

# TEKNOLOGIFORSTÅELSE

7. KLASSE FYSIK/KEMI

## Liv på Mars



KØBENHAVNS  
PROFESSIONS  
HØJSKOLE



LÆRE  
MIDDEL  
ØDK



VIA University  
College



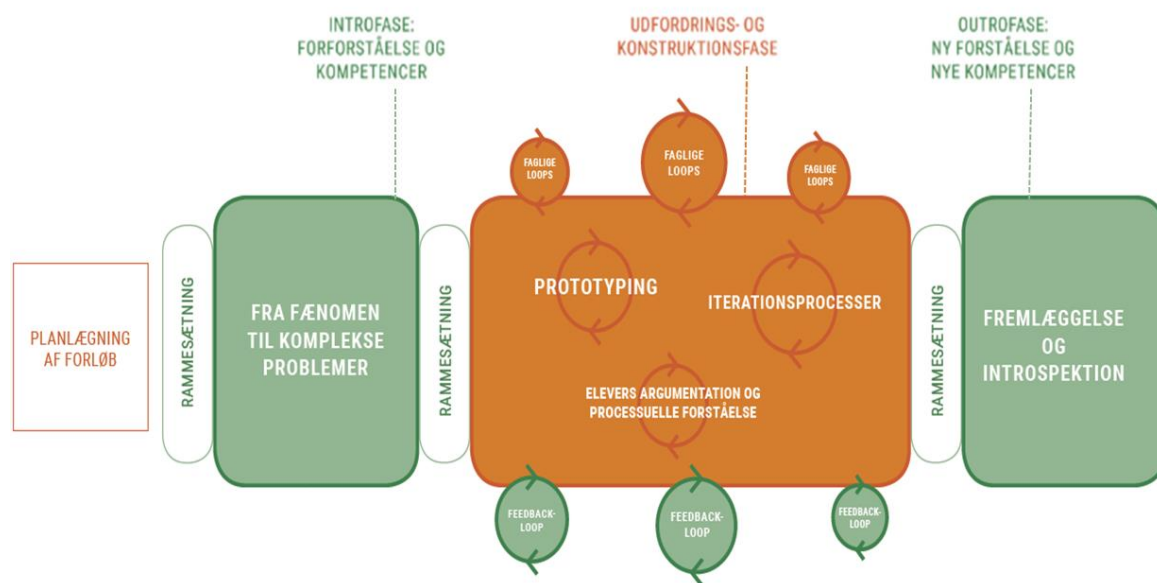
# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1. Forløbsbeskrivelse .....</b>	<b>3</b>
1.1 Beskrivelse .....	3
1.2 Rammer og praktiske forhold .....	4
<b>2. Mål og faglige begreber.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Forløbsnær del.....</b>	<b>6</b>
3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer .....	6
3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase.....	9
3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer .....	11
<b>4. Perspektivering.....</b>	<b>13</b>
4.1 Evaluering .....	13
4.2 Progression .....	13
4.3 Differentieringsmuligheder.....	13
4.4 Særlige opmærksomhedspunkter .....	13

# 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: Forløbsmodel for prototyperne



## 1.1 Beskrivelse

I forløbet skal eleverne udvikle en robot, der kan lede efter vand på Mars. Det gør eleverne gennem en undersøgende proces, hvor de skiftevis undersøger vands tilstandsformer og teknologiernes muligheder for at lave undersøgelse af vand på Mars. Vand er en betingelse for liv, som vi kender det. Eleverne forventes i løbet af deres skoletid i natur/teknologi at have arbejdet med vands tilstandsformer og kredsløb samt organismers behov for vand.

I fysik/kemi kan man arbejde med vandmolekylets opbygning og struktur som forklaring på vands egenskaber i forhold til tilstandsformer og som opløsningsmiddel. Vand er et oplagt stof at arbejde med i fysik/kemi, når målet er viden om stoffers kredsløb og enkle kemiske forbindelser. Viden om vand er desuden central i mange sammenhænge. Når vi f.eks. leder efter liv andre steder i universet, så leder vi efter vand, og fund af vand på Mars samt helt aktuelt fund af vanddamp i atmosfæren på eksoplaneten K2-18b tillægges derfor stor betydning.

