



DESIGN AF KLIMALØSNINGER

# LYSETS BETYDNING FOR PLANTEVÆKST

ET UNDERVISNINGSFORLØB FOR 8. - 9. ÅRGANG



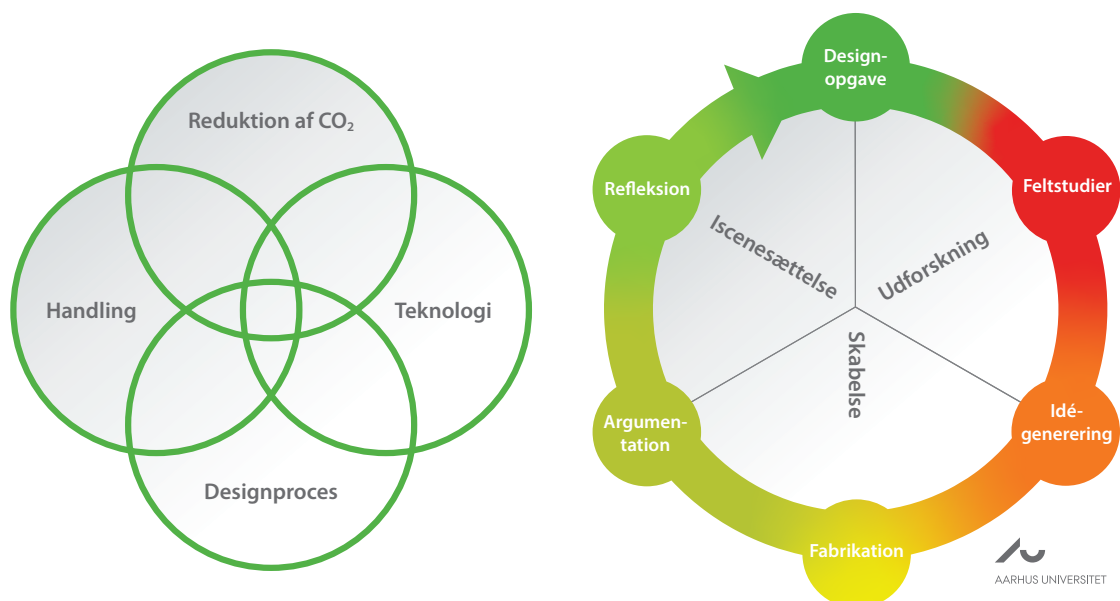
# FABLAB KLIMALAB

Dette undervisningsforløb er udviklet af FabLab@SCHOOLdk, som er et partnerskab mellem Silkeborg, Vejle, Kolding og Middelfart Kommune. Partnerskabet arbejder for at fremme teknologiforståelse, praksisfaglige færdigheder og det 21. århundredes kompetencer.

FabLab@SCHOOLdk har med støtte fra Villum Fonden udviklet i alt ni undervisningsforløb i FabLab KlimaLab. Alle forløb har fokus på reduktion af CO<sub>2</sub> og er målrettet forskellige klassetrin fra indskoling til udskoling. Her kan elever fordybe sig i klimamæssige udfordringer i forhold til transport, affald, fødevarer eller energi.

I hvert forløb møder eleverne en virkelighedsnær udfordring, som de i fællesskab skal forstå og udvikle løsninger til. Eleverne arbejder i designprocesser og anvender digitale teknologier i deres løsninger. Som didaktisk ramme anvendes en designprocesmodel, der stilladserer og kvalificerer elevernes problemløsning, vidensudvikling og læring.

Gennem FabLab KlimaLab undervisningsforløbene bliver eleverne bevidste om konkrete CO<sub>2</sub>-reducerende handlinger, som kan iværksættes af det enkelte individ, af fællesskaber som fx skolen, klassen og familien eller af samfundet. Det er et overordnet mål i forløbene, at eleverne udvikler viden om klimaudfordringer på en måde, der efterlader dem med konkrete handlemuligheder i egen hverdag.





# LYSETS BETYDNING FOR PLANTEVÆKST



## FAG

Fysik/kemi, Geografi, Biologi



## FAGLIGE EMNER

Vækst, Lysbølger, Programmering



## TEKNOLOGIER

Micro:bit  
Kitronik Smart Greenhouse Kit

## FORLØB LAVET AF

**Gitte Bjørnsø**  
**Jesper Korsgaard**  
Sejs Skole

**Søren Lumbye**  
**Jonas Kalsgaard Lynggaard**  
Silkeborg Kommune

## BESKRIVELSE

Fødevarerproduktion er en af de største bidragere til udledning af drivhusgasser i dag. I takt med at verdens befolkning stiger, bliver efterspørgslen efter fødevarer større. Samtidig bliver rigtig mange fødevarer transporteret rundt i verden, hvilket igen medvirker til en øget udledning af bl.a. CO<sub>2</sub>.

Dette undervisningsforløb søger at give eleverne et indblik i, hvordan man vha. af teknologi kan mindske landbrugsarealerne for i stedet at dyrke fødevarer i drivhuse.



# FORLØBSBESKRIVELSE



Fødevarerproduktion er en af de største faktorer i det globale klimaregnskab, og står for cirka 30 procent af klodens udledning af drivhusgasser. Her er det ikke kun produktionen af kød og afgrøder, der har indvirkning på udledning af drivhusgasser, men også transporten af fødevarer.

Igennem de sidste 50 år er mængden af fødevarer, der importeres til Danmark, mangedoblet. Det sker i høj grad pga. den øgede efterspørgsel efter varer, der ikke kan produceres lokalt. Avocadoen er et godt eksempel. Den største produktion af avocadoer sker i Mellemmamerika, hvor selve produktionen i sig selv er en udfordring pga. de store vandressourcer, det kræver. Men

herefter transporteres avocadoen tværs over Atlanten til Europa. Her er det ikke blot transporten, der er klimasynderen, men også den køling af madvarerne, det kræver undervejs.

