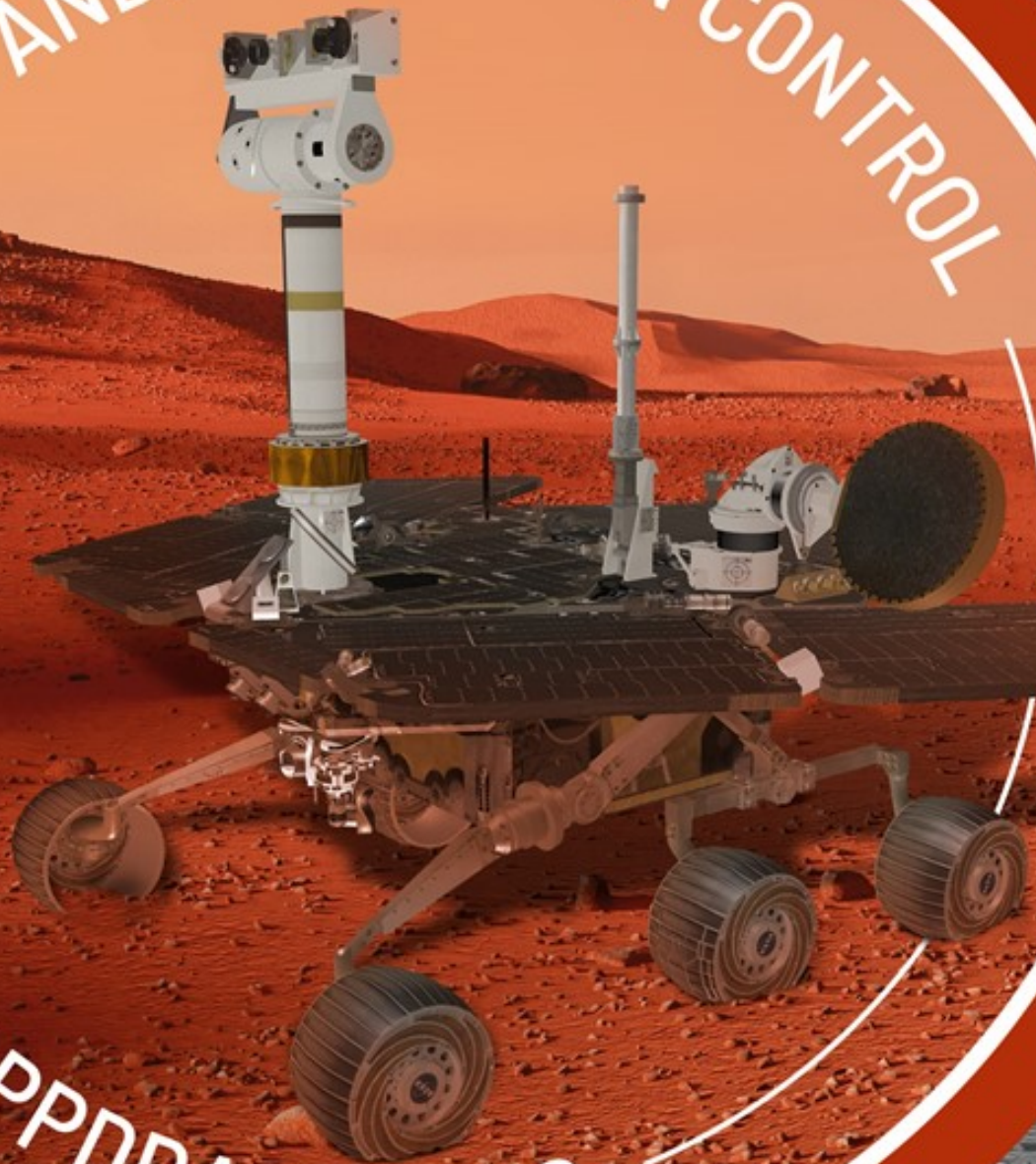


ANDØYA MISSION CONTROL



OPPDRAG: MARS

TERRAFORMING PÅ MARS



## Kort om aktiviteten

Ordet Terraforming betyr rett og slett «gjøre som jorda». I flere år har det vært planlagt å sende mennesker til Mars i løpet av det neste tiåret, ...