I forløbets introfase arbejdes undersøgende med vand og udvikling af en fugtighedsmåler, hvilket giver eleverne viden til at gå fra et komplekst problemfelt til konkrete problemstillinger. Herefter arbejdes der i en designproces med at udvikle det færdige produkt.

## Produkt

Eleverne skal konstruere en model af en Mars-rover (en selvkørende Mars-robot), der kan lede efter vand.

## 1.2 Rammer og praktiske forhold

### 1.2.1 Samlet varighed

Estimeret 10 til 12 lektioner svarende til ca. 5 til 6 ugers undervisning – afhængigt af brugen af faglige loops. Varigheden er betinget af, at eleverne får udleveret færdigbyggede robotter.

### 1.2.2 Materialer

#### *Analoge teknologier/materialer*

- Et stykke stof, f.eks. 2m \* 2m, som kan udgøre det for overfladen på en fremmed planet
- Tape til at fastgøre stoffet til gulvet
- Vand til at lave fugtige områder på stoffet
- Salt, NaCl, til at opløse i vandet
- Ledninger med krokodillenæb, 2 stk. til hver gruppe, til at fastgøre på en Micro:bit, når der skal konstrueres en fugtighedsmåler
- Søm, 2 stk. til hver gruppe, til at fastgøre på ledningerne, når der skal konstrueres en fugtighedsmåler

#### *Digitale teknologier*

- PC til programmering af Micro:bit og Lego Mindstorm
  - 2 stk. Micro:bit til hver gruppe inklusive batterier og batteriholder
  - 1 stk. Lego Mindstorm-robot til hver gruppe, eller en anden selvkørende robot
- Kontakt evt. jeres lokale CFU Udlån. De kan have de pågældende teknologier til udlån.

I denne prototype tages der udgangspunkt i, at der anvendes Mindstorm. Der kan også anvendes en anden type selvkørende robot. Lad det komme an på, hvad der er tilgængeligt enten på skolen eller det lokale CFU.

#### *Elev- og lærerhenvendte ressourcer*

Konkrete elev- og lærerressourcer til forløbet findes i ressourcebanken på [www.tekforsøget.dk/forlob](http://www.tekforsøget.dk/forlob)

### 1.2.3 Tværfaglighed

Det er oplagt at arbejde tværfagligt med biologi og geografi, når temaet drejer sig om vand og fysisk/kemiske forhold, hvad enten det er i jordklodens økosystem, eller som i dette forløb på andre planeter.

## 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 vand som opløsningsmiddel, vands ledningsevne og viden om vands tilstandsformer forholder sig til, hvordan man kan måle fugtighed med en Micro:bit. Elevernes modelleringskompetence kommer til udtryk ved, at de på baggrund af viden om programmering af Micro:bit og Mindstorm-robotter konstruerer en model af en Mars-rover, der kan lede efter vand samt forholder sig til, hvordan modellen adskiller sig fra en rigtig Mars-rover.

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)	Stof og stofkredsløb <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan undersøge grundstoffer og enkle kemiske forbindelser</li> <li>Eleven har viden om stoffers fysiske og kemiske egenskaber</li> </ul>	Stof og stofkredsløb <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan med modeller forklare stofkredsløb i naturen</li> <li>Eleven har viden om reaktioner og processer i centrale stofkredsløb</li> </ul>
	Stof og stofkredsløb <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan analysere dele af stofkredsløb</li> <li>Eleven har viden om carbons og nitrogens kredsløb</li> </ul>	Computationelle tankegange i naturfag <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan konstruere og vurdere digitale modeller af den fysiske, kemiske og teknologiske omverden</li> <li>Eleven har viden om teknikker til at konstruere og vurdere digitale modeller</li> </ul>
	Jorden og universet <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan forklare data fra målinger på atmosfæren og vand i kredsløb</li> <li>Eleven har viden om havstrømme, vandets kredsløb og atmosfæriske fænomener</li> </ul>	