Store dele af Danmarks landområder bruges til dyrkning af afgrøder, men rapporter estimerer, at landbrugets samlede bidrag til danskernes fødevarer kun udgør 10,7 procent af det samlede opdyrkede areal i Danmark. Langt størstedelen af det opdyrkede landbrugsareal, omkring 80 procent, bliver brugt til produktion af foder til dyr. Dermed bruges store dele af Danmarks natur til at dyrke foder til en dyreproduktion, der i sig selv er problematisk for klimaet.

Hvis vi skal sikre en bæredygtig produktion af fødevarer til fremtidige generationer, samtidig med at vi også i et tempereret klimabælte kan producere fødevarer af mere eksotisk karakter, kræver det en nytænkning af vores produktionsmetoder.

I dette undervisningsforløb vil der være fokus på, hvordan et land som Danmark kan dyrke fødevarer i drivhuse på en klimavenlig måde. Forløbet vil have særligt fokus på, hvordan lys kan påvirke planters vækst, hvordan man kan automatisere produktionen, og hvilken betydning næringsstoffer har for planters vækst.

I forløbet er der taget et bevidst valg om at begrænse elevernes eksperimentelle arbejde til vækstbetingelser samt lysbølger for at mindske kompleksiteten. Bæredygtig fødevarerproduktion er komplekst og kræver en bred viden.

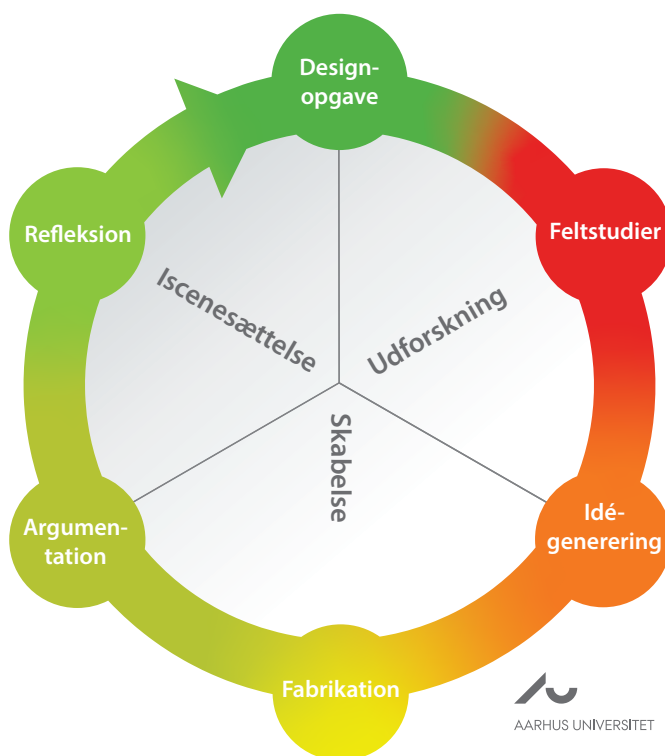
Forløbet søger at fokusere på delementer, for derigennem at give eleverne et blik for, hvordan et land som Danmark kan nedsætte

vores CO<sub>2</sub>-udledning ved hjælp af nye teknologiske produktionsmetoder.

Forløbet er opbygget ud fra designprocesmodellen, og det forventes undervejs, at eleverne reflekterer over og forbedrer deres løsningsforslag. Der arbejdes ikke cirkulært mellem faserne i designprocesmodellen, da eleverne undervejs vil få nye indsigter, der kræver revurdering af deres design.

Forløbet er udviklet som et fælles fagligt fokusområde mellem de tre naturfag fysik/kemi, biologi og geografi. Det kan afvikles på 20 til 25 lektioner afhængigt af eleverne forforståelse og kendskab til makroteknologier. Forløbet er tiltænkt elever fra 8. årgang og opefter.

Det forventes, at eleverne har en forforståelse for plantevækst samt generelle klimaudfordringer ved produktion af fødevarer. I kommende afsnit vil det kort beskrives, hvilke emner man med fordel kan have arbejdet med for at sikre en god afvikling af forløbet med elever.



## FORFORSTÅELSE

Det anbefales, at eleverne inden gennemførelse af undervisningsforløbet har arbejdet med plantevækst, fotosyntese og basiskodning af micro:bit. Mange elever vil gennem deres skolegang have stiftet bekendtskab med micro:bit. Hvis ikke findes der undervisningsmateriale samt vejledninger via dette link: [https://www.dr.dk/skole/ultrabit/tema/ultrabit-i-starten-0\\_1](https://www.dr.dk/skole/ultrabit/tema/ultrabit-i-starten-0_1)

Design-  
opgave

## DESIGNOPGAVE

I skal designe et minidrivhus, der sikrer størst mulig produktion af afgrøder. Drivhuset skal være automatiseret i forhold til lys og vanding.

### Krav

- Drivhuset må ikke kunne få lys udefra
- Jeres løsning skal testes over en til to uger
- I skal dokumentere væksten undervejs
- I skal kunne bygge jeres løsning vha. Makerspace-teknologier

Idé-  
generering

## IDÉGENERERING

### Iteration 1

Som indledning til forløbet bliver eleverne delt ind i grupper af 2-4 elever, og bliver som det første præsenteret for designudfordringen. Herefter får de 15 minutter til at lave et forslag på en løsning. Det er her vigtigt, at eleverne dokumenterer deres arbejde via skitser og stikord. I forbindelse med gennemgangen er det vigtigt at definere begrebet drivhus og sikre, at eleverne forstår, at det ikke er et klassisk drivhus fra haven bestående af glas, de skal designe.