Her passer det også bra med bærekraftig utvikling som tema

## Mål fra Læreplanen

- utforske sammenhenger mellom abiotiske og biotiske faktorer i et økosystem og diskutere hvordan energi og materie omdannes i kretsløp
- gi eksempler på og drøfte aktuelle dilemmaer knyttet til utnyttelse av naturressurser og tap av biologisk mangfold
- gjøre rede for hvordan fotosyntese og celleånding gir energi til alt levende gjennom karbonkretsløpet
- reflektere over hvordan teknologi kan løse utfordringer, skape muligheter og føre til nye dilemmaer
- gjøre rede for jordas forutsetninger for liv og sammenligne med andre himmellegemer i universet



## Innhold

Kort om aktiviteten.....	1
Mål fra Læreplanen.....	1
Hvorfor terraforming? .....	3
Hva må vi gjøre? .....	4
Utfordringer .....	4
Er det egentlig mulig? .....	5
Aktivitet 1 Jorda vs Mars.....	7
Aktivitet 2 Skyer på glass .....	8
Dere trenger:.....	8
Aktivitet 3 Lag et økosystem.....	9
Dere trenger .....	9
Kilder .....	10



## Hvorfor terraforming?

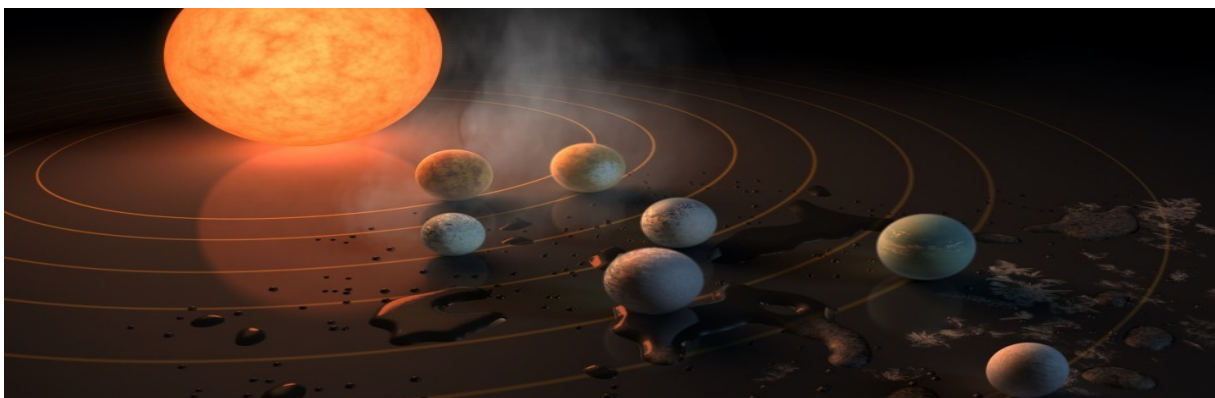
Mars; 3,8 milliarder år før vår tid. Det svake sollyset strekker sine stråler opp over horisonten og lyser opp fjellsida av Olympus Mons, i alle fall det vi kan se av fjellet, før toppen forsvinner inn i skyene.

Sollyset lister seg nedover fjellsida og treffer vannet som søvnig og stille bukter seg av gårde, mens en svak bris hvisker i sivene på elvebredden. En liten salamander piler av gårde under en stein.

Kanskje...

Mye peker mot at Mars en gang var en frodig planet, akkurat som jorda er i dag. Når vi studerer overflaten og geologien på den tørre, røde planeten, kan vi se spor som ser ut som tørkede elveleier og innsjøer. Vi tror at planeten en gang hadde tettere atmosfære og derfor var mye varmere enn det tørre isødet stedet er i dag.