### Konkretiserede læringsmål

Vær opmærksom på, at målene i dette forløb ifølge Fælles Mål skal nås efter 9. klasse, hvorfor målene skal tilpasses til elevernes faglige niveau. Herunder fremgår konkretiserede læringsmål for forløbet, som kan danne grundlag for en eventuel yderligere tilpasning af den enkelte lærer inden forløbet gennemføres.

- Eleven kan opstille hypoteser, lave undersøgelser og forklare data i relation til målinger af vand
- Eleven kan med udgangspunkt i vandmolekylets opbygning samt interaktionen mellem vandmolekyler forklare forskellen på vand i fast form, flydende form og gasform
- Eleven kan forklare, hvordan teknologien i en Micro:bit kan bruges til at måle fugtighed i f.eks. jord
- Eleven kan forklare og argumentere for, hvordan de har videreudviklet programmer for at nå målet

### Centrale faglige begreber

Vandmolekyle, tilstandsform, stofkredsløb, fordampning, fortætning, opløsning, algoritme, løkke, forgrening, digital design, programmering, rutediagram.

## 3. Forløbsnær del

### 3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer

For at skabe en fælles referenceramme som alle eleverne kan arbejde ud fra, indledes forløbet med en iscenesættelse af vand som opløsningsmiddel, vand som betingelse for liv, vands kredsløb, samt vands tilstandsformer. Det er centralt i iscenesættelsen, at man får vakt elevernes interesse for problemfeltet bl.a. ved at lade dem deltage i identificering af forskellige spørgsmål inden for feltet:

- Når vi leder efter liv på andre planeter, hvorfor leder vi så efter vand?
- Hvordan oplever vi som mennesker behov for vand?
- Hvilken betydning har vand for levende organismer?
- Hvordan indgår vand i kredsløb i jordens økosystem?

I løbet af iscenesættelsen skal vand snævres ind til at fokusere på vores søgen efter vand på andre planeter. Her inddrages information fra medierne om robotbiler, der analyserer overfladen på Mars, diskussion af om fund af vand på Mars er ensbetydende med, at der er liv på Mars samt nye opdagelser af vanddamp i atmosfæren på eksoplaneten K2-18b.

#### 3.1.1 Varighed

Estimeret, 4 lektioner á 45 minutter.

#### 3.1.2 Iscenesættelse/scenarie:

Forløbet indledes med at få sporet eleverne ind på forløbets problemstilling og mål samt at få aktiveret elevernes forforståelse og nysgerrighed.

Læreren viser et filmklip, hvor NASA annoncerer, at de har fundet spor af flydende vand på Mars (set 11.11.2019 på <https://www.youtube.com/watch?v=Td21eZDrpf4>). Desuden læser de en lille artikel om fund af vand på Mars (set 11.11.2019 på <https://www.dr.dk/nyheder/viden/nasa-vi-har-fundet-flydende-vand-paa-mars>), samt en artikel om vanddamp i atmosfæren på exoplaneten K2-18b (set 11.11.2019 på <https://www.dr.dk/nyheder/viden/teknologi/en-ny-aera-rumforskning-forskere-finder-vand-paa-planet-der-ligner-jorden>).

I klassen diskuteres, hvorfor netop vand på flydende form er en sensation, da det bl.a. kræver den rette kombination af tryk- og temperaturforhold, samt saltindhold. Der tales om, hvad eleverne kender til vands betydning for liv. Her kan læreren lægge op til, at eleverne giver eksempler, som de kender til, hvor vand som ressource har været en udfordring: Det kan f.eks. være tørkeperioder, forurening af drikkevand eller drikkevandsforsyning andre steder i verden. Eksemplerne vil pege på, at vand er en betingelse for liv.

