

TEKNOLOGIFORSTÅELSE

FYSIK/KEMI 7. KLASSE
EFTERÅR

MÅLING AF ACCELERATION PÅ VANDRAKET

Udarbejdet af Niels Anders Illemann Petersen i samarbejde med Ulrich Pedersen Dahl, Steffen Elmose, Stefan Mandal Mortensen, og Allan Skindhøj Sørensen*

*Materialet er udviklet af Københavns Professionshøjskole, Professionshøjskolen UCN, VIA University College samt læremiddel.dk for Børne- og Undervisningsministeriet under rammerne for Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning. Læs mere om forsøget på www.tekforsøget.dk og www.emu.dk.



KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE



LÆRE
MIDDEL
DK



VIA University
College



INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Forløbsbeskrivelse	3
1.1 Beskrivelse	3
1.2 Rammer og praktiske forhold	4
2. Mål og faglige begreber	6
3. Forløbsnær del	7
3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer	7
3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase	9
3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer	12
4. Perspektivering	12
4.1 Evaluering	12
4.2 Progression	13
4.3 Differentieringsmuligheder	13

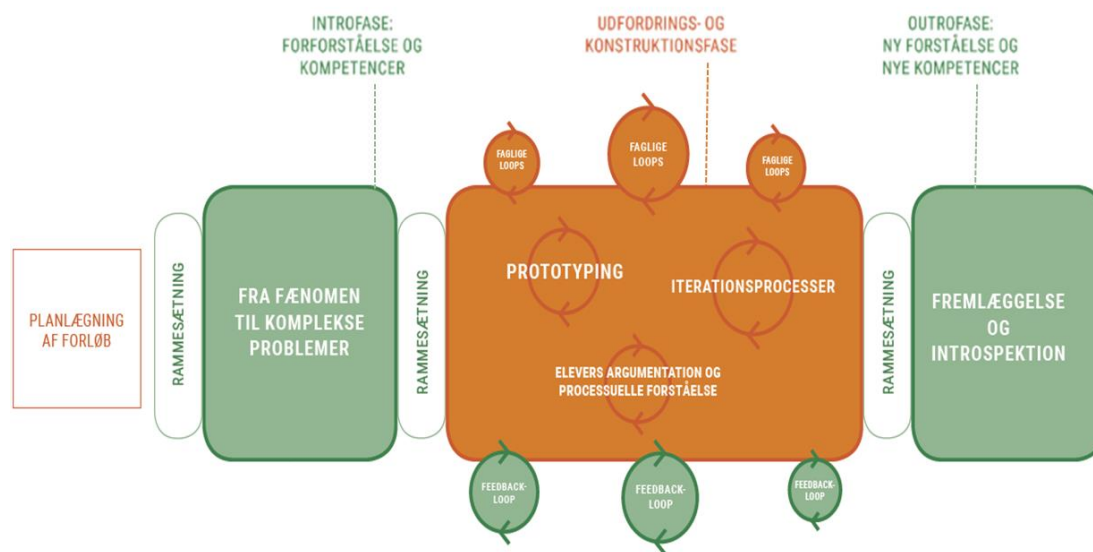
Version 2

Dette er version 2 af forløbet. I revisionen af forløbene har vi arbejdet med at præcisere mål, rammer og aktiviteter. Der er ikke ændret fundamentalt ved forløbet, så materialer, som er udviklet til den konkrete undervisning på skolerne på baggrund af den første version af forløbet, vil stadig kunne anvendes.

1. Forløbsbeskrivelse

Forløbet er bygget op over det didaktiske format for prototyperne med en introducerende del, en mere undersøgende/eksperimenterende del og en outro-del med opsamlinger og evalueringer, se figur 1.

Figur 1: Didaktisk prototypeformat



1.1 Beskrivelse

Eleverne skal designe og bygge en vandraket samt designe et program til micro:bit, der kan måle og give besked om raketens acceleration.

Eleverne skal først bygge vandraketter og afprøve dem. Med udgangspunkt i elevernes erfaringer med forsøg med affyring af deres vandraketter samt evt. viden om kræfter og bevægelse, skal eleverne diskutere, hvad de forstår ved gode og dårlige raketter. Herefter skal de montere en micro:bit på vandraketten og undersøge, hvordan den kan bruges til at måle accelerationen på en raket.

