

LabSTEM

Aktiviteter og idéer

# STEM i gymnasiet



**STEM i gymnasiet: Aktiviteter og idéer**

©Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling  
Syddansk Universitet. Laboratorium for STEM Uddannelse og Læring

**Forfattere**

Maiken Westen Holm Svendsen, SDU  
Katrine Bergkvist Borch, SDU  
Kaj Nedergaard Jepsen, UC SYD (projektkonsulent)  
Lilja Kristinsdottir, UC SYD  
Dorte Moeskær Larsen, UCL (projektleder)  
Connie Svabo, SDU (projektchef)

**Redaktion**

Connie Svabo, SDU  
Dorte Moeskær Larsen, UCL  
Maiken Westen Holm Svendsen, SDU  
Morten Christensen, UCL  
Claus Auning, UC SYD  
Jens Jakob Ellebæk, UC SYD  
Lisbet Foged, SDU  
Tina Maria Brinks, SDU  
Ursula Lundgreen, SDU  
Lars Seidelin, SDU

Citat med kildeangivelse er tilladt

**Med bidrag fra**

Annemette Vestergaard Witt, Ribe Katedralskole  
Birgitte Jastrup, Ribe Katedralskole  
Richard Cleyton, Ribe Katedralskole  
Edith Knudsen, Vadehavsskolen  
Andreas Valentin Pedersen, Sønderborg Statsskole

**Foto**

Nick Degn, [www.hallojstoj.dk](http://www.hallojstoj.dk)

**Grafisk tilrettelæggelse**

Lisbeth Fink, [www.lisbethfink.dk](http://www.lisbethfink.dk)

**Funding**

Novo Nordisk Fonden og  
Region Syddanmarks Uddannelsesfond

**Bevillingsnummer**

NNF190C0058922

**Tryk**

Grafisk Center, SDU

**ISBN**

978-87-94345-39-2

**EAN**

9788794345392

**Oplag**

150

Der refereres til hæftet med følgende kildeangivelse:  
Svendsen, M. W. H., Borch, K. B., Jepsen, K. N., Kristinsdottir, L., Larsen, D. M., Svabo, C. (2023). *LabSTEM – STEM på gymnasiet: aktiviteter og idéer*. Odense: Syddansk Universitet. Laboratorium for STEM Uddannelse og Læring. Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling

Formålet med LabSTEM er at bidrage til udvikling af en STEM-didaktik i en dansk sammenhæng og at udvikle konkrete STEM-undervisningsforløb til hele uddannelseskæden. Det havde ikke været muligt uden alle de mennesker, der har været en del af laboratorierne i løbet af projektet, og som har været med til at skabe mere viden om STEM. Laboratorierne har spredt sig geografisk over otte kommuner i hele Region Syddanmark, hvor pædagoger og lærere fra dagtilbud og skoler, pædagogiske konsulenter fra kommunerne og undervisere fra ungdomsuddannelser med stort engagement har været med til at gennemføre projektet. Alle har bidraget med nytænkning og stor faglighed. **Tak til:**

**Gymnasier og erhvervsskoler**

Allsundgymnasiet Sønderborg, Det Blå Gymnasium – Sønderborg, EUC Syd HTX, Fredericia Gymnasium, Ribe Katedralskole, Svendborg Erhvervsskole og Sønderborg Statsskole

**Dagtilbud**

**Fredericia Kommune:** Børnehaven Snaremosen, Børnehuset Erritsø, Børnehuset Østervold, Børnehuset Savannen, Børnehuset Valhalla, Brohaven, Dagtilbuddet Skovloddet, Duponts Gård, Idrætsbørnehuset, Olympiaden, Kløverløkken, Kulturbørnehaven Gades Gårds, Labyrinten, Lucinahaven og Stendalen.

**Langeland Kommune:** Børnehaven Pyramiden, Børnehaven Vejlen og Simmerbølle Børnehave

**Odense Kommune:** Afrodite Børnehus, Børnehuset Dragen, Børnehuset Tænkehatten, Dalum Børnehus, Dalumgård Børnehus, Lahns Børnecenter og Midgård Børnehus

**Sønderborg Kommune:** Børnebyen, Gammeldam Børnehus og Lilleskovens Børnehave

**Grundskole**

**Esbjerg Kommune:** Ansgarskolen Vadehav og Vittenbergskolen Vadehav

**Faaborg-Midtfyn Kommune:** Naturskolen Åløkkestedet og Nordagerskolen

**Fredericia Kommune:** Erritsø Fællesskole, Fjordbakkeskolen, Frederiksodde Skole, Kirstinebjergskolen og Ullerup Bæk Skolen

**Kolding Kommune:** Ålykkeskolen

**Langeland Kommune:** Humle Skole, Nordskolen og Ørstedsskolen

**Odense Kommune:** Henriette Hørlücks Skole, Hunderupskolen, Kroggårdsskolen og Sanderumskolen

**Sønderborg Kommune:** Havnbjerg Skole og Nordals Skolen

**Tak også til vores netværkspartnere**

ASTRA, Teknologisk Institut, SDU-RIO, Danske Science Gymnasier og Region Syddanmark

**Og tak til vores formidlingspartnere**

Odense Zoo, Økolariet, Fjord&Bælt, Naturama, Harteværket, Naturpark Lillebælt og Geopark Det Sydfynske Øhav





# Forord

## **Dette hæfte giver nogle bud på, hvordan man som gymnasielærer kan arbejde med STEM-undervisning.**

STEM (Science, Teknologi, Engineering og Matematik) er et internationalt uddannelsespolitisk fænomen, som bliver fremhævet som en mulig løsning på fremtidens kompetencebehov, hvor naturvidenskabelig uddannelse skal kvalificere til, at man kan arbejde tværfagligt med sans for de komplekse og overlappende systemer, som i stigende udstrækning gennemsyrrer vores verden. Der er derfor et særligt fokus på STEM-begrebet i hele lærings- og uddannelsessystemet fra dagtilbud til ungdomsuddannelser og på videregående uddannelser.

Hæftet her viser, hvordan man i gymnasieskolerne HHX, HTX, HF og STX kan bruge STEM-didaktik til at arbejde tværfagligt med matematik og naturvidenskabelig undervisning inden for områderne biologi, fysik, kemi, informatik, bioteknologi, naturgeografi, ingeniørvidenskab, teknologi og matematik.

Gennem elevens motivation og interesse arbejdes der med verdensorienterede problemstillinger, der - samtidig med at give eleven fagfaglig viden inden for de gymnasiale fag - giver dem kompetencer som fx at være kritisk tænkende, innovative, kreative og initiativrige. De kompetencer bidrager til elevernes naturvidenskabelige dannelse og giver dem en øget forståelse for de faglige discipliners anvendelse og relevans i vores moderne samfund.

Der er et øget fokus på tværfagligt samspil mellem de gymnasiale fag, beskrevet i læreplanerne for de naturvidenskabelige, teknologiske og matematiske fag fra 2017. Tværfagligt samspil dækker over det samarbejde, der er mellem to eller flere gymnasiale fag til at belyse eller løse fælles faglige problemstillinger. Eleverne bliver introduceret til hvert fags identitet og metoder, samtidig med at det bliver gjort tydeligt for dem, hvordan fagene i et samspil med hinanden kan udvide anskuelsen af en problemstilling og derved bringe en bredere løsningsmodel i spil.

STEM-aktiviteterne i dette hæfte er udviklet af gymnasielærere, faglige grupper og forskere i forbindelse med projektet LabSTEM med fokus på at øge elevernes indre motivation i forbindelse med naturvidenskabelige problemstillinger. Målet med aktiviteterne er at inspirere eleverne til at søge mod STEM-orienterede uddannelser og erhverv.

LabSTEM (sammensat af ordene Laboratorium og STEM) er et praksisnært og forskningsbaseret projekt, gennemført af Laboratorium for STEM Uddannelse og Læring, som er et samarbejde mellem SDU, UCL og UC Syd, og med deltagere fra hele Region Syddanmark. Laboratorierne er i LabSTEM-sammenhæng en række workshops, hvor fagprofessionelle, forskere og studerende mødes og sammen udvikler, afprøver og evaluerer STEM-forløb og STEM-undervisning. Projektet kæder STEM-læring sammen fra dagtilbud til ungdomsuddannelser.

Et af målene med LabSTEM er at udvikle en STEM-didaktik og stille den til rådighed for undervisnings- og læringspraksis. Denne STEM-didaktik danner baggrund for aktiviteterne i de fire hæfter, der er udsprunget af projektet og beskriver STEM-aktiviteter og -forløb i henholdsvis dagtilbud, grundskole, erhvervsskole og gymnasiet.

Tak til lærere og elever fra Ribe Katedralskole, Vadehavsskolen, Alssundgymnasiet i Sønderborg, Sønderborg Statsskole, Det Blå Gymnasium og EUC Syd.

Er du blevet nysgerrig efter at læse mere om LabSTEM, er du velkommen på vores side [www.sdu.dk/da/forskning/labstem](http://www.sdu.dk/da/forskning/labstem)

For yderligere informationer om LabSTEM, kontakt:  
Connie Svabo, professor, centerleder og projektchef for LabSTEM, [svabo@imada.sdu.dk](mailto:svabo@imada.sdu.dk)

God fornøjelse...