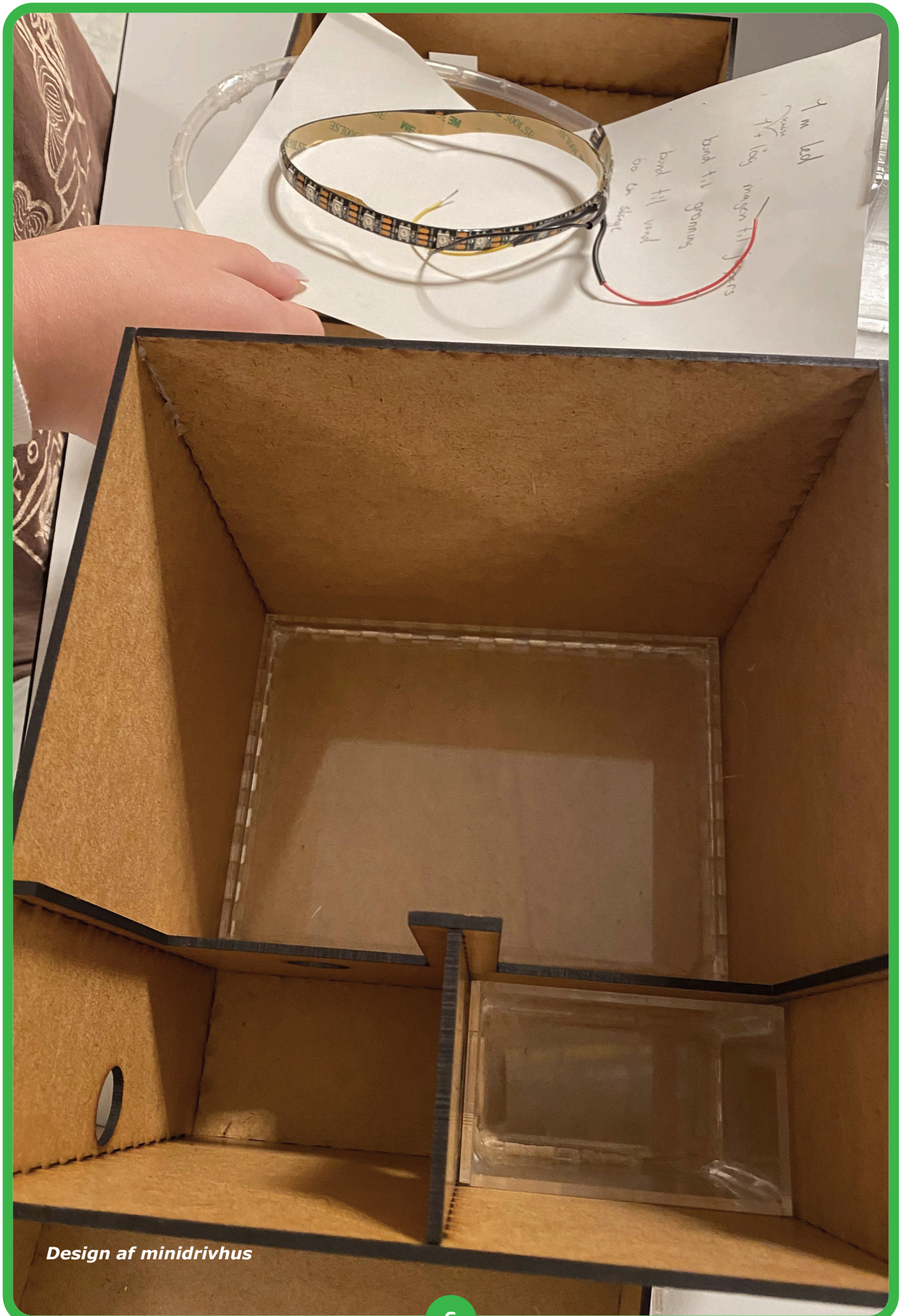
Forventningerne til den indledende opgave er ikke, at eleverne løser udfordringen. Deres idéer kan vise sig både at være gode, dårlige, ubyggelige og alt muligt andet. Formålet med opgaven er at give eleverne et indblik i, at arbejde i designprocesser kræver videreudvikling og konkret viden (eksperimentel eller boglig) for at kunne kvalificere udkast og idéer.

Ved at gennemgå elevernes løsningsforslag i plenum vil der naturligt opstå behov for at undersøge og eksperimentere videre. Som underviser er der forskellige tilgange til den næste del af arbejdet. I en ideal verden vil grupperne ud fra vejledning med underviser selv kunne designe deres videre arbejdsprocesser. Det kræver dog, at eleverne af flere omgange har arbejdet med og fået indsigt i metoderne fra designprocesmodellen. Forløbet vil derfor søge at beskrive en gylden mellemvej, hvor der er plads til elevernes egen fordybelse, men samtidig understøtter en naturlig progression i deres arbejde. Der opfordres til, at du som underviser tilpasser den efterfølgende undervisning til netop dine elevers niveau.

Når elevernes løsninger vendes i plenum, er det vigtigt, at man som underviser hjælper med at opstille en række fokusområder, der skal undersøges. Det kan fx være relevant med yderligere undersøgelser af:

- Hvorfor vokser planter?
- Hvor meget må lyset være tændt?
- Hvordan får vi lys?
- Hvor meget vand skal planter have?
- Hvad skal de vokse i?
- Hvad betyder automatisk?
- Skal planterne bruge andet end vand?

Herefter kan underviseren med fordel udfordre eleverne på, hvorfor de tror, at det er bæredygtigt at producere fødevarer på



*Design af minidrivhus*

denne måde. Hvad er forskellen på et drivhus og en mark, og hvad kræver det, før vi kan sige, at drivhuset er en bæredygtig løsning? Hvordan kan vi sikre varme og elektricitet mm.?