Designprocessen handler således om både at lave en vandraket og lave et måleinstrument til mulig forbedring af vandraketten (raketens acceleration). De didaktiske designprincipper består dels i hensynet til elevernes egen udforskning af vandraketter og micro:bits inden for de lærerfaste rammer, dels lærerformulerede opgaver.

Forløbet kan eventuelt tænkes ind i et allerede eksisterende forløb med faglighed fra FV-området jorden og universet, f.eks. med fokus på en eller flere begreber som f.eks. kræfter og bevægelse, energibevarelse,

energiomsætning, bevægelser, tryk. Det er ikke nødvendigt, at det oprindelige forløb, som dette forløb så bliver en del af, bygges op efter samme model.

Produkt:

Produktet er en vandraket. Raketten skal have den bedst mulig acceleration. Hertil skal der udvikles et program til en micro:bit, så raketens acceleration kan måles og aflæses.

1.2 Rammer og praktiske forhold

1.2.1 Varighed

Forløbet er foreslået til at vare 10-15 lektioner – afhængigt af brugen af faglige loops og feedback-loops.

1.2.2 Materialer

Til hver gruppe skal der være

Hardware

- PC til programmering af micro:bit
- 2 stk micro:bit, inklusiv batterier og batteriholder

Analogt udstyr

- Materialer til vandraket, afhænger af hvilken type man bygger, men fx
 - 1,5 liters sodavandsflaske
 - En lille tom tomatpuredåse (de små røde) eller tilsvarende (evt. 3D-printet) model
 - En prop, der passer i flasken
 - En cykelventil
 - 25 centimeter ståltråd (fx fra en stålbøjle eller gamle cykeleger)
 - Vand
 - Søm eller bor til at lave huller i prop og dåse
 - Cykelpumpe

Elev- og lærerressourcer

Alle ressourcer kan tilgås via ressourcebanken til forløbet på www.tekforsøget.dk

Acceleration

Vær opmærksom på, at de to første ressourcer primært er step-by-step manualer til programmering af måleudstyret. Tanken i teknologiforståelse er, at konstruktionsdelen (herunder programmering) i den digitale designproces opleves som iterativ. Derfor kan disse to manualer ændres/udelades eller på anden måde indtænkes, så eleverne har mulighed for at reflektere over processen. Forslag hertil er nærmere beskrevet i den forløbsnære del.

Primære kilder

- Baunso, Torben, *Accelerometret* (forslag til program til at måle acceleration)
 - Hentet 18.02.2019 på <http://www.microbit-i-skolen.dk/438977471>

- Baunsø, Torben, *Raketopsendelse – Acceleration* (forslag til program til at måle acceleration på vandraket)

Elevhenvendte ressourcer (herunder evt. hjemmesideadresser, som ikke findes i ressourcebanken)

Find arbejdsark, "Raketopsendelse" under *elevressource*.

- Bilag med forslag til det færdige program til måling af acceleration på vandraketen

Om raketter

- Tycho Brahe Planetarium, *Andreas Mogensen Skoleforløb for udskolingen* (Her kan man få mere info, om hvordan man kan formidle teori om raketter og Newtons love samt andet inspiration til undervisning om rummet
 - Hentet 18.02.2019 på <https://astra.dk/tildinundervisning/andreas-mogensen-skoleforløb-udskolingen>.

Understøttende Kilder

Om raketter

- Inspiration til forskellige typer af vandraketter eleverne kan bygge i undervisningen:
 - <http://www.okolariat.dk/viden-om/rummet/ideer-til-skolen-rummet/ramper/affyringsrampe-vand>
 - <https://naturvidenskabsfestival.dk/tildinundervisning/vandraket>
 - <https://politiken.dk/viden/art5527655/Legesyge-sommerfors%C3%B8g-Verdens-bedste-vandraket>
- Filmklip, hvor man ser en vandraket blive sendt afsted:
<https://www.youtube.com/watch?v=kf3vFtqnJVM>

Viden om micro:bit

- DR skole, *Introforløb ultra:bit* (hentet 18.02.2019 på <https://www.dr.dk/skole/ultrabit/introforloeb-ultrabit>) – viser, hvordan man bruger en micro:bit)
- Engineer the future.dk, *Byt beskeder med micro:bit, Engineering day 2018* (på side 12 er der en lynguide til programmering af micro:bit og beskeder)
 - Hentet 18.02.2019 på <https://engineerthefuture.dk/media/2155/engineering-day-2018-byt-beskeder-med-microbit.pdf>