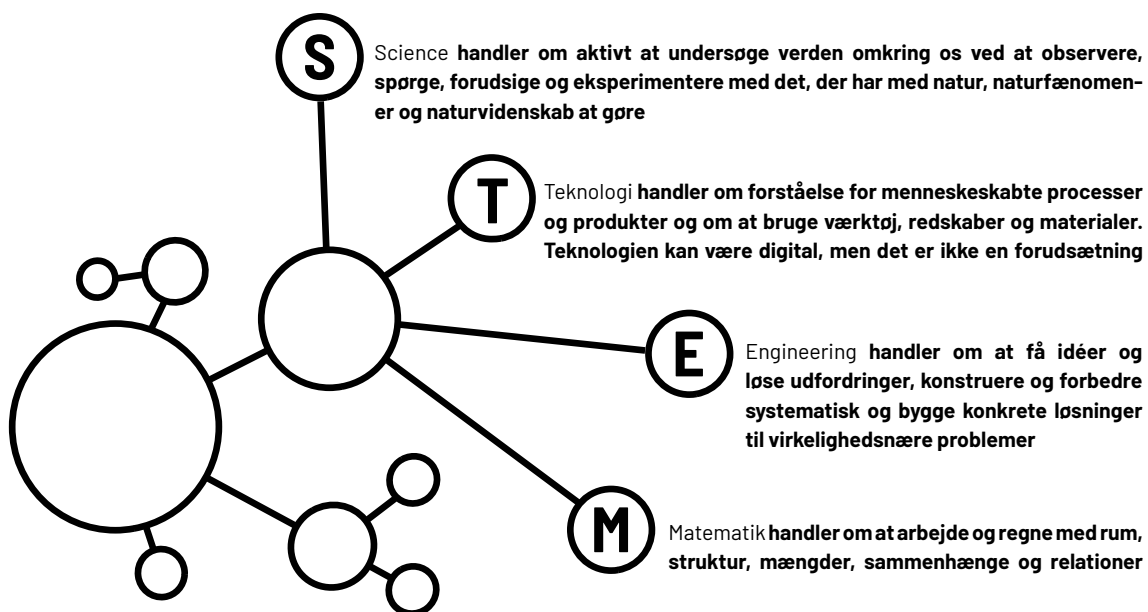
# Indhold

<b>Indledning</b>	
// STEM i gymnasiet	10
// Hvorfor arbejde med STEM i gymnasieskolen?	14
// STEM som kontinuitetspraksis	14
<b>Aktiviteter</b>	
// Hvor effektive er biologiske celler?	18
// Er der grundlag for ulve i den danske natur?	20
// Kan vi lære geometri via robotter?	24
// Hvordan designer man en rekreativ have med høj grad af biodiversitet?	26
// Kan man bekæmpe en pandemi med matematik?	30
// Forbedring af levevilkår i udviklingslande	32
// Hvordan designer du en raket til Mars?	36
// Hydroponics	40
<b>Bibliografi</b>	43

# Indledning

## STEM i gymnasiet

Målet med LabSTEM-projektet er at udvikle konkrete forløb til brug i uddannelsesinstitutioner på tværs af niveauer i dagligdagen. Derudover er der et ønske om at oversætte STEM-uddannelse fra en amerikansk kontekst til en dansk skolekontekst. Bogstaverne S-T-E-M står for Science, Teknologi, Engineering og Matematik og opstod i USA i 1990'erne under National Science Foundation (NSF).



Idéen med STEM er at tænke på tværs af de naturvidenskabelige fag i stedet for at se dem som enheder. En adskilthed af fagene giver risiko for, at eleverne ser dem som adskilte.

STEM er motiveret af behovet for at tænke i større sammenhænge, fordi den type af problemer, som verden står overfor, kræver at der tænkes på nye måder og på tværs af fag. Eksempelvis kalder den aktuelle debat omkring miljø og klima på nye måder at tænke og handle på. Det betyder, at der i STEM, ud over det naturvidenskabelige indhold, også kan være opmærksomhed på innovation, samarbejde, kommunikation, kreativitet, bæredygtighed og miljø. De pædagogiske begrundelser for STEM ligger i at styrke børnenes kompetencer, der knytter sig til den tid, vi lever i, og dermed er vedkommende og anvendelige i det 21. århundrede (fx 21 century skills). Desuden viser forskningsstudier, at en STEM-tilgang bidrager positivt til børns motivation og interesse for naturfag (Marrero, Gunning, & Germain-Williams. 2014).

På baggrund af LabSTEM-projektet, og dansk og international forskning, har projektgruppen bag LabSTEM udarbejdet en STEM-didaktik, der indeholder fem principper for STEM-undervisning

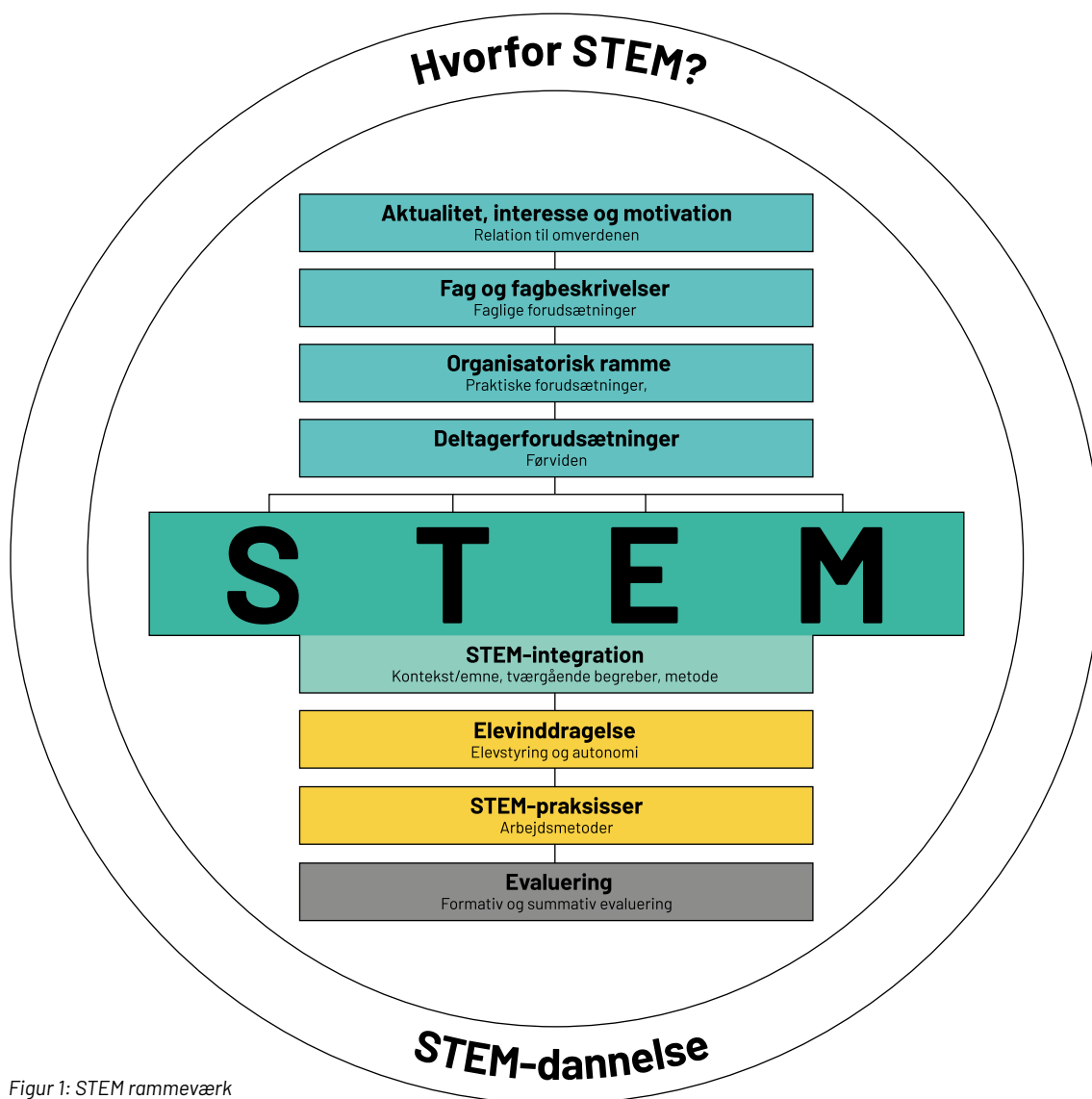
## De fem principper i gymnasiet

### STEM-aktiviteter skal:

1. hjælpe med at indfri de pædagogiske og undervisningsmæssige lovkrav i læreplanerne
2. sætte deltagerne i centrum
3. bidrage til almindannelse
4. handle om omverdenen
5. integrere to eller flere af disciplinerne i STEM på en meningsfuld måde

Ativiteterne og forløbene i dette hæfte er alle udviklet ud fra de fem principper.

Til planlægning af undervisning kan følgende STEM-rammeverk anvendes (figur 1). Intentionen er, at den skal støtte og hjælpe med, at der tages højde for både de 5 STEM-principper, men også en opfordring til, at man som lærer gør sig overvejelser over forskellige didaktiske kategorier. Eksempelvis hvordan gøres dette forløb aktuelt, interessant og motiverende for denne elevgruppe? Hvordan inddrages eleverne i forløbet? Hvilke faglige domæner skal i spil? osv.



Figur 1: STEM rammeverk udviklet i LabSTEM projektet (Svabo m.fl.)