Her er det vigtig hele tiden at have fokus på hovedformålet. Vi ønsker at minimere udledningen af CO<sub>2</sub>, ikke nedlægge landbruget. Fordelene ved at flytte afgrøder ind i lagerhaller er bl.a., at man kan dyrke i etager og dermed optage et mindre landområde. Hvor der før var marker, vil den vilde natur overtage og større mængder CO<sub>2</sub> kan dermed bindes i planter, frem for i afgrøder, der høstes hvert år.

For at få et bedre billede af, hvor i verden vores fødevarer kommer fra, skal eleverne undersøge deres fødevarerforbrug over en uge. Formålet med øvelsen er, at eleverne får et billede af, hvor meget mad vi importerer. Undersøgelsen kan samtidig danne grundlag for en diskussion om, hvorledes vi kan omlægge vores vaner, så vi spiser

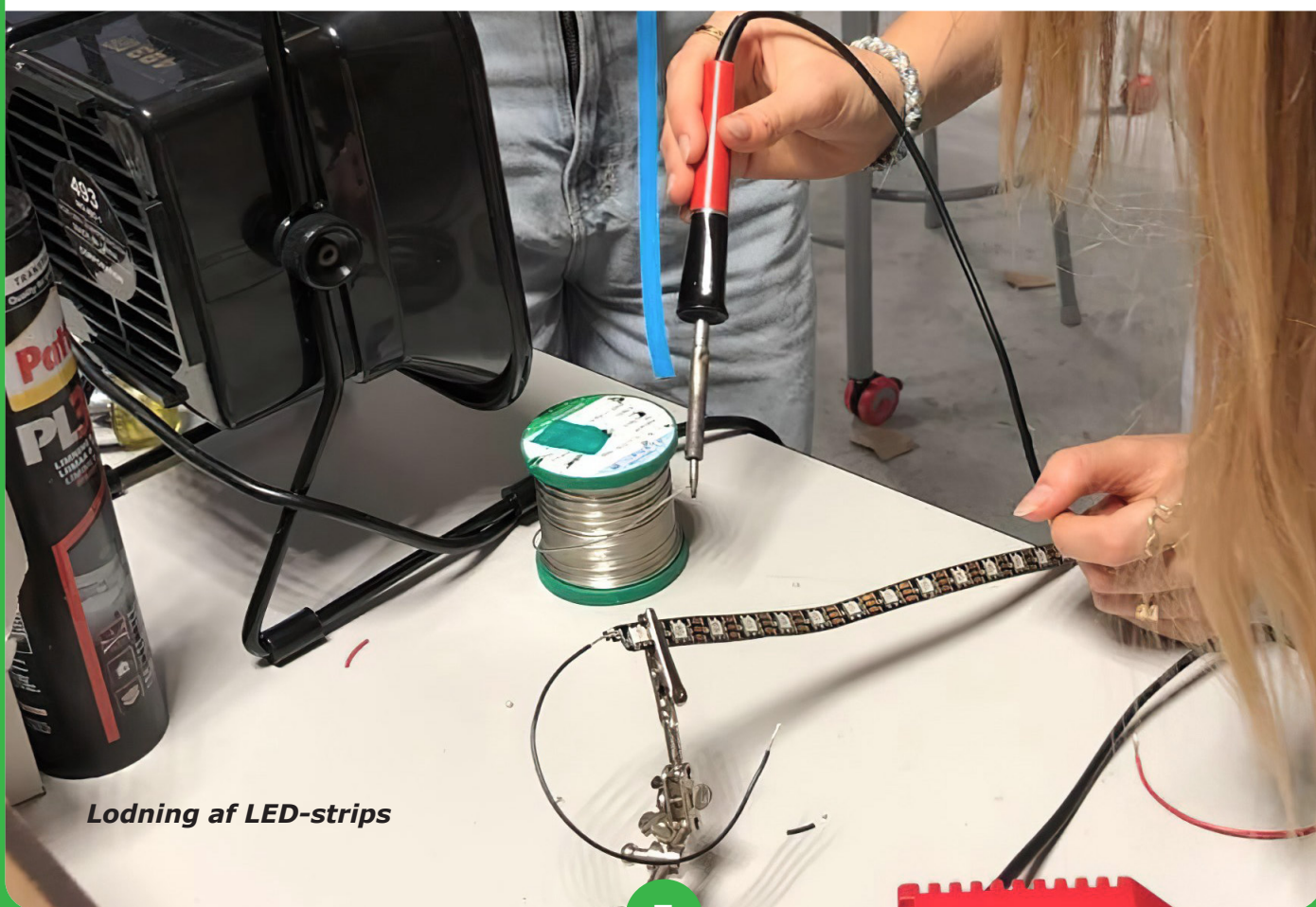
flere lokalt dyrkede fødevarer. Dertil skal selvfølgelig perspektiveres til, hvilke konsekvenser det kan få for den enkelte familie i forhold til fx økonomi.

Forløbets formål er, at eleverne forstår hvordan vi som samfund kan prioritere vores produktion og forbrug. Forløbet giver samtidigt eleverne en forståelse for de klimamæssige fordele ved at de, som forbrugere, anvender lokalt dyrkede fødevarer.

Feltstudier

## FELTSTUDIER

Som beskrevet tidligere er denne fase meget afhængig af elevernes erfaring med at arbejde i designprocesser. I denne beskrivelse vil eleverne arbejde synkront og drage fælles erfaringer. Vi tager udgangspunkt i de fokusområder, eleverne i fællesskab opstillede på baggrund af deres indledende løsningsforslag. For at få en fælles forståelse for, hvad der har betydning for



Lodning af LED-strips



## ARBEJDSARK 1

## Forsøg med forskellige typer lys

	Antal frø spiret efter 1 uge	Højde efter 1 uge	Antal frø spiret efter 2 uger	Højde efter 2 uger
Kontrol (normal døgncyklus)				
Hvidt lys				
Mørke				
UV-lys				
Rødt lys				
Grønt lys				
Blåt lys				
Varmelampe				

plantevækst, kan eleverne arbejde med følgende materiale: <https://undervisning.wwf.dk/3-energi-og-vaekst>.