1.2.3 Lokaler

Håndværk og design-, eller NT-lokale eller lignende, hvor man kan bygge vandraket

2. Mål og faglige begreber

Eleverne arbejder i forløbet med to primære kompetenceområder. Elevernes undersøgelseskompetence kommer til udtryk ved, at de, på baggrund af egne undersøgelser af fysik, bidrager til vores forståelse af verden, grundlæggende fysiske begreber som acceleration samt anvendelse af fysik. Elevernes modelleringskompetence kommer til udtryk ved, at de, på baggrund af viden om programmering af Micro:bit og digital design og designprocesser, udvikler på raketter med et ønske om at forbedre accelerationen af raketten.

KOMPETENCEOMRÅDER	UNDERSØGELSE	MODELLERING
Kompetencemål (efter 9. klassetrin)	Eleven kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i fysik/kemi.	Eleven kan anvende og vurdere modeller i fysik/kemi
Færdigheds- og vidensmål (efter 9. klassetrin)	Jorden og universet <ul style="list-style-type: none"> ■ Eleven kan undersøge sammenhænge mellem kræfter og bevægelser ■ Eleven har viden om kræfter og bevægelser. 	Modellering i naturfag <ul style="list-style-type: none"> ■ Eleven kan anvende modeller til forklaring af fænomener og problemstillinger i naturfag. ■ Eleven har viden om modellering i naturfag
	Digital design og designprocesser <ul style="list-style-type: none"> ■ Eleven kan gennem designprocesser skabe digitale artefakter, som understøtter elevens fysiske, kemiske og teknologiske undersøgelser ■ Eleven har viden om anvendelse af iterative designprocesser, ved fysiske, kemiske og teknologiske undersøgelser 	

Inden for kompetenceområdet "Undersøgelse" er der ovenfor angivet færdigheds- og vidensmål fra "Jorden og universet", men andre faglige områder som "Energiomsætning" samt "Produktion og teknologi" kan også inddrages – alt efter hvilket eksisterende forløb, som teknologiforståelsesforløbet evt. tænkes ind i.

Konkrete læringsmål i forløbet

- Eleverne kan, via at bygge en vandraket, opnå forståelse for kræfter og bevægelse
- Eleverne kan, via micro:bittens resultater, systematisk undersøge rakettenes acceleration,

3. Forløbsnær del

3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer

Udgangspunktet er, at eleverne i forvejen arbejder med et fagligt tema, fx med fokus på jorden og universet.

Det kunne foregå på den måde, at de har beskæftiget sig med planeterne i solsystemet, sammenlignet forskellige parametre mellem jorden og de andre planeter, såsom planeternes opbygning, atmosfære, dag/nat, årstider og tyngdeacceleration. Eleverne har måske lavet forsøg med undersøgelse af tyngdeacceleration, og Newtons love er undersøgt og diskuteret. Modeller og undersøgelse af modeller er desuden oplagte at bruge i et forløb om universet, da man sjældent kan lave konkrete undersøgelser af virkeligheden. Det er dog ikke et krav, at der inden teknologiforståelsesforløbet er arbejdet med jorden og universet eller Newtons love.

Formålet med introfasen er at gøre arbejdet med vandraketter til en meningsfuld problemstilling for eleverne.

3.1.1 Problemfelt

Hvordan får man astronauter og forsyninger ud til rumstationen ISS? Det kræver en høj acceleration at sende en raket væk fra jordkloden.

3.1.2 Problemstilling

- Hvordan bygger vi en vandraket med bedst mulig acceleration?
- Hvordan kan vi bruge en micro:bit til at måle raketens acceleration under opsendelse?

3.1.3 Iscenesættelse/scenarie

Lærerens spørgsmål til eleverne: Hvordan får man astronauter og forsyninger ud til rumstationen ISS?

Klassen ser filmklip med raketopsendelser, og de taler om, hvad der får raketten til at accelerere og løfte den væk fra jorden.

Læreren introducerer derefter for klassen, at denne del af "Jorden og universet" handler om, at de skal undersøge raketters acceleration ved at bygge og opsende en vandraket samt måle på raketens acceleration.

Læreren viser filmklippet fra ressourcebanken, hvor man ser en vandraket blive sendt afsted. Eleverne og læreren diskuterer, hvad der sker på filmen:

- Hvad er vandraketten lavet af?
- Hvad indeholder den?

- Hvordan sendes den afsted?

