og dens placering i solsystemet?**
3. **Hvordan er tyngdekraften på Mars? Hvad ville du veje på Mars, og hvilken betydning ville det få for os hvis vi boede på Mars?**
4. **Hvorfor er Mars overhovedet interessant for menneskeheden?**
5. **Hvordan ville en helt almindelig dag se ud på Mars? Hvor lang tid varer et døgn? Er der årstider på Mars? Hvordan er vejret?**
6. **Hvordan er atmosfærens sammensætning på Mars?**
7. **Hvilke fordele og ulemper er der ved forskellige plantetyper i forhold til at skulle dyrke dem på Mars?**
8. **Er der noget man kan bruge på Mars? Hvilke grundstoffer kan man finde på Mars?**
9. **Er der nogen lighed mellem jordens og Mars klima?**
10. **Hvad for en slags jord er der på Mars?**

**I skal svare på spørgsmålene i jeres grupper.
Svarene skal i lægge ind i et dokument på Viggo.**



Bilag: 2

5 spørgsmål om jord og planter

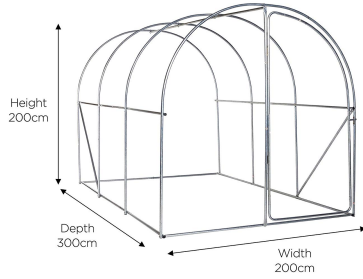




Bilag 3:

Der skal mål på!

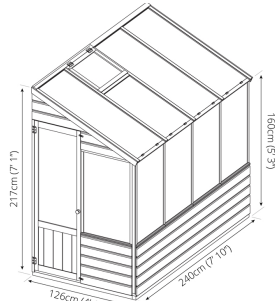
Dimensions.



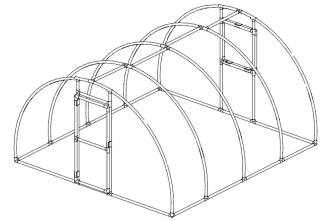
Vælg et design, skal det være sekskantet?



Prøv at tegne den med dybde

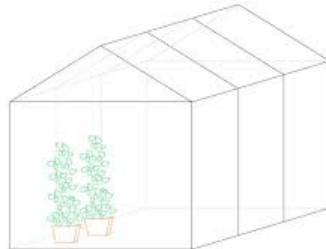


Buer?

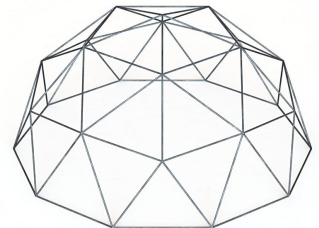


Rektangulært?

Rektangulært drivhus med sadeltag

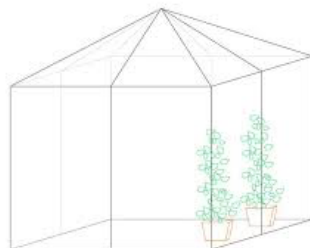


Geodome?

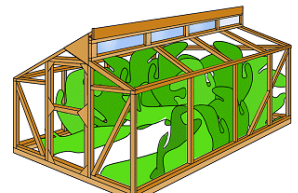


Kvadratisk?

Kvadratisk drivhus



Pas på det ikke bliver for svært?



Bilag 4:

RAKETTER



NEWTONS
3. LOV

Aktion er lig med reaktion

- Hvis man trykker på væggen, trykker væggen tilbage med samme kraft.
- Og har man rulleskøjter på, ryger man baglæns!



MEN HOV,
HVEM ER
NEWTON?

https://www.youtube.com/watch?v=JGO_zDWmkvk

OGSÅ TAGER
VI DEN LIGE
PÅ DANSK...

<https://www.youtube.com/watch?v=NkscD4vr2ao>



OGSÅ LEGER I
LIGE LIDT
SELV...

Kræfter og kredsløb
- Forløb på Clio.dk
Se videoer og svar på ?