Den første overvejelse, du som lærer bør gøre dig i forbindelse med planlægningen af et STEM-forløb, er at overveje, hvad formålet med at benytte et STEM-forløb er; det kan fx være at benytte STEM til at introducere en metode eller en problemstilling, som eleverne støder på i deres hverdag. Dernæst skal du overveje, hvad der kunne være aktuelt, interessant og motiverende for eleverne at arbejde med. Her er overvejelser om undervisningens virkelighedsnære aspekt også væsentlige. Derudover skal du som lærer vurdere, hvilke faglige forudsætninger eleverne har i det undervisningsfag, der skal i spil, og hvilke forudsætninger eleverne skal besidde for at imødekomme STEM-aktivitetens og forløbets faglige krav fra fagbeskrivelsen. Valg af fag og emne fører praktiske overvejelser vedrørende organisatoriske rammer med sig. Deltagerforudsætninger dækker over elevernes almene viden om det område, aktiviteten/forløbet drejer sig om. S T E M boksene indikerer overvejselen over, hvilke STEM-discipliner der skal indgå i forløbet/aktiviteten. I relation til de fem STEM-principper er integrationen af minimum to discipliner her karakteriseret som STEM-undervisning. Elevinddragelse spiller også en rolle, og det skal her overvejes, hvordan læreren didaktisk vil organisere undervisningen omkring eleverne. De didaktiske valg i forhold til helt konkrete måder at arbejde med STEM på, udfoldes via STEM-praksisser. Her anbefaler vi at bruge Bybees STEM-principper (Bybee, 2018).

1. Stil spørgsmål og definer problemer
2. Udvikl og anvend modeller
3. Planlæg og udfør undersøgelser
4. Analyser og fortolk data
5. Anvend matematik og computational thinking
6. Skab forklaringer og løsninger
7. Argumentér
8. Evaluer og kommuniker

Slutteligt skal det overvejes, i hvilken form og hvor tit eleverne skal evalueres, og hvordan der skal gives feedback. Der kan her både være overvejelser vedrørende formative evalueringer og evt. mere summative evalueringer.

## Hvorfor arbejde med STEM i gymnasieskolen?

Begrundelserne for at arbejde med STEM i gymnasieskolen er mange.

For det første er gymnasieskolerne, gennem gymnasieloven, forpligtet til at arbejde tværfagligt med problemstillinger, der tager udgangspunkt i omverdenen uden for skolen. STEM tilbyder en måde at gøre det på, nemlig at være en interdisciplinær tilgang til at koble to eller flere naturvidenskabelige fag sammen på en meningsfyldt måde, hvor begge fag opnår en kvalitet og et niveau, som er relevant for undervisningen i gymnasiet.

For det andet giver STEM-undervisningen en række kompetencer, som er efterspurgt hos de unge den dag, de kommer ud på arbejdsmarkedet. I STEM-undervisningen stilles der krav til at kunne tænke mere holistisk ind i en problemformulering, og det forventes, at de unge er i stand til at overskue og gennemskue globale udfordringer fra flere forskellige synsvinkler, der ikke kun er repræsenteret af en enkelt faglighed.

For det tredje bidrager STEM til undervisning, der er meningsfyldt for eleverne. Den skal have elevperspektivet som omdrejningspunkt for undervisningen og dennes retning. Lærerens rolle er netop at understøtte elevernes motivation og engagement i en problemstilling, som eleverne finder interessant.

## STEM som kontinuitetspraksis

For at motivere elevernes videre uddannelse er det vigtigt, at undervisningen i gymnasieskolen understøtter den undervisning, som eleverne kan møde på videregående uddannelser. STEM er en måde at arbejde med overgangen mellem gymnasiet og universiteterne, professionshøjskolerne eller andre uddannelsesinstitutioner på. (Ballam, Perry, & Garpelin, 2017; Lillejord, Børte, Halvorsrud, Ruud, & Freyr, 2015)

Kontinuitet drejer sig om bestemte stabile og genkendelige aspekter, som understøtter de unges tryghed i alt det foranderlige (Dockett & Perry, 2014). Når de unge oplever noget genkendeligt i deres STEM-erfaringer på tværs af forskellige kontekster, åbnes der en mulighed for, at de oplever kontinuitet i overgangen fra gymnasieskolen til en videregående uddannelse. Dog er det en væsentlig pointe, at kontinuitet ikke betyder, at gymnasieskolen skal spejle de videregående uddan-

nelser eller omvendt, hvilket også i overgangen fra gymnasiet til videregående uddannelser vil være for stor en ambition, da de unge kan vælge videregående uddannelser på tværs af videnskaber og professioner.

Kontinuitet kan opbygges på tværs af gymnasieskolen og de videregående uddannelser, fx ved at skabe

- Et kompetencekartotek, der tillader de unge at agere og begå sig som dannede samfundsborgere med viden og erfaring indenfor STEM
- Et fælles sprog og fælles forståelser omkring STEM
- Dage, hvor de unge er sammen på tværs af institutionerne
- En rød tråd i de temaer, der arbejdes med, - men på én måde i gymnasieskolerne og en anden måde på de videregående uddannelser
- Mulighed for at arbejde med det samme naturvidenskabelige fænomen eller problemstilling

At skabe en praksis, der understøtter kontinuitet for de unge, bliver på den måde et organisatorisk anliggende for underviserne omkring de unge. At arbejde målrettet med kontinuitet kaldes en kontinuitetspraksis.

Kontinuitet kan derved skabes ved at sætte rammen om fx fælles STEM-forståelser, didaktiske overvejelser og genkendelige naturfaglige genstande. Det genkendelige og kontinuerlige kan på den måde både være fysiske objekter, fælles projekter på tværs af alder og klassetrin, og en fælles struktur på aktiviteterne ved at benytte rammeværket for STEM-undervisning.

Da STEM handler om den verden, der omgiver os, ligger der et naturligt genstandsfelt indlejret. Dette genstandsfelt har et særligt potentiale for at skabe kontinuerlige erfaringsdannelse. Det er dog vigtigt, at de unge inviteres til dialog og aktiv deltagelse omkring genstandene, for at de aktivt forbinder sig til konstruktionen af kontinuitet (Star, 1989).

Med denne korte teoretiske indflyvning håber vi, at du har mod på at springe ud i STEM-aktiviteterne sammen med dine elever.







## Hvor effektive er biologiske solceller?

Eleverne arbejder i denne aktivitet med, hvordan de kan generere energi ved at benytte biologiske solceller. Eleverne får kendskab til de biologiske solceller ved at arbejde med fagene biologi, fysik og matematik i et samspil for at forstå og karakterisere solcellernes evne til at producere energi. Eleverne bliver introduceret for forskellige biologiske solceller som fx blåbær, pigment fra hvepse og alger, og for den overordnede problematik, der er forbundet med at lave og lagre bæredygtig energi.

### Fag og kernestof

Biologi (C-, B- og A-niveau): Cellekemi og biokemiske processer

Matematik (C-, B- og A-niveau): Optimering, differentialregning og maks- og minimumsanalyse

Fysik (B- og A-niveau): Ellære, Ohms 2. lov og evt. elektromotorisk kraft

### STEM og faglige mål

**S:** Science kommer i spil via biologi og fysik. Her er der fokus på den naturvidenskabelige tilgang til problemstillingen vedrørende bæredygtig energi, og nærmere solcellers nytteværdi og de biologiske processer i fx celler fra blåbær, der skaber denne energi, og eleverne arbejder med eksperimentelle undersøgelser i laboratoriet.

**T:** Teknologien bag solceller kan introduceres i fysik, alt efter elevernes faglige forudsætninger. Her kan der tales om halvledere, doping mm. Der kan også anvendes en digital teknologi til at opsamle data fra forsøgene, som efterfølgende behandles.

**E:** Eleverne arbejder med Engineering, når de forbedrer deres forsøg ved at optimere solcellens effekt og nyttevirkning.

**M:** I matematiktimerne skal eleverne beregne på arealet af solcellen i forhold til, hvor meget solenergi cellen kan optage og derefter skal de

beregne forholdene mellem den teoretiske og den eksperimentelle nytteværdi. Eleverne skal analysere grafen for effekten af solcellen og benytte matematiske ræsonnementer til at afgøre, hvordan værdien for grafens toppunkt kan øges. Eleverne arbejder dermed med monotoni, differentiale og toppunkts formler i en modelleringsproces, hvor de efterfølgende omsætter variablerne i en fysisk og biologisk sammenhæng.

### **Sådan gennemføres aktiviteten**

Eleverne arbejder eksperimentelt med de biologiske solceller, som de sammenligner med hinanden og med almindelige solceller af silicium. Eleverne får kendskab til de biologiske processer i henholdsvis alger, blåbær og pigment fra hvepse for at forstå, hvordan de biologiske solceller er i stand til at producere energi. Eleverne karakteriserer de forskellige energiproduktioner ved at kigge på sammenhængen mellem spænding og effekt ved brug af ohms anden lov. Eleverne arbejder med en teoretisk optimering af deres data i matematik ved at kigge på differentialkvotienter og toppunktsanalyse for derefter at afprøve deres teoretiske undersøgelse eksperimentelt.

### **Forslag til variationer**

Aktiviteten kan varieres ved at inddrage andre vedrørende energikilder som fx biobrændselsceller. Eleverne bliver her introduceret til forbrændingsprocesser, hvor faget kemi også kan inddrages, og til hvordan energien fra

forbrændingsprocessen kommer til udtryk i en fysisk karakteristik på samme måde som ved de biologiske solceller.

### **Mere viden**

For mere viden om de biologiske solceller:

[www.videnskab.dk/teknologi/pigment-fra-hveps-bliver-til-ny-solcelle](http://www.videnskab.dk/teknologi/pigment-fra-hveps-bliver-til-ny-solcelle)

[www.forskning.dk/studerende-laver-lysforsog-alger/](http://www.forskning.dk/studerende-laver-lysforsog-alger/)

En gennemgang af forsøgspstillingen med almindelige solceller (samt vindmøller og bioceller):

[www.emu.dk/verdensmaal-i-undervisningen/aktiviteter-og-cases/gymnasiale-uddannelser/baeredygtig-energi-og](http://www.emu.dk/verdensmaal-i-undervisningen/aktiviteter-og-cases/gymnasiale-uddannelser/baeredygtig-energi-og)

## Er der grundlag for ulve i den danske natur?

Ulves udbredelse i Danmark er noget, mange har en holdning til, og denne aktivitet lægger op til, at eleverne tager forskerbrillerne på og naturvidenskabeligt - og ved hjælp af matematik - undersøger ulves udbredelse og levegrundlag i Danmark. I biologi undersøger eleverne, hvordan ulvene indgår i de eksisterende økosystemer i Danmark, hvilket levegrundlag der er for ulven, og hvordan man kan kortlægge ulvens udbredelse ved hjælp af naturvidenskabelige metoder. I matematik arbejder eleverne grundlæggende med modeller, herunder at konstruere og revidere modeller, antagelser for modeller og validitet af modeller, for at opstille modeller, der beskriver udviklingen af antal ulve i Danmark. Naturgeografi kan eventuelt indgå, og her kan der arbejdes med ulves udbredelse i Danmark i forhold til ulvens bevægelsesmønstre, habitat mm.