For at skabe en fælles referenceramme og for at forløbet kan fokusere på udvikling af elevernes undersøgelseskompetence, skal eleverne på baggrund af egne undersøgelser deltage i en rammesætning af problemstillingen. Eleverne kan i grupper lave nedenstående undersøgelser beskrevet i faglige loops, inden de sammen med læreren skal rammesætte problemstillingen ud fra et komplekst problemfelt.

### 3.1.3 Fagligt loop

I artiklen om vand på Mars beskriver de, at vandet måske stammer fra vanddamp i Mars' atmosfære, der kondenserer på overfladen. Men hvordan er det nu med vands tre tilstandsformer? Fra N/T kender eleverne vands kredsløb, men hvad er det egentlig, der sker, når vand kondenserer, hvis man ser på vandmolekylerne?

Eleverne får is i et bægerglas og måler temperaturen efterhånden som isen smelter. De varmer vandet op og ser det fordampe, de sammenholder resultaterne med molekylmodeller og et kugleapparat. Hvis man ikke har et kugleapparat, kan man bruge en simulation af tilstandsformer på Phet (<https://phet.colorado.edu/da/simulation/legacy/states-of-matter>). Hvordan interagerer vandmolekylerne med hinanden i de forskellige tilstandsformer? Hvad sker der med molekylerne, når vandet skifter mellem gasform og flydende form?

Hvis eleverne har arbejdet med vands tilstandsformer i N/T, er det relevant at inddrage observationer de evt. kan huske fra N/T. Herefter relateres forsøget til forholdene på Mars. I artiklen om vand på Mars omtaler de, at vandet er saltholdigt. Temperaturen på Mars er gennemsnitligt langt under 0 °C og frysepunktet for rent vand er 0 °C. Hvad med frysepunktet for saltvand, er det højere eller lavere, og har det betydning for om vandet på Mars kan være flydende? Hvordan kan vi undersøge det? Eleverne kommer selv med forslag.

### 3.1.4 Fagligt loop

Eleverne skal nu udvikle og afprøve en fugtighedsmåler.

Eleverne får vist, hvordan de laver en opstilling med en Micro:bit, som forbindes med to ledninger med krokodillenæb forbundet til to søm. Eleverne får desuden udleveret et næsten færdigt program til deres Micro:bit, så den kan anvendes til at undersøge forekomst af vand. Eleverne præsenteres for de forskellige dele af programmet, og de undersøger, hvilken rolle hver del har for, at programmet skal fungere. Eleverne skal nu konstruere programmet og overføre det til deres Micro:bit.

Herefter skal de afprøve programmet ved at aflæse resultatet af målinger med deres Micro:bit. I første omgang kan de selv opstille en hypotese om fugtighed og teste hypotesen med deres micro:bit. Tal med eleverne om, hvad der kunne være en meningsfuld måde at afprøve deres fugtighedsmåler.

Eleverne hælder demineraliseret vand i to bægerglas, og opløser lidt NaCl i det ene. De skal aflæse resultatet, når de to søm er neddyppet i demineraliseret vand, og når de to søm er neddyppet i saltvand.

Aflæsningen af værdierne på Micro:bitten vil være mellem 0 og 1023, men hvad betyder resultaterne? Hvornår ledes der bedst strøm igennem vandet?

Forslag til programmet "fugtighedsmåler elev" samt billede af opstillingen, der kan uddeles til eleverne, findes under elev- og lærerressourcer i ressourcebanken til forløbet på [www.tekforsøget.dk](http://www.tekforsøget.dk). Det færdige program kan eleverne senere tage udgangspunkt i, når de skal udvikle det program, der skal bruges til modellen af Mars-roveren.