OGSÅ SÅ TIL
SIDST...

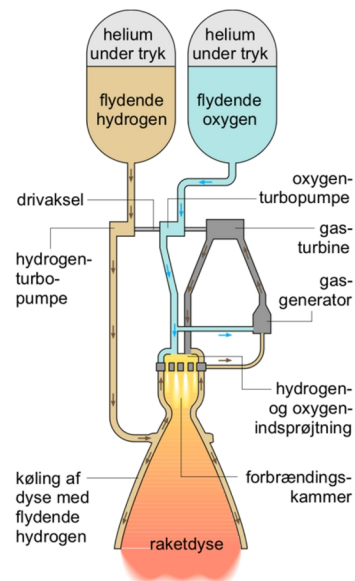
https://www.youtube.com/watch?v=okCCGxWs_L8

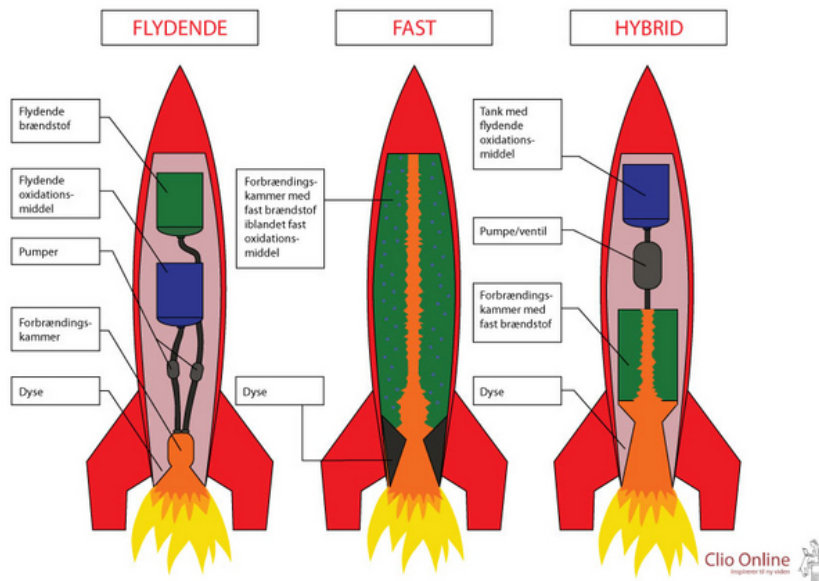
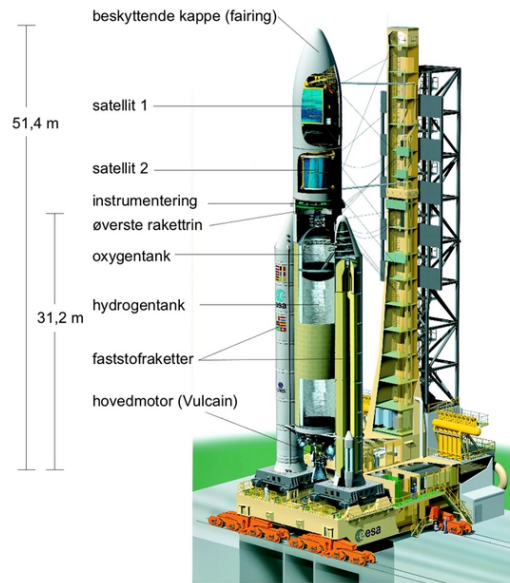
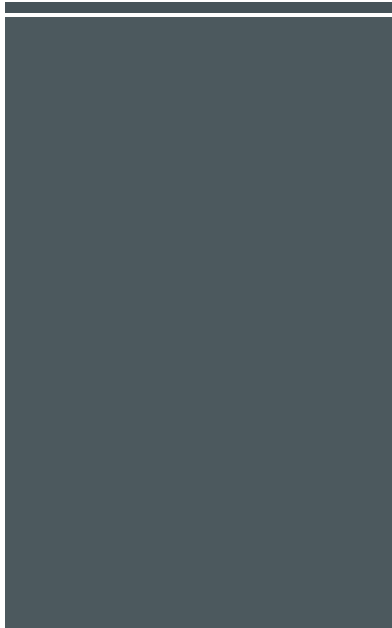
RAKET MATEMATIK

