

Og der blev lys...



Eleverne arbejder undersøgende med elkredsløb i Engineering Design Processen

Forløbet er henvendt til natur/teknologi i 3. klasse
Anslået tidsforbrug: 10-12 lektioner



Forløbet er udarbejdet for Stærke Naturfaglige Fællesskaber af:
Søren Søndergaard Thisted, VIA University College

Hvorfor kommer der lys i lampen på værelset, når man trykker på kontakten på væggen? Gennem dette forløb vil eleverne lære om opbygningen af simple elektriske kredsløb, så de bliver i stand til at udvikle et modelhus med indlagt lys, der kan styres.

Formål

Formålet med forløbet er, at eleverne får (videre-)udviklet deres indsigt i elektriske kredsløb gennem praktiske undersøgelser med hypotesedannelse og efterfølgende afprøvninger. Eleverne skal udvikle de naturfaglige kompetencer med fokus på undersøgelse, modellering og kommunikation. De skal tillige tilegne sig viden og færdigheder om elektrisk energi og simple kredsløb.

Eleverne udvikler egne forklaringsmodeller, som der senere kan bygges videre på med abstrakte forklaringer og faglige begreber på senere klassetrin.

Forudsætninger, form og indhold

Elevernes forudsætninger

Inden for kompetenceområdet *Teknologi og ressourcer* forventes eleverne efter 2. klassetrin at have stiftet bekendtskab med enkle mekanismer fra hverdagen. De vil således potentielt kunne trække på viden og færdigheder i forhold til basal el-lære, hvor eleverne kender til arbejdet med batteri, ledninger, pærer og lampefatninger, for eksempel ud fra deciderede el-kørekort:

<https://www.yumpu.com/da/document/read/30320813/elkrekort-elevopgaver-evu>

Forløbet vil også kunne bygge videre på erfaringer fra et eventuelt arbejde med inspirationskataloget om *Elektricitet i vores hverdag* til 1.-2. klassetrin fra temaet *Systemtænkning i vedvarende energi* i projektet om Ny naturvidenskabelig viden:

https://emu.dk/sites/default/files/2021-02/gsk_naturvidenskabsstrategien_ny%20viden_Tema%204_inspirationskatalog_1.-2.%20klasse.pdf

Eleverne har erfaringer med begyndende hypotesedannelse og efterprøvning heraf gennem egne undersøgelser. Eleverne kan derfor give bud på, hvad de forventer vil ske i en undersøgelse, og efterfølgende teste dem; se digitalt forløb: [Hypotesedannelse](#).

Endvidere har eleverne erfaring med at arbejde med Engineering Design Processens forskellige faser – med en vis grad af lærerstyring; se digitalt forløb: [Problembaseret undervisning](#).

Det er en fordel, hvis eleverne tidligere har anvendt programmet Book Creator fra Skoletube og har kendskab til brugen af programmet, der gør dem i stand til at opbygge digitale bøger med inddragelse af billeder, tekst, video og lydklip. Alternativt kan forløbet suppleres med en indføring i programmet, eller logbog kan udarbejdes i mappe eller andet.

Overblik

Forløbet er berammet til 10-12 lektion, men længden af forløbet kan skaleres afhængigt af, hvilke dele der tages med og hvordan blandt andet med afsæt i tidligere arbejde med el-lære. Efter samme set up kan forløbet forlænges, hvis man ønsker at lægge mere vægt på selve Engineering Design Processen.

Lektion 1-2: Forstå udfordringen

- Præsentation af udfordring
- Klassedialog om el i hverdagen
- Introduktion til Book Creator
- Fotosafari

Lektion 3-4: Undersøge

- Praktiske undersøgelser og simuleringer af simple elektriske kredsløb
- Dokumentation af arbejdet
- Læsning af relevante tekster

Lektion 5-9: Få idéer, konkretisere, konstruere og forbedre

- Design og afprøvning af modelhus inkl. mulige benspænd

Lektion 10-11: Præsentere

- Videoptagelse af præsentation
- Fernisering med modelhusene

(Lektion 12: Perspektivere)

- Udblik til elforsyningen

I forlængelse af præsentationen kan indlægges et ekstra modul med perspektivering til elforsyning i stor skala, elektricitetens historie, håndtering af elektrisk affald såsom batterier og/eller nedslag i Naturvidenskabens ABC. Ligeledes kan der indlægges et besøg på en lokal forsyningsvirksomhed eller Energimuseet i Bjerringbro.

