

Danish University Colleges

Helhedsorienteret STEM-undervisning i eud - evalueringsrapport

Hersom, Henrik; Andersen, Ole Dibbern; Benthien, Felicia Lind; Kronvald, Ole

Publication date:
2024

Document Version
Peer-review version

[Link to publication](#)

Citation for pulished version (APA):

Hersom, H., Andersen, O. D., Benthien, F. L., & Kronvald, O. (2024). *Helhedsorienteret STEM-undervisning i eud - evalueringsrapport*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Download policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

HELHEDSORIENTERET STEM-UNDERVISNING I EUD

Evalueringsrapport

2024

Evalueringen er udarbejdet af

Ole Dibbern Andersen, lektor
Felicia Lind Benthien, lektor
Henrik Hersom, lektor, ph.d.
Ole Kronvald, konsulent, Astra

Tak til Marie Kjær Christensen
der har læst korrektur

ISBN: 978-87-93894-71-6

Indhold

RESUMÉ	5
Kort om projektet.....	5
Evalueringsens formål	5
Hovedresultater fra evalueringen	6
Autenticitet i undervisningen gennem brug af cases og PBL øger elevernes motivation	7
Taktile artefakter i undervisningen øger elevernes motivation	8
Grundfagsundervisning i andre rammer styrker motivationen	8
Legende tilgange i undervisningen skaber lyst til at lære.....	9
Et tæt og forpligtende lærersamarbejde er en forudsætning for at lykkes	9
Datagrundlag for evalueringen	10
INDLEDNING	12
Baggrund	12
Udvikling og afprøvning af undervisningsforløb.....	12
Kernebegreber.....	13
Evalueringsens design	14
Lærernes afprøvninger	14
Datagrundlag.....	15
Bearbejdning af data	15
Læsevejledning.....	15
HELHEDSORIENTERET STEM-UNDERVISNING.....	17
Autenticitet i undervisningen	17
Undervisning med udgangspunkt i PBL og autentiske problemstillinger	18
Brug af autentiske cases skaber meningsfuld forståelse af STEM i praksis.....	24
Taktile artefakter i undervisningen.....	28
Fysiske modeller kan give eleverne en taktil oplevelse af abstrakt indhold	28
Fremstilling af produkter åbner for aktiverende og medskabende deltagelsesmuligheder	29
En legende tilgang i undervisningen	32
Det fremmer elevernes motivation at prøve sig frem uden tydelig instruks.....	33
Grundfagsundervisning i andre rammer	35
Brug af praktiske læringsrum kan fremme elevernes motivation	35
Undervisning på stationer giver variation og sammenhæng	38
LÆRERSAMARBEJDE OM HELHEDSORIENTERET STEM- UNDERVISNING	42

Fælles undervisning kan styrke helhedsorientering.....	42
Tolærerordninger understøtter lærernes fællesskab om undervisningen	44
Fælles undervisning i værkstedsrammer styrker lærernes involvering i hinandens undervisning.....	45
Lærersamarbejde med udgangspunkt i praktiske cases	46
Lærernes kompetencer understøttes via samarbejde om forløb.....	47
Lærernes gensidige interesse og engagement på tværs af fag styrkes	49
Kollegialt samarbejde giver fælles faglige sprog på tværs af fag.....	50
Fælles faglige sprog kan give større pædagogisk aktionsradius	50
LITTERATUR.....	53

RESUMÉ

Kort om projektet

Denne evalueringsrapport præsenterer erfaringer fra 23 lærerteams, som har udviklet og afprøvet helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag¹ på erhvervsuddannelserne. Helhedsorienteret undervisning er i denne sammenhæng undervisning i et grundfag, der, i samspil med et eller flere uddannelsesspecifikke fag, kobles til den erhvervspraksis, uddannelsen retter sig mod.

Det er fastlagt i lovgrundlaget for erhvervsuddannelserne, at skoleundervisningen skal tilrettelægges "på en helhedsorienteret måde" (Bekendtgørelse af lov om erhvervsuddannelser, §22). Helhedsorientering er med andre ord et vigtigt didaktisk princip på erhvervsuddannelserne (Andersen, 2021), men det er også et princip, der har vist sig vanskeligt at realisere. I en undersøgelse fra 2019 dokumenterede VIVE (Slottved et. al., 2019), at mange lærere savner inspiration og kompetencer til at praktisere helhedsorienteret undervisning. Hertil kommer, at mange elever oplever grundfagene som svære. Dette gælder ikke mindst de STEM-relaterede grundfag, hvor forskning (Andersen et. al. 2022a) har vist, at mange elever oplever disse fag som vanskelige og ofte har negative forventninger knyttet til disse fag.

Formålet med dette projekt har derfor været at udvikle undervisningen i de STEM-relaterede grundfag, så den i højere grad motiverer eleverne og bidrager til gode læringsforløb. De 23 lærerteams, der har deltaget i projektet, har afprøvet en række forskellige didaktiske tilrettelæggelsesformer med det sigte at vurdere, hvilke former der bedst kan motivere eleverne og dermed give grundlag for gode læringsforløb. Udviklingen og afprøvningerne af de helhedsorienterede forløb er foregået hen over efteråret 2022 og foråret 2023 i erhvervsuddannelsernes grundforløb (GF2) og har haft forskellig længde, karakter og formål².

Evalueringsens formål

Denne evaluering afdækker, hvilke didaktiske tilrettelæggelsesformer der har potentiale til at understøtte helhedsorienteret undervisning og fremme elevernes motivation og læring. Målgruppen for evalueringen er lærere og ledere ved erhvervsuddannelserne. Det er hensigten, at de med afsæt i evalueringen kan få kendskab til særligt virkningsfulde didaktiske greb, som fremadrettet kan understøtte og styrke elevernes motivation for og læring i de STEM-relaterede grundfag.

I rapporten præsenteres konkrete eksempler på, hvordan grundfagslærere og faglærere i samarbejde kan udvikle undervisningsforløb, der styrker koblingen mellem de STEM-relaterede grundfag og de uddannelsesspecifikke fag.

¹ De STEM-relaterede grundfag er i denne sammenhæng: naturfag, kemi, fysik, biologi, matematik, teknologi og erhvervsinformatik.

² Følgende uddannelser har været involveret: Merkantil, Kok og tjener, Personvognsmekaniker, Tømrer, Social- og sundhedsassistent, Social- og sundhedshjælper, Maler, Overfladebehandler, Elektriker, Logistik og transport, Landbrugsmekaniker, Gartner og Landbrugsgartner

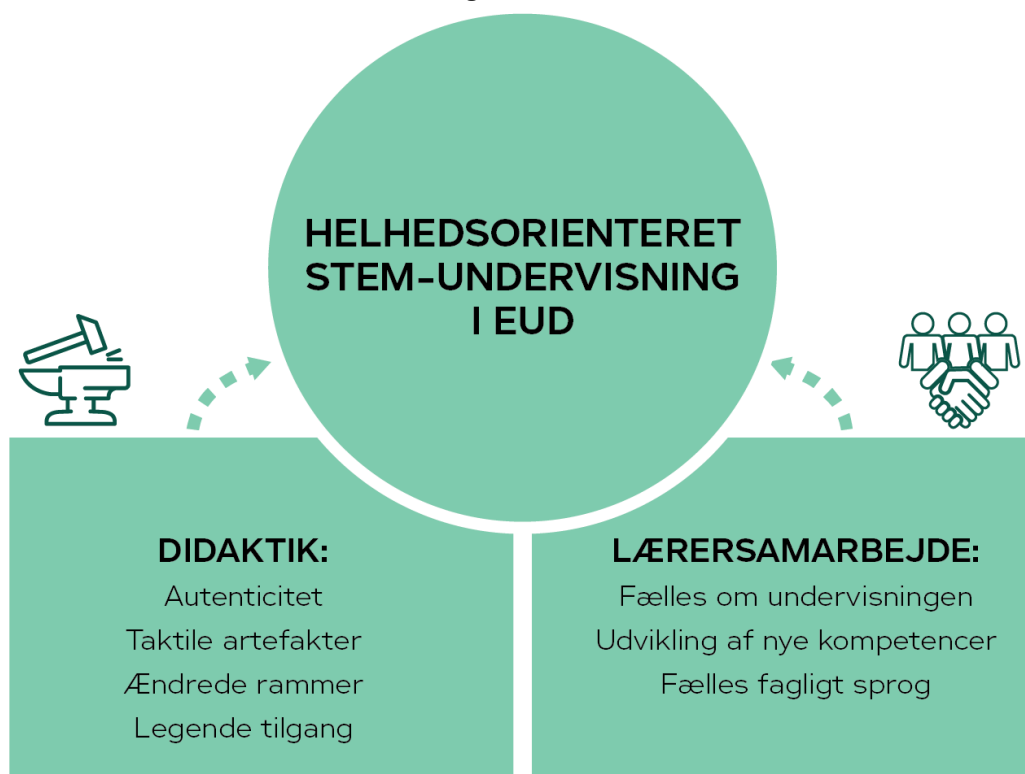
Hovedresultater fra evalueringen

Evalueringen viser, at en række særlige didaktiske valg har potentiale til at understøtte praksisnær helhedsorienteret undervisning og derigennem styrke elevernes motivation. Ligeledes viser evalueringen, at et stærkt og forpligtende samarbejde mellem grundfagslærere og faglærere er en forudsætning for at kunne undervise helhedsorienteret.

Evalueringens resultater peger på, at særligt fem temaer er vigtige at inddrage, når man ønsker at udvikle praksisnær helhedsorienteret undervisning, der kan understøtte elevernes motivation og læring:

- Autenticitet i undervisningen
- Taktile artefakter i undervisningen
- Grundfagsundervisning i andre rammer
- Legende tilgange i undervisningen
- Tæt og forpligtende lærersamarbejde

De fire øverste temaer sætter fokus på didaktiske greb, der aktivt understøtter en helhedsorienteret tilgang. Samtidig kan denne didaktik kun realiseres som helhedsorienteret undervisning, hvis og når lærerne har mulighed for et tæt og forpligtende samarbejde. Modellen nedenfor illustrerer denne sammenhæng.



Autenticitet i undervisningen gennem brug af cases og PBL øger elevernes motivation

Autenticitet er et nøgleparameter for at lykkes med helhedsorienteret undervisning, der motiverer eleverne. Dette er en gennemgående erfaring fra de afprøvede undervisningsforløb. Jo mere de problemstillinger og de opgaver, eleverne arbejder med i undervisningen, er autentiske billeder på praksis, desto mere engagerer eleverne sig i undervisningen.

Vejen til at skabe autenticitet i grundfagsundervisningen har i afprøvningsforløbene især bestået i at anvende case- eller problembaserede tilgange.

Flere af de medvirkende lærerteams har arbejdet med casebaserede tilgange, hvor en virkelighedstro situation fra erhvervet udgør det konkrete afsæt for undervisningen. Når eleverne får mulighed for at leve sig ind i en autentisk situationsbeskrivelse i form af en case, der kræver refleksion over konkrete, erhvervsrelaterede handlingsmuligheder, kan det understøtte deres motivation for at arbejde i dybden med grundfaget fx for at finde relevante løsninger. Konkret har der været afprøvet flere forskellige caseformater, og lærerne fremhæver særligt tre former for cases: skriftlige cases, lærerrollespil og elevrollespil. Flere elever fortæller, at det STEM-relaterede indhold er blevet meningsfuldt for dem, netop fordi de har skullet bruge viden og kompetencer fra et grundfag til at løse autentiske faglige udfordringer.