- Kraften på raketten kommer fra "princippet om impulsbevarelse":
- Masse gange hastighed for raketten er lig masse gange hastighed for det, der ryger bagud:

$$m_1 \times v_1 = m_2 \times v_2$$

FORBRÆNDING KRÆVER OXYGEN





Bilag 5:

BECOME AN EXPERT

AERODYNAMIK

I skal blive eksperter i aerodynamik. Dvs. I skal sætte jer ind i noget teori omkring emnet, således at I kan undervise de andre I hvad det er.

Krav til fremlæggelsen:



- I skal for resten af klassen forklare begrebet: Aerodynamik



- I skal relatere det til rumfart og raketter

- I skal relatere det til noget i jeres hverdag

- I skal komme med nogle visuelle eksempler (Tegn, lav modeller eller vis billeder)

- I skal alle sammen sige noget

Jeres oplæg skal højst vare 10 minutter.





Bilag 6:

BECOME AN EXPERT

TYNGDEKRAFT

I skal blive eksperter i tyngdekraft. Dvs. I skal sætte jer ind i noget teori omkring emnet, således at I kan undervise de andre I hvad det er.

Krav til fremlæggelsen:

- I skal for resten af klassen forklare begrebet: Tyngdekraft
- I skal relatere det til rumfart og raketter
- I skal relatere det til noget i jeres hverdag
- I skal komme med nogle visuelle eksempler (Tegn, lav modeller eller vis billeder)
- I skal alle sammen sige noget

Jeres oplæg skal højst vare 10 minutter.



GRAVITY

Bilag 7:

BECOME AN EXPERT

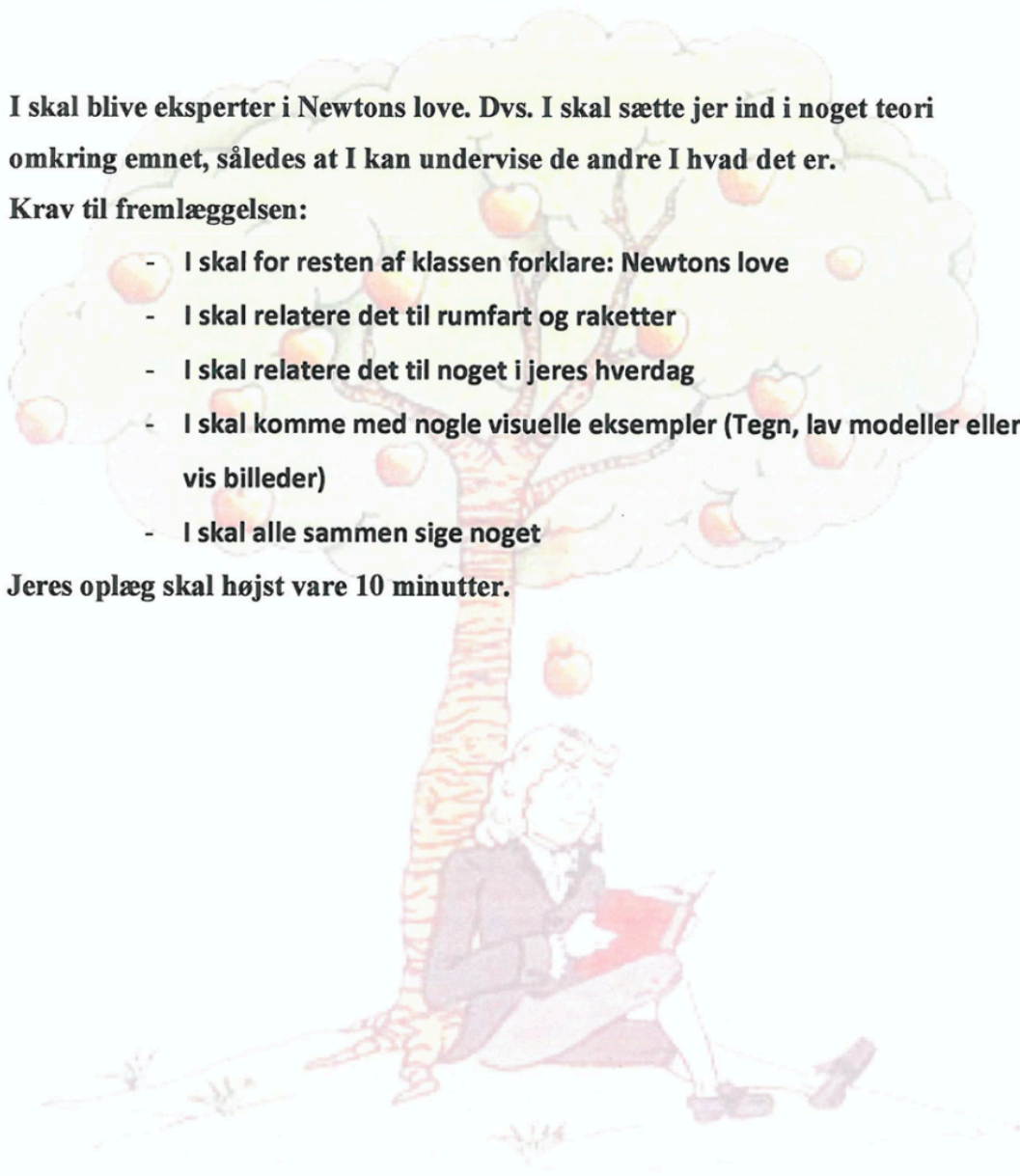
NEWTONS LOVE

I skal blive eksperter i Newtons love. Dvs. I skal sætte jer ind i noget teori omkring emnet, således at I kan undervise de andre I hvad det er.

Krav til fremlæggelsen:

- I skal for resten af klassen forklare: Newtons love
- I skal relatere det til rumfart og raketter
- I skal relatere det til noget i jeres hverdag
- I skal komme med nogle visuelle eksempler (Tegn, lav modeller eller vis billeder)
- I skal alle sammen sige noget

Jeres oplæg skal højst vare 10 minutter.





Bilag 8:

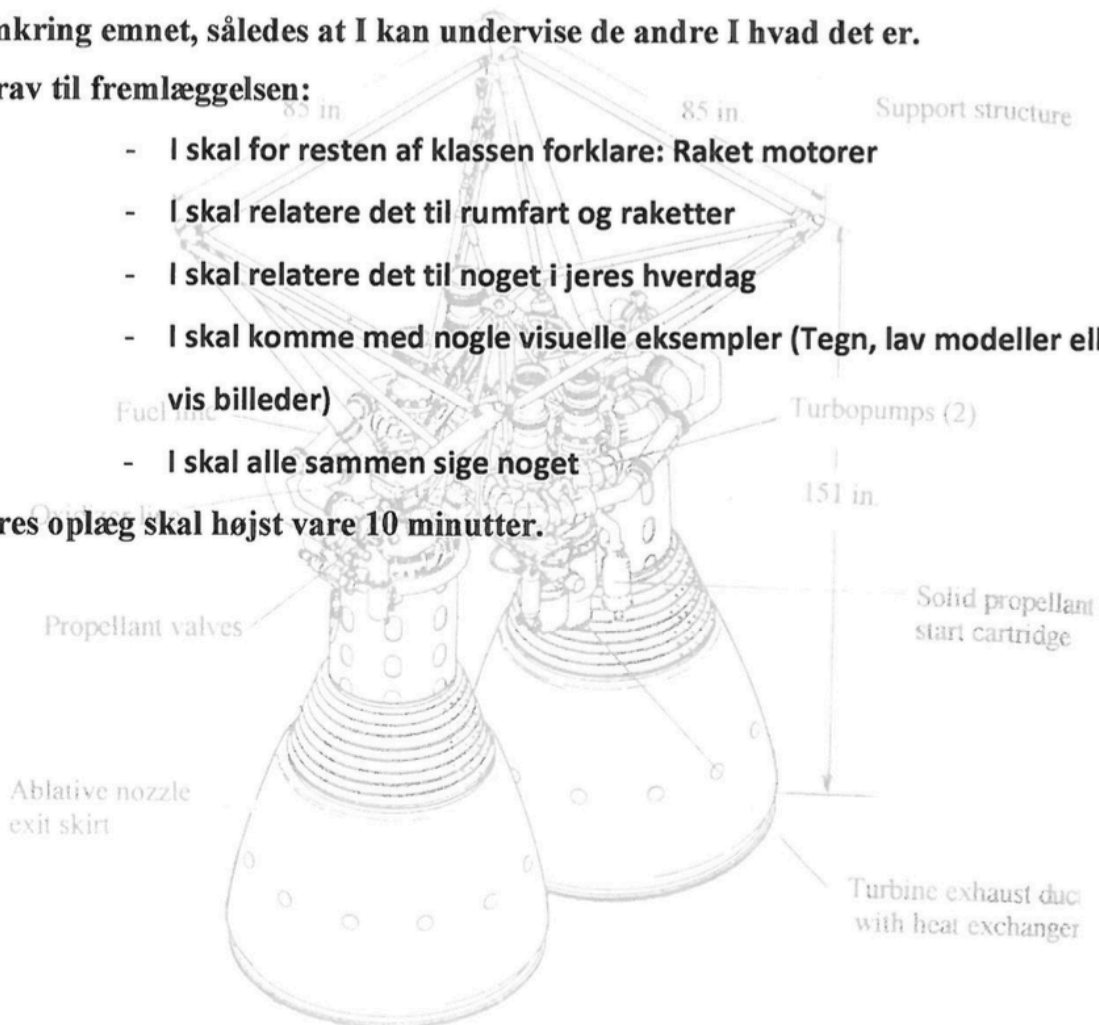
BECOME AN EXPERT *RAKET MOTORER*

I skal blive eksperter i raketmotorer. Dvs. I skal sætte jer ind i noget teori omkring emnet, således at I kan undervise de andre I hvad det er.

Krav til fremlæggelsen:

- I skal for resten af klassen forklare: Raket motorer
- I skal relatere det til rumfart og raketter
- I skal relatere det til noget i jeres hverdag
- I skal komme med nogle visuelle eksempler (Tegn, lav modeller eller vis billeder)
- I skal alle sammen sige noget

Jeres oplæg skal højst vare 10 minutter.





Bilag 9:

Eddikeraketten version 1:

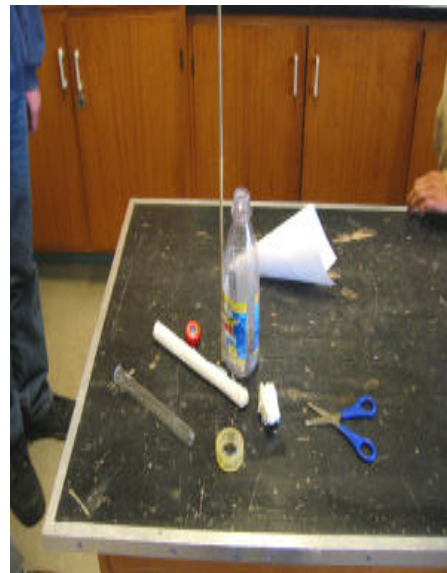
Raketten stabiliseres med en pind (almindelig blomsterpind, ikke for lang), ligesom en nytårsraket (men hvis man vil, kan man godt sætte finner på i stedet)

Flasken (en halvliters plasticflaske)

Pil plasticpakningen ud af skruelåget til en sodavandsflaske. Vores erfaring viste at kun plastikpakningen fra en mærkevarer sodavand duede

Bor et 15 mm hul i kapslen, mindre kan også gøre det

Læg pakningen i kapslen igen. Den virker nu som »sprængpakning«, der giver efter ved et tilpas højt tryk.