Link til hjemmesiden, hvor man programmerer sin Micro:bit. <https://Micro:bit.org/>

### 3.1.5 Fra komplekst problemfelt til konkrete problemstillinger

Eleverne skal nu være med til at give bud på, hvad en robot, som skal undersøge forekomsten af vand på Mars skal kunne. Det gør de i grupper på 3-5, hvor de gennem en brainstorm skal komme med så mange idéer som muligt. Herefter samles idéerne i klassen. Eleverne skal bruge både deres viden om Mars og deres konkrete undersøgelser i introfasen.

#### *Rammesættelse af øvelsen.*

Vand på fast og flydende form kan vi se med det blotte øje. Men når vi skal undersøge forekomst af vand på en fremmed planet, besværliggøres det af, at området på grund af den store afstand ikke er umiddelbart tilgængeligt. Desuden er det fysiske miljø, som f.eks. temperatur og tryk uegnet for mennesker. Ud fra NASA-filmklippet samt elevernes egne undersøgelser, kan de nu være med til at diskutere de udfordringer, der er med at lave undersøgelser på Mars. Eleverne ved fra filmklippet, at det er en udfordring at køre en robot på Mars, fra artiklen om vand på Mars ved de desuden, hvor vandet kan komme fra, og at det er salt. De ved fra egne undersøgelser, at saltvandets ledningsevne gør, at det kan lade sig gøre at måle forekomst af saltvand med en Micro:bit.

På baggrund af egne undersøgelser og filmklip kan eleverne diskutere, hvad en model af en Mars-rover skal kunne. Eleverne kan f.eks. bidrage med følgende opmærksomhedspunkter:

- Vand kan skifte mellem gasform, flydende form og fast form.
- Nogle gange er vandet på Mars måske fordampet, nogle gange er det kondenseret på overfladen, så vi kan ikke altid regne med, at det er samme sted, så vi må lede efter det.
- Hvis der er flydende saltholdigt vand på overfladen, kan vi måle på det med en Micro:bit, men vores måleapparat skal transporteres af en robot, der er i stand til at undgå eventuelle forhindringer.

Lærer og elever kan på baggrund af ovenstående nå frem til en eller flere problemstillinger, der relaterer sig til spørgsmålet:

Hvordan kan vi designe en model af en robot, der kan undersøge forekomsten af vand på Mars?



## 3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase

I denne fase arbejder eleverne i en designproces beskrevet med en række aktiviteter i form af udfordringer, faglige loops og feedback loops. Elevgrupperne skal i denne del arbejde med at designe en model af en Mars-rover, der undersøger forekomsten af vand.

### 3.2.1 Varighed

Estimeret 6 lektioner á 45 minutter.

### 3.2.2 Konkret udfordring I – Robottens bevægelser

Brug en Mindstorm-robot som Mars-rover.

Eleverne ved fra introfasen, at de kan måle vand på overfladen af Mars med Micro:bitten, men at de mangler en robot til at transportere Micro:bitten rundt på Mars. Til at løse den udfordring skal de bruge en Mindstorm-robot. Det kan også sagtens være en anden type selvkørende robot. Lad det komme an på, hvad der er tilgængeligt enten på skolen eller det lokale CFU. I denne prototype tages der udgangspunkt i, at der anvendes Mindstorm.

### 3.2.3 Fagligt loop

Eleverne skal lære at programmere Mindstorm-robotten. De får udleveret en vejledning med de blokke de skal anvende, og hensigten er, at de skal eksperimentere med at sammensætte blokkene og ændre i de enkelte blokke (Se forslag til programmet "Mindstormrobot elev" under elev- og lærerressourcer i ressourcebanken til forløbet på [www.tekforsøget.dk/forlob](http://www.tekforsøget.dk/forlob)). Det vil være relevant løbende at spørge til og få eleverne til at notere, hvilken funktion de enkelte blokke kan have på den færdige Mars-rover, samt om der er parametre i de enkelte blokke, der kan være hensigtsmæssige at ændre i. Læreren kan undervejs bede eleverne opstille nogle kriterier for, hvordan robotten skal bevæge sig rundt på Mars, for eksempel: Hvad er robotarmens funktion i forhold til at skulle måle fugtighed? Derefter kan de prøve at sammensætte et program med de udvalgte blokke ud fra de valgte kriterier. Læreren introducerer begrebet algoritme som en opskrift i form af blokke, der beskriver, hvordan robotten i et antal trin udfører opgaven, samt gør eleverne opmærksomme på, at de forbedrer og tilpasser algoritmen i en iterativ proces. Det kan med fordel tydeliggøres overfor eleverne, at dette er en central proces, hvis målet er at designe en digital model.