### Fag og kernestof

Matematik: principielle egenskaber ved matematiske modeller, matematisk modellering med anvendelse af nogle af ovennævnte funktions typer og kombinationer heraf.

Biologi: økologi; samspil mellem arter, og mellem arter og deres omgivende miljø, energi-strømme, C-kredsløb og biodiversitet.

Eventuelt naturgeografi.

Aktiviteten kan tilpasses forskellige faglige niveauer, men egner sig godt til både matematik og biologi på C-niveau eller eventuelt et naturvidenskabeligt grundforløb.

### STEM og faglige mål

**S:** Science kommer i spil via biologi, hvor der arbejdes med økosystemers opbygning og ulves biologi og samspil med andre arter i økosystemet og ulvenes omgivende miljø. Desuden med identificeringen af arter og individer af ulve som metode. Eleverne kan arbejde ud fra den naturvidenskabelige hypotese, hvor de formulerer en hypotese, som de efterprøver undervejs.

**T:** Aktiviteten kan tilrettelægges, så eleverne opnår kendskab til den eksperimentelle metode i at udføre PCR og i teknikken bag.

**E:** Med udgangspunkt i biologisk viden arbejder eleverne cyklisk med at udvikle, og forfine og revidere matematiske modeller, som viser antallet og udbredelsen af ulve i Danmark, og de kan derfor arbejde ud fra en engineering

didaktik. De kan desuden arbejde med, hvordan man kan forfine metoden til at optælle ulve og andre dyrearter for at monitorere økosystemer og biodiversitet i Danmark, og i et længerevarende forløb kan de gå mere i dybden med reelt at konstruere værktøjer til monitorering.

**M:** Modellering af data over arters udbredelse, herunder funktionsbegrebet, regression og vækstmodeller.

### **Sådan gennemføres aktiviteten**

I aktiviteten beskæftiger eleverne sig med, hvordan udviklingen af antallet og udbredelsen af ulve i Danmark bliver i fremtiden, for at undersøge om der er grundlag for ulve i den danske natur. Eleverne arbejder med ulves levegrundlag og levevis, hvordan man laver populationsoptællinger af dyrearter, og hvordan ulven påvirker økosystemet og fødekæderne. I Danmark både arts- og individ-identificerer vi ulvebestanden ud fra fotos og spor, men også ud fra DNA fra enten opsamlet spyt eller afføring, og der kan derfor i biologi lægges op til at undersøge, hvordan man kan gøre dette, og hvis tid og rammer tillader det, fx arbejde med PCR-metoden. Ud fra eksisterende data af populationsoptællinger af ulve fra fx Yellowstone Nationalpark og Isle Royal arbejder eleverne med matematiske modeller, som kan beskrive ulvenes antal og udbredelse. De udarbejder og reviderer matematiske modeller for antal og udbredelse af ulve i andre lande, og ud fra disse modeller forsøger de at konstruere matematiske modeller, som

beskriver ulves antal og udbredelse i Danmark. Der lægges vægt på et samspil med biologi, hvor de matematiske modeller er nødvendige for at kortlægge udviklingen af ulve i Danmark, mens biologisk viden om ulvens habitat og levevis er nødvendig for at opstille så korrekte modeller som muligt. Aktiviteten sigter mod at understøtte elevernes viden, argumentation og vurdering inden for økologi- og biodiversitetsdebatten med en dybere matematisk tilgang.

### **Forslag til variationer**

Ulves udbredelse i Danmark lægger op til debat, hvor man end bevæger sig hen. Skal ulvene have lov til at være i Danmark? Bør myndighederne arbejde for at ændre i lovgivningen om at regulere dem – og hvis de skal reguleres, i så fald hvordan? Aktiviteten lægger op til at man kan arbejde med et narrativ, hvor elevgrupperne fx tilhører forskergrupper, der skal argumentere for ovenstående spørgsmål – eller spørgsmål I selv stiller op i klassen. Der kan her arbejdes med forskningsformidling fra eleverne, hvordan vil de overbevise fx befolkningen eller myndighederne om det de har fundet ud af? Hvis der er muligheder for et længerevarende forløb, kan der i aktiviteten også lægges op til at eleverne forsøger at forfine de metoder der bruges til at lave populationsoptællinger af dyrene. Det lægger op til at bringe engineering mere i spil og eleverne kan få lov til at arbejde med teknologier eller konstruere fysiske modeller alt efter hvilken retning de går i.

## **Mere viden**

Om ulves udbredelse i Danmark; blandt andet er der et kort over registreringer af ulve.

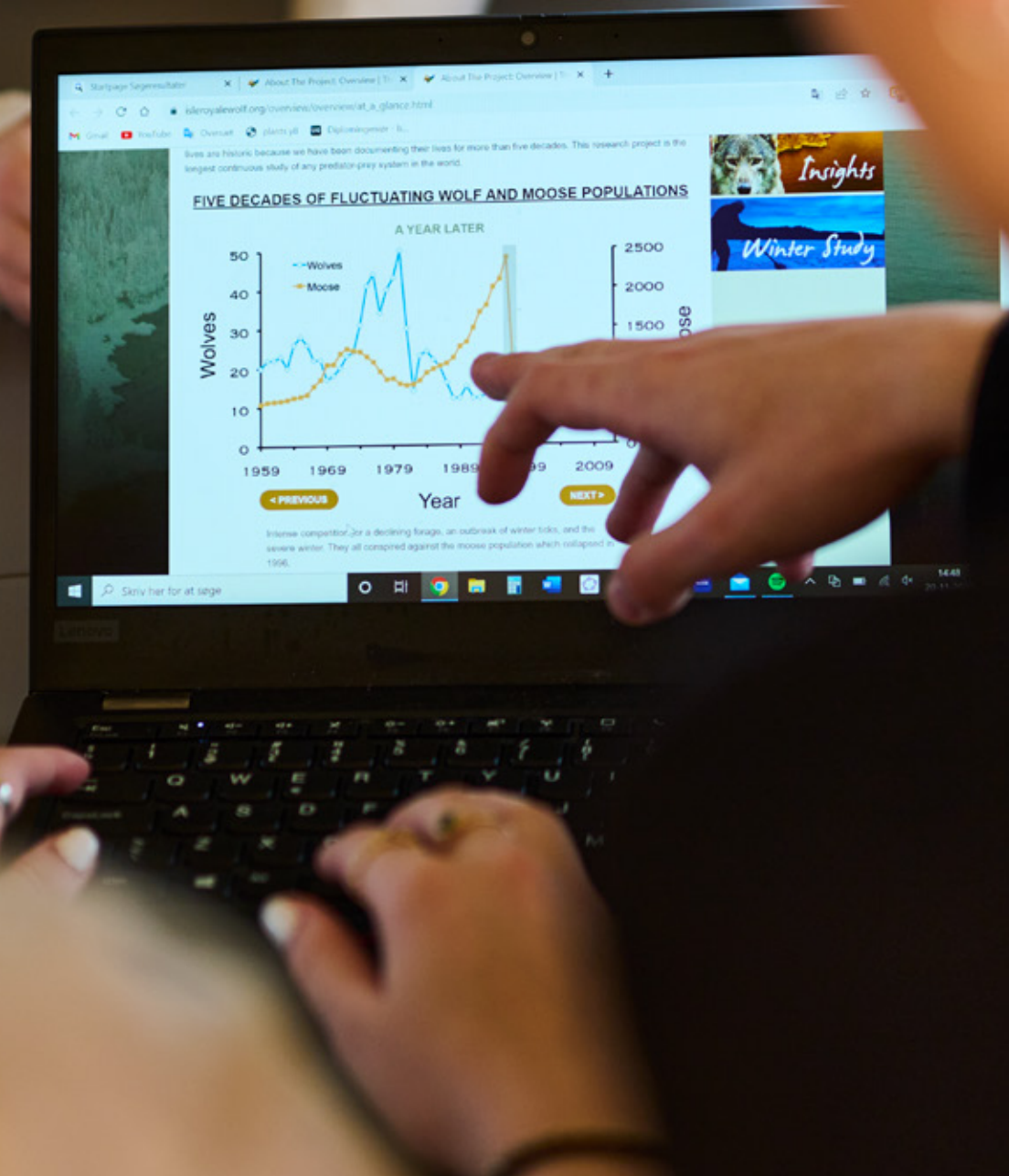
[www.ulveatlas.dk/](http://www.ulveatlas.dk/)

Information om det længstvarende forskningsprojekt af et bytte/toprovdyr system i verden. Her er data over ulve- og elgbestanden fra 1959-2010.

[www.isleroyalewolf.org/overview/overview/at\\_a\\_glance.html](http://www.isleroyalewolf.org/overview/overview/at_a_glance.html)

Afrapportering fra 2020 fra Yellowstone National Park med data over ulvepopulationer i parken fra 1995-2020.