Andre lærerteams har valgt at arbejde med Problembaseret Læring (PBL). Det vil sige, at eleverne stilles over for et problem, de skal finde løsninger på. Også her er det mange læreres erfaring, at PBL kan styrke elevernes motivation og oplevelse af mening, fordi de arbejder med problemstillinger, der afspejler en praksis, de skal ud i. PBL kræver, at læreren indtager en vejledende og faciliterende rolle, hvor elevernes nysgerrighed er i centrum. Lærernes opgave er at sikre en balance mellem struktur og frihed, så alle elever får udbytte af undervisningen.

Evalueringen har vist, at to former for PBL har potentiale til at motivere eleverne. Den ene form er defineret ved at tage udgangspunkt i lærerdefinerede problemstillinger, hvor lærerne definerer den eller de autentiske problemstillinger, undervisningen tager udgangspunkt i. Dette skaber klar struktur, og det motiverer de elever, der har det bedst med at løse veldefinerede, autentiske opgaver. Samtidig peger evalueringen på, at det kræver differentiering af opgaver for at imødekomme elevernes forskellige niveauer, hvilket kan gøre det omfattende at tilrettelægge PBL-forløb.

Den anden form for PBL tager udgangspunkt i elevdefinerede problemstillinger, hvor eleverne selv identificerer og formulerer relevante problemstillinger. Dette kan skabe en stærk motivation, da eleverne arbejder med opgaver, de selv har valgt og kan relatere til. Afprøvningsforløbene har vist, at det her kræver tydelig struktur for at sikre fokus på STEM-indholdet, og for nogle elever kan det være vanskeligt at arbejde på denne måde.

Evalueringen viser, at PBL er et didaktisk greb, der kan styrke elevernes samarbejde og engagement, men det kræver, at læreren er opmærksom på elevernes behov for støtte. Nogle elever kan have svært ved at se meningen med grundfaget, hvis de ikke får den nødvendige støtte. Lærerne skal derfor sikre, at alle elever inddrages aktivt i undervisningen og får den nødvendige hjælp til at kunne arbejde med autentiske problemstillinger.

Taktile artefakter i undervisningen øger elevernes motivation

Et andet af de didaktiske greb, der har vist sig hensigtsmæssige ift. at understøtte elevernes motivation i grundfagsundervisningen, er fremstilling af praksisnære produkter eller andre taktile artefakter.

Produktfremstilling har i afprøvningserne bestået i, at eleverne har skullet udvikle, bygge eller på anden vis konstruere konkrete, fysiske produkter i undervisningen. Eleverne har både fremstillet forskellige fysiske modeller som fx en model af et molekyle, og de har fremstillet produkter, der kan anvendes inden for erhvervet - fx en tommestok, eleverne selv har designet.

Eleverne peger generelt på, at det er motiverende at få taktile oplevelser med STEM-indholdet gennem et konkret arbejde med modeller og produktfremstilling. Det STEM-faglige indhold skifter karakter og bliver konkret og erfaringsbaseret frem for at være abstrakte modeller og lovmæssigheder, man skal lære "ved siden af" det uddannelsesspecifikke fag.

Evalueringen viser, at produktfremstilling kan imødekomme elevernes behov for at kunne se, hvad et grundfag kan bruges til i praksis. Derudover imødekommer produktfremstilling også mange elevers behov for at røre ved og sanse ellers abstrakte fænomener og begreber. Fx når matematiske beregninger kobles til fremstilling af konkrete og praksisnære produkter i værkstedet, føler eleverne sig mere trygge ved at anvende matematikken. Når tømrereleverne bruger matematikken til at konstruere og dernæst fremstille deres "egen" tommestok, får matematikken en umiddelbar meningsfuldhed for eleverne, fordi de får mulighed for at opleve det som et hjælpeværktøj til praktisk håndtering af opgaver.

Samlet set viser evalueringen, at mange elever har oplevet, at arbejdet med fysiske modeller og praksisanvendelige produkter gør grundfagene mere meningsfulde, fordi modeller og produktfremstilling kan konkretisere og synliggøre abstrakte begreber og lovmæssigheder. Afprøvningskerne har vist, at fysiske modeller ikke nødvendigvis i sig selv behøver at have tydelige koblinger til elevernes kommende erhverv. Flere elever fortæller, at bare det at kunne se og røre ved noget, der ellers opleves meget abstrakt, er meningsfuldt. Fysiske modeller kan på den måde fungere som "mentale knager", eleverne kan hænge yderligere viden op på, og de kan derved ruste eleverne bedre til at anvende naturfaglig viden.

Nogle elever kan dog have svært ved at se meningen med at arbejde med fysiske modeller eller produkter, der ikke knytter an til det erhverv, uddannelsen retter sig mod, eller som de ikke har erfaringer med. Det kan derfor være nødvendigt, at lærerteamet gør sig overvejelser om, hvordan man begrundes, at eleverne skal lave lige netop en fysisk model af et udvalgt emne. Fysiske modeller er derfor ikke meningsfulde i alle læringssituationer.

Grundfagsundervisning i andre rammer styrker motivationen

Evalueringen har vist, at der er potentiale i at placere grundfagsundervisning i andre rammer end det traditionelle klasseværelse. Når grundfagsundervisningen ikke foregår i lokaler, der signalerer formel, teoretisk orienteret undervisning, men derimod i rammer, der direkte knytter sig til den praksis, uddannelsen retter sig mod, ændres elevernes motivation. Eleverne får umiddelbart lettere ved at koble grundfagets indhold til virkelighedens verden, og tidligere barrierer mod grundfagene har tendens til at forsvinde.

I flere af de afprøvede forløb har lærerne eksperimenteret med at ændre de fysiske rammer omkring undervisningen i de STEM-relaterede grundfag. Dette for at placere disse fag tættere

på en praktisk virkelighed. Nogle har forlagt grundfagsundervisningen til skolens værksteder, andre har placeret opgaveløsning i naturen, og andre igen har arbejdet med at sætte et branche- eller erhvervspræg på skolens teorilokaler.

Med sådanne greb er det i flere af afprøvningerne lykkedes at skabe bedre betingelser for at koble teori og praksis. Når man i umiddelbar forlængelse af en teori-gennemgang kan anvende formler eller afprøve hypoteser, bliver det for mange elever nemmere at forstå stoffet. Flere elever og lærere fortæller, at de STEM-relaterede grundfag tilføjes en anden og vigtig dimension, når fagene foregår i et fysisk rum, der ikke er forskelligt fra branchens eller erhvervets praksis, men netop inviterer til indlevelse i den praktiske kontekst, der er fagets særkende.

Legende tilgange i undervisningen skaber lyst til at lære

Enkelte afprøvninger har haft fokus på at inddrage en legende og kreativ tilgang i undervisningen. Her har leg været et didaktisk greb til at motivere eleverne. Det kan fx handle om at bruge rollespil, hvor eleverne "leger", at de er en fagprofessionel, der løser en opgave for eller med en borger, eller det kan dreje sig om at bede eleverne om at udtænke nye løsninger på problemstillinger, de kan møde i erhvervet.

Flere af de deltagende lærerteams har afprøvet legende eller kreativt betonedede tilgange i undervisningen, hvor man med åbne og eksperimenterende aktiviteter har tilstræbt at omforme elevernes billede af STEM-grundfagene som "abstrakte" og "kedelige". Ved at invitere eleverne ind i læringsaktiviteter, hvor de selv har mulighed for at eksperimentere, øges elevernes motivation. Det kan fx ske ved, at eleverne selv finder måder at opstille forsøg på, vælger hvordan resultater formidles, eller selv finder kilder til vidensproduktion.

Evalueringen peger på, at en legende tilgang i undervisningen kan betyde, at eleverne oplever en mere uformel atmosfære, hvor man tør eksperimentere, lave fejl og lære af sine fejl. For nogle elever betyder det, at de oplever sig som mindre usikre over for indholdet i de STEM-relaterede grundfag. Erfaringerne viser her, at leg kan bidrage med positive følelser til fag, der ellers forbindes med negative oplevelser, som tilfældet ikke sjældent er med de STEM-relaterede grundfag.

En legende og kreativ tilgang i undervisningen appellerer til elevernes fantasi og stimulerer lysten til medskabelse

Et tæt og forpligtende lærersamarbejde er en forudsætning for at lykkes

Hvis de didaktiske greb, der understøtter elevernes motivation for grundfagene, skal indgå i undervisningen, forudsætter det et stærkt samarbejde mellem grundfagslærere og faglærere. Evalueringen har vist, at et tæt og forpligtende lærersamarbejde spiller en afgørende rolle for at kunne udvikle og gennemføre helhedsorienteret undervisning.

Afprøvningerne i projektet har givet mange erfaringer med forskellige typer af lærersamarbejde om helhedsorienteret undervisning. Nogle lærerteams har afprøvet kortere og mere begrænsede former for samarbejde. Her har lærerne afstemt indhold i undervisningsforløbene, men undervist hver for sig i grundfag og uddannelsesspecifikke fag. Andre lærerteams har valgt at afprøve længerevarende forløb, fx undervisning hen over et helt grundforløb, med et intensivt lærersamarbejde som omdrejningspunkt.

Et tæt og forpligtende lærersamarbejde om helhedsorienteret undervisning er en afgørende forudsætning for, at eleverne oplever, at undervisningen er sammenhængende, meningsfuld og motiverende. Når lærerne samarbejder, oplever eleverne i højere grad, at de kan relatere til hinandens faglige kontekster. Når det lykkes at få lærersamarbejdet til at fungere, og lærernes ellers forskellige fagsprog får en større fællesmængde, giver det eleverne bedre muligheder for at skabe forbindelser mellem grundfag og uddannelsesspecifikke fag.

Evalueringen viser, at etableringen af et velfungerende lærersamarbejde – og dermed udvikling af et fælles fagsprog – ikke altid foregår gnidningsfrit. Nogle lærerteams er lykkedes med dette, fordi rammerne, herunder skemalægning, tid, ressourcer og ledelsesopbakning, har været til stede. Andre lærerteams, der ikke har haft tilsvarende gode vilkår, peger på, at det kan være ganske vanskeligt at planlægge og gennemføre undervisning på tværs af grundfag og uddannelsesspecifikke fag.

Lærernes indsigt i hinandens fagområder og en gradvis udvikling af fælles fagsprog lærerne imellem kan understøtte lærerne i at udvikle helhedsorienterede opgaver, hvor fagene griber ind i og forudsætter hinanden. For nogle lærerteams er det lykkedes at komme langt i denne udvikling, mens andre har oplevet barrierer, der har gjort processen vanskelig.

Et tæt og forpligtende lærersamarbejde er både forudsætningen for at kunne arbejde med helhedsorienteret undervisning, og det kan samtidig være en vigtig kilde til inspiration og udvikling af lærerarbejdet. Evalueringen peger på, at når lærerne involverer sig i et sådant samarbejde, tilfører det lærerne ny viden og inspiration, hvilket også kan opleves som berigende for jobbet som lærer. Men forudsætningen for at lærerne involverer sig og får denne inspiration er, at skolen rammesætter lærersamarbejdet godt. Der skal være en tydelig dagsorden om, at skolen vil dette og har afsat den tilstrækkelige tid til, at det kan lade sig gøre.

Mange lærere giver udtryk for, at de med afprøvning af helhedsorienteret undervisning har taget nogle betragtelige ryk professionelt. Nogle udtrykker også en bekymring for, om en sådan positiv udvikling vil fortsætte, når forsøgsperioden afløses af daglig drift.