Elforsyningen

I elevernes hverdag er elektricitet et naturligt element, og eleverne er afhængige af el-nettets forsyning til de mange elektriske apparater, de benytter gennem en dag. For mange elever vil elektricitet og elforsyning være en ressource, som de tager for givet, og der kan ligge en hverdagsforestilling om, at elektricitet bare er noget, der er i stikkontakten. Derfor er det relevant at lade eleverne se nærmere på selve begrebet elektricitet og elforsyning i mindre skala, så de kan udvikle deres forståelse for samfundets elforsyning.

Undervisningsvejledningen i Fælles Mål beskriver arbejdet med færdigheds- og vidensområdet Teknologi og ressourcer. Heri fremgår det, at eleverne skal arbejde med

enkle mekanismer og ressourcer, som de bruger i hverdagen, samt lære om forsyningssystemer som eksempelvis forsyningen af elektricitet; se digitalt forløb: [Teknologi og ressourcer](#) modul 4 for baggrundsviden om elektricitet, elektriske kredsløb og samfundets elforsyning. Eleverne skal ligeledes arbejde med at udvikle og vurdere produkter, eksempelvis ud fra en engineeringproces.

Sikkerhed

Arbejdet med elektricitet i undervisningen skal efterleve retningslinjerne i *Når klokken ringer*: <https://www.arbejdsmiljoweb.dk/media/aodsuut/naar-klokken-ringer-2019-web.pdf>

Sikkerhedskravene for arbejdet i natur/teknologi er tillige udfoldet hos Frederiksen: <https://int.frederiksen.eu/inspiration/natur-teknologi/sikkerhed>

I dette forløb arbejder eleverne med simple kredsløb, hvor elforsyningen stammer fra almindelige batterier, hvor både spænding og strømstyrke er så lav, at der ikke er fare for elevernes sikkerhed. Det er også muligt at inddrage strømforsyninger, så længe de maksimalt kan levere 25 V-AC og 60 V-DC. I simuleringerne på PhET, som introduceres senere, kan der uden risici arbejdes med højere spænding og strømstyrke, ligesom der risikofrit kan laves kortslutninger.

Det er vigtigt, at der udelukkende arbejdes med godkendte komponenter – såsom bananstik, der ikke kan isættes stikkontakten.

Fagsprog

Et vigtigt led i forløbet er det parvise arbejde med de praktiske undersøgelser og løsninger af forløbets udfordring. Heri indgår dialogen mellem eleverne samt mellem elever og lærer som en udviklende samtale, der fremmer elevernes tilegnelse af og forståelse for en række fagtermer. Derudover udvikles elevernes kommunikationskompetence gennem skriftliggørelse i Book Creator og ved den mundtlige præsentation af husmodellen på såvel videooptagelse som live.

Kompetencemål efter 4. klasse

Forløbet sigter mod kompetencemålene efter 4. klasse, men særligt kompetencerne markeret med fed i nedenstående skema er i fokus i dette forløb.

Undersøgelse	Eleven kan gennemføre enkle undersøgelser på baggrund af egne forventninger
Modellering	Eleven kan anvende modeller med stigende abstraktionsgrad
Perspektivering	Eleven kan relatere natur og teknologi til andre kontekster
Kommunikation	Eleven kan beskrive enkle naturfaglige og teknologiske problemstillinger

Konkretiserede læringsmål

Eleven kan anvende færdigheder og viden til sammen med andre at:

- opstille hypoteser og efterprøve disse i praksis
- bygge enkle elektriske kredsløb
- veksle mellem forskellige repræsentationer af elektriske kredsløb
- udvikle en egen model for et elektrisk kredsløb som løsning på en praktisk udfordring
- benytte faglige begreber og symbolnotation. Fagteamet bør i fællesskab udpege en række begreber og evt. symboler, tilpasset den konkrete elevgruppe og dennes tidligere erfaringer. Det kunne eksempelvis være batteri, ledning, kontakt, åbent og lukket kredsløb.