[www.nps.gov/yell/learn/nature/upload/FINAL-FOR-APPROVAL-WOLF-REPORT-2020\\_508R.pdf](http://www.nps.gov/yell/learn/nature/upload/FINAL-FOR-APPROVAL-WOLF-REPORT-2020_508R.pdf)



## Kan vi lære geometri via robotter?

Fremtidens problematikker og udfordringer råber på en arbejdsstyrke med kendskab til it og programmering, i overgangen fra analog til digitalisering. Eleverne vil i denne aktivitet få et kendskab til hvordan man kan programmere en robotarm. En programmeringsrobot er et læremiddel bestående af en kollaborativ, mekanisk robotarm og en computer. Eleverne programmerer robotens bevægelser, ved fysisk at flytte på armen. Med robotarmen bliver eleverne introduceret til begreber for digital teknologi og programmerings tankegang, gennem en kropslig erkendelse. I anvendelsen af robotarmen kan man tage hul på elevernes første møde med teknologiske programmeringskompetencer.

### Fag og kernestof

Matematik, C-niveau i et introducerende forløb til programmering: Koordinatsystem og CAS-værktøjslære, vektorer i 2D

Teknologi: Introducerende programmering

### STEM og faglige mål

**T:** Stort fokus på teknologi, både i teknologien bag robotarmen, men også i programmeringen af at få den til at løbe i et bestemt bevægelsesmønster.

**E:** Engineering kan øges, ved at bede eleverne om at forbedre deres bevægelse af robotarmen. (Find her yderligere inspiration fra hæftet "STEM i erhvervsuddannelserne" fra samme serie)

**M:** Matematikken vedrørende vektorer i planen (samt broer til vektorer i rummet) udtryk og sammenhænge gennemgås, ligesom at eleverne bliver trænet i at aflæse et koordinatsystem, og punkter heri.



### **Sådan gennemføres aktiviteten**

Eleverne arbejder med de geometriske udtryk og relationer, robotarmen gennemgår for at bevæge sig, og de skal arbejde med aflæsning af selve koordinatsystemet og af koordinater heri. Eleverne skal udføre en karakteristik af robotarmen, hvor de undersøger sammenhæng mellem indstillinger og hastighed. De skal afprøve robotarmen, få den til at køre i cirkler, firkanter og trekantede, for til sidst at køre i en selvvalgt form. Derudover kan eleverne arbejde med, hvordan man får den til at samle objekter op og placere dem i stabler m.m. Elevernes karakteristik af robotarmens bevægelse relateres til deres kendskab om vektorer i 2D, og hvordan vektorerne implicit bliver benyttet i robotarmens bevægelse.

### **Forslag til variation**

Aktiviteten kan afsluttes med et virksomhedsbesøg hos fx A.H. Industries eller lignende virksomhed for at se anvendelsen af blandt andet skærerobotter. Aktiviteten med robotarmen kan kobles sammen med introduktionen af machine learning (<https://teachablemachine.withgoogle.com>). Her arbejder eleverne med google teachable machine, der indlejrer information fra eleverne i relation til en video eller et billede. Derved kan den fx trænes til at forstå håndbevægelser, der via fx programmeringssproget Scratch kan anvendes til at styre en robotarm eller en simulering af robotarm, som også kan programmeres i Scratch. Se mere på [scratch.mit.edu/search/projects?q=robot%20arm](https://scratch.mit.edu/search/projects?q=robot%20arm)

### **Mere viden**

Denne aktivitet kræver en robotarm for udførelsen. Her kan robotarmen "Robotic arm" fra [scandidactic.dk](https://scandidactic.dk) anbefales. Derudover skal eleverne benytte et CAS-værktøj som fx GeoGebra.

En film med robotarmens kørsel kan optages og tegnes ved hjælp af denne app: [henrikmidtiby.github.io/downloads/object-tracker/objecttracker.html](https://henrikmidtiby.github.io/downloads/object-tracker/objecttracker.html)

En udbyggelse af aktiviteten er at inddrage machine learning. Dette kan gøres via følgende link: [teachablemachine.withgoogle.com](https://teachablemachine.withgoogle.com)

## Hvordan designer man en rekreativ have med høj grad af biodiversitet?

Verden står midt i en biodiversitetskrise, og i denne aktivitet arbejder eleverne med, hvordan man kan øge biodiversiteten i et område, og de får dermed en viden om FN's verdensmål 15: Livet på land, som blandt andet har fokus på at øge biodiversiteten. I aktiviteten skal eleverne arbejde med at designe og udvikle en biodiversitetshave med fagene matematik og naturvidenskabelig faggruppe. Eleverne arbejder i matematik med geometriske modeller, og hvordan modellerne kan anvendes i designet af en biodiversitetshave, og de kan også arbejde med modellering og med at konstruere og revidere modeller i forbindelse med arbejdet med biodiversitetsformler fra biologi. De skal i naturvidenskabelig faggruppe tage udgangspunkt i viden om og forståelse for økosystemer og stofkredsløb ved at inddrage viden fra både biologi, kemi og naturgeografi i kortlægning af fx jordbundsforhold.

### Fag og kernestof

Matematik på C- eller B-niveau og naturvidenskabelig faggruppe. Aktiviteten kan tilpasses til et samspil med blot et af de naturvidenskabelige fag biologi, kemi eller naturgeografi.

### Kernestof som aktiviteten kan berøre

Matematik: funktionsbegrebet, principielle egenskaber ved matematiske modeller og trigonometri

Naturvidenskabelig gruppe: naturvidenskab i elevernes hverdag, miljø og bæredygtighed samt ressourceudnyttelse, produktion og teknologi

### STEM og faglige mål

**S:** Introduktion til biodiversitet og bæredygtighed, anskuet fra både biologi, kemi og naturgeografi. Her beskæftiger eleverne sig med at arbejde naturvidenskabeligt ved at beskrive enkle problemstillinger af fællesfaglig karakter, og de anvender viden, modeller og metoder fra fagene. Desuden undersøger de problemstillinger og udvikler og vurderer løsninger ud fra fagenes viden og metoder.

**T:** Eleverne opfordres til at inkludere teknologisk apparatur fra både naturgeografi, kemi og biologi til at kortlægge deres have, det kunne fx være jordbundsbestemmelse, jordbundstyper m.m.

**E:** Udvikling af et biodiversitetshav gennem en designproces, hvor forskellige tiltag udtænkes og afprøves i en iterativ proces.

**M:** Matematisk modellering, hvor eleverne anskuer biodiversitet ud fra en matematisk vinkel. De arbejder med at opstille og redegøre for simple geometriske modeller og problemer. De anvender simple funktionsudtryk i modellering af data og får mulighed for at diskutere rækkevidden af modeller. Desuden får de mulighed for at formidle og demonstrere viden om matematikanvendelser, udsprunget af dagligliv og samfundsliv. Endelig kan aktiviteten tilrettelægges, så de kan anvende matematiske værktøjsprogrammer til eksperimenter og begrebsudvikling og til symbolbehandling og problemløsning.

### Sådan gennemføres aktiviteten

Aktiviteten er en tværfaglig aktivitet, som anskuer bæredygtighed og biodiversitet i en øvre problemstilling om at designe en rekreativ biodiversitetshave. Denne biodiversitetshave tænkes at skulle implementeres på et grønt område på eller tæt på skolen, og eleverne opfordres til at tage ud og måle op, undersøge biotopen m.m. Eleverne kan eventuelt selv formulere fagligt funderede problemstillinger og/eller hypoteser i arbejdet med designet af haven. Der melder sig hurtigt en række spørgsmål:

- Hvad er biodiversitet?
- Hvornår er der høj biodiversitet?
- Hvordan kan man måle på biodiversitet?
- Hvordan opstiller man en matematisk model for biodiversitet, og hvilke antagelser gør man sig?

Der er flere elementer i aktiviteten, alt efter tidsperspektivet og ønske om graden af samspil mellem hovedområderne i S, T, E og M. Der er

således både en teoretisk del, hvor eleverne beskæftiger sig med viden om og forståelse for biodiversitet som begreb. Hertil relaterer sig en række matematiske modeller til beregning af biodiversitetsindeks, som eleverne teoretisk beskæftiger sig med. De kan ad den vej opnå kendskab til modellering og de variable, der indgår. Det er også muligt på flere måder at inddrage eksperimentelt arbejde og engineering i aktiviteten. Her kan eleverne fx lave jordbundsundersøgelser i "deres" have for at finde ud af jordbundens kemiske forhold, fx indhold af næringsstoffer og mineraler, og de arbejder med kort i naturgeografi og finder ud af, hvilke forhold der gør sig gældende for det område, "deres" have er placeret i. De laver biologiske undersøgelser for at kortlægge den nuværende biodiversitet i området ved - i praksis - at anvende nogle af de formler, der relaterer sig til forståelsen af begrebet biodiversitet. Desuden arbejder de med at kortlægge og forstå det pågældende habitats fødekæder. Ud fra deres undersøgelser kan de argumentere for, hvordan de kan skabe øget biodiversitet i området. De kan arbejde videre med at designe og eventuelt skitsere et havedesign, eller - hvis skolen giver muligheder for det - anlægge en have ud fra deres teoretiske og eksperimentelle undersøgelser. Der kan lægges forskellige bånd ind: Måske skal haven designes til omkringliggende børnehaver, så designet passer til den aldersgruppe, eller haven kan være tiltænkt en naturterapeutisk sansehave, hvilket selvfølgelig har betydning for, hvad eleverne skal tage hensyn til i designet. I designet af haven

tager eleverne udgangspunkt i matematiske geometriske modeller, og der kan lægges op til, at de gruppevis skal til konferencer hos andre grupper for at få feedback på deres design og derefter skal revidere og forfine deres eget design ud fra engineering-metoden.