For at understøtte udviklingen af helhedsorienteret undervisning er det derfor vigtigt, at den pædagogiske ledelse aktivt understøtter lærernes samarbejde og går foran, når barrierer skal ryddes af vejen. Det kan typisk handle om at gøre op med uhensigtsmæssige måder at lægge skema på eller om at modarbejde kulturer, hvor grundfagslærere og faglærere kun sjældent mødes og arbejder i opdelte enheder. Hvis både grundfagslærere og lærere i de uddannelsesspecifikke fag sammen skal lykkes med at undervise mere helhedsorienteret, må den pædagogiske ledelse sætte både samarbejde og udvikling af kompetencer til at benytte de nævnte pædagogiske og didaktiske greb og tilrettelæggelsesformer højt på skolens dagsorden og være parat til at prioritere de ressourcer og rammer, der gør det praktisk muligt at arbejde på denne måde.

Datagrundlag for evalueringen

Afprøvningsresultaterne i projektet er blevet evalueret af Nationalt Center for Erhvervspædagogik (NCE) på KP. Evalueringen er gennemført som en kvalitativ evaluering og tager afsæt i antagelser om helhedsorientering og om motivation, der betoner vigtigheden af at kunne agere selvstændigt, få positive mestringsoplevelser og indgå i fællesskaber. Evalueringen har haft til formål at pege på,

hvad der på baggrund af de kvalitative data ser ud til at fremme eller hæmme elevernes oplevelse af helhedsorienteret STEM-undervisning som motiverende.

Datagrundlaget for evalueringen omfatter interviews med de 23 lærerteams inden for de tekniske erhvervsuddannelser og sosu-uddannelserne, der har udviklet og afprøvet helhedsorienterede undervisningsforløb, samt interviews med elever, der har deltaget i disse forløb.

Data er blevet analyseret med henblik på at identificere sammenhænge mellem den måde, lærerne har valgt at tilrettelægge helhedsorienteret undervisning på, og de oplevelser af motivation og udbytte af undervisningen, eleverne har givet udtryk for undervejs og efter afslutningen af afprøvningerne.

Denne evalueringsrapport kan med fordel læses sammen med andre materialer, der er publiceret i projektet:

Andersen, O. D., Benthien, F. L., Hersom, H., & Hjermov, P. (2022a). *STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne: En undersøgelse af motiverende, helhedsorienteret undervisning*. Københavns Professionshøjskole [Rapportskabelon KP Grøn \(ucviden.dk\)](#)

Andersen, O. D., Benthien, F. L., Hersom, H., & Hjermov, P. (2022b). *Styrk undervisningen i STEM-fagene på erhvervsuddannelserne*. Københavns Professionshøjskole. [KP STEM Handout D4 2 .pdf \(ucviden.dk\)](#)

Andersen, O. D., Hersom, H., Benthien, F. L., & Hjermov, P. (2022). *STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne: resume og opmærksomhedspunkter*. Københavns Professionshøjskole. [Rapportskabelon KP Grøn \(ucviden.dk\)](#)

Andersen, O.D & Gulmann, M. (2024) *Helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag – et didaktisk inspirationsmateriale*, [Rapportskabelon KP Grøn \(ucviden.dk\)](#)

INDLEDNING

Baggrund

I januar 2021 indledte Nationalt Center for Erhvervspædagogik forsknings- og udviklingsprojektet 'Helhedsorienteret STEM-undervisning i eud'. Projektet er finansieret af Novo Nordisk Fonden.

Projektet havde til formål at styrke erhvervsskolelærernes didaktiske kompetencer i forhold til helhedsorientering. Projektet tog udgangspunkt i en forståelse af, at udvikling af lærernes viden om – og metoder til – at udvikle og gennemføre helhedsorienteret undervisning kan styrke elevernes motivation for, læring i og praktiske mestring af de STEM-relaterede grundfag.

I juni 2022 blev forskningsrapporten "STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne – en undersøgelse af motiverende helhedsorienteret undervisning" udgivet som afslutning på projektets forskningsdel (Andersen, Benthien, Hersom, & Hjermov, 2022a). Rapporten præsenterer viden og en række opmærksomhedspunkter, der belyser, hvordan man i grundforløb 2 (GF2) konkret kan styrke helhedsorienteringen i grundfagsundervisningen og dermed understøtte elevernes motivation for og læring i de STEM-relaterede grundfag (ibid.).

Udvikling og afprøvning af undervisningsforløb

Med udgangspunkt i forskningsrapporten blev næste fase i projektet designet som en udviklingsfase, hvor en række lærerteams på GF2 skulle arbejde med at omsætte forskningsrapportens indsigter til en række helhedsorienterede undervisningsforløb.

23 lærerteams på tværs af grundfag og uddannelsesspecifikke fag har igennem et år udviklet og afprøvet en række nye, helhedsorienterede undervisningsforløb. De deltagende teams har gennemført undervisningsforløb inden for fem af de STEM-relaterede grundfag:

- fysik
- naturfag
- matematik
- teknologi
- biologi

Forløbene er gennemført af lærerteams på 13 forskellige erhvervsuddannelser inden for de to tekniske hovedområder og på SOSU-området.

Viden og opmærksomhedspunkter fra projektets forskningsrapport har dannet rammen om lærernes udvikling af disse helhedsorienterede undervisningsforløb. I forskningsrapporten præsenteres tre temaer, som har væsentlig betydning for helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag: Undervisningens form og indhold, undervisningens rammesætning og lærerens rolle (Andersen et.al., 2022a). Til hvert tema knytter sig en række konkrete opmærksomheder i forhold til, hvordan erhvervsskolelærere kan gribe udviklingen af helhedsorienteret undervisning i grundfagene an.

Undervisningens form og indhold knytter an til didaktiske overvejelser angående undervisningens konkrete STEM-faglige indhold og undervisningens organisering. Rapporten peger på, at lærerne kan inddrage autentiske cases, bruge faglige begreber og fagsprog fra erhvervet, og at eleverne kan udvikle produkter og arbejde i grupper og problembaseret (ibid.).

Undervisningens rammesætning handler om de fysiske og organisatoriske rammer for undervisningen. Rapporten retter opmærksomheden imod muligheden for at gennemføre undervisningen i alternative klasserum, hvordan undervisningen kan tilrettelægges med blik for læreproces frem for eksamen, hvordan grundfagslærere kan få indsigt i den erhvervsfaglige praksis, samt hvordan lærerne kan samarbejde om undervisningen (ibid.).

Lærerens rolle vedrører den betydning, som lærerens relationer til eleverne har for elevernes motivation. Her peger rapporten på, at lærerne med fordel kan have fokus på at opbygge elevernes tro på egne evner, forstærke elevernes indbyrdes relationer samt at knytte lærerrollen bredt an til både grundfag og uddannelsesspecifikke fag (ibid.).

Opmærksomhedspunkterne er blevet brugt som inspiration i forbindelse med lærernes udvikling af helhedsorienterede undervisningsforløb (Andersen et.al., 2022b). Punkterne har også informeret udviklingen af evalueringsdesignet og det vurderingsgrundlag, som præsenteres i afsnittet 'Evalueringsdesign'. Herudover har opmærksomhedspunkterne informeret udviklingen af det didaktiske inspirationsmateriale, der er publiceret i forlængelse af projektets udviklingsfase. (Andersen & Gulmann, 2024)

Kernebegreber

I projektet har de undervisningsforløb, der er blevet udviklet og afprøvet, bygget på to centrale teoretiske fundament: Helhedsorientering og motivation.

Helhedsorientering

Projektet tager afsæt i en antagelse om, at elevernes motivation, læring og mestring kan styrkes gennem helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Helhedsorientering anskues som et didaktisk princip, der styrker koblingen mellem teori og praksis. I afprøvningsforløbene har der været særligt fokus på koblingen mellem de STEM-relaterede grundfag, de uddannelsesspecifikke fag og elevernes kommende erhverv (Andersen et. al., 2022a).

Projektet som helhed, og denne evalueringsrapport specifikt, har således interesseret sig for det, man kan kalde *praksisnær helhedsorientering*. Praksisnær helhedsorientering sigter mod, at erhvervets praksis så vidt muligt afspejles i undervisningen, og at dette muliggøres ved, at kompetencemål fra grundfag spiller tæt sammen med kompetencemål fra uddannelsesspecifikke fag (Benthien & Hersom, 2023; Andersen, 2021).

Motivation

Projektet har til formål at udvikle undervisning, der styrker elevernes motivation for de STEM-relaterede grundfag. Motivation er dermed et helt centralt begreb i projektet. Forståelsen af motivationsbegrebet er hentet fra selvbestemmelsesteorien, der blandt andet peger på, at individet motiveres ved at få opfyldt tre psykologiske behov; selvbestemmelse, kompetence og samhørighed (Ravn, 2021; Deci & Ryan, 2002).

Selvbestemmelse: Behovet for at føle, at man har kontrol over sine handlinger og valg. Dette betyder ikke nødvendigvis uafhængighed, men snarere en følelse af vilje og selvstyring. Når

mennesker føler sig autonome, engagerer de sig mere helhjertet i aktiviteter, fordi de føler, at de selv har valgt dem.

Kompetence: Behovet for at føle sig dygtig og effektiv i sine handlinger. Mennesker har en iboende stræben efter at mestre nye færdigheder og opnå resultater. Når mennesker føler sig kompetente, øges deres selvtillid og motivation til at tage udfordringer op.

Samhørighed: Behovet for at føle sig forbundet med andre og opleve meningsfulde relationer. Sociale bånd og støtte er afgørende for motivation og trivsel. Når mennesker føler sig accepteret og værdsat, er de mere tilbøjelige til at engagere sig og samarbejde.

Projektet generelt og evalueringen specifikt har således haft blik for, at de undervisningsforløb, der er blevet udviklet, har skullet give eleverne mulighed for at have medbestemmelse, give dem mestringsoplevelser og understøtte deres tilhørsforhold til andre elever, deres lærere og den branche, deres uddannelse retter sig mod (Andersen et.al., 2022a). Grundantagelsen har været, at hvis disse kvaliteter er til stede, vil eleverne have de bedste muligheder for at opleve undervisningen som meningsfuld.

Projektets metodedesign har været inspireret af denne forståelse af motivation, hvilket også kommer til udtryk i projektets evalueringsdesign, herunder de spørgeguides, der er anvendt til interviewene.

Evalueringens design

Evalueringsrapporten tager afsæt i empiriske data indhentet gennem i alt 38 kvalitative gruppeinterviews med lærere og elever. Omdrejningspunktet for de kvalitative interviews har været lærere og elevers oplevelser af og erfaringer med de helhedsorienterede undervisningsforløb. Nedenfor præsenteres strukturen for og det overordnede indhold i lærernes afprøvninger, evalueringens datagrundlag samt bearbejdning af evalueringens data.

Lærernes afprøvninger

Lærernes udvikling og afprøvning af nye undervisningsforløb har været tilrettelagt som aktionslæringsforløb. Lærerne har med udgangspunkt i viden fra forskningsrapporten formuleret en grundlæggende udfordring, som de har ønsket at eksperimentere med i deres egen undervisningspraksis. Undervejs har lærerne modtaget sparring fra adjunkter og lektorer i NCE samt fra konsulenter fra Det nationale naturfagscenter Astra. På baggrund af denne sparring har lærerne udviklet, gennemført og evalueret de pågældende aktioner i deres undervisning.