I ressurser om eksoplaneter kan vi lese om beboelige soner i forskjellige stjernesystemer. Det er området som er akkurat passe langt fra stjerna til at temperaturen tillater at det er flytende vann der. I vårt eget solsystem kan vi finne to planeter i denne sonen. Den ene er selvfølgelig jorda (heldigvis for oss), og den andre planeten er Mars. Vår røde naboplanet befinner seg helt i utkanten av det vi regner som beboelig område i solsystemet. Dette har fått forskere til å tenke at det kan være mulig å gjenskape det klima vi tror Mars hadde for millioner av år siden.



De store romnasjonene tenker å sende astronauter til Mars i nær framtid. Planen er å bygge en forskningsstasjon der og etter hvert danne en koloni hvor mennesker kan bosette seg. Men sånn som planeten er i dag, er dette omtrent umulig. Atmosfæren er nesten helt borte og det gjør at temperaturene blir litt for ekstreme for oss mennesker. Lufttrykket som finnes på Mars er heller ikke egnet for mennesker som er skapt for et liv på jorda, for ikke å snakke om mangel på luft som vi trenger for å puste. En planet uten atmosfære er også veldig utsatt for sterk stråling fra sola, og det er heller ikke spesielt bra for oss mennesker. Med andre ord, Mars er ikke et egnet hjem for den menneskelige rase sånn som ting er i dag.

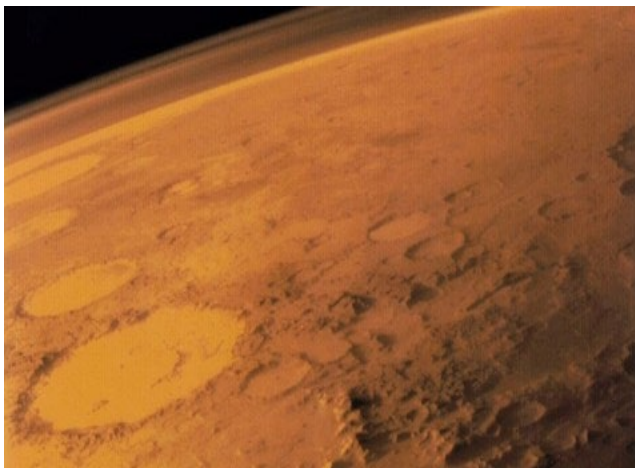


## Hva må vi gjøre?

Dersom vi skal bosette oss på Mars i dag må vi ha beskyttelse. Mye beskyttelse. Kanskje kan vi bygge boliger under bakken og ellers bringe med oss maskiner som kan produsere vann og luft og skape kunstig trykk, men dette krever enorme ressurser. Enhver tur på overflaten av Mars vil kreve at astronautene, eller menneskelige marsboere, bruker beskyttelsesutstyr som spesielle romdrakter, kalt EVA (extravehicular activity), som sørger for at liv og helse ivaretas.

Men dette er neppe holdbart i lengden. Det har ført til at mange har begynt å tenke på andre løsninger. En av disse ideene er terraforming, altså; «å gjøre lik jorda».

For millioner av år siden (tror vi), skjedde det store forandringer på Mars. Den lille kjernen inne i planeten stivnet og den mistet magnetfeltet sitt. Det førte til at all beskyttelse mot solstrålingen forsvant, dermed begynte atmosfæren å brenne bort, litt etter litt. Etter hvert ble den så tynn at også overflaten begynte å svis bort. Siden planetens tyngdekraft var svak klarte heller ikke den å holde på atmosfæren. Vann fordampet og forsvant, eller frøs til is på grunn av fallende temperaturer. Overflaten tørket ut og metallet i jorda ble til rust. Dermed ble den røde planeten til det vi kjenner den som i dag.



Kan vi klare å gjenskape det som var? Hva er det egentlig som må til? Og er det faktisk mulig?