### **Forslag til variation**

Aktiviteten er udarbejdet til naturfagsgruppen på HF, men den kan også anvendes i fx flerfaglige forløb, hvor ikke alle fag i samspillet indgår, fx kan man fokusere på, at matematik indgår i samspil med et af de naturvidenskabelige fag. Der er mange muligheder for at variere aktiviteten. Naturgeografi kan komme mere i spil ved et detaljeret kortarbejde, hvor eleverne kan arbejde med biodiversitetskort over hele Danmark, eller de kan arbejde med kort over biodiversitet i forskellige dele af verden med henblik på at sammenligne med den danske kort. Eleverne kan også få benspænd undervejs i arbejdet, fx kan de få til opgave at implementere et rensningsanlæg i haven, og så skal de arbejde mere med, hvilke processer der foregår, hvis de skal rense havens vand for fx fosfor og nitrogen. Et benspænd kan også være, at de skal konstruere et Excel-ark, hvori de kan beregne biodiversiteten. I stedet for selv at designe en biodiversitetshave kan eleverne også arbejde med at lave en guide til, hvordan man derhjemme på en nem måde selv kan evaluere på biodiversiteten i haven, og/eller en guide til, hvordan man selv kan anlægge en have fyldt med biodiversitet – altså en formidlingsopgave. Her indtager eleverne

rollen som forskere, der skal forsøge at formidle deres forskning til borgerne og også give et muligt løsningsforslag. Den type opgave kan være fordelagtig, hvis tiden ikke er til det helt store havedesign og anlægning.

### **Mere viden**

Om verdensmål 15: Livet på land:  
[www.verdensmaalene.dk/maal/15](http://www.verdensmaalene.dk/maal/15)

Tema om biodiversitet i haven, som kan anvendes til inspiration for eleverne:  
[www.bolius.dk/biodiversitet-i-haven](http://www.bolius.dk/biodiversitet-i-haven)

GeoBioCenter Syds øvelsesvejledning til at bestemme artsdiversitet ved hjælp af Shannon-indekset (der findes andre måder at bestemme biodiversitet på):  
[www.geobio.dk/wp-content/uploads/2020/01/%C3%98velsesvejledning-Bestemmelse-af-artsdiversitet-vha-Shannon-indekset-pin-point-metoden.pdf](http://www.geobio.dk/wp-content/uploads/2020/01/%C3%98velsesvejledning-Bestemmelse-af-artsdiversitet-vha-Shannon-indekset-pin-point-metoden.pdf)



# Kan man bekæmpe en pandemi med matematik?

Fokus på sygdomssmitte og pandemier er eksploderet efter Verdens nedlukning på grund af COVID-19. Under nedlukningen blev vi som borgere bombarderet med informationer fra sundhedsmyndighederne, heriblandt grafer der viste smittespredning, syge og dødsfald i forbindelse med pandemien, og ud fra disse grafer en beredskabsplan med restriktioner, vi alle blev anbefalet at følge. Eleverne vil i denne STEM-aktivitet arbejde med matematiske modelleringer af vira (de såkaldte SIR differentialligninger). Eleverne vil opdage, at modellen har antagelser som fx et konstant befolkningsantal, at man er rask efter 14 dage og ikke kan smittes igen osv. Naturlige spørgsmål om, hvad disse antagelser betyder for modellens forudsigelighed, diskuteres, og på den baggrund opfordres eleverne til at debattere deres antagelser og betydningen af dem.

## Fag og kernestof

Matematik; tilpasses forskellige faglige niveauer fra C- til A-niveau: funktionsbegrebet og differentialligningsbegrebet

Bioteknologi/biologi på A-niveau; mikrobiologi og virus samt eksperimentelle metoder: PCR (evt. programmering)

## STEM og faglige mål

**S:** Science som disciplin kommer her i kraft af bioteknologi, hvor eleverne kigger på virus, og hvordan de er opbygget og formerer sig. Her skal eleverne analysere og diskutere data fra eksperimenter ud fra faglig teori. Derudover kan eleverne arbejde med at perspektivere de bioteknologiske metoder til medicin og sundhed.

**T:** Eleverne får kendskab til den eksperimentelle metode i at udføre PCR og teknikken bag denne.

**E:** Eleverne skal i aktiviteten arbejde med at forbedre deres modellering og/eller programmering af en virus i en iterativ proces.

**M:** Eleverne får kendskab til matematisk modellering af virus ved at tage udgangspunkt i den viden de får fra bioteknologi. Her lærer de

om differentiallyigninger, som kan modellere virus. Eleverne arbejder med at løse ligningerne i disse modeller og tolke på deres udvikling og sammenhæng.

### **Sådan gennemføres aktiviteten**

Eleverne arbejder med matematisk modellering i relevante matematiske programmer. Afhængigt af, hvilket niveau aktiviteten gennemføres på, simulerer og modellerer eleverne en pandemi ved brug af differentiallyigninger eller ved logistisk vækst og stifter på den måde bekendtskab med vækstmodeller eller differentiallyigninger og påvirkningen mellem dem. Elevernes erfaringer fra COVID-19-pandemien bruges som udgangspunkt for elevernes debatter og diskussioner i det faglige arbejde. Aktiviteten kan inddrage ligningsbaseret eller agentbaseret programmering ved at lade eleverne arbejde med simuleringen af pandemier ved brug af SIR-ligninger, som beskriver antallet af smittede, Immune og Raske personer som funktion af tid, eller ved at kigge på smittespredning på agentniveau, hvor der tildeles regler, der forbinder sig med smittespredning, fx at en enkelt agent først tildeles smitte, som kan gives videre, hvis en anden agent er rørt eller er inden for 2 felter fra den anden enhed (for at simulere de 2 meters afstandspåbud, vi har haft under Corona-pandemien).

Eleverne arbejder i bioteknologi med udgangspunkt i bioteknologisk viden inden for mikrobiologi og virus, og de arbejder med at anvende relevante matematiske repræsentationer,

modeller og metoder samt analyse af bioteknologiske metoder inden for sundhed, fx kan de udføre en PCR-test.

### **Forslag til variationer**

Eleverne kan undervises med at narrativ, hvor de skal agere sundhedsmyndigheder eller politikere, der på baggrund af deres matematiske modeller skal komme med forslag til, hvordan en eventuel smitte kan holdes nede, og eventuelt kigge videre på vaccinationsprogrammet og prioriteringen i den forbindelse. Hvem giver det mening at vaccinere først, de svageste eller smittesprederne?

### **Mere viden**

Materiale til arbejde med smittespredning og problemstillinger relateret til pandemien, herunder vaccinationsprogrammer og prioritering i sundhedsvæsenet. Linket indeholder også alternative matematiske metoder til arbejdet med smittespredning, bl.a. ved brug af grafteori og sandsynlighed:

[www.matematikdidaktik.dk/temaer/epidemi-matematik](http://www.matematikdidaktik.dk/temaer/epidemi-matematik)

Online simulatorer, som kan bruges i undervisningen, hvis ikke eleverne skal programmere deres egen smittespredningssimulator. Simulatoren indeholder en række muligheder for at variere variabler som befolkningsantal, smittede, restriktioner m.m.:

[www.corona-land.org/dk](http://www.corona-land.org/dk) og [www.slnova.org](http://www.slnova.org)

# Hvordan kan levevilkår forbedres i udviklingslande?

Gennem de seneste år har der været megen politisk debat omkring migrantstrømme. Disse strømme omtales også som klimaflygtninge. I denne aktivitet skal eleverne arbejde aktivt med den problemstilling. Hvordan forbedrer man levevilkår for mennesker i fx Afrika. Aktiviteten kan tage udgangspunkt i FN's verdensmål. Her er valgt fattigdom (1), sundhed og trivsel (3), rent vand og sanitet (6), Bæredygtig energi (7). Ud fra de valgte mål kan underviseren (evt. sammen med eleverne) opstille et scenarie, hvor forskelligt udstyr skal pakkes og flyttes til et land, der har behov for støtte. Igennem arbejdet med casen/scenariet kan man inddrage forskellige faglige vinkler fra såvel matematik og samfundsvidenskabelige fag som naturvidenskabelige fag.

## Fag og kernestof

Matematik på C- eller B-niveau: Optimering af lineære funktioner i to variable og grundlæggende funktionskendskab (hhx), principielle egenskaber ved matematiske modeller, matematisk modellering med anvendelse af nogle af ovennævnte funktionstyper og kombinationer af dem (stx).

Virksomhedsøkonomi B: Analyse af virksomhedens CSR indsats, CSR rapportering (hhx)

International økonomi B: Globalisering: handel, arbejdsdeling og ulighed (hhx)

Naturgeografi B: Klima og vejr's betydning for menneskets livsvilkår

Innovation, bæredygtighed og ressourceforvaltning i lokalt og globalt perspektiv

Desuden rummer aktiviteten muligheder for at inddrage fx samfundsfag, dansk og engelsk.

## STEM og faglige mål

**S:** Science indgår i forløbet via geologiske forhold til indvinding af vand og bortskaffelse af kloakvand. Desuden kan klima og det økologiske kredsløb inddrages.

**T:** Teknologien bag solceller, vandpumper m.v. kan introduceres i fysik, alt efter elevernes faglige forudsætninger.

**E:** Eleverne arbejder med Engineering ved at arbejde med at minimere transportomkostningerne ved at pakke containerne tæt, evt. udvidet med betragtninger om planlægning af placeringer af drikkevandsbrønd og kloakafledning

**M:** I matematiktimerne kan eleverne modellere pakning af containerne. Modelleringen kan glide over i mere standard metoder til opti-



mering, fx lineær programmering. Endvidere vil eleverne kunne regne på energibehovet til vand i landsbyen. Er der fx også med de monterede solceller plads til lidt ekstra strøm til lys? Desuden skal eleverne formidle matematiske metoder og resultater i et hensigtsmæssigt sprog og behandle problemstillinger i samspil med andre fag.