Tilrettelæggelse

Forløbet har afsæt i problembaseret undervisning, hvor eleverne, gennem egne undersøgelser, udvikler en løsning på et konkret, virkelighedsnært problem. Strukturen følger Engineering Design Processen (se model på bilag 1). Gennem faserne vil eleverne kunne opnå et indblik i elektricitet og forsyning i lille skala med muligt udblik til den store skala i form af samfundets elforsyning.

Den indledende klassesdialog sætter rammen for forståelse af udfordringen, mens undersøgelserne af elektriske kredsløb og ledere fungerer som undersøgelsesfasen. Herefter slippes eleverne fri til at få idéer, konkretisere, bygge og forbedre, for til sidst at præsentere deres modelhus. Undervejs vil eleverne arbejde interaktivt, med løbende, udviklende dialog eleverne imellem og mellem læreren og eleverne, hvilket kan indgå i den formative evaluering.

Afhængigt af både lærerens og elevernes erfaringer med Engineering Design Processen, kan forløbet skaleres ud fra de forskellige frihedsgrader – struktureret forløb, guidet forløb eller åbent forløb; Se digitalt forløb: [Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning](#) modul 2 for indføring i de forskellige frihedsgrader i arbejdet med undersøgelser.

Gennem forløbet arbejder eleverne fortrinsvis i makkerpar, hvilket giver læreren mulighed for at stilladsere arbejdet gennem sammensætning af parrene. Det giver mulighed for at parre eleverne ud fra det faglige niveau og/eller kompetencer i forhold til at arbejde med engineeringprocessens faser. Der kan eksempelvis differentieres i kravene til gruppernes arbejde, deres frihedsgrader undervejs i forløbet og lignende. I stilladseringen kan læreren gøre brug af de forskellige metodekort til processen, der findes til frit download hos Astra: <https://astra.dk/tildinundervisning/metode>

I forløbet anvendes simple elektriske komponenter, som de fleste skoler har til rådighed. Alternativt er der normalt mulighed for at låne el-kasser – for eksempel *Tina*, *Anders* og *Tellus* på det lokale CFU. Til den afsluttende udfordring med lys i huset kan der, foruden de almindelige elektriske komponenter, blandt andet anvendes Micro:bit til styring af lyset; disse kan lånes på det lokale CFU til at supplere skolens egne sæt fra eventuel deltagelse i Ultra:bit. Brugen af mikrocomputere kræver dog, at eleverne tidligere har arbejdet hermed, da forløbet ikke rummer introduktion hertil. I litteraturlisten findes henvisninger til

forløb omkring trafiklys i 2. klasse samt instruktionsvideo til brug af lysdioder; Se digitalt forløb: [Teknologi og ressourcer](#) modul 3 for gennemgang af blokprogrammering med Micro:bits.

Til at fastholde resultaterne af forløbets undersøgelser kan eleverne anvende den digitale billedbog, Book Creator, der er frit tilgængelig på Skoletube. Her kan eleverne tilføje billeder af deres opstillinger, skærmdumps fra digitale simuleringer, og de kan tilføje lydklip eller videoer, så de kan indlægge deres forklaringer og overvejelser – uden store krav til skriftligheden. Anvendelsen af Book Creator kan være mere eller mindre lærerstyret med fælles skabelon eller mere frie rammer for opbygning af bogen.

Forslag til spørgsmål, der kan overvejes, inden aktiviteten gennemføres

- Hvordan kan forløbet kobles til eventuelt arbejde med el-lære på tidligere klassetrin?
- Hvordan sammensættes elevparrene til undersøgelser?
- Hvilke konkrete læringsmål er relevante for elevgruppen?
- Hvordan skal de konkrete læringsmål evalueres?
- Hvilke centrale begreber og symboler skal eleverne mestre efter forløbet?
- Hvilke konkrete tegn kan man se på elevernes læring undervejs i forløbet?
- Hvor store frihedsgrader skal indlægges i forløbet?
- Hvordan skal forløbet stilladseres og differentieres i forhold til klassen og de enkelte elevpar?
- Hvilke materialer er tilgængelige?