For å få en tettere atmosfære må vi frigjøre karbondioksid og andre drivhusgasser. Dersom det finnes nok av dette i jordsmonnet til Mars kan det vært tilstrekkelig å varme opp planeten for å starte prosessen. Om det er mulig å gjøre dette vil drivhuseffekten sørge for resten.

Oppvarmingen vil føre til frigjøring av flere gasser og hjulet er i gang. Klarer vi å få atmosfæren tykk nok vil lufttrykket også endre seg til å kunne hjelpe oss å leve der.

Dersom en atmosfære er på plass vil temperaturene stige og vann kan smelte av isen som finnes på planeten. Da vil det etter hvert bli mulig å dyrke planter der og det vil være med på å produsere oksygen.

## Utfordringer

Det finnes andre utfordringer på Mars som det er vanskeligere å gjøre noe med. Tyngdekraften på planeten for eksempel er jo under 40% av tyngdekraften på jorda. Vi vet svært lite om hvordan dette vil påvirke menneskekroppen over tid. Vi



har lært litt av våre opphold i verdensrommet, og vet at kroppen vår ikke har veldig godt av å leve i mikrogravitasjon over tid. Kanskje vil det føre til skader på vitale organer hos astronautene, eller de kan oppleve andre former for problemer. Kanskje kan det over tid føre til at mennesker som har oppholdt seg på Mars en tid ikke lenger kan overleve på jorda?

Vi leste tidligere om at Mars mistet magnetfeltet sitt da kjernen stivnet. Dette er ikke en prosess som kan reverseres, så det får vi ikke gjort noe med. Det er mange som har kreative forslag til hvordan det kan skapes kunstige skjold og speil for å verne planeten mot strålinga fra sola, men er det realistisk at vi klarer det, eller er det science fiction?

Det finnes mange flere utfordringer som stikker kjepper i hjulene for å kunne gjøre Mars om til en mini-jord. Alt fra giftige stoffer i atmosfæren og i jordsmonnet, til de enorme sandstormene som vanskelig kan kontrolleres, for ikke å snakke om at det vil ta lang tid før vi kunne dyrke noe der som kan bidra til at oksygenivået vil kunne være høyt nok for oss.

## Er det egentlig mulig?

Det er svært delte meninger om et terraformingsprosjekt av Mars vil være mulig. Optimister og innovatører som for eksempel Elon Musk i Space X er positiv til at det er mulig å terraforme Mars (og andre steder). Han mener at alt ligger til rette for at prosessen enkelt kan settes i gang og at ressursene allerede finnes på Mars, de må bare få hjelp til å frigjøres.

Forskere ved NASA er ikke like optimistiske. De mener at et slikt prosjekt ikke kan gjennomføres, og i alle fall ikke med dagens teknologi og ressurser. Her er det mye som må være på plass.

For å komme i gang med å lage atmosfære, for eksempel, trengs det å frigjøres store mengder karbondioksid og andre drivhusgasser. Forskerne mener at det ikke finnes nok av disse gassene lagret i planetens jordsmonn. Skal man få til nok drivhusgasser kan det være nødvendig å tilføre gasser ved å bygge kjernekraftverk eller andre bygg med store utslipp. Selv om vi klarte det ville prosessen ta mange hundre år før atmosfæren blir tykk nok.

Forskere som jobber med planetary protection (planetsikkerhet) mener også at en slik prosess kan bli svært risikabel, for vi vet ikke nok om kjemien på Mars til å vite sikkert om prosessen kan frigjøre andre gasser som kan skape enda større problemer og kanskje til og med ødelegge mulighetene for all fremtid.

Et annet problem er det manglende magnetfeltet på Mars. Det er foreslått å lage enorme speil som kan beskytte planeten mot strålinga, og sørge for at sollyset som treffer planeten er trygt. Teoretisk sett er dette kanskje mulig, men igjen er det snakk om enorme ressurser og teknologi som vi mangler foreløpig.