Herefter præsenteres eleverne for denne artikel: <https://plantelys.dk/hvad-er-par-vaekstlys/> omkring plantevækst og lys. I den forbindelse kan eleverne ydermere arbejde med klassiske fysikforsøg omkring lys og bølgelængde, for bedre at kunne forstå hvad lys er, og hvad forskellen er på sollys og de LED-strips, de har tilgængelige. For at understøtte eleverne bedst muligt, kan underviseren med fordel vise, hvordan man lodder og forlænger LED-strips, således at eleverne har et billede af deres handlemuligheder. Efterhånden som eleverne har fået opbygget en basisforståelse for planterens behov, vil der naturligt opstå et behov for at kunne styre de forskellige parametre, da drivhuset jo skal være automatisk.

Det anbefales, at eleverne ikke prøver at kode alt på en gang, men eksperimenterer

med et parameter ad gangen. Eleverne kan fx lave en fælles undersøgelse ved at programmere små minidrivhuse. Formålet er her at undersøge, om farven af lys har betydning samt om mængden af LED'er, der er tændt, har indvirkning på planterens vækst. Anvend *Arbejdsark 1 - Forsøg med forskellige typer lys*.

Eleverne kan med fordel programmere tre drivhuse med forskelligt farvet lys samt tre drivhuse med brug af fx 1, 5 og 10 LED'er. Resultaterne herfra kan bruges i deres videre design. Afhængigt af elevernes erfaringer med at kode kan vedlagte videomateriale understøtte deres proces: <https://www.youtube.com/watch?v=HqosZDUNayQ&t>.

Som udgangspunkt er det ikke et mål, at eleverne selv kan programmere og skrive koden til styring af drivhuset fra bunden. Forløbet søger i højere grad at sætte eleverne i stand til at modificere og videreudvikle eksisterende kode til netop deres design.

**Iteration 2**

Efter eleverne har arbejdet med ovenstående opgaver, skal de reflektere over deres egne løsninger på designudfordringen. Følgende punkter kan bruges som kickstart til deres proces:

- Hvordan sikres de bedste vækstbetingelser i forhold til lys?
- Hvor langt et LED-bånd må der bruges?
- Kan vi godt have forskellige farver lys på samme tid?

I et forløb som dette er der stor sandsynlighed for, at elevernes løsninger vil ligne hinanden meget. Det er en udfordring, vi ofte møder indenfor det naturfaglige felt, når vi arbejder med designudfordringer.

Her er det vigtigt at synliggøre for eleverne, at når vi arbejder med naturfaglige løsninger på komplekse problemer, bruger vi ofte data fra forsøg, der kan pege dem i samme retning. Her vil alle grupper som udgangspunkt få den samme data, og med stor sandsynlighed handle på samme måde ud fra dette. Det betyder ikke, at deres løsninger ikke er innovative eller nytænkende. Dette kan netop bruges til at perspektivere til den politiske dagsorden på feltet, der langt fra giver et lige så entydigt billede af de nødvendige handlemuligheder.

Planterne skal have næring for at kunne vokse, og eleverne skal undersøge præcis, hvilke næringsstoffer planterne har brug for. Her kan eleverne eventuelt selv prøve at fremstille gødningssalte eller blot bruge præfabrikeret plantegødning. Eleverne kan igen bruge minidrivhusene og prøve at tilføje gødning i et drivhus og undlade det i et andet. I forhold til deres automatiserede drivhus