Lærernes forløb blev skudt i gang med opstartsseminarer. Opstartsseminarerne blev gennemført i henholdsvis maj 2022, august 2022 og januar 2023, hvor både faglærere, grundfagslærere og uddannelsesledere, der indgik i de deltagende lærerteams, deltog. På seminaret blev deltagerne præsenteret for viden fra undersøgelsen af motiverende undervisning i de STEM-relaterede fag.

Lærernes afprøvninger har forholdt sig til forskningsrapportens opmærksomhedspunkter om helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Disse punkter kobler sig til tre overordnede temaer: 1) Undervisningens form og indhold, 2) undervisningens rammesætning og 3) lærerens rolle (Andersen et.al. 2022a). Sparringen undervejs var struktureret således, at lærernes udvikling, gennemførelse og evaluering af afprøvninger blev informeret og inspireret af

opmærksomhedspunkterne. Derudover havde sparringen også til formål at understøtte lærernes refleksioner over evaluering og implementering af erfaringer.

Datagrundlag

Evalueringen af de afprøvede forløb består dels af lærernes egne evalueringer, dels af kvalitative gruppeinterviews med lærere og elever gennemført af NCE og Astra. Der er gennemført i alt 21 gruppe- eller enkeltinterviews med lærerteams og 17 gruppeinterviews med elever.

Interviews med lærerne havde til formål at give indblik i og viden om afprøvningerne fra lærernes indledende intentioner og planer til de reelt gennemførte forløb. I disse interviews blev lærerne spurgt ind til de konkrete detaljer i planlægnings-, gennemførsels- og evalueringsarbejdet ifm. afprøvningen. Spørgsmålene i interviewguiden omhandlede den valgte problemstilling, læringsaktiviteterne i forløbet, deres oplevelse af elevernes engagement og motivation, oplevede barrierer og potentialer samt overvejelser over forankring.

Interviews med eleverne havde til formål at give indblik i elevernes oplevelser af undervisningen. I disse interviews blev eleverne overordnet spurgt ind til fire temaer: 1) Indholdet i undervisningen, 2) deres tidligere erfaringer med samme eller lignende fag, 3) deres og deres klassekammeraters engagement i forløbet og 4) deres oplevelse af meningsfuldhed ift. grundfaget og deres kommende praksis. Elevernes refleksioner over undervisningen har styrket evalueringens fokus på at afdække, hvilken betydning helhedsorienteret undervisning har for elevernes motivation for de STEM-relaterede grundfag.

Bearbejdning af data

Samtlige interviews er blevet transskriberet og efterfølgende analyseret. Analysen er gennemført via kodning af det empiriske materiale ad to omgange. Første kodning har haft fokus på at undersøge, hvilke problemstillinger lærerne har haft som udgangspunkt for deres undervisningsforløb. Anden kodning har taget udgangspunkt i en læsning på tværs af problemstillingerne for at afdække hhv. lærernes didaktiske valg og elevernes oplevelser og vurderinger af undervisningen, herunder betydningen for deres motivation og udbytte. Dette har ledt frem til en række temaer, der knytter sig til 1) undervisningens form og indhold og 2) lærernes samarbejde og vilkår.

For hvert tema har vi i analysen søgt efter eksempler på sammenhænge mellem helhedsorienteret undervisning og elevernes motivation og læring. Inden for hvert tema peger analysen derfor på hhv. styrker og barrierer i forbindelse med de konkrete måder at tilrettelægge undervisningen på set i forhold til det, der var målet med afprøvningerne.

Læsevejledning

Evalueringsrapportens analyse er struktureret i to overordnede temaer:

- 1) Helhedsorienteret undervisning
- 2) Lærersamarbejde om helhedsorienteret undervisning

Hvert tema rummer en række konkrete perspektiver på helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Rapporten viser eksempler fra afprøvningerne, lærernes erfaringer og elevernes oplevelser med undervisningen i relation til disse perspektiver.

I rapporten er der også, gennem en række tekstbokse, givet inspiration til, hvordan man didaktisk kan understøtte et fokus på de STEM-relaterede grundfag i den helhedsorienterede undervisning. Inspirationsmaterialet er tænkt til at kunne anvendes i både den enkelte grundfagsundervisers forberedelse og gennemførelse af undervisningen samt i den fælles planlægning.

Tema 1 om helhedsorienteret STEM-undervisning præsenterer erfaringer med fire overordnede didaktiske perspektiver på helhedsorienteret undervisning:

- 1) Autenticitet i undervisningen
- 2) Taktile artefakter i undervisningen
- 3) Grundfagsundervisning i andre rammer
- 4) En legende tilgang i undervisningen

Tema 2 om lærersamarbejde om helhedsorienteret undervisning præsenterer tre overordnede perspektiver på lærernes samarbejde om helhedsorienteret undervisning med fokus på den fælles planlægning:

- 1) Betydningen af lærernes fællesskab om undervisningen
- 2) Udvikling af lærerkompetencer
- 3) Udvikling af et fælles fagligt sprog

Rapporten kan med fordel læses i sin helhed, da evalueringen peger på, at arbejdet med at udvikle undervisningen (tema 1) er tæt forbundet med de rammer og vilkår, der gør sig gældende for lærernes samarbejde (tema 2).

HELHEDSORIENTERET STEM-UNDERVISNING

I dette afsnit præsenteres et samlet billede af de didaktiske erfaringer, de 23 lærerteams har gjort sig mht. at udvikle og afprøve helhedsorienteret undervisning.

Alle de udviklede og afprøvede undervisningsforløb i projektet har taget udgangspunkt i et ønske om at styrke elevernes motivation for og læring i de STEM-relaterede grundfag.

Langt de fleste lærere genkender, at mange elever har svært ved at se mening med grundfagene. En del elever bekræfter dette og peger på, at det blandt andet skyldes, at de tidligere har oplevet undervisningen i fx fysik eller biologi som abstrakt. Derudover fortæller mange også, at de ikke har fundet sig tilpas i en elevrolle, der har været rammesat af en deduktivt formidlende undervisning. Når de konfronteres med at skulle have samme fag, som deres dårlige skoleerfaringer knytter an til, kolliderer det med deres forventninger til undervisningen på en erhvervsuddannelse og har negative konsekvenser for deres engagement i undervisningen. Dette blev dokumenteret i projektets baseline-rapport (Andersen, Benthien, Hersom, & Hjermov 2022a)

Samtidig efterspørger mange grundfaglærere såvel som faglærere metoder og idéer til, hvordan de kan tilrettelægge undervisningen i de STEM-relaterede grundfag på en helhedsorienteret måde (Andersen et. al., 2022a; Slottved et. al., 2019). De udtrykker et behov for at udvikle undervisning, der tydeliggør grundfagenes betydning for elevernes kommende arbejdsopgaver og -processer inden for et givet erhverv. Afprøvningerne har bidraget til at udvide lærernes didaktiske repertoire i arbejdet med at styrke den praksisnære helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag.

Kapitlet præsenterer en række tilgange til den helhedsorienterede undervisning, hvor det er lykkedes at motivere eleverne og styrke deres læring i et STEM-relateret grundfag. Samtidig belyses, hvad der kan stå i vejen for, at det lykkes. Afprøvningerne knytter sig ikke nødvendigvis til en enkelt tilgang, men er på forskellig vis gået på tværs af tilgange. I kapitlet præsenteres tilgangene separat med henblik på at strukturere de gode erfaringer, så de er tilgængelige som inspiration til fremtidig udvikling af helhedsorienteret undervisning.

Kapitlet præsenterer overordnet fire didaktiske principper for helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag, der har fokus på:

- Autenticitet i undervisningen
- Fremstilling af produkter i undervisningen
- Grundfagsundervisning i andre rammer
- Legende tilgang i undervisningen

Autenticitet i undervisningen

Mange elever motiveres i højere grad for de STEM-relaterede grundfag, når undervisningen ikke er abstrakt, men derimod bliver gjort relevant i forhold til deres kommende erhverv. I de afprøvede forløb har flere teams forsøgt at koble grundfagsundervisningen til en såkaldt

autentisk praksis, dvs. givet eleverne nogle billeder på - eller oplevelser med - at anvende grundfaget i relation til erhvervet.

Evalueringen viser, at når grundfagene kobles til en autentisk praksis, vækkes flere elevers nysgerrighed over for undervisningen. En autentisk praksis kan fx være en arbejdsopgave eller en problemstilling, der kan genfindes i det erhverv, som elevernes uddannelse retter sig mod. Nysgerrigheden styrkes blandt andet, når lærerne har tilrettelagt elevinvolverende undervisningsaktiviteter, der inviterer eleverne til at forholde sig aktivt og i nogen grad selvstændigt til en konkret praksis.

Autenticiteten i oplevelser, billeder eller opgaver skal i videst muligt omfang være tydelig for alle elever, hvilket kan være vanskeligt, når man har et hold, hvor elever kan være forskellige mht. såvel deltagerforudsætninger som uddannelsesretning. Erfaringer fra de afprøvede forløb viser, at eleverne kommer med meget forskellige erfaringer fra og forventninger til det erhverv, de uddanner sig til. Nogle kender ikke erhvervet på forhånd, mens andre elever er vokset op med og i erhvervet. Evalueringen peger på, at undervisningen særligt lykkes, når der er fokus på, hvordan der bedst skabes en oplevelse af autenticitet med afsæt i elevernes forskellige forudsætninger.

Interviewene peger på, at særligt to tilgange til helhedsorienteret undervisning har haft positiv betydning for elevernes oplevelse af autenticitet og styrket nysgerrighed for de STEM-relaterede grundfag:

- Tilrettelæggelse af undervisningen som problembaseret læring (PBL) med udgangspunkt i autentiske problemstillinger
- Inddragelse af autentiske cases i undervisningen

At skabe autenticitet for en elevgruppe med forskellige forudsætninger er en kompleks opgave.

Det følgende afsnit præsenterer undervisningstiltag med fokus på autenticitet, der i høj grad er lykkedes for lærerteams på tværs af uddannelser. Derudover præsenteres også de udfordringer, som lærerne er stødt på undervejs i afprøvningsne.

Undervisning med udgangspunkt i PBL og autentiske problemstillinger

En af de måder, autenticitet kan komme til udtryk på i grundfagsundervisningen, er ved at bearbejde problemstillinger, der stammer fra det erhverv eller den branche, erhvervsuddannelsen retter sig mod. Dvs. at der i undervisningen tages afsæt i det didaktiske princip, der betegnes problembaseret læring (PBL). I PBL opfordres eleverne til at være aktive gennem problemløsning, og undervisningen forudsætter, at eleverne tager en vis grad af styring i deres egen læreproces (Pettersen, 2001).

Flere lærerteams har eksperimenteret med at lade autentiske problemstillinger fra praksis være udgangspunkt for elevernes aktive deltagelse i undervisningen. Elevernes problemløsning har i flere tilfælde erstattet en primært formidlende undervisningsform, hvor oplæg, PowerPoints eller klassiske regneopgaver på computere tidligere har domineret. Flere elever fortæller i evalueringen, at det STEM-relaterede indhold er blevet meningsfuldt, netop fordi de fx har skullet bruge viden og kompetencer fra matematik til at løse fx tømmerfaglige problemstillinger.

Negative erfaringer har betydning for elevernes engagement

En del elever fortæller om dårlige erfaringer med de STEM-relaterede grundfag fra tidligere uddannelsesforløb. Evalueringen viser, at elevernes negative erfaringer med grundfagene ofte tager udgangspunkt i, at de har haft svært ved at forstå relevansen af fagenes indhold. Disse erfaringer medfører for nogle elevers vedkommende, at de fortsat ikke ser mening med at engagere sig i faget, selvom de er startet på en ny uddannelse og ikke har erfaringer derfra endnu.