Link til Lego Mindstorm-software: <https://education.lego.com/en-us/downloads/mindstorms-ev3/software>

### 3.2.4 Feedbackloop

Feedback loopet har til formål at skærpe elevernes opmærksomhed på designprocessen og de faglige begreber. Læreren stilladserer elevernes erfaringer med designtilgang gennem faglige spørgsmål, som sættes i spil et fagligt loop, som kan placeres, når det passer i processen.

Eleverne forklarer programmets algoritme. Hvilke kriterier opsatte de? Eleverne gør sig refleksioner over de forskellige blokkes funktion og betydning for en Mars-rover og giver feedback på de blokke, de har fået stillet til rådighed. Er der blokke eller funktioner, som de mener mangler, hvis det var den færdige model af en Mars-rover?

### 3.2.5 Fagligt loop

Som eleverne så på filmklippet fra NASA, er det ikke uden problemer at styre en robot på Mars. Programmet, der skal laves til robotten, skal derfor kunne få robotten til at undgå forhindringer. Robotten skal desuden holde stille ind imellem for at stikke måleudstyret ned i terrænet og lede efter vand.

Eleverne skal lære at bruge blokken "løkke", samt styre robotten ved hjælp af input og output, og her skal de bruge blokken "forgrening". De får udleveret en vejledning, hvor der er tilføjet de nye blokke, de skal anvende, og hensigten er, som før, at de skal eksperimentere med at sammensætte blokkene og udvikle en algoritme i en iterativ proces (Se forslag til programmet "Mars rover elev" under elev- og lærerressourcer i ressourcebanken til forløbet på [www.tekforsøget.dk/forlob](http://www.tekforsøget.dk/forlob)). Det vil være relevant at spørge eleverne, hvilken funktion en uendelig løkke kan have på den færdige Mars-rover, hvilket input robotten modtager fra ultralydssensoren, samt hvilket output de gerne vil have Mars-roveren til at levere.

### 3.2.6 Feedbackloop

Eleverne forklarer deres algoritme og demonstrerer samtidig robotten. For at eleverne overvejer deres programs funktionalitet i forhold til at styre en Mars-rover kan læreren stille følgende spørgsmål: Hvordan skal robotten programmeres således at input fra ultralydssensoren, når at få robotten til at ændre retning i tide? Er der alternativer til at sætte blokkene ind i en løkke, som I eventuelt hellere vil vælge? Hvordan adskiller styringen af Mindstorm-robotten sig fra styringen af den rigtige Mars-rover I så på filmen?

### 3.2.7 Konkret udfordring III – beskrivelse af robotens arbejde i et rutediagram

Ud fra viden om hvordan Micro:bitten kan måle forekomst af vand vha. ledningsevne, samt vejledning i programmering af Mindstorm-robotten, skal eleverne nu foreslå et design af den færdige robot samt et design af det program, der skal styre robotten. (Til hjælp til læreren ligger der programmet "Mars rover lærer" under elev- og lærerressourcer i ressourcebanken til forløbet på [www.tekforsøget.dk/forlob](http://www.tekforsøget.dk/forlob)).

### 3.2.8 Fagligt loop

Hvordan skal robotten arbejde? Da der nu skal kombineres to teknologier, er det en fordel at skabe overblik ved at designe robotens arbejde i et rutediagram inden eleverne udarbejder algoritmerne i Lego Mindstorm og Micro:bit. Læreren kan introducere rutediagrammer som en afbildning af en arbejdsgang.