Raketten:

Mortér en halvliter sodavandsflaske på en pind med tape. Pinden skal være så lang at tyngdepunktet ligger bagved flasken.

Fyld flasken halvt med husholdningseddike.

Lav et rør af køkkenrullepapir og tape, der lige kan passere ned i flasken. Fyld røret med 40 g natron og luk det med tape (ideen er at skaffe lidt forsinkelse, så man først får blandet eddike og natron efter man har sat låget på). Det bedste resultat fik vi, når vi skilte det dobbeltlagede køkkenrullepapir af i de 2 dele det består af og kun brugte den ene del. Køkkenrullepapirrøret laves nemmest ved at rulle papiret op om et reagensglas, tape, og så trække røret af. Hvis raketten ikke letter, skal man ikke pille ved den, men i stedet give »sprængpakningen« et prik med en nål eller et spidst søm. Så letter den!

Put et papirrør med natron i flasken, skru et låg med »sprængpakning« på.

Ryst flasken og sæt den affyringsrøret (køkkenrullerøret går i stykker når det bliver vådt, og natron og eddike blandes). Vent tålmodigt. Nogle gange adskillige minutter!

Når trykket er højt nok, letter raketten. Den kan nå 40-60 meter op i luften.

Efter montering af en ny pakning, kan raketten flyve igen på en frisk portion eddike og natron.

Kemisk proces: Eddiken reagerer med Natron under dannelse af vand og CO₂ - kuldioxid:



Sikkerhed:

Pas på ikke at få raketten i hovedet, den slår hårdt! Brug sikkerhedsbriller ved affyring!!



Eddikeraketten version 2:

En halvliters sodavandsflaske stabiliseres med en pind (almindelig blomsterpind, ikke for lang), ligesom en nytårsraket (men hvis man vil, kan man godt sætte finner på).

Affyringsrampen:

Et stykke elektriskerrør, sættes ned i jorden, og deri stikker man raketpinden ned, så raketten ikke skal bruge kræfter på at trække sig selv op af jorden.

Tag en gummiprop og drej den hårdt i. Så flyver raketten ca. 20 meter - men det virker til HVER GANG, uden for megen forsinkelse.



Raketten:

Mortér en halvliter sodavandsflaske på en pind med tape. Pinden skal være så lang at tyngdepunktet ligger bagved flasken. Fyld flasken halvt - trekvart, med husholdningseddike. Lav et sprængrør af servietpapir og et lille stykke tape. Tag et reagensglasrør og rul halvdelen af servietten rundt om, så det lige kan passere ned i flasken. Luk "sprængrøret" med et lille stykke tape. Fyld sprængrøret med 40 g natron (bagepulver) og luk det ved at sno enderne (ideen er at skaffe lidt forsinkelse, så man først får blandet eddike og natron efter man har sat låget på). Hvis raketten ikke letter, skal man ikke pille ved den, men i stedet give »sprængpakningen« et lille dask med en bambuspind. Så hjælper man den på vej til at lette!

Armering:

Put et sprængrør med natron i flasken, sæt gummiproppen på. Ryst flasken og sæt den i affyringsrøret (servietrullerøret går i stykker når det bliver vådt, og natron og eddike blandes). Vent tålmodigt. Nogle gange adskillige minutter! Når trykket er højt nok, letter raketten. Den kan nå 40-60 meter op i luften. Efter montering af en ny prop, kan raketten flyve igen på en frisk portion eddike og natron.

Kemisk proces:

Eddiken reagerer med Natron under dannelse af vand, natriumacetat og kuldioxid. NaCH_3COO er salt, CH_3COO - hedder acetation og dermed bliver navnet Natriumacetat.