En del lærere peger på, at elevernes dårlige skoleerfaringer bevirker, at mange elever tjekker mentalt ud, så snart undervisningen i de STEM-relaterede grundfag går i gang. Derudover fortæller mange lærere også, at hvis eleverne ikke motiveres for et givet STEM-relateret grundfag, forstår eleverne ofte først meningen med faget meget sent i deres uddannelsesforløb, hvilket har betydning for elevernes udvikling af praktisk mestring.

Lad undervisningen stille spørgsmål frem for at give svar

Dårlige skoleerfaringer og manglende engagement har været fundament for, at en række lærerteams har eksperimenteret med at motivere eleverne for fagene ved at udvikle opgaver, hvor eleverne har skullet bruge viden fra de STEM-relaterede grundfag til at løse konkrete problemstillinger fra praksis. Lærerne har eksperimenteret med at tilrettelægge undervisning, hvor eleverne præsenteres for spørgsmål relateret til praksis, som eleverne selv har skullet undersøge, frem for at undervisningen formidlede svar på spørgsmål, eleverne ikke nødvendigvis kan relatere til (her forstået som teoretisk viden, der kan forklare fx et fysisk fænomen).

Både lærere og elever peger på, at fx matematiske beregninger, viden om kemiske forbindelser eller eksperimenter med elektriske kredsløb bliver meningsfulde, når de bliver værktøjer til at forstå eller løse problemer, som eleverne kommer til at opleve som mekanikere på autoværkstedet eller som SOSU-assistenter i mødet med borgeren. Evalueringen tegner et billede af, at en del lærere oplever at lykkes med at skabe meningsfuld helhedsorienteret undervisning, hvis det naturfaglige indhold sættes ind i en erhvervsfaglig kontekst, og når den problembaserede tilgang styrker elevernes oplevelse af tydelige koblinger mellem abstrakt teori og konkret praksis.

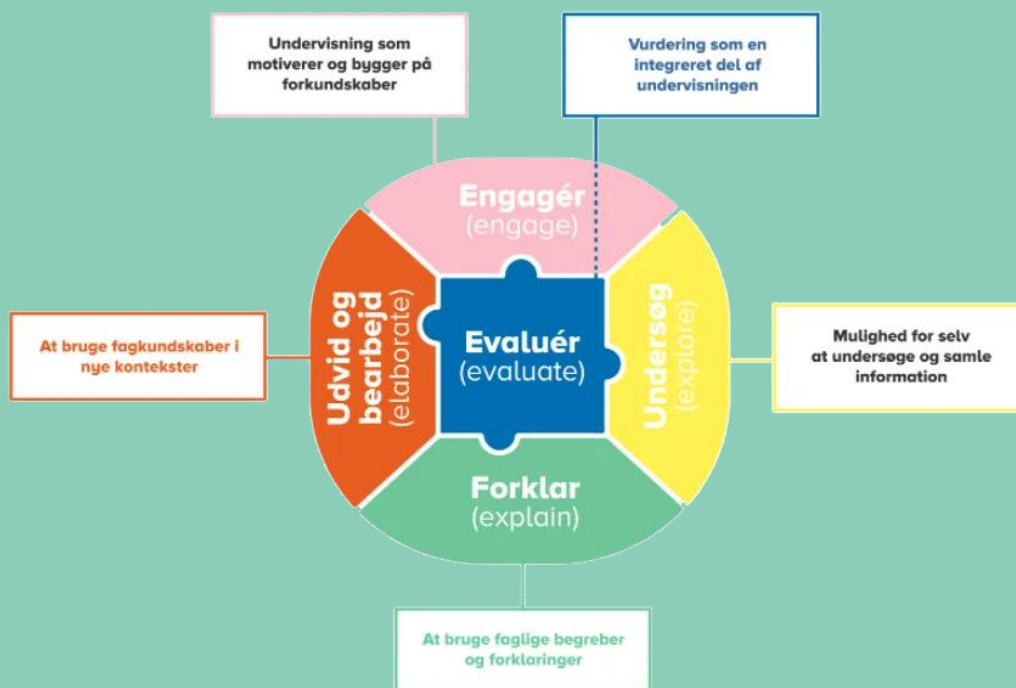
STEM-Inspiration

Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning - IBSE

Den såkaldte IBSE-tilgang (Inquiry Based Science Education, på dansk:

Undersøgelsesbaseret Naturfagsundervisning) er en naturfagsdidaktisk måde at rammesætte elevernes tilegnelse af naturfaglig viden på. IBSE handler netop om at tage udgangspunkt i elevernes egen undren og deres spørgsmål, og er veldokumenteret som en effektiv metode.

I IBSE-baseret undervisning planlægger underviseren elevens naturfaglige læreproces gennem en række didaktiske elementer, hvor eleven, på baggrund af egen undren, opstiller hypoteser og designer eksperimenter og undersøgelser, der understøtter tilegnelsen af den naturfaglige viden.



Der er flere måder at organisere undervisningen på, og man kan fx lade sig inspirere af 5E-modellen. Modellen skitserer de faser, som elevernes læreproces gennemløber. Se mere på Astras temaside om modellen og om undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning.

IBSE-tænkningen relaterer sig grundlæggende til elevens tilegnelse af naturfaglig viden, mens målet for eleverne i PBL-sammenhænge ofte er at anvende denne viden til at løse en konkret problemstilling. Hvis eleverne skal tilegne sig STEM-fagligt indhold i PBL-settings, må målet med den/de konkrete undervisningsaktiviteter stå tydeligt frem for eleverne.

Den didaktiske forskellighed mellem en undersøgelsesbaseret (IBSE) og en problembaseret (PBL) tilgang i undervisning betyder, at en PBL-tilgang ofte vil forudsætte, at eleverne i forvejen kender til et særligt naturfagligt indhold eller en metode, som de skal anvende for at løse en given problemstilling. I IBSE-inspirerede forløb vil der typisk være fokus på, at eleven udvikler viden om et konkret naturfagligt indhold. Begge tilgange kan anvendes samtidig i et undervisningsforløb, men der kan være forskellige mål for elevernes arbejde i undervisningen. Læs mere på Astras temsider om undersøgelsesbaseret undervisning (se link i referencelisten).

To tilgange til PBL-forløb med autentiske problemer

I de afprøvede forløb har der særligt været fokus på to forskellige tilgange til PBL. For det første har nogle lærerteams rammesat undervisningen med en eller flere problemstillinger, som lærerne har defineret på forhånd. En sådan tilgang er inspireret af IBSE.

Andre teams har bedt eleverne om selv at identificere og formulere relevante problemstillinger. Lærernes erfaringer fra afprøvningerne viser, at de to tilgange hver især har konkrete styrker, og at der er nogle faldgruber, man som lærerteam skal være opmærksom på i forberedelsen og gennemførelsen af undervisning, der tager afsæt i bearbejdningen af autentiske problemstillinger.

I den tilgang til PBL, hvor lærerne på forhånd definerer problemstillinger, skal eleverne forsøge at løse de præ-formulerede opgaver ved hjælp af viden og kompetencer fra grundfaget. Både lærere og elever, der har gennemført denne form for undervisning, fortæller, at det kan understøtte elevernes oplevelse af kompetence i og med faget, når det er læreren eller lærerteamet, der har ansvaret for at formulere den autentiske problemstilling.

Lærerne peger i evalueringen af forløbet på, at man i udviklingen af problembaserede forløb bør være særligt opmærksom på, at man er tydelig i sine forventninger til elevernes deltagelse, og at man er opmærksom på at differentiere opgavernes niveau, indhold eller kompleksitet.

Afprøvningerne viser, at hvis lærerne er opmærksomme på at bruge deres viden om elevernes forudsætninger til at formulere forskellige opgaver, der tager højde for netop elevernes viden og kunnen, kan det styrke elevernes oplevelse af mening og mestringsoplevelser med grundfaget. Dels kan lærerne skabe et illustrativt billede af en autentisk praksis, som eleverne ikke nødvendigvis kender til endnu, men som de qua deres uddannelsesvalg er nysgerrige på. Dels kan lærerne tage højde for, at eleverne er på forskellige faglige niveauer både ift. grundfaget og ift. deres praktiske mestring.

Et lærerteam erfarede fx undervejs i en afprøvning, hvor vigtigt det er, at man som team tager højde for elevernes forskellige forudsætninger for at deltage i undervisningen, når man på forhånd udvikler opgaver og formulerer autentiske problemstillinger. Teamet, som bestod af en matematiklærer og en tømrerfaglærer, udviklede et forløb, hvor eleverne skulle bruge matematiske beregninger til at løse forskellige former for autentiske problemstillinger inden for tømreruddannelsen. Undervejs oplevede de, at flere af eleverne trak sig fra opgaverne. I dialog med eleverne fik teamet øje på, at sværhedsgraden i opgaverne var for høj for disse elever. Eleverne bad ikke om hjælp fra lærerne eller klassekammerater, fordi de følte sig for overvældede og usikre på opgaven. De valgte i stedet ikke at løse dem frem for at prøve sig frem.

I den anden tilgang til PBL har lærerne eksperimenteret med, at eleverne selv skulle definere autentiske problemstillinger, som de har skullet finde mulige løsninger på. Evalueringen viser, at mange elever motiveres af at løse problemer i grundfagsundervisningen, som de direkte kan genkende fra eller genfinde i den praksis, de kender fra den praktiske undervisning i værkstedet på skolen. Eleverne fortæller, at grundfagsundervisningen bliver særligt meningsfuld, når indholdet kan hjælpe til at skabe forståelse for eller at udføre en handling ift. en udfordring, de selv har stået overfor. En elev forklarer, hvad der er positivt ved, at undervisningen rummer mulighed for selv at finde og arbejde med en autentisk problemstilling:

”Ja, det der med, at det er ens egen idé og man selv udvikler det, alt det der med at man er selv med ind over det hele, i stedet for at man bare får smasket noget i hovedet og skal lave det derfra, så er du selv med ind over hele processen.” (elev, tømreruddannelsen)

Flere af de lærere, der har eksperimenteret med, at eleverne selv havde til opgave at finde og arbejde med problemstillinger fra deres kommende erhverv i grundfagsundervisningen, peger

på, at det her er særligt vigtigt at skabe en tydelig struktur for undervisningen. Lærerne fortæller, at hvis elevernes arbejde ikke struktureres, er der risiko for, at grundfaget tilsidesættes af eleverne til fordel for et fokus på det uddannelsesspecifikke fag og den autentiske problemstilling, de har valgt. Hvis det sker, er erfaringen, at det kan svække den kobling til grundfaget, som var ambitionen med undervisningsforløbet.

Det STEM-relaterede indhold i fokus

Der kan være forskellige årsager til, at fx det fysikfaglige risikerer at ryge i baggrunden for eleverne, når de arbejder med en autentisk problemstilling. En stor del af eleverne er mere nysgerrige på de praktiske opgaver i værkstedet og trives i at prøve sig frem i forbindelse med de praktiske opgaver frem for at gå mere vidensbaseret til værks. En del af eleverne har som nævnt negative erfaringer med grundfagene med i bagagen, og disse elever kan have tendens til at undvige netop disse fag, også når de skal arbejde problembaseret.