3.1.4 Fagligt loop: Hvordan virker en raket? Hvordan virker en vandraket?

Her kan man tage udgangspunkt i skoleforløbet "Andreas Mogensen Skoleforløb for udskoling".

Begynd med at eleverne selv laver en undersøgelse af Newtons 3. lov.

Forløbet kan indledes med en kort film, der illustrerer Newton's 3 lov.

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

Eleverne kan derefter eksperimentere med små raketbiler, der sættes i bevægelse med elastikker der skubber til klodser af forskellig vægt, og eventuelt konkurrere om, hvem der kan få bilen til at køre længst. De kan undervejs undersøge, hvilke variable der har betydning for, hvor langt de kan få bilen til at køre. Se eventuelt vejledning på <https://www.experimentarium.dk/wp-content/uploads/2016/11/raketter1.pdf>

Eleverne kan efterfølgende i forskellige grupper gennemføre undersøgelser, hvor de kun ændrer på en variabel ad gangen fx klodsens vægt, bilens vægt eller forskellige elastikkers kraft målt med en kraftmåler. Overvej i hvilket omfang eleverne selv kan opstille et skema til dataopsamling, og i hvilket omfang du skal understøtte den del, fx med et skema hvor nogle variable og undersøgelsesintervaller er påført i forvejen. Sammenlign efterfølgende resultaterne, og drøft hvilke variable, der har størst betydning for hvor langt bilen kan køre.

Læreren præsenterer herefter følgende til understøttelsen af elevernes undersøgelse af raketter og acceleration:

Teorien bag raketter forklaret med Newtons 3. lov. Aktion = reaktion. Aktionen er, at raketten skubber vandet ud med en bestemt kraft, og vandet skubber tilbage på raketten med en lige så stor og modsatrettet kraft. Under denne præsentation kan det være hjælpsomt at spørge eleverne ind til, hvordan man kan øge mængden af kraft som skubber raketten. Udover at eleverne skal opnå viden omkring Newtons 3. lov skal de også forberedes på besvare spørgsmålet "Hvordan bygger vi en vandraket med bedst mulig acceleration?"

Eleverne skal nu bruge deres viden om kraft, masse, acceleration og aerodynamik, fx fra deres undersøgelserne af raketbilen, til at opstille foreløbige hypoteser for hvordan vandraketten opnår den bedst mulige acceleration.

OBS: Det faglige loop her i introfasen er centralt ift. at understøtte elevernes inddragelse i selve rammesættelsen, da det indtil nu i høj grad har været læreren, der har afgrænset problemfeltet og formuleret problemstillingen.

3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase

3.2.1 Konkret udfordring I: Byg og test en vandraket

Fagligt loop

Læreren udleverer materialer til konstruktion af vandraketen samt evt. en byggevejledning. Du finder forslag til byggevejledninger i ressourcebanken til forløbet på www.tekforsøget.dk.

Med udgangspunkt i deres hypoteser og de udleverede materialer designer eleverne nu i grupper undersøgelser, hvor de skal konstruere en vandraket med bedst mulig acceleration. Eleverne kan som forberedelse til de næste faser udarbejde en skitse, der viser, hvordan de vil konstruere og afprøve deres vandraket, og hvordan de systematisk vil undersøge en eller flere variable, der kan være med til at understøtte eller afvise deres hypoteser. Eleverne kan ligeledes beskrive, hvordan de vil indsamle og fastholde deres data fra udfordrings- og konstruktionsfasen. Afhængigt af om klassen er vant til at arbejde undersøgende, kan der udleveres en mere eller mindre færdig byggevejledning eller skemaer til dataopsamling. Man kan overveje om materialer samt videoklip fra introfasen, hvor de har set og diskuteret opsendelse af vandraket, er tilstrækkeligt.

Fokus i udfordrings- og konstruktionsfasen er på elevernes selvstændige fabrikation og designprocesser, derfor skal udlevering af byggevejledning overvejes nøje. Du kan eventuelt differentiere den undersøgende tilgang til undervisningen gennem arbejdet med frihedsgrader. Find inspiration på <https://testoteket.dk/undersogende/frihedsgrader>

Opsamling/feedback-loop I

Hvad var det nu, vi talte om i introfasen? Hvordan var det raketten blev sendt til vejrs?