Sammenhæng med digitale forløb i Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber

Forløbet knytter sig primært til de digitale forløb: [Problembaseret undervisning](#), [Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning](#), [Teknologi og ressourcer](#), [Hypotesedannelse](#), [Variabelkontrol](#) og [Databehandling](#).

Opbygning

Forløbet bygger på Engineering Design Processen i en forholdsvis struktureret udgave med en vis grad af lærerstyring. Forløbet kan dog skaleres til større eller mindre frihedsgrad.

Forstå udfordringen: 2 lektioner

Forløbet indledes med en fælles opstart, hvor læreren præsenterer udfordringen for eleverne. *”Du skal designe en model af et hus med indlagt lys, der kan tændes og slukkes”.*

Dette følges op med en dialog i klassen, hvor scenen bliver sat, og elevernes forforståelse bliver aktiveret, så forløbet kan kobles til hverdagserfaringer og tidligere arbejde med el i indskoling. Elevernes nysgerrighed skal vækkes for at fremme motivationen for det videre arbejde. Dialogen kan tage udgangspunkt i nedenstående spørgsmål:

- Hvordan får vi lys i lampen hjemme på værelset? Hvad med lommelygten?
- Hvad er strøm for noget?
- Hvor kommer strømmen fra?
- Kan vi løbe tør for strøm?

Læreren kan vise en illustration af et hus, en by e.l., og eleverne skal give bud på, hvor de her ser elektricitet blive anvendt. Dernæst kan der være en kontrafaktisk diskussion om, hvordan hverdagen ville være uden adgang til elektricitet. Her kan eksempelvis anvendes filmklip med en række hverdagssituationer omsat til en situation, hvor elektriske apparater drives af dampmaskiner mv.: https://youtu.be/9Zf_fdhN7do

Samtalen kan gøres yderligere nærværende for eleverne ved at gennemføre den i et mørklagt lokale med stearinlys, hvor der anvendes tavle og kridt. Det vil yderligere kunne skærpe elevernes opmærksomhed på deres afhængighed af elektricitet i hverdagen. Samtidig vil det gøre brug af de æstetiske læreprocesser, når elevernes sanser stimuleres.

I den indledende dialog er det muligt, at eleverne bringer nye undersøgelsesspørgsmål på banen i kraft af deres undren. Disse kan læreren forsøge at indarbejde i det videre arbejde, så eleverne arbejder nysgerrigt og undersøgende med deres autentiske problematikker.

Efterfølgende introduceres brugen af Book Creator, hvis den skal anvendes som digital logbog. Her kan det være nødvendigt kort at repetere de væsentligste funktioner, afhængigt af hvornår eleverne sidst har anvendt Book Creator.

Derpå skal eleverne parvis på fotosafari efter apparater, der anvender elektricitet. De kan gå rundt på skolen og tage billeder med tablet, mobiltelefon eller computer af de forskellige apparater for herved at blive bevidste om, hvor afhængige de er af elektricitet i hverdagen. De mange billeder skal samles til en digital billedcollage. Alternativt kan aktiviteten gennemføres som en jagt uden fotografering, hvor de fundne apparater noteres i et skema. Aktiviteten kan desuden suppleres med en fortsat jagt hjemme, så eleverne kan supplere collagen for skolen med en collage for deres hjem. Der kan laves en fælles skabelon i Book Creator til collagen og/eller skema, eller læreren kan lade eleverne selv designe deres collage.

Undersøge: 2 lektioner

Undersøgelsesfasen fylder en stor del af forløbet og er struktureret af læreren. Hvis eleverne har arbejdet med el-lære på tidligere klassetrin, kan fasen nedjusteres i omfang. I stedet kan fasen have karakter af repetition af de centrale pointer. På samme vis vil det være nødvendigt med en fælles gennemgang af simuleringerne på PhET (https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_da.html), hvis websitet ikke har været anvendt i undervisningen tidligere. Quickguide til brugen af simuleringens modul *Kredsløbs-konstruktion: DC* findes som bilag 2.