### **Sådan gennemføres aktiviteten**

Det er oplagt at præsentere et scenarie for eleverne. Her er valgt en kort beskrivelse af et sådant scenarie, som eleverne kan indsnævre eller udvide alt efter tid, ressourcer og ambitions-niveau.

En NGO har indsamlet en større donation til udviklingshjælp til flere landsbyer i Afrika. NGO'en planlægger, at pengene skal anvendes til indkøb af forskellige produkter, der kan påvirke livskvaliteten og sundheden hos landsbyen beboere. (Man kan evt. starte med at sammenligne leveforhold mellem Danmark og det pågældende sted, fx det nordøstlige Kenya [www.gapminder.org/dollar-street/families/baya?country=ke&active=61d604aa3b935ccbbe3ae07d](http://www.gapminder.org/dollar-street/families/baya?country=ke&active=61d604aa3b935ccbbe3ae07d)) I den forbindelse er det besluttet at indkøbe grundvandspumper til solceller. Her har det danske firma Grundfos ydet støtte til projektet med særligt fordelagtige priser på pumper af typen SQF 7-4. NGO'en skal også indkøbe et antal solcellepaneler til hver pumpe og sende dem med til landsbyerne.

Sidste del af hjælpen i denne omgang går på at etablere to toiletter i hver landsby, hvortil der

skal anvendes ca. 100 meter kloakrør. Materialer til opførelse af selve toiletbygningen forventes at kunne indkøbes lokalt.

Der skal altså transporteres: Pumpe, solceller, kloakrør og to toiletter til hver landsby.

Eleverne skal undersøge både vægt og volumen af de omtalte materialer, og de skal simulere, hvordan de kan pakkes i containere á 10, 20 og 40 fod. De skal udarbejde modeller, fx i centicubes eller karton til at simulere pakningen. Konklusionen kan være, at materialerne skal udskibes fra Danmark i 40 fods containere.

Men p.g.a vejenes beskaffenhed må de pakkes om på havnen i Afrika. Hvordan kan sendingen sikrest og mest effektivt transporteres ud til de enkelte landsbyer i det valgte område?

### **Forslag til variationer**

Forløbet kan ændres til at fokusere yderligere på transport og opbevaring af produkter, produceret i landsbyen. Her kan fokus ligges på at optimere indtjeningen lokalt. Historisk kan der sammenlignes med andre lande og historiske perioder, fx andelsbevægelsens opståen i Danmark, hvor transport og fælles forarbejdelse, distribution og salg var en betydelig drivkraft for udviklingen.

Der kræves ikke specielt udstyr ud over egen pc. Men aktiviteten kan udvides med, at eleverne bygger en model af landsbyen og evt. kombinere det med at bygge et system (igen som model) med pumpe, solceller +styring i f.eks. Micro:bit. Afhængig af de fag, der indgår i projektet, kan fokus lægges på forskellige



elementer, fx kan biologi skubbe fokus i retning af sundhed, og via vand og sanitet sætte fokus på mikrobiologi. Arbejde med logistik og konstruktion af brønde og kloaksystem skubber projektet i matematiske og samfundsvidenskabelige retninger. Andre fag fra fagrækken kan naturligvis også indgå: Hvordan kommunikeres de nye tiltag i landsbyen ud til befolkningen, så der hurtigst muligt opnås størst effekt. Her kan fag som dansk, engelsk og afsætning spille en central rolle.

### **Mere viden om relaterede emner**

[www.verdensmaalene.dk/fakta/verdensmaalene](http://www.verdensmaalene.dk/fakta/verdensmaalene)

[www.gapminder.org/](http://www.gapminder.org/)

[www.heleverdeniskole.dk/verdensmaalene/maal-6-rent-vand-og-sanitet/](http://www.heleverdeniskole.dk/verdensmaalene/maal-6-rent-vand-og-sanitet/)

[www.unicef.dk/fakta-til-opgaven/fakta-om-boern-og-vand/](http://www.unicef.dk/fakta-til-opgaven/fakta-om-boern-og-vand/)

[www.geo.au.dk/samarbejde/vand-i-afrika](http://www.geo.au.dk/samarbejde/vand-i-afrika)

[www.globalnyt.dk/millioner-mangler-drikkevand-i-afrika/](http://www.globalnyt.dk/millioner-mangler-drikkevand-i-afrika/)

## Hvordan designer du en raket til Mars?

I tiden efter Andreas Mogensens succes som astronaut, og de landvindinger til forskningen, som han bidrog med (bl.a. de nyopdagede blå lyn), har både rumfart generelt og det danske bidrag til rumfartsprogrammer fået yderligere interesse. Igennem dette forløb vil eleverne arbejde med såvel fysiske og astronomiske aspekter som med matematiske.

LabSTEM Space Agency har fået som opgave at lancere en rover til Mars. De er blevet inspireret af følgende forsøg:

Hjemmelavet raketforsøg [www.youtube.com/watch?v=DTC4YEuhE-k](http://www.youtube.com/watch?v=DTC4YEuhE-k)

De vil hyre nogle ingeniører til at designe raketten.

### Fag og kernestof

Kemi, fysik og matematik. Forløbet kan justeres meget efter den fokus man ønsker, både ift. indholdet og det faglige niveau.

#### Kernestof

Kemi: Kemisk fagsprog, stofmængdeberegninger, kemikalimærkning og sikkerhedsvurdering ved eksperimentelt arbejde

Fysik: Newtons love anvendt på bevægelser i én dimension.

Matematik: Modellering med anvendelse af nogle af forsøgets funktionstyper og kombinationer heraf.

### STEM og faglige mål

**S:** Stofmængdeberegner for optimering.

Stofkendskab: hvad indeholder henholdsvis natron og bagepulver? Sammenhænge mellem kræfter, acceleration og derved distance. Hvilke kræfter er på spil i raketens affyring, og hvordan er de påvirket af tryk, areal, masse og luftmodstand?

**T:** En rakets opbygning. Evt. brug af micro:bit for at måle acceleration. Evt. anvende matematiske værktøjsprogrammer.

**E:** At løse en udfordring med engineering-arbejdsmetoden. Prototype er designet baseret på undersøgelse og flere iterationer, hvor prototypen er forbedret.

**M:** Grundlæggende matematiske færdigheder bruges i stofmængdeberegninger og kraftberegninger. Matematisk model kan laves for at

optimere mængde af "brændstof". Begrænsninger af matematiske modeller.

### **Sådan gennemføres aktiviteten**

Forløbet bygger på engineering-arbejdsmetoden, som består af syv delprocesser. Astra giver et godt overblik over metoden: [www.astra.dk/undervisning/engineering-i-skolen-2/](http://www.astra.dk/undervisning/engineering-i-skolen-2/)

Eleverne skal med udgangspunkt i engineering-arbejdsmetoden bygge en raket, som kan lette og flyve højst muligt.

Aktiviteten lægger op til, at eleverne får lov til at fokusere på de områder, de er mest interesserede i. Dermed kan nogle grupper bruge kemi for at opnå de bedste resultater ved at regne præcise mængder af kemikalier, mens andre kan vælge at prøve sig frem i den del og i stedet fokusere på luftmodstand eller på, hvordan trykket kan føre til mest mulig kraft. I næste afsnit er der forslag til, hvordan man kunne fokusere på de enkelte fag og fagområder i forløbet.

### **Forslag til variationer**

Eleverne eller læreren kan vælge det faglige fokus i forløbet.

Fokus på kemi: Eleverne bruger stofmængdeberegninger for at undgå, at det ene kemikalie ikke er i overskud (unødvendig masse). Eleverne overvejer, om natron eller bagepulver skal bruges. Hvordan påvirker valget massen af henholdsvis natron/bagepulver og eddike, der skal bruges? Hvad er fordelene og ulemperne ved at

bruge mere koncentreret eddikesyre? (Lad eleverne sikre sig at natron/bagepulver reagerer med eddiken – nogle gange bliver papiret ikke opløst. God idé at prøve forskellige typer papir forud for forløbet).

Diskussion om forskellige slags brændstoftyper – hvad bruges der i raketter og hvorfor?

Fokus på fysik: Hvilke parametre påvirker de kræfter, der er på spil i raketens affyring? Hvordan er de påvirket af tryk (flaskestørrelse, stofmængde), areal (størrelse af flaskehals), masse (raketdesign og stofmængde) og luftmodstand? Hvordan kan positionering af massemidtunktet og næsekeglen påvirke raketens stabilitet?

Fokus på matematik: Hvordan kan en matematisk model bruges for at optimere stofmængden, som både påvirker tryk og masse og dermed også kraft i modsat retning? Eleverne kan fx bruge forskellige mængder af brændstof og se, hvor højt den flyver og lave en model derfra. Matematiske værktøjsprogrammer kan med fordel bruges med det formål.

Fokus på teknologi: Bruge micro:bit til at måle raketens acceleration. Se fx:

[www.xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2021/05/Vandraket-7.-kl-Fysik kemi-05.05.21.pdf](http://www.xn--tekforsget-6cb.dk/wp-content/uploads/2021/05/Vandraket-7.-kl-Fysik kemi-05.05.21.pdf)

Hvis kemi skal have en mindre fremtrædende rolle i forløbet, kan man vælge at give eleverne forholdet mellem eddiken og natron/bagepulver.