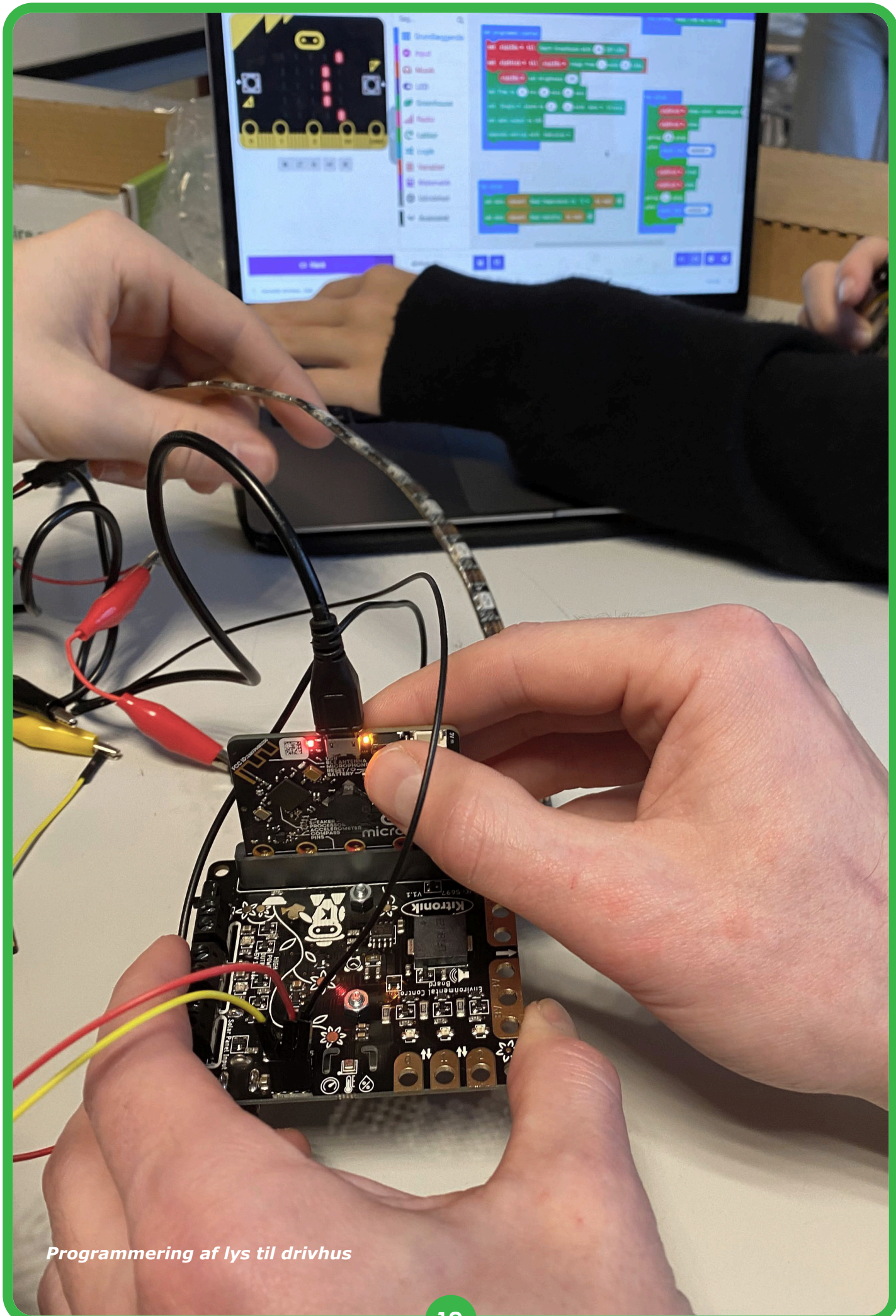
*Planteforsøg i minidrivhuse*

vil gødningssalte opløst i vandet være en god løsning til at tilføre næring løbende.

Eleverne skal derfor udforske mulighederne for vanding i deres minidrivhus. Her kan følgende video støtte eleverne i deres arbejde med programmering. <https://www.youtube.com/watch?v=AmYfZKe5YSQ>

**Iteration 3**

Eleverne skal nu indtænke en vandingsløsning i deres design. Dette vil naturligt give nogle udfordringer i forhold til fx at konstruere vandtætte beholdere, sikre ensartet vanding af afgrøderne, samt sikre at vandet kan optages af planterne og ikke løber ud af drivhuset.



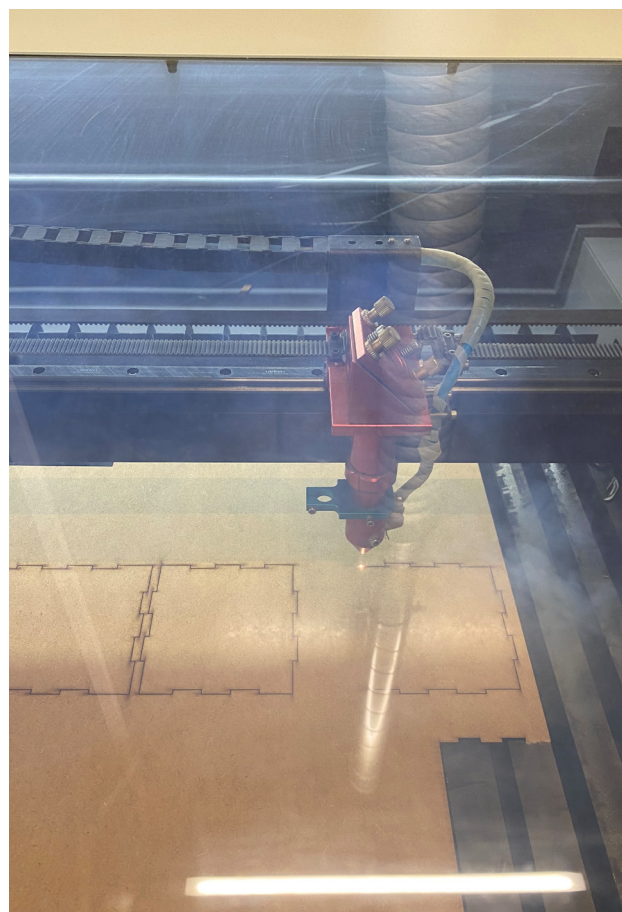
*Programmering af lys til drivhus*

Grupperne skal nu fabrikere deres første prototype af et automatisk drivhus. Her er det vigtigt, at eleverne udarbejder en skitse af prototypen samt plan for deres videre arbejde, således at opgaver kan fordeles. Ellers risikerer det at blive en alt for tidskrævende proces, hvis eleverne ikke er bevidste om deres arbejdsproces, og hvad de hver især kan bidrage med. Eleverne kan understøttes ved at opstille en liste over arbejdsopgaver, som fx:

- Drivhuskasse
- Låg til drivhus
- Vandingsssystem
- Lys
- Vandtæt plantekasse
- Beholder til vand
- Programmering lys
- Programmering vandig
- Programmering dataopsamling

Der er stor forskel på, hvor meget fabriktionsfasen skal fylde i forskellige designforløb. I dette forløb er der en del elementer, som skal produceres, og da en stor del af programmeringen kræver fordybelse og test, vil det tage eleverne tid at lave et færdigt produkt. Det er forventeligt, at grupperne vil møde uforudsete udfordringer og blive tvunget til at forbedre deres designs undervejs. Afsæt god tid og hjælp grupperne med at vidensdele mellem hinanden.