I plenum får eleverne præsenteret gængse el-komponenter som batteri, pære, pærefatning, ledning og kontakt samt deres symboler, inden eleverne parvis får udleveret materialerne til praktiske undersøgelser, der skal udvikle deres viden og færdigheder i forhold til simple elektriske kredsløb. Eleverne skal arbejde sig gennem en række små undersøgelser:

1. Få pæren til at lyse med et batteri, én ledning og en pære.
2. Få pæren til at lyse med et batteri, to ledninger og en pære.
3. Få pæren til at lyse med et batteri, to ledninger, en fatning og en pære.
4. Tænd og sluk for en pære ved at tilføje en kontakt i kredsløbet.

Eleverne vil her arbejde konkret-operationelt med fokus på at udvikle erkendelse af sammenhænge med afsæt i konkrete genstande og hændelser. Det er ikke hensigten, at eleverne skal kunne forklare elektronernes ladning og bevægelser mv., men de skal i stedet udvikle egne forklaringer, som der så på senere klassetrin kan kobles begreber og abstrakte forklaringer på.

Derpå skal undersøges hvilke ting, der kan lede en strøm. Eleverne skal med god begrundelse gætte, hvilke ting, der kan indsættes i et elektrisk kredsløb, så pæren stadig lyser. De skal således opbygge en åben prøvekreds med et batteri, tre ledninger, en fatning og en pære. Herefter skal de slutte kredsen ved hjælp af forskellige materialer såsom en papirclips, stanniol, blyant, finger, viskelæder m.m. Elevernes gæt og resultater skal samles i et skema eller igen i en billedcollage i Book Creator. Undersøgelsen kan alternativt laves virtuelt med PhET.

Efterfølgende skal eleverne undersøge forskellen på serie- og parallelforbindelse, når flere pærer indgår. De skal igen lave en række mindre undersøgelser:

1. Få to pærer til at lyse med et batteri, tre ledninger, to fatninger og to pærer.
2. Få to pærer til at lyse med et batteri, fire ledninger, to fatninger og to pærer.

Lysstyrken for de to pærer skal beskrives i de to tilfælde, og eleverne skal undersøge, hvad der sker, hvis den ene pære skrues ud af fatningen.

Lysstyrken kan tillige undersøges med simuleringer på PhET, hvor der skrues op for strømstyrken. Her kan eksperimenteres uden omkostninger, blandt andet med kortslutninger, springe pærer ved for kraftig spænding mv.

Alle undersøgelser skal dokumenteres med billeder og tegninger. Igen kan Book Creator med fordel anvendes. Tegningerne kan udføres i frihånd, eller eleverne kan lave kredsløbene i PhET og tage skærmdumps. Der kan afhængigt af elevernes niveau differentieres, så der tegnes reelle billeder eller bruges de stringente symboler. Det er tillige muligt at stilladsere elevernes arbejde med skabelonen i Book Creator, hvor der kan være sætningsstartere, der kan støtte eleverne i deres arbejde med hypoteser og konklusioner.

Jeg tror, at pæren vil _____, når jeg trykker på kontakten, fordi _____.

Se digitale forløb: [Variabelkontrol](#) og [Databehandling](#) for yderligere kvalificering af de nævnte undersøgelser.

De praktiske undersøgelser kan suppleres med læsning af relevante tekster om el, energi, forsyning og elektriske kredsløb, hvilket blandt andet kan findes i kapitlet *El og varme* på Xplore Natur/teknologi 4. klasse eller tilsvarende.

Få idéer, konkretisere, konstruere og forbedre: 5 lektioner

Efter undersøgelserne skal eleverne designe et hus, hvor der skal kunne lægges lys ind. Lyset skal kunne tændes og slukkes. Der kan indlægges differentierede krav til udformning af huset, så det kan rumme alt fra ét rum til flere, hvor lyset kan kontrolleres uafhængigt fra rum til rum. Eksempelvis kan hurtige elever få en uddybet udfordring: *Når Ida slukker lyset på sit værelse om aftenen, slukker hun samtidig forældrenes læselampe i stuen. Kan I hjælpe Ida, så hun kan slukke sit eget lys uden at slukke lyset i stuen?* Det vil kræve, at eleverne eksempelvis får arbejdet med forskellen på parallel- og serieforbundne pærer eller placeringen af afbrydere.