Der ligger forslag til rutediagrammer under elev- og lærerressourcer i ressourcebanken til forløbet på [www.tekforsøget.dk/forlob](http://www.tekforsøget.dk/forlob). Det ene forslag "rutediagram lærer" er en afbildning af Mars-roverens arbejdsgang. Det andet forslag "rutediagram elev" er et eksempel til eleverne, som kan bruges, når

rutediagrammer skal introduceres. Når eleverne har set og diskuteret eksemplet, skal de selv prøve at lave rutediagrammer over enkle hændelser fra hverdagen. Læreren kan for eksempel foreslå følgende hændelser: Valg af overtøj når man skal udenfor, valg af cykel eller bus når man skal et sted hen. Efter introduktionen arbejder eleverne med at anvende deres viden om rutediagrammer til at udarbejde en beskrivelse af Mars-roverens arbejde i et rutediagram.

### 3.2.9 Feedbackloop

Inden eleverne kan arbejde med at designe selve Mars-roveren, skal de have feedback fra læreren på deres rutediagram. Lad eleverne forklare hvilke elementer i rutediagrammet, der handler om algoritmen til Mindstorm-robotten, og hvilke elementer, der handler om algoritmen til Micro:bitten. Hvordan forestiller eleverne sig, at robotten skal designes og arbejde? Er hele arbejdsgangen beskrevet i rutediagrammet, eller er der elementer, som er svære at beskrive i et rutediagram?

Et designforslag og rutediagram fra eleverne kunne f.eks. indeholde følgende elementer: Micro:bitten er tapet fast til robotten, og sømmene er monteret på robotarmen. Robotten skal køre langsomt frem, standse hvert 5. sekund, holde stille i 15 sekunder, hvor den vha. robotarmen fører de to søm ned, så de rører underlaget og Micro:bitten kan aflæses. Herefter løftes sømmene op, robotten kører videre i 5 sekunder, hvorefter programmet starter forfra. Hvis robotten nærmer sig en forhindring skal den standse, bakke og dreje 90 grader, så den kører i en ny retning.

### 3.2.10 Konkret udfordring VI – afprøvning af robotten

Efter at eleverne har fået feedback og eventuelt forbedret deres rutediagram, arbejder de nu i en konstruktionsfase med at designe Mars-roveren og det færdige program samt afprøve prototypen. Eleverne skal designe Mars-roveren ud fra deres kendskab til, hvordan Mindstorm-robotten er konstrueret, og hvordan deres fugtighedsmåler er konstrueret. De skal blandt andet tage stilling til, hvordan Micro:bitten skal monteres på Mars-roveren.

De færdige programmer til Mars-roveren skal designes ud fra de foreløbige programmer til Lego Mindstorm og Micro:bit, eleverne har udarbejdet indtil nu samt deres rutediagram.

Overfladen, hvor robotten afprøves, kan være et stort stykke stof tapet fast til gulvet i klasselokalet, hvor der laves fugtige områder med saltvand, og en eller flere forhindringer som robotten skal undgå.

## 3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer

### 3.3.1 Varighed

Estimeret 2 lektioner á 45 minutter.

### 3.3.2 Fremlæggelse og introspektion

Hver gruppe skal præsentere deres Mars-rover for resten af klassen.