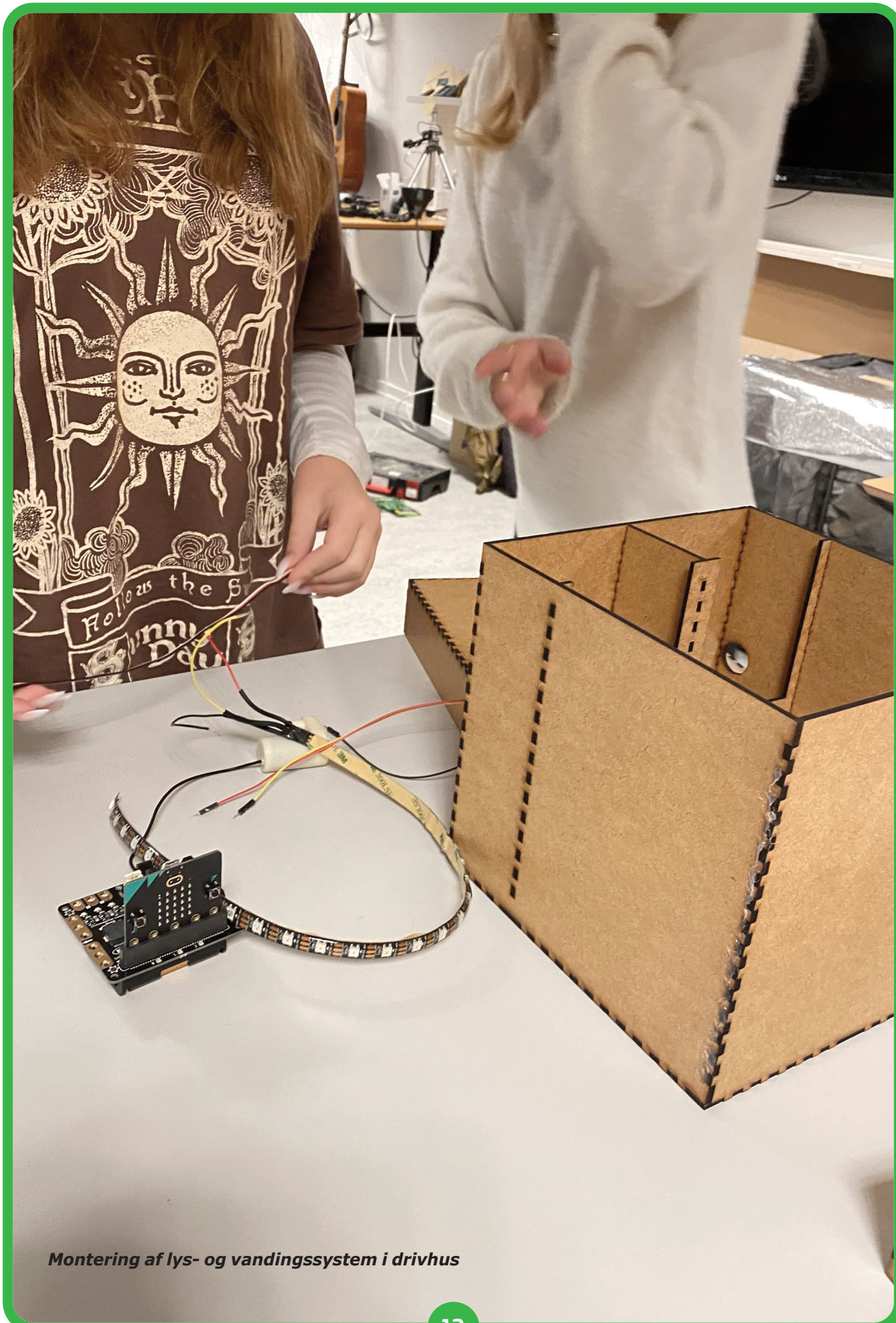
De fleste grupper skal formodentligt have konstrueret en form for kasse til selve drivhuset, hvilket let kan gøres vha. laserskæring i fx MDF. Afhængigt af elevernes erfaring med laserskærere kan de selv designe vha. onlineværktøjer som fx [makercase.com](http://makercase.com) eller [festi.info/boxes.py/](http://festi.info/boxes.py/). Desuden kan eleverne med fordel modificere deres kasser i fx Inkscape. Vandbeholdere kan laserskæres i akryl og tættes vha. silikonefuge.



*Drivhusdesign produceres på laserskærere*



*Samling af drivhus*



*Montering af lys- og vandingsystem i drivhus*

Grupperne skal udover selve konstruktionen af drivhuset og diverse ekstra dele også modificere den kode, de lavede til minidrivhuset. Her skal de ligeledes sikre dataopsamling undervejs. Det kan fx være et dagligt billede, men det kan også kombineres med data omkring temperatur og luftfugtighed fra de indbyggede sensorer. Videoen her giver et indblik i, hvordan der kan arbejdes med dataopsamling: <https://www.youtube.com/watch?v=f8VLFUmr9x4>.

Efterhånden som grupperne bliver færdige, anbefales det, at eleverne prøver at teste deres drivhuse et par gange med mulighed for at forbedre drivhuset mellem testene.

Efter eleverne har designet forskellige drivhuse og fået et indblik i, hvad der giver de bedste resultater, er der mulighed for at opskalere produktionen vha. et stort drivhus. Her er det elevernes samlede viden, der skal sikre en god produktion af afgrøder.

Argumen-  
tation

## ARGUMENTATION

Som afslutning på forløbet skal eleverne lave et nyhedsindslag, der bl.a. beskriver deres proces med design af drivhuset og belyser nogle af de udfordringer, der er ved at skulle omlægge produktionen af fødevarer til fx drivhuse i bygninger. Fokus skal være på, hvordan en sådan produktion kan være medvirkende til at sænke Danmarks CO<sub>2</sub>-udledning.