Til modelhuset kan anvendes traditionelle el-komponenter, eller der kan programmeres med Micro:bit. Dygtige elever kan i sidstnævnte tilfælde udfordres ekstra til at kode Micro:bits, så lyset tænder og slukker automatisk afhængigt af lysniveauet i omgivelserne. Eleverne kan eventuelt få udleveret et eksempel på en kodning, som de kan forsøge at ændre for at løse opgaven. Programeksempel kan ses på side 1-3 hos Torben Baunsøe: <https://docs.google.com/document/d/1mrD9DkBwtwwCaQG68N4Hy9hLi8kzjKxNuWdBt1o4k9k/edit>

Til huset kan eleverne gøre brug af deres viden om elektriske ledere, når elektriciteten skal sendes til de forskellige rum. Dette kan fremprovokeres ved at indlægge benspænd om et begrænset antal ledninger, så eleverne selv er nødt til at skabe ledere.

Arbejdet i de fire faser kan med fordel foregå i samarbejde med klassens lærer i håndværk/design for at optimere adgangen til materialer samt timeforbruget. Samarbejdet giver også mulighed for at udnytte kompetencer i tilrettelæggelse af undervisning efter Engineering Design Processen, og udnytte det tætte faglige samspil mellem håndværk/design og natur/teknologi.

Præsentere: 2 lektioner

Eleverne skal uploade en videooptagelse af deres modelhus i Book Creator, hvor de viser, at de kan tænde og slukke for lyset i huset og dermed har løst udfordringen. I videoen kan de også forklare, hvordan de har bygget deres hus. Videooptagelserne samler elevernes refleksioner, og eleverne får samtidig en tryk generalprøve inden præsentationen for læreren og de andre elevgrupper.

Forløbet afsluttes med, at de enkelte elevpar præsenterer deres modelhuse. Dette kan ske som en fernisering, hvor husene eksempelvis udstilles på skolens pædagogiske læringscenter. Eleverne demonstrerer funktionaliteten og dermed løsning af det stillede problem. Læreren kan spørge ind til elevernes tanker og støtte dem i at koble forløbets undersøgelser, begreber mv. sammen til en helhed. Ved præsentationen er læreren, som led i den summative evaluering af forløbet, opmærksom på de tidligere opstillede tegn på elevernes læring.

Kernebegreber i forløbet er blandt andet: Elektricitet, elektrisk kredsløb, serieforbindelse, parallelforbindelse, elektroner, energi, elektrisk ledningsevne, ledere og isolatorer. Der er imidlertid ikke en forventning om, at eleverne kan anvende begreberne eksplicit, men eleverne bør arbejde med sammenhænge, hvor de er i spil.

Perspektivere: 1 lektion

Der kan perspektiveres fra modelhusets forsyning til elforsyningen i storskala, hvor strømmens vej fra kraftværk til forbruger kan inddrages. Det kan eksempelvis ske med et besøg på en lokal forsyningsvirksomhed eller Energimuseet. Her kan også inddrages forskellige typer af energikilder.

Evaluering

Rubrics evaluering

Evaluering af forløb, tilrettelagt efter Engineering Design Processen, sigter mod tre sideløbende aspekter. I disse vil tegn på opfyldelse af forløbets konkretiserede læringsmål og udviklingen af de naturfaglige kompetencer være tydelig.

- 1) Evaluering af elevernes prototyper
- 2) Evaluering af elevernes arbejde med de forskellige delprocesser i forløbet
- 3) Evaluering af den faglige læring hos eleverne

Evalueringen af elevernes prototyper foregår, som forløbets summative evaluering, ved den afsluttende præsentation, hvor både videopræsentationen og ferniseringen indgår. Genstand for lærerens opmærksomhed vil være elevernes anvendelse af de faglige begreber, samt forklaringer til og begrundelser for designet af modelhuset.

Evalueringen af elevernes delprocesser vil ske, som den formative evaluering, undervejs i forløbet. Her vil den løbende dialog, anvendelsen af de relevante kompetencer, samarbejde mv. være genstand for opmærksomheden. Med afsæt heri kan læreren løbende justere forløbet, eksempelvis til mere eller mindre stilladsering, for at optimere elevernes læring i det videre arbejde.