STEM-Inspiration

Praktisk arbejde som led i STEM-faglig undervisning

Som beskrevet ovenfor indgår der ofte praktisk arbejde for eleverne i den STEM-faglige undervisning, fx når de gennemfører undersøgelser eller arbejder med modeller, eller hvor der håndteres laboratorieudstyr eller konkrete artefakter. Det praktiske arbejde rummer ofte mange perspektiver, og det kan være svært som elev at forstå, præcis hvordan det praktiske arbejde skal spille sammen med det teoretiske/naturvidenskabelige indhold, der skal læres. Det kan derfor være en god ide som underviser at være tydelig med målet for det praktiske arbejde, både for sig selv og for eleverne.

Overordnet er formålet altid, at det praktiske arbejde skal bygge bro mellem naturfagets tankegange og teorier på den ene side og konkrete genstande i den virkelige verden på den anden side. Det er på den måde ofte formålet, at eleverne skal forstå det konkrete indhold gennem det praktiske arbejde. Her er der typisk tre 'roller', som det praktiske arbejde kan indtage i undervisningen:

- Skabe viden og forståelse for (natur)faglige sammenhænge, fx centrale naturfaglige modeller og teorier
- Træne praktiske færdigheder, fx anvende særligt udstyr og naturvidenskabelige metoder
- Forståelse af naturfaglige undersøgelsesmetoder, fx design af undersøgelser, dataanalyse og vurdering og konklusion

Denne forståelse af det praktiske arbejdes 'roller' kan være med til at tydeliggøre for eleverne, hvilke krav der er - og ikke er - til deres arbejde med det STEM-faglige indhold i undervisningen, og dermed også tydeliggøre, hvordan indholdet spiller sammen med de uddannelsesspecifikke fag i helhedsorienteringen.

For at undgå, at eleverne arbejder med problemstillinger uden at bruge indhold fra det STEM-relaterede grundfag, viser evalueringen, at flere lærerteams på forhånd eller undervejs har haft fokus på at præcisere involveringen af grundfagene fx ved at stille krav til specifikke beregninger i dokumentationen undervejs i undervisningsforløbet.

Et lærerteam på en tømreruddannelse afprøvede et problembaseret undervisningsforløb, hvor de stillede krav til elevernes matematiske beregninger i løsningen af tømrerfaglige opgaver. Eleverne skulle løse to autentiske problemstillinger defineret af lærerteamet og en autentisk problemstilling defineret af eleverne selv. For at sikre, at eleverne bevarede fokus på de matematiske elementer i opgaveløsningerne, tilføjede lærerteamet et krav om, at eleverne individuelt udfyldte et datablad med beregningerne undervejs.

For at styrke helhedsorienteringen og samarbejdet mellem matematik og det uddannelsesspecifikke tømrerfag, valgte lærerne at udforme databladet, fordi det var genkendeligt for eleverne, der plejede at arbejde med måleskemaer i værkstedsundervisningen. Derudover udarbejdede lærerne i fællesskab nogle matematiske opgaver, som eleverne kunne genkende fra faglige regler fra værkstedet. Eleverne skulle fx lave matematiske inddelinger af træet fra træmidten, hvilket var genkendeligt for eleverne, som til hverdag står og måler op for at undgå at bore eller skrue for tæt på indertræet. Eleverne i forløbet pegede på, at den tydelige kobling til praksis bidrog til øget læring i forbindelse med de matematiske indholdselementer:

”Vi kommer til at huske det på en lidt anden måde fremover. Altså hvordan vi lige kan regne rumfang ud, så kommer vi måske til at kigge tilbage på det på en anden måde, end hvis vi bare havde siddet med stykke papir i hånden.” (elev, Tømreruddannelsen)

STEM-Inspiration

Om naturfaglige arbejdsprocesser, der bidrager til erhvervsfagets indhold

Som i eksemplet ovenfor indgår der ofte naturfaglige principper og metoder i det eksperimenterende arbejde og som en del af undervisningen i Naturfag.

I fagbilaget for grundfaget Naturfag beskrives formålet med undervisningen i faget “... at give eleven [...] indsigt i principper og metoder inden for teknik, miljø og sundhed samt at give forudsætninger for at kunne arbejde med naturfaglige emner, der findes inden for et erhvervsuddannelsesområde”. (Børne- og Undervisningsministeriet, Fagbilag Naturfag, stk.1.2)

Det gælder med andre ord om, at eleven skal skaffe sig viden, om præcis hvilke parametre i en eksperimentrække der viser sig afgørende for udfaldet af en undersøgelse. Det kan eksempelvis være, når gartner eleven undersøger, hvordan det bedste såbed skal designes for en konkret plante. Her kan der være flere parametre at variere, fx jordbundens sammensætning og surhedsgrad. Eleven designer fx et antal eksperimenter med plantevækst i forskellige jordtyper, der overvåges og dokumenteres løbende. Måske startede undersøgelsen i et konkret bed, og derfor må der sammenlignes med dette udgangspunkt. Eleven må også afgøre, hvordan det bedste udfald skal bestemmes,

eksempelvis om det er hurtig vækst, stærk struktur i planten, farver eller andet, der skal være kriteriet for målopfyldelse i eksperimentrækken.

På den måde kan den systematiske og variabelstyrede undersøgelse være med til at udvikle central naturfaglig viden og forståelse hos eleven. Dét at kunne gennemføre en naturfaglig arbejdsproces får karakter af at blive en færdighed, som eleven med tiden kan anvende i sit erhvervs praksis.

En vejledende og faciliterende lærerrolle

Selvom problembaseret undervisning kræver tydelig struktur, viser evalueringen, at lærernes rolle bliver mere tilbagetrukket, vejledende og faciliterende i den problembaserede tilgang til helhedsorienteret undervisning, hvilket kan være en vanskelig balance at finde. PBL-tilgangen fordrer, at lærerne på den ene side er tydelige i rammesætningen af undervisningsforløbets faser – fra problemidentifikation over dataindsamling og analyse og til præsentation af resultater – og at de på den anden side nedtoner den traditionelle underviserrolle. En sådan omstilling kræver tilvænning.

Uanset om de autentiske problemer formuleres af lærerne eller identificeres af eleverne, peger evalueringen på, at det bliver elevernes nysgerrige tilgang til opgaverne, der skal være i centrum, og at det er elevernes eget arbejde med at skabe koblinger mellem teori og praksis, der styrker deres motivation for og læring i det STEM-relaterede fag. Flere elever fortæller, at de har oplevet en øget frihedsgrad i undervisningen, hvilket har motiveret dem. Frem for at følge lærerens anvisninger, har de i højere grad oplevet en frihed til selv at definere deres læreproces.

Lærerne har samtidig haft både gode og dårlige erfaringer med at øge elevernes frihed i PBL-forløbene. Fx fortæller en fysiklærer, at større fleksibilitet i elevernes tilgang til opgaveløsningen på elektrikeruddannelsen har styrket elevernes sammenhold, fordi de undervejs i forløbet i højere grad end tidligere har været engagerede i at udveksle løsningsforslag og nysgerrige på at hjælpe hinanden videre. En anden lærer peger dog også på, at elevernes samarbejde kan risikere at medføre, at nogle elever træder i baggrunden, særligt når elementerne fra grundfaget skal bearbejdes. Særligt elever, der af en eller anden årsag har vanskeligt ved at se mening med grundfaget, kan risikere at få mindre ud af undervisningen, hvis de "gemmer" sig i gruppearbejde eller klassekammeraters løsninger. PBL kan således være et hensigtsmæssigt didaktisk princip for de elever, der allerede er motiverede, men samtidig udfordrende for de elever, der ikke kan se meningen med grundfaget. Ovennævnte eksempler i evalueringen viser samlet set væsentligheden af, at læreren skaber den rette stilladsering for eleverne. Dette forstået således, at princippet om PBL fordrer lærerens opmærksomhed på elevernes forskellige behov for hjælp, støtte og struktur i undervisningen.

Brug af autentiske cases skaber meningsfuld forståelse af STEM i praksis

Flere afprøvninger viser, at udviklingen af autentiske cases til undervisningen i nogle tilfælde lægger sig tæt op ad og kan være et eksempel på at tilrettelægge undervisningen problembaseret.

En autentisk case kan have forskellige udtryksformer men formidler en fortælling eller et metaforisk billede af en situation fra det erhverv, eleverne uddanner sig til. Cases kan således skabe mere tydelige billeder hos elever, der ikke har meget indblik i erhvervet og er samtidig motiverende for de erfarne elever. Autentiske cases kan fx primært være eksemplificerende og

billedskabende og indeholder ikke nødvendigvis altid et stærkt problemorienteret element, men inddragelsen af cases kan også, på samme måde som inddragelsen af autentiske problemstillinger, invitere eleverne ind i en problemløsningsproces. Når der indgår cases i undervisningen, kan de repræsentere en mere sammenhængende og virkelighedstro problemstilling, som i mange tilfælde medvirker til at styrke oplevelsen af relevans hos eleverne.

Evalueringen peger derudover på, at cases særligt kan styrke helhedsorienteret undervisning ved at understøtte lærerne i at få skabt tydelige billeder på og fortællinger om, hvordan indhold fra de STEM-relaterede fag ser ud og opleves ude i erhvervet. Disse billeder og fortællinger behøver altså ikke nødvendigvis at være problembaserede, men de giver eleverne indblik i at arbejde med grundfaget i den praksis, de skal anvende det i.

Evalueringen peger på, at cases kan være hjælpsomme, når lærere oplever, at eleverne har vanskeligt ved at se mening med indholdet i de STEM-relaterede fag. En del elever fortæller, at fagord, begreber og formler er abstrakte størrelser, som er svære at forholde sig til i undervisningen.

En del lærere har på forskellig vis udviklet og afprøvet brugen af cases i undervisningen. På tværs af afprøvningsne har casen haft til formål at placere det STEM-relaterede indhold i en kontekst, som er tydelig og meningsfuld for eleverne. Cases kan skabe billeder af, hvordan et givet fagligt og ofte abstrakt emne i de STEM-relaterede grundfag viser sig i elevernes kommende praksis eller kan bruges til at styrke elevernes praktiske mestring.

Tre former for autentiske cases

Praksisnære og helhedsorienterede cases kan udvikles i mange formater. Særligt tre former for cases træder i lærernes evalueringer frem som nyttige i udviklingen af helhedsorienteret undervisning: skriftlige cases, lærerrollespil og elevrollespil.

Flere lærerteams har udviklet og formuleret skriftlige cases, der beskriver det STEM-relaterede indhold gennem oplevelser, opgaver eller situationer fra praksis. Evalueringen peger på, at de skriftlige cases kan vække elevernes nysgerrighed ved på forskellig vis at invitere eleverne til at løse praksisnære opgaver eller problemstillinger. Flere elever peger på, at casen har været et værktøj, der har hjulpet dem med at danne billeder af en praksis, som de ikke nødvendigvis kender. De skriftlige cases er typisk blevet fulgt op af praktiske opgaver i værksted, praksislab eller i naturen - afhængig af uddannelse. Her er de billeder, som eleverne har fået af praksis gennem casen, blev suppleret med fysiske billeder på og oplevelser med det STEM-relaterede indhold. På denne måde kan arbejdet med cases medvirke til at imødekomme nogle af de udfordringer, der kan være med PBL i forhold til, at nogle elever trækker sig fra arbejdet. Cases kan sikre en vis grad af praksisnærhed og relevans i elevernes læring.