Læreren sørger for at skabe sammenhæng med introfasen samt udfordrings- og konstruktionsfasen. I denne fase er der fokus på argumentation i forhold til vurdering af deres model af Mars-roveren samt den nye faglige forståelse, det vil sige både designprocessen og den computationelle tankegang. Det kan faciliteres ved at lade eleverne komme omkring følgende spørgsmål:

Overvejelser over processen:

- Hvordan anvendte I jeres rutediagram i design af de færdige programmer til Mars-roveren?
- Hvad gjorde I af forbedringer undervejs på jeres programmer, og hvorfor?
- Hvad gjorde I, når robotten ikke virkede, hvordan kom I frem til en løsning? Prøvede I jer frem? Spurgte I læreren eller klassekammerater? Søgte I efter lignende programmer på nettet?
- Er I stødt ind i begrænsninger i udarbejdelsen, som har haft betydning i designet af jeres Mars-rover?
- Kan I nævne et sted, hvor I ikke kunne gennemføre den løsning I havde udtænkt, men måtte indgå et kompromis?
- Er der steder, hvor I har truffet nogle nødvendige men utilsigtede valg i det færdige design?

Overvejelser over produktet:

- Hvilke mangler ser I umiddelbart, at denne Mars-rover har i forhold til en rigtig Mars-rover?

Overvejelser over det fysik/kemi-faglige:

- Kan Mars-roveren skelne mellem ferskvand og saltvand, og i så fald hvordan og hvorfor?
- Meget af det vand, man har fundet på Mars findes som is, hvorfor?
- Hvad skal der til for, at vandet på Mars kan være flydende?

## 4. Perspektivering

### 4.1 Evaluering

Med hovedafsæt i forløbets feedbackloops og fremlæggelse, har læreren mulighed for at identificere de tegn på læring, som er til stede i forløbet gennem observation og faglige samtaler. Samtalerne er væsentlige for lærerens opgave med at vurdere, hvad eleverne har lært i den samlede opgave, og hvordan elevernes opnåede erfaringer og viden kan sættes i spil i andre forløb i fysik/kemi.

Læreren ska være særligt opmærksom på om elevernes undersøgelses- og modelleringskompetence kommer til udtryk som beskrevet under tabellen i afsnit 2. Man kan være opmærksom på følgende tegn:

1. Eleven kan udarbejde et rutediagram og begrunde den algoritme, der skal bruges til Mars-roveren.
2. Eleven kan bruge de centrale naturfaglige begreber i en forklaring af, hvordan deres Micro:bit måler forekomsten af vand.

### 4.2 Progression

Forløbet indgår i en løbende udvikling af elevernes beherskelse af digitale designprocesser med henblik på iterativt at konstruere og vurdere digitale modeller af den fysiske, kemiske og teknologiske omverden. Elevernes nye viden kan blandt andet indgå i det fællesfaglige fokusområde "Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer".

### 4.3 Differentieringsmuligheder

Udfordringen med design og styring af Mars-roveren giver mulighed for individuelle løsninger og grader af detaljering. Det er vigtigt som lærer at tage udgangspunkt i elevernes forslag til løsninger i vejledningen af eleverne og understøtte deres arbejde, frem for kun at se én løsning, også selvom deres løsning ikke er den optimale.

Man kan differentiere i design og styring af Mars-roveren ved at give eleverne mulighed for at udvide løsningen med at lade Micro:bitten på Mars-roveren kommunikere via radiosignal med en anden Micro:bit "på jorden".

### 4.4 Særlige opmærksomhedspunkter

Man kan eventuelt udelade Mindstorm-robotten i forløbet, hvis man mangler tid, eller der er behov for at forenkle opgaven, eller der er behov for i højere grad, at knytte opgaven til elevernes nære omverden. Det ville så være helt andre problemstillinger, man skulle arbejde med, men med mulighed for at arbejde med omtrent de samme kompetencer og mål. Det kunne være i et forløb om rene toiletter på skolen, hvor problemet måske er, at der bliver tisset på gulvet på drengetoiletet, eller et helt andet forløb, hvor der kommer vand i skolens kælder, når der er skybrud. I begge tilfælde kan man arbejde med den samme

naturfaglige viden om vand. Elevernes undersøgelseskompetence kan komme til udtryk på samme måde som beskrevet i afsnit 2, medens modelleringskompetencen kan komme til udtryk, ved at de på baggrund af viden om programmering af Micro:bit kan designe en alarm, der kan informere om vand.