Eleverne laver en skitse af den færdige raket og "affyringsrampe" med en beskrivelse af, hvordan raketten affyres, og hvad der får den til at blive sendt afsted. Eleverne skal bruge Newtons 3. lov i deres forklaring. Efter lærerens godkendelse af elevernes skitse og forklaring bygger og afprøver eleverne deres raket.

Opsamling/feedback-loop II

Eleverne forbedrer på deres raket indtil tilfredsstillende opsendelse lykkes. Læreren gør opmærksom på og diskuterer med eleverne, hvordan resultaterne af mislykkede forsøg anvendes i processen.

3.2.2 Konkret udfordring II: Måling af acceleration vha. micro:bit

Hvordan programmeres en micro:bit, således at vi kan måle acceleration på vores raket? Hver gruppe har nu en velfungerende vandraket, så fokus er nu på konstruktion og programmering af måleudstyret (micro:bit).

Fagligt loop –del 1

Eleverne undersøger micro:bit'en.

- Hvilke komponenter består den af?
- Hvad kan den måle?
- Hvordan giver man et input til micro:bit'en, og hvordan leverer den et output?

Eleverne laver deres forsøg med programmering af micro:bit'en på hjemmesiden:

<https://makecode.microbit.org/>

En god start kan være, at eleverne prøver sig frem med at lave et program, der måler temperatur, som kan aflæses på microbit'en display. Gør eleverne opmærksom på, at programmet, de laver, kan afprøves i simulatoren.

Hvis yderligere understøttelse til temperaturøvelsen ønskes, findes alle komponenterne allerede her:

<https://makecode.microbit.org/v0/29788-68310-00571-98723>

Dette kan dog gøre opgaven for nem, da eleverne kun skal sammensætte komponenterne på den rigtige måde for at det fungerer.

Opsamling/feedback-loop – del 1

Tal med eleverne om, hvad der forstås ved input og output. Videndeling mellem grupperne.

Fagligt loop – del 2

Eleverne undersøger, hvordan micro:bit'en programmeres til at registrere acceleration. Eleverne bruger deres viden fra temperatur-programmet og afprøver ideer til programmer til måling af acceleration.

Opsamling/feedback-loop – del 2

Videndeling mellem grupperne.

Fagligt loop - del 3

Micro:bit'en skal måle raketens maximale acceleration, og man skal kunne nulstille målingen, så man kan foretage en ny måling. Tal med eleverne om, hvad der forstås ved en variabel.

Eleverne kan derefter afprøve, hvordan man nulstiller resultatet efter en måling.

Udvikling af et program, der kan måle den maximale acceleration, kan være svært for eleverne. Hvis der er behov for at præsentere et færdigt program til denne del, er det vigtigt at diskutere programmets opbygning. Dette faglige loop er en vigtig del af elevernes arbejde med at designe en systematisk undersøgelse af acceleration i forbindelse med udvikling af en raket med maksimeret acceleration. Her vender vi igen tilbage til Newtons 3. lov. Da mængden af acceleration også giver eleverne viden om, hvilken kraft vandet flyver ud med.

Feedback-loop

Hvordan skal micro:bit'en monteres på raketten, så den ikke bliver våd, og så den bedst muligt måler accelerationen? Har det betydning, hvordan micro:bit'en vender?

Eleverne programmerer deres micro:bit, monterer den på raketten og afprøver. De forbedrer deres raket indtil bedst mulig acceleration er opnået.

3.2.3 Konkret udfordring III: Hvornår skal micro:biten måle accelerationen?

Vi vil gerne selv bestemme, hvornår i opsendelsen vores micro:bit måler accelerationen.

Man kunne måske forvente, at accelerationen er højest umiddelbart ved udløsning af raketten, men efterhånden som raketten tømmes for vand bliver den lettere, og derfor vil raketens acceleration øges i starten.

Fagligt loop

Det er muligt at få micro:bit'en til at måle accelerationen, når den modtager et signal fra en anden micro:bit. Men hvordan sendes en besked fra en micro:bit til en anden micro:bit?

Find inspiration til dialogen i ressourcebanken til forløbet på www.tekforsøget.dk, hvor der er henvisning til lynguide heri fra Engineer the Future.

Det kan være en god idé, at eleverne først prøver sig frem med at sende besked om temperatur mellem to micro:bits, da disse programmer er forholdsvis simple.

Feedback-loop

- Kan I vha. jeres viden om micro:bit'ens radiokommunikation samt programmet til måling af acceleration lave en fjernstyring af, hvornår målingen af acceleration skal foretages?
- Eleverne tester forslag til programmer, der kan styre måling af acceleration og afprøver på deres raket.