Noe alle forskere er enige om derimot, er at å terraforme en annen planet vil ta svært lang tid. Bare det å skape en atmosfære tykk nok til å kunne holde på et trykk som vi har på jorda vil ta mange hundre år. Deretter er det ikke sagt at lufta til være mulig å puste i. Selv om vi kan plante trær og blomster som produserer oksygen vil det ikke være nok oksygen og pustbar luft før på flere tusen år. Vi mennesker kan kanskje oppholde oss på et slikt sted med riktig beskyttelse og med pustemasker, men for dyr og fugler vil det fortsatt ikke være mulig å leve der.

Det er nok tvilsomt om vi kommer til å se at Mars blir terraformet med det første, dessverre, så det er nok litt tidlig å planlegge ferien på Mars.



## Aktivitet 1 Jorda vs Mars

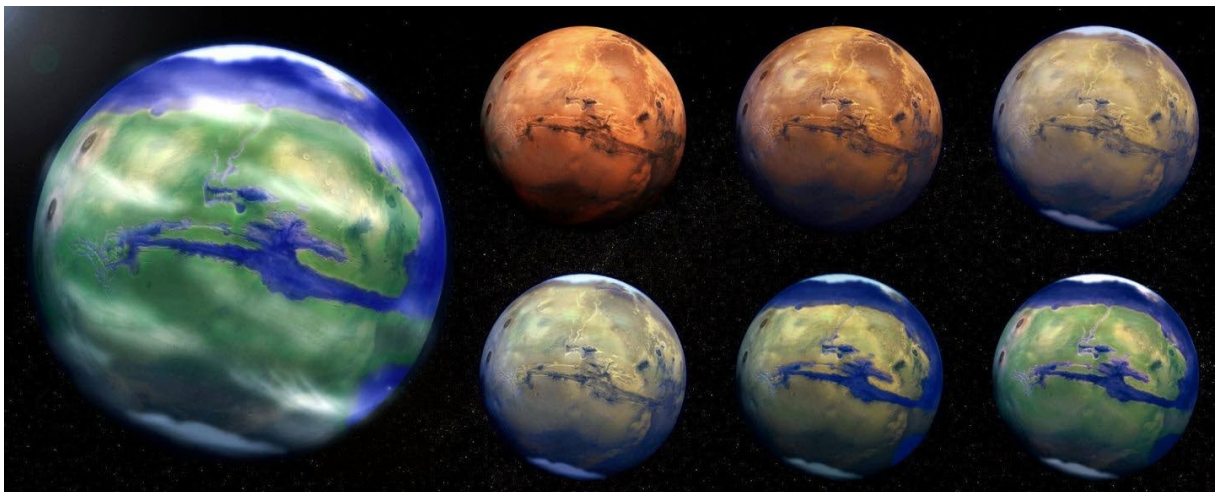
Skriv inn noen forslag i tabellen under. Bruk stikkordene under om du trenger tips

Hvordan er Mars lik jorda?	Hvordan er Mars forskjellig fra jorda?

farge isbre temperatur flytende vann storm dyreliv vulkaner  
planteliv vind skyer tørt land luft atmosfære elveleier grunnvann  
avstand fra sola

Sammenlign svarene dine med gruppa di.

Hvilke forskjeller må gjøres til likheter for at Mars skal kunne terraformes?





## Aktivitet 2 Skyer på glass

For å terraforme en planet eller himmellegeme må vi kunne lage atmosfære. På Mars tror vi at det en gang var atmosfære lik den vi har på jorda, men at den har blitt blåst bort av solvinder fordi planeten har mistet magnetfeltet sitt. Mars har fortsatt litt atmosfære, men den er veldig tynn og klarer derfor ikke å holde på eventuelle gasser og damp som måtte komme opp fra planeten.

Vi skal nå tenke oss at vi har klart å danne en litt tykkere atmosfære på den røde planeten, og vi skal lage skyer så det kan regne og gjøre planeten frodig.