Nogle lærere peger i evalueringen på, at det er vigtigt, at man som lærerteam gør sig overvejelser om længden af en skriftlig case. Flere har oplevet, at en del elever ikke læser casen, hvis de synes, at den er for lang og med for mange informationer. Hvis elevernes deltagelse i undervisningen forudsætter, at de har læst en skriftlig case, kan lærerteamet derfor med fordel gøre sig overvejelser over, hvordan man kan sortere i mængden af informationer, og om det er muligt at præsentere eleverne for informationerne i flere mindre bidder eller løbende undervejs i undervisningen.

På en autouddannelse har eleverne i fysikundervisningen fx skullet lave beregninger af forbrændingshastighed på baggrund af en skriftlig case. Derefter har de været på værkstedet og

lavet forsøg med samme emne. Flere elever peger på, at meningen med og nytteværdien af et STEM-relateret indhold bliver mere tydeligt for dem, når skriftlige cases kombineres med konkrete praktiske opgaver, fordi de får suppleret teoretisk indsigt med en mere sanselig oplevelse af indholdet (se også afsnittet Grundfagsundervisning i andre rammer).

Nogle lærerteams har også udviklet cases, der er blevet præsenteret gennem lærerrollespil. Her har SOSU-lærere fx ageret borgere med særlige sygdomssymptomer, som eleverne skulle identificere ved hjælp af viden fra naturfag. Lærernes erfaringer var, at rollespillet engagerede eleverne og støttede dem i at få øje på naturfaget ”ude i praksis”. Eleverne oplevede, at det blev mere tydeligt, hvordan viden fra naturfaget kunne hjælpe dem med at agere kompetent i deres kommende praksis. Fx spillede en lærer en fiktiv karakter, som havde forskellige helbredsmæssige udfordringer:

”Jeg sad i den der stol og var Egon, og var enormt dårlig og talte i øst og vest og kunne ikke rigtig hænge sammen med noget som helst, samtidig med at der lugter af acetone. Hvor de [eleverne] tænkte, ’okay, hvad sker der herinde?’. Fordi ellers havde de bare trådt ind i et tomt lokale (...) Jeg synes faktisk, at de oplevede, at det var ret godt” (naturfagslærer, SOSU, GF2)

Eksemplet illustrerer lærernes erfaringer, der peger på, at lærerrollespillet giver mulighed for at sætte fokus på informationer, der hjælper eleverne til at forstå, hvordan viden fra det STEM-relaterede grundfag styrker deres evne til at handle kompetent i en konkret situation fra praksis. Samtidig giver rollespillet eleverne et autentisk indblik i, hvordan de i deres erhverv kan møde situationer, hvor en borger har sådanne udfordringer.

Evalueringen peger yderligere på, at eleverne også med fordel kan udgøre cases for hinanden gennem elevrollespil. På en SOSU-uddannelse skulle eleverne i par agere borger og SOSU-assistent i en måltidssituation. SOSU-assistenten havde til opgave at made den elev, der agerede en borger med synkebesvær (dysfagi) med en drikkevarer tilsat et tykningsmiddel. Forløbet var sammensat om emnet kost. De naturfaglige elementer i emnet skulle kobles til, at eleverne skulle lære om, hvilken betydning viden om kost, måltider og patienthåndtering har i SOSU-faget.

Flere af de elever, der deltog i afprøvningen, oplevede fx, at det var grænseoverskridende at made et andet menneske, men de pegede på, at netop denne oplevelse gjorde undervisningen i naturfag mere spændende og lærerig, fordi det tydeliggjorde nytteværdien af den naturfaglige viden, de opnåede med øvelsen. Mange af eleverne skal i deres fremtidige erhverv made en borger eller forholde sig til en borger, der spiser. Elevrollespillet gav en indsigt i borgerens oplevelser og sygdom, og netop derfor blev nytteværdien af casens naturfaglige indhold meget tydelig for eleverne.

”Altså man lærte også, nu var jeg en af dem, der skulle fodre mad, ja, ved ikke hvordan jeg skal sige det, men, det er rigtig grænseoverskridende også, det var rart at få det prøvet, fordi det er egentlig lidt ubehageligt at skulle sidde og made et voksent menneske, sådan der, med yoghurt. Det var ikke så rart” (elev, Social- og sundhedsuddannelsen, GF2)

De lærere og elever, der har arbejdet med cases, fortæller, at elevernes mestringsoplevelser med et STEM-relateret indhold er blevet styrket. Når eleverne kan genkende eller opdager praksis i grundfagsundervisningen, peger evalueringen på, at eleverne i højere grad tør bevæge sig ud på dybt vand og engagere sig i et fag, de ellers har dårlige erfaringer med fra tidligere skolegang.

Differentierede cases kan understøtte mening på sammenlæste hold

På flere erhvervsskoler foregår undervisningen i et STEM-relateret grundfag på tværs af uddannelsesretninger. Når elever fra gartner-, landbrugs- og dyrepasser-uddannelsen skal undervises i fx biologi sammen, er der en særlig vigtig opgave i at tilrettelægge undervisning, så alle elever kan relatere grundfaget til det erhverv, deres uddannelse retter sig mod.

Et lærerteam udviklede en case på tværs af tre uddannelsesretninger. Allerede efter første afprøvning besluttede lærerne at differentiere indholdet i relation til den enkelte uddannelse. Eleverne gav nemlig udtryk for, at det var helt meningsløst at skulle forholde sig til en plante som tomaten, når man skal være landmand eller dyrepasser.

Da forløbet blev tilrettet, og eleverne i stedet skulle arbejde med plantemateriale, de i højere grad kunne genkende fra deres kommende erhverv, steg motivationen på tværs af uddannelsesretninger, på trods af at det naturfaglige indhold var identisk på tværs af uddannelserne. Cases, der peger meget direkte ind i elevernes erhverv, synes på denne måde at være med til at styrke elevernes motivation, blandt andet fordi deres faglige fællesskab træder tydeligt frem- også i grundfagsundervisningen. Det krævede en relativt lille justering af de forskellige cases, for at de gav mening for alle elever på tværs af deres uddannelsesretninger. Pointen er her, at det er vigtigt for eleverne, at der i casen indgår faglige begreber og betegnelser, som opleves som relevante for den enkelte elevs uddannelsesretning.

Tydelig struktur understøtter et tydeligt STEM-relateret indhold

Cases kan som nævnt præsentere en problemstilling, der skal løses, eller de kan have til formål at præsentere tydelige billeder af STEM-indholdets betydning for praksis. Fx hvordan viden om cellens tilstand har væsentlig betydning for SOSU-assistentens evne til at handle professionelt i mødet med en borger med diabetes. Uanset formål viser flere af afprøvningserne, at det STEM-relaterede indhold hurtigt kan forsvinde til fordel for det fagspecifikke.

Flere lærererfaringer fra afprøvningsforløb med cases peger på, at en tydelig struktur også er vigtig i et casebaseret undervisningsforløb. Dette forstået således, at der er klarhed omkring bl.a. formål, tidsplan for aktiviteter, former for hjælp og lærerstøtte, dokumentation og deadlines. En sådan tydelig struktur kan fastholde fokus på det STEM-relaterede indhold. Fx peger flere lærere på, at indledende og ganske korte teoretiske oplæg kan styrke helhedsorienteringen, fordi det retter elevernes fokus hen på STEM-grundfaget, når de kaster sig over en case, uanset om den er skriftlig eller en form for rollespil.

For at støtte struktur og progression, kan lærerne med fordel have fokus på, hvordan undervisningen stilladseres gennem løbende krav til dokumentation. En elev fortæller om at dokumentere praktiske opgaver, der knytter sig til specifikke cases:

"Fx når vi har skullet grave jordprøver op og lave noget humusprocent på det. (...) Det bliver spændende og jo mere du skal gå og dokumentere ting, jo mere husker du det også, og det er faktisk det, jeg er nået længst i og også fået bedst karakter i, det er der, hvor jeg har fået lov til at udfolde mig fysisk og have det mellem hænderne." (elev, Gartneruddannelsen)

De faglige begreber og processer, der knytter sig til naturfaget, står her tydeligt frem for eleven som helt forståelige og relevante elementer, når man som gartner undersøger jordbundskvalitet. Derudover peger eleven også på betydningen af det stilladserende element, når eleverne har skullet dokumentere løbende. I dette tilfælde giver den casebaserede undervisning mulighed for en dybere integration af det grundfaglige og uddannelsesspecifikke indhold.

Taktile artefakter i undervisningen

Evalueringen peger på, at elevernes motivation for undervisningen i de STEM-relaterede grundfag også kan styrkes gennem undervisning, hvor det helhedsorienterede element udgøres af et fokus på produktfremstilling.

Grundlæggende henviser produktfremstilling til, at eleverne har skullet udvikle, bygge eller på anden vis konstruere konkrete fysiske produkter i den STEM-relaterede undervisning. Mange elever har gennem afprøvningsløbene oplevet, at de fysiske produkter gør grundfagene mere meningsfulde, fordi det konkretiserer og synliggør abstrakte begreber og lovmæssigheder som fx Ohms lov, cellens opbygning eller matematiske beregninger.

Lærerne har i nogle af de afprøvede forløb udviklet undervisning, der fokuserer på produktfremstilling på forskellige måder. Særligt to tilgange til produktfremstilling har styrket elevernes motivation:

- Fremstilling af fysiske modeller
- Fremstilling af praksisanvendelige produkter

De to tilgange udfoldes herunder.

Fysiske modeller kan give eleverne en taktil oplevelse af abstrakt indhold

Evalueringen viser, at elevernes forståelse af og engagement i de STEM-relaterede grundfag kan styrkes, hvis eleverne får mulighed for at få en taktil oplevelse med fagets abstrakte indhold. En taktil oplevelse skal her forstås som en erfaring med at kunne røre ved et fagbegreb, en formeltype eller lignende, fordi den er blevet produceret som en fysisk model til eller af eleverne.

Flere lærerteams har udviklet undervisningsforløb eller -aktiviteter, hvor den taktile oplevelse opnås ved, at eleverne i undervisningen selv har skullet bygge eller på forskellig vis har haft mulighed for at røre ved fysiske modeller af naturfaglige fænomener, fx en model af et molekyle.

Afprøvningsløbene har vist, at de konkrete modeller ikke nødvendigvis i sig selv behøver at have tydelige koblinger til elevernes kommende erhverv. Flere elever fortæller, at bare det at kunne se og røre ved noget, der ellers opleves som et meget abstrakt fænomen, opleves meningsfuldt. Lærerne peger i forlængelse heraf på, at denne tilgang til produktfremstilling styrker elevernes bearbejdning og forståelse af det naturfaglige indhold, fordi de fysiske modeller bliver mentale knager, eleverne kan hænge yderligere viden op på. Flere lærere italesætter i evalueringen en oplevelse af, at elevernes arbejde med de fysiske modeller ruste dem bedre til at anvende naturfaglig viden, når de skal reflektere over autentiske problemstillinger eller løse konkrete opgaver, der knytter sig til deres kommende erhverv.

Nogle elever kan dog have svært ved at se mening med at fremstille fysiske modeller, der ikke direkte kan genfindes i praksis. Evalueringen peger på, at elever med erfaringer fra erhvervet kan have svært ved at se mening med at fremstille fx molekulære forbindelser med spaghetti og

skumfiduser, fordi de ikke kan genkende relevansen fra den autentiske praksis, de har erfaringer fra. Det kan derfor være nødvendigt, at lærerteamet gør sig overvejelser om, hvordan elever og lærere kan gå i fælles dialog om, hvorfor eleverne lige netop skal lave en fysisk model af et udvalgt emne. Fysiske modeller er ikke meningsfulde i alle læringssituationer.