Evalueringen af den faglige læring kan foregå formativt gennem processen, hvor dialogen eleverne imellem samt mellem elever og lærer, vil kunne synliggøre elevernes tilegnelse af faglig viden og færdigheder. Denne tilegnelse vil også kunne ses i elevernes logbøger, der har til formål at dokumentere de faglige pointer. Logbog og dialog kan således undervejs bruges til at foretage justeringer i forløbet fremadrettet, mens logbog og præsentation viser den faglige læring ved forløbets afslutning.

Til brug for evalueringen kan anvendes rubrics. Her opstilles tegn på elevernes læring for enkelte mål eller arbejdsprocesser i et skema, foldet ud på en række forskellige niveauer af målopfyldelse. Metoden kan både anvendes til at anskueliggøre forventningerne til eleverne og til at illustrere progressionen i elevernes målopfyldelse. Ligeledes giver den opstillede rubric et sikkert og håndgribeligt afsæt for feedback mellem elev og lærer. Dialogen om målrubrics kan med fordel foregå som decideret lærer-elev-samtale som et mere dybdegående supplement til den uformelle dialog undervejs i forløbet. Et eksempel på en rubric for elevernes engineeringkompetencer hos Auner m.fl. (2018) findes som bilag 3.

Alternativt kan der arbejdes med Astras registreringsskema, hvor engineeringkompetencerne er opstillet skematisk som delmål med en række konkrete tegn på målopfyldelse. Graden af målopfyldelse kan herefter vurderes med farver:

- Rød: Det kunne eleven ikke klare
- Gul: Det kunne eleven godt klare med lidt hjælp fra voksne
- Grøn: Det kunne eleven godt klare uden hjælp fra voksne

Det samlede registreringsskema kan efterfølgende give et billede af hver enkelt elevs engineeringkompetencer. Det samlede antal udviste tegn indikerer læring i bredden, mens antallet af grønne vurderinger indikerer dybdelæring. Skemaet kan tillige give et samlet billede for klassen. Hvis der eksempelvis er tegn, som hovedsageligt er røde for klassens elever, kan det være særlige fokuspunkter til kommende undervisningsforløb.

Registreringsskemaet findes som bilag 4, og uddybende vejledning kan downloades hos Astra: https://astra.dk/sites/default/files/del_2b_redskab_til_evaluering_af_engineeringkompetence_registreringsark_1.pdf

Forslag til refleksionsspørgsmål efter gennemført aktivitet

- Hvordan fungerede elevernes arbejde i de forskellige faser af Engineering Design Processen, og hvordan kan arbejdet optimeres fremadrettet?
- Hvordan vil du/I arbejde videre med *Teknologi og ressourcer* på de kommende klassetrin og skabe progression fra arbejdet med nærværende undervisningsforløb?
- Hvordan kan undervisningsforløbet redidaktiseres, så fokus flyttes til andre aspekter af de fire naturfaglige kompetencer?

Bilag

Bilag 1: EDP-model

Bilag 2: Quickguide til PhET-simuleringen *Kredsløbs-konstruktion: DC*

Bilag 3: Målopfyldelsesrubric fra Auener med flere

Bilag 4: Registreringsskema til evaluering af engineeringkompetencer fra Astra

Referencer

Auener, S. med flere (2018). *Engineering i skolen. Hvad, hvordan, hvorfor.*

ASTRA (2020) "Designproces og metodekort til undervisning i engineering"
<https://astra.dk/engineering/proces>

Børne- og Undervisningsministeriet (2019). *Fælles Mål. Natur/teknologi. Faghæfte 2019.*

Veje, Carl Jørgen (2008). *Natur/teknik i folkeskolen. Hvorfor og hvordan.* Alinea

Teknologiforståelse i folkeskolen (2019) "Teknologiforståelse indskoling – Trafiklys i byen"
<https://tekforsøget.dk/wp-content/uploads/2019/12/2.-klasse-Matematik-Trafiklysbyen-06-12-19.pdf>

Torben Baunsøe Sørensen (2018) "Instruktionsvideo omkring lysdioder i Micro:bit"
<https://www.skoletube.dk/video/4205444/c12b5e2a327570663ca1>