I dette eksperimentet skal elevene selv lage skyer og regn på glass.

### Dere trenger:

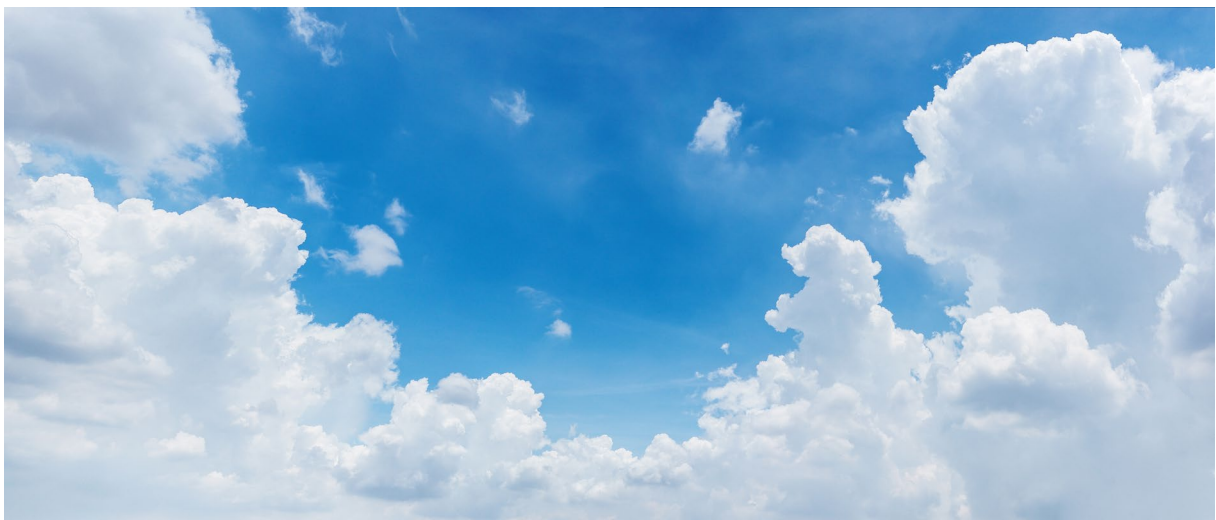
- et rent syltetøyglass med lokk
- et pappfat
- isbiter
- varmt vann

Hell litt varmt vann i syltetøyglasset og skru på lokket. Legg pappfatet på toppen av glasset og legg på isbiter eller snø hvis dere har det tilgjengelig.

Observer hva som skjer.

Skriv en forskningsrapport som forklarer eksperimentet og syklusen som skjer. Bruk gjerne internett og oppslagsverk for å finne ut mer om prosessen.

Kan vi få prosessen til å fortsette i det «uendelige»? Hva må vi i så fall passe på?



### Aktivitet 3 Lag et økosystem

Dersom vi skal klare å terraforme en annen planet eller himmellegeme er vi avhengig av å kunne dyrke noe der. I denne øvelsen skal vi lage våre egne økosystem. Her kan elevene selv være med på å bestemme hva de skal dyrke.



#### Dere trenger:

- To tomme 1,5L brusflasker
- Sand
- Blomsterjord
- Vann
- Plante eller frø

Vask flaskene grundig. Del flaske nr. 1 på midten. Hell ren sand i bunnen og fyll på med ca. 2 cm vann.

Del flaske nr. 2 ca. 3 cm fra bunnen. Øverste del av flasken settes opp ned i flaske nr. 1.

Heng et bomullssnøre gjennom tuten slik at det når vannet. Fyll på med jord og plant i en plante eller så et frø i jorden. Bruk bunnen av flaske nr. 2 og som et lokk til økosystemet. Studer hvordan planten vokser i dette kunstige økosystemet.



## Kilder

- <https://www.esero.no/ressurser/grunnskolen/#amc>
- NASA