## Mere viden

Følgende links kan besøges for mere viden og inspiration:

[www.ft.dk/samling/20141/almdel/fiv/bilag/95/1487504.pdf](http://www.ft.dk/samling/20141/almdel/fiv/bilag/95/1487504.pdf)

[www.ft.dk/samling/20151/almdel/UFU/bilag/171/1640384.pdf](http://www.ft.dk/samling/20151/almdel/UFU/bilag/171/1640384.pdf)

[www.youtube.com/watch?v=kettfBL\\_WjA](http://www.youtube.com/watch?v=kettfBL_WjA)

## Forslag til materialer og udstyr

Kittel, sikkerhedsbriller, natron, bagepulver, eddike, vægt, måleglas, målekolber, bægerglas, vejepapir, forskellige størrelse af flaskehalse, propper der passer flaskerne, pinde af forskellige størrelse, tykkelser og materiale, som kan støtte raketten, pap, papir, materiale af plastik m.m. til næsekegle, limpistol, limbånd, tråd, metaltråd. Jo større udvalg af forskellige materialer, des mere kreativitet.



# Hydroponics – kan man dyrke planter uden plantejord?

Det er blevet moderne at dyrke planter på et meget lille areal, bl.a. ved hjælp af dyrkningssystemer, hvor man anvender meget lidt jord (pottemuld), men til gengæld recirkulerer vandet i et lukke kredsløb. Metoden er omdrejningspunktet i projekt her, hvor der arbejdes med såvel matematiske vækstfunktioner (modellering) som udvikling af plantekummer og hældning (geometri).

## Fag og kernestof

Matematik: Modellering og problembehandling

Naturvidenskabelige faggruppe (biologi, naturgeografi og kemi): Naturvidenskab i elevernes hverdag, miljø og bæredygtighed, ressourceudnyttelse, produktion og teknologi

## STEM og faglige mål

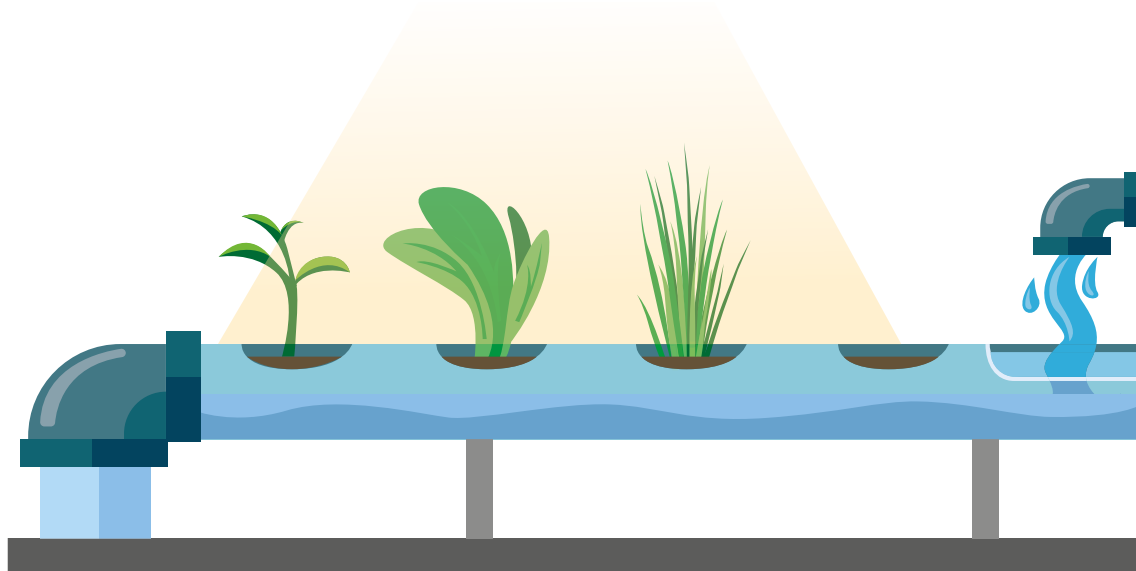
**S:** Eleverne introduceres til bæredygtighed og miljø via en biologisk og en kemisk anskuelse. De arbejder med den naturvidenskabelige arbejdsmetode.

**T:** Der bliver i forløbet anvendt pumper og timer til at kontrollere planternes forsyning af vand og næringsstoffer under forsøget. Princippet for deres virke kan også gøres til genstand for en undersøgelse og for undervisning.

**E:** Eleverne skal udvikle deres egne hydroponics dyrkningssystem ved at arbejde i en designproces, hvor de udtænker forskellige tiltag og afprøver dem i en iterativ proces. Narrativet er, at de arbejder i en virksomhed, der skal udvikle dyrkningssystemer til videre salg.

**M:** Eleverne arbejder med matematisk modellering og brug af forskellige funktionstyper til at beskrive udviklingen. Matematiske modeller skal dokumentere produktets effektivitet i forbindelse med markedsføringen af produktet.





Elevernes modelleringskompetencer kommer altså i spil og udvikles. Desuden arbejder eleverne med deres tankegangskompetencer ved at udvide, hvilke typer af spørgsmål de stiller og besvarer ud fra en funktionsmodel, og de arbejder med deres problemløsningskompetencer ved at anvende modeller.

### Sådan gennemføres aktiviteten

Eleverne arbejder med at konstruere og bygge et system til Hydroponics. Gennem arbejdet med konstruktionen kommer eleverne igennem faser med at vælge materialer og at konstruere, hvor blandt andet engineering er på banen, men hvor også matematik kommer i spil via fx geometri (måling eller beregning af vinkler m.m.). Aktiviteten kan gennemføres som en case på nogle start-ups, der vil arbejde med vertical farming eller urban farming.

Første fase er udvikling og konstruktion af dyrkningssystemet. Denne fase kan faciliteres gennem beregning eller med 'trial and error'. Med brug af arbejdstegninger og beregninger

producerer eleverne en prototype til testning. Eleverne vil formentlig opdage, at den vinkel, de arbejder ud fra teoretisk, fx 10 grader, ikke fungerer i praksis, idet vandet kommer til at strømme ukontrollerbart hurtigt. (2-3 grader, finder de oftest frem til, er bedst)

Anden fase af arbejdet er at eksperimentere med væksten af planterne. Her kan forskellige dyrkningsforhold som temperatur, lys, gødning m.v. undersøges mere grundigt. Hertil anvendes en naturvidenskabelig arbejdsmetode. Der kan udarbejdes modeller for de enkelte målinger, og modellerne kan sammenlignes for at konkludere på bedste vækst for de enkelte plantetyper.

### Forslag til variationer

Forløbet udmærker sig ved at kunne inddrage en bred vifte af naturvidenskabelige fag, fx kan biologi komme i spil ved at tale om fotosyntese, mineralers betydning for fotosyntesen og evt. forskellige målinger af klorofyl m.v.. Kemi kan komme i spil ved, at eleverne selv udvikler gødninger. Og via naturvidenskabelige arbejds-

metoder kan man undersøge, hvad der sker, når man berører planten enkelte næringsstoffer; hvordan vokser planten, hvis den berøves fosfor? Igennem disse kan eleverne fx opdage Liebig's minimumslov.

### Mere viden

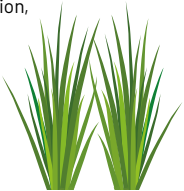
How an Indoor Farm Uses Technology to Grow 80,000 Pounds of Produce per Week – Dan Does Hydroponics - A short introduction

[www.youtube.com/watch?v=gW-21CHDkIU](http://www.youtube.com/watch?v=gW-21CHDkIU)

[www.akvaponiskhave.dk/?page\\_id=27](http://www.akvaponiskhave.dk/?page_id=27)

[www.urbanfarming.ku.dk/forskning/nye-maader-at-dyrke-paa/](http://www.urbanfarming.ku.dk/forskning/nye-maader-at-dyrke-paa/)

[www.videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/hvad-er-videnskabelig-metode](http://www.videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/hvad-er-videnskabelig-metode)

Dato	6. Maj	10. Maj	16. Maj	18. Maj	20. Maj
Klokkeslæt	11.54	12.10	11.45	12.05	12.00
Højdemåling	25 cm	26,1 cm	27,5 cm	27,9 cm	28 cm
Kommentar					
<p><b>Hvad måler I præcist på purløg-planten? (indsæt gerne et billede)</b></p> <p>Den potense regression, det er fordi den er tættest på 1, 0,996</p> <p><math>Y = 24,9673 \cdot x^{0,041962}</math></p> 					

## Bibliografi

- Marrero, M. E., Gunning, A. & Germain-Williams, T. (2014). What is STEM education? *Global Education Review*, 1(4). s. 1-6.
- Larsen, D. M., Svabo, C., Borch, K. B., Svendsen, M. W. H., Kristensen, M. L. (in press). *STEM didaktik*. Syddansk Universitetsforlag.
- Bybee, R., W. (2018). *STEM Education Now More Than Ever*. NSTA press.
- Ballam, N. D., Perry, B., & Garpelin, A. (2017). International perspectives on the pedagogies of educational transitions. In: Ballam, N. D., Perry, B., Garpelin, A., *Pedagogies of Educational Transitions: European and Antipodean Research*, 16, s. 1-12. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Lillejord, S., Børte, K., Halvorsrud, K., Ruud, E., & Freyr, T. (2015). Tiltak med positiv innvirkning på barns overgang fra barnehage til skole. En systematisk kunnskapsoversikt. Oslo: Kunnskapssenter for utdanning, [www.kunnskapscenter.no](http://www.kunnskapscenter.no)
- Dockett, S., Perry, B. (2014). Research to Policy: Transition to School Position Statement. In: Perry, B., Dockett, S., Petriwskyj, A., *Transitions to School - International Research, Policy and Practice. International perspectives on early childhood education and development*, 9. Springer, Dordrecht.
- Star, S. L. (1989). The structure of ill-structured solutions: Boundary objects and heterogeneous distributed problem solving. In: Gasser, L., Huhns, M. L., *Distributed artificial intelligence*, 2, s. 37-54. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.

novo  
nordisk  
**fonden**



**LabSTEM**