3.2.4 Konkret udfordring IV: Opnå størst mulig acceleration under opsendelsen

Eleverne måler acceleration på deres vandraket med microbit'en. Målet er nu at opnå størst mulig acceleration under opsendelsen. Dette kræver at eleverne systematisk måler deres acceleration, samt at de skriftligt noterer hver ændring til designet.

Målet ved, at eleverne skriftliggøre deres resultater, er, at de er lettere at sammenligne. Derfor skal der også være fokus på detaljer i deres skriftliggørelse.

Feedback-loop

Læreren kan inspirere eleverne med "Hvad sker der hvis"-spørgsmål, hvor eleverne opfordres til at opstille hypoteser og afprøve forskellige vandmængder, luftmængder...

I lærerens samtale med eleverne er der fokus på centrale begreber som acceleration, masse, fart, aktion, reaktion, energi.... (afhængig af, hvilke begreber der har været i fokus i de faglige loops).

3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer

I forløbet "måling af acceleration på vandraket" er der både fokus på proces-og produktevaluering i den afsluttende præsentation af løsningen.

I denne fase skal eleverne vise affyringen af deres vandraket og målinger af acceleration; det kan eventuelt være filmet, så eleverne kun skal koncentrere sig om at fremlægge og forholde sig til processen.

Lad eleverne i deres præsentation komme omkring følgende spørgsmål:

- Overvejelser over processen:
 - 1) Hvad gjorde I af forbedringer på jeres raket fra den første prototype, og hvorfor?
 - 2) Hvad gjorde I, når programmet ikke virkede, hvordan kom I frem til en løsning? Prøvede I jer frem? Spurgte I læreren, klassekammerater, søgte I efter lignende programmer på nettet?
- Overvejelser over det fysik/kemi-faglige:
 - Hvad skal der til for at opnå en høj acceleration med raketten?
 - Hvor i opsendelsen er accelerationen højest?
 - Er der acceleration, når raketten falder ned?

4. Perspektivering

Teknologiforståelse er et almindende fag med fokus på både teknologiskabelse og teknologiforståelse. I forløbet "måling af acceleration på vandraket" er teknologiskabelse i fokus.

I perspektiveringen bør der være fokus på det virkelighedsnære. Den kan derfor tage udgangspunkt i følgende spørgsmål:

- Hvor stor en acceleration kan mennesker (astronauter) tåle?
- Hvor stor en acceleration har en rumraket?
- Hvor meget brændstof bruges der på en typisk opsendelse af en rumraket til ISS?

4.1 Evaluering

En del af evaluering i forløbet foregår i forbindelse med de iterative processer og afprøvninger i form af feedforward på idéer til tilpasninger af vandraketten og om, hvorvidt der er sammenhæng mellem problemstilling og løsning.

Gennem vejledningen er der mulighed for indsigt i alle elevers proces og i gruppens samarbejde. Arbejdes der med logbog, kan denne udvides til at være en portfolio med plads til både, tekst, fotos, skitser og udklip.

Den endelige evaluering foregår ved fremlæggelsen /præsentationen, hvor lærerne efterfølgende giver en samlet udtalelse.

Der kan efter gennemførelsen af forløbet sættes fokus på spørgsmål som:

Hvilke observationer gjorde jeg mig om elevernes arbejde i den indledende proces med at bygge vandraketten og arbejde med kodning af micro:bit?

Hvad fungerede godt i gruppernes arbejde med iterative processer?

Hvordan fungerede min egen rolle som vejleder undervejs i arbejdet?

Kan erfaringer fra dette forløb bruges i fremadrettet arbejde med fokus på teknologiskabelse?

4.2 Progression

Der er lagt op til progression i forløbet ved, at eleverne først lærer micro:bit'en at kende ud fra enkel programmering af micro:bit'en. Derefter skal de arbejde med mere komplicerede programmer, som skal anvendes til måling af acceleration og til kommunikation.

4.3 Differentieringsmuligheder

Der er mulighed for lærerstøttet differentiering til elevgrupper ved at differentiere i krav til opgaveløsningen.

Man kan udlevere mere eller mindre færdige micro:bit-programmer samt byggevejledninger til raketten.

Man kan desuden undvære radiokommunikationen mellem to micro:bits og stadig løse opgaven.