## LINKS

**Download forløbsbeskrivelse, arbejdsark og materialeliste:** <https://fablabatschool.dk/lysets-betydning-for-plantevækst/>

**Vejledninger til micro:bit:** [https://www.dr.dk/skole/ultrabit/tema/ultrabit-i-starten-0\\_1](https://www.dr.dk/skole/ultrabit/tema/ultrabit-i-starten-0_1)

**Elevmaterialer til plantevækst:** <https://undervisning.wwf.dk/3-energi-og-vaekst>

**Artikel om plantevækst og lys:** <https://plantelys.dk/hvad-er-par-vaekstlys/>

**Programmering af lys:** <https://www.youtube.com/watch?v=Hqos-ZDUNayQ&t>

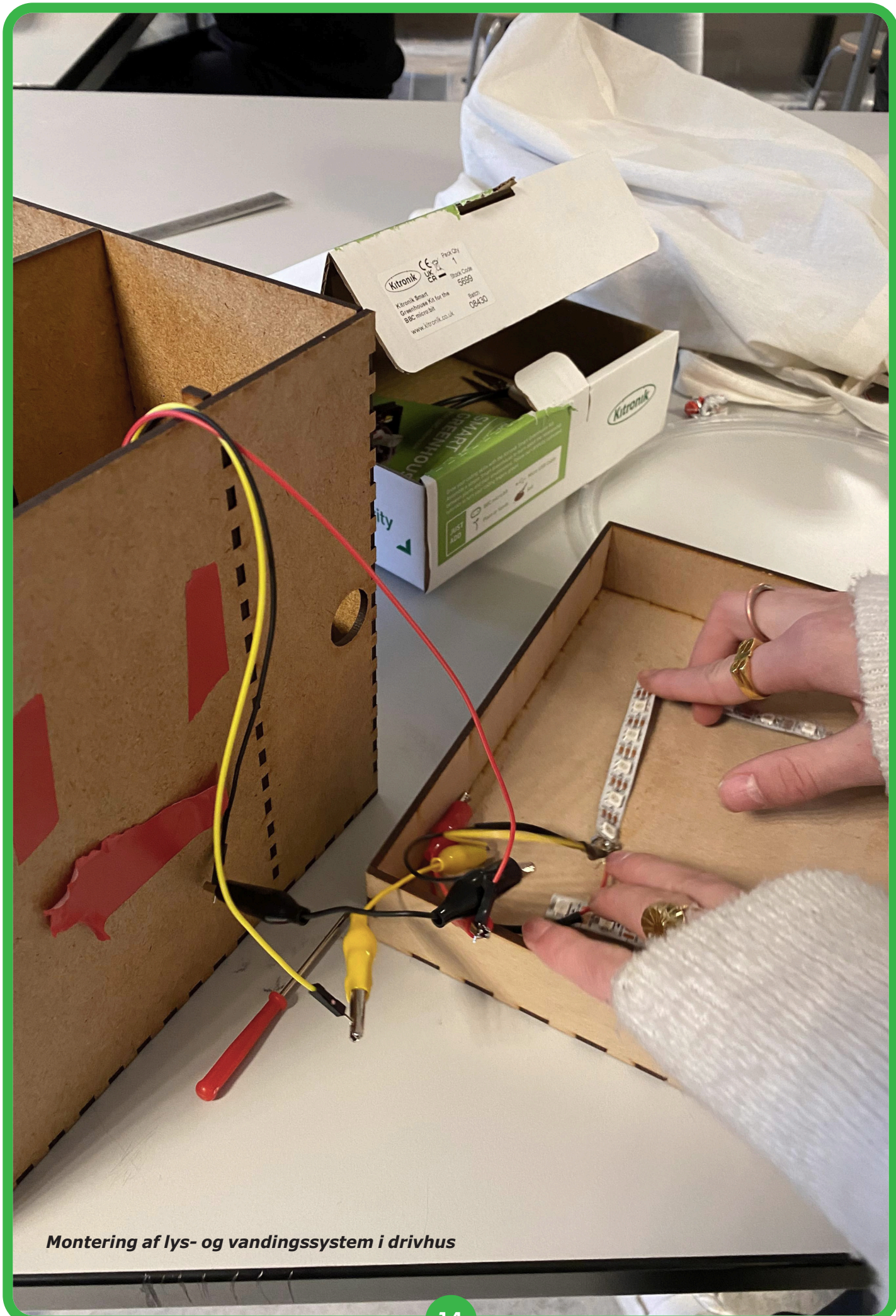
**Programmering af vandingsystem:** <https://www.youtube.com/watch?v=AmYfZKe5YSQ>

**Makercase:** [makercase.com](http://makercase.com)

**Boxes.py:** [festi.info/boxes.py/](http://festi.info/boxes.py/)

**Vejledning til dataindsamling:** <https://www.youtube.com/watch?v=f8VLFUmr9x4>.





*Montering af lys- og vandingssystem i drivhus*

# 9 FORLØB OM CO<sub>2</sub>-REDUKTION

FabLab@SCHOOLdk har med støtte fra Villumfonden udviklet 9 FabLab KlimaLab undervisningsforløb med reduktion af CO<sub>2</sub> som overordnet tema. Her kan elever i indskoling, mellemtrin eller udskoling fordybe sig i klimamæssige udfordringer i forhold til transport, affald, fødevarer eller energi.

Til alle undervisningsforløb findes en forløbsbeskrivelse med tilhørende materialeoversigt og arbejdsark. De kan downloades på [www.fablabatschool.dk/klimalab/](http://www.fablabatschool.dk/klimalab/). Her findes også links til andre relevante materialer.

FabLab KlimaLab undervisningsforløbene er udviklet af naturfagskonsulenter og FabLab-undervisere fra Kolding, Middelfart, Silkeborg og Vejle Kommune samt lærere fra Eltang Skole, Hyllehøjskolen, Sejs Skole og Egtved Skole.