Fremstilling af produkter åbner for aktiverende og medskabende deltagelsesmuligheder

Fremstilling af fysiske modeller som omdrejningspunkt for undervisningen kan imødekomme elevers tidligere negative erfaringer med de STEM-relaterede grundfag. Det peger erfaringer fra flere afprøvninger på. Flere elever giver udtryk for, at de fra tidligere skolegang har skullet sidde stille meget af skoledagen og lytte til tavle-undervisning. Mange elever trives ikke i denne elevrolle og har netop derfor valgt at starte på en erhvervsuddannelse. Her har mange en klar forventning om, at uddannelsen kan og bør tilbyde praktisk, herunder mere kropslig, undervisning.

Evalueringen peger på, at mange elever motiveres, når de oplever, at grundfagsundervisningens indhold har værdi for dem i deres fremtidige virke. Elevernes oplevelse af nytteværdi kan styrkes, når de i undervisningen får en oplevelse af, at indholdet i det STEM-relaterede grundfag er med til at dygtiggøre dem i forhold til de arbejdsopgaver og -processer, de kommer til at skulle varetage som faglærte.

STEM-relateret indhold som et “værktøj” til at fremstille produkter

Evalueringen peger på, at fremstilling af praksisanvendelige produkter netop kan imødekomme elevernes behov for at kunne se, hvad et grundfag kan bruges til i praksis. Derudover imødekommer fremstillingen af praksisanvendelige produkter også mange elevers behov for at røre ved og sanse ellers abstrakte fænomener og begreber. En elev på tømreruddannelsen beskriver, hvorfor det er motiverende sådan:

"Jeg tror bare at rent visuelt, så vil vi gerne se et eller andet (...) Så vi hele tiden har en eller anden idé om eller et eller andet produkt som vi faktisk har lavet. I stedet for at du regner et eller andet ud, og så kan du sidde og kigge på papiret og tænke, hvad var det jeg regnede ud og hvad skal jeg bruge det til?" (elev, Tømreruddannelsen)

Eleven beskriver en oplevelse af, at matematiske beregninger bliver et meningsfuldt værktøj, fordi beregningerne bliver til mere end tal på et stykke papir, når de udgør et skridt på vejen til fremstillingen af et konkret produkt.

Den tætte kobling mellem at lære fx matematiske beregninger og at fremstille konkrete og praksisnære produkter bidrager til, at eleverne føler sig mere trygge med grundfaget. Fx fortæller en lærer, at et hold tømrerelevs arbejde med at skulle udregne vinkler og inddelinger af træ for at kunne producere bl.a. et fysisk værktøj til opmærkning og en værktøjskasse med kravsspecifikationer til rummelighed og størrelse bidrog til, at særligt de elever, der tidligere har følt sig fremmedgjorte over for matematikken blev mere "dus" med faget. Matematikken skal blive en god ven, der hjælper til:

"Jo, men i stedet for at det skal være noget vi skal, så er det noget, vi har brug for. Så det er ikke den ulidelige fætter, vi skulle slæbe rundt på. Det var vennen, vi selv valgte, fordi ham vil vi godt have med i en

fodboldkamp, fordi det var en god medspiller.” (faglærer, tømreruddannelsen)

Når matematiske færdigheder udvikles gennem arbejdet med at mestre praktiske opgaver, kan eleverne få en tilsvarende oplevelse af, at matematik kan fungere som et nyttigt hjælpemiddel - og ikke et abstrakt fag, der skal læres i egen ret.

Produkter som kan anvendes i elevernes kommende praksis

Nogle af de deltagende teams har desuden eksperimenteret med at inddrage fremstilling af direkte praksisanvendelige produkter i undervisningen, dvs. produkter, som eleverne på den ene eller anden måde kan bruge i deres kommende erhverv. Det har fx handlet om, at eleverne skulle anvende forskellige typer af teoretisk indsigt fra grundfaget til at fremstille produkter med direkte nytteværdi i branchen.

På en tømreruddannelse skulle et hold elever fx bruge matematiske beregninger til at fremstille en tommestok. Tommestokken er et eksempel på et produkt, som eleverne ikke skal producere som tømrerlærlinge hos en mester, men det er et produkt, som de kan og skal bruge fremadrettet i deres erhverv. Netop anvendeligheden og genkendeligheden i produktet peger eleverne på som et væsentligt element i processen med at lære – og øve sig i at bruge – viden og færdigheder fra matematik.

Et andet eksempel på et praksisanvendeligt produkt er elevernes fremstilling af Y- og T-tallerkener i naturfag på en SOSU-uddannelse. Y- og T-tallerkener er en visuel måde at tale om fordeling af forskellige madvarer (fedt, kulhydrat og protein) på en borgers tallerken. Eleverne skulle i naturfag vide noget om mikro- og makronæringsstoffer samt om den kemiske opbygning af et kulhydrat, og hvordan det adskiller sig fra et protein. Frem for at formidle viden herom gennem oplæg og PowerPoints, eksperimenterede lærerteamet med, at eleverne skulle lave deres egne Y- og T-tallerkener. Først ved at inddele tallerkener med tape og derefter ved at fremstille mad, der stemte overens med de to måder at fordele madvarerne på. Herefter skulle eleverne præsentere deres tallerkener og de overvejelser, der lå bag deres fremgangsmåde og resultat.

Selvom SOSU-assistenten ikke i praksis inddeler tallerkener i Y- og T-former, når de interagerer med en borger i en måltidssituation, fortalte flere af eleverne, at det at ”få næringsstofferne i hænderne” gjorde, at de oplevede at lære mere. Eleverne kunne i evalueringen genkalde sig det naturfaglige indhold, og fortalte, at undervisningen var motiverende, fordi den understøttede, at de fremadrettet fik bedre indsigt i, hvordan de kan indgå i en kvalificeret samtale med en borger om dennes kostvaner.

De to afprøvninger er eksempler på, at elevernes engagement i det STEM-relaterede grundfag kan styrkes, hvis de i undervisningen skal producere produkter, som de kan anvende, når de skal agere som kompetente fagprofessionelle i deres fremtidige erhverv. Eksemplet med tommestokken peger på, at eleverne i højere grad motiveres for at øve sig i et STEM-relateret grundfag, når de skal bruge det til at producere et produkt, de kan genkende. Det andet eksempel fra naturfagsundervisningen illustrerer, hvordan undervisningen i det STEM-relaterede grundfag kan styrke elevernes oplevelse af, at faget kvalificerer deres fagprofessionelle kompetencer.

Mange elevers koncentration daler, når de skal sidde og lytte til formidling af et naturfagligt stof og ikke aktiveres kropsligt ifm. undervisningen. Det fortæller flere af de lærerteams, der har

udviklet undervisningsforløb, som har givet eleverne flere taktile oplevelser med et STEM-relateret indhold. Evalueringen viser, at et fokus på at understøtte elevernes mulighed for at "røre ved faget" kan invitere eleverne ind i en anden elevrolle end den stillesiddende, lyttende elev. En ændring i undervisningens deltagelsesmuligheder er netop det, mange elever efterspørger.

Evalueringen peger på, at eleverne bliver mere aktive medskabere af undervisningen, når de skal fremstille og arbejde med fysiske modeller. Flere elever fremhæver i evalueringen, at det har positiv betydning for deres engagement og motivation i faget, at det STEM-relaterede indhold kan forstås i sammenhæng med fysiske og konkrete modeller. Disse elever fortæller, at de tillægger det stor værdi, at de kan fremvise noget, de selv har skabt, og at de lærer bedre, når de får det faglige indhold i hænderne.

Når undervisningen inddrager eleverne ved at gøre dem til skabere af et naturfagligt indhold, kan det styrke elevernes oplevelse af autonomi, fordi undervisningen bygger på en høj grad af elevinvolvering. Evalueringen peger også på, at når eleverne bearbejder indholdet på en måde, der imødekommer deres foretrukne måde at lære på, kan det styrke deres oplevelse af kompetence. Løsningen af praktiske opgaver som vej til at forstå et naturfagligt indhold øger nemlig muligheden for, at eleverne oplever at mestre indholdet.

Øget sanselighed kan styrke oplevelse af mening

Flere lærere peger på, at undervisningen bliver mere sanselig, fordi det bliver muligt for eleverne af røre ved, lugte til eller smage på et STEM-relateret indhold, når de skal fremstille produkter. Et lærerteam havde som en del af deres afprøvning planlagt, at eleverne skulle bygge molekyler af skumfiduser og spaghetti. Og selvom den konkrete opgave ikke var helhedsorienteret og knyttet direkte til en konkret opgave fra elevernes kommende erhverv, engagerede eleverne sig, fordi de kunne røre ved (og smage på) molekylerne. Modellen med skumfiduser og spaghetti blev en konkret og visuel "knage", som eleverne oplevede at kunne hænge ny viden op på senere i undervisningsforløbet.

I modsætning til en bremseskive på værkstedet er energiomdannelse, molekulære forbindelser eller cellens opbygning ikke fysiske objekter, som eleverne kan tage i hånden og vende, dreje og fornemme. Derudover har kendskab til en bremseskive åbenlys sammenhæng til autoelevernes kommende erhverv. Meningen med at vide noget om fx energiomdannelse kan derimod synes sværere for mange autoelever at få øje på. Lærernes erfaringer fra projektet viser, at fremstilling af fysiske modeller hjælper eleverne til at skabe mening med det faglige indhold, selvom de fysiske modeller i sig selv ikke har en tydelig og direkte nytteværdi i forhold til deres kommende erhverv.

Lærerne har erfaringer med, at de fysiske modeller og sanselige oplevelser bliver konkrete erfaringer, som eleverne husker og bygger videre på, når de skal løse autentiske opgaver fra deres kommende erhverv ved hjælp af viden fra det STEM-relaterede indhold.

STEM-Inspiration

Modellering som naturfagsdidaktisk begreb

I eksemplet ovenfor udgjorde anvendelsen af modeller et vigtigt element i undervisningen.

I naturfagsdidaktikken anvendes ofte begrebet “modellering” til at beskrive en læreproces, hvor eleverne arbejder med et STEM-faglige indhold, typisk gennem brug af konkrete modeller eller artefakter (Brandt og Johansen, 2014). Disse modeller kan være både selvfremlagte eller eksisterende fra fx lærebøger eller lignende, og de kan tage mange forskellige former, fx fysiske, grafiske eller matematiske former.

Pointen i læreprocessen er, at selve det naturfaglige fænomen trækkes ud fra dets omgivelser og står tydeligt frem, for så senere igen at blive koblet til virkeligheden. Det kunne fx handle om en bils elektriske kredsløb eller afkodning af energiindhold via fødevaredeklarationer. Det er vigtigt, at eleverne støttes gennem hele modelleringsprocessen: når de nedbryder det naturfaglige fænomen fra erhvervets eller elevernes hverdagspraksis, når de bearbejder fænomenet og når frem til den naturfaglige viden, og når de implementerer fænomenet med den nye tilegnede viden tilbage i praksis.

I arbejdet med modellerne kobler eleverne de faglige begreber sammen og diskuterer, hvorfor og hvordan de skal forstås i modellen. Denne diskussion forløber ofte i en gruppe af elever.

En legende tilgang i undervisningen

En legende tilgang i undervisningen kan være med til at styrke elevernes læring i de STEM-relaterede grundfag. Det viser flere erfaringer fra de afprøvede forløb. En legende tilgang defineres forskelligt af forskellige lærere og elever.

De lærere og elever, der fortæller om erfaringer med det legende, peger på, at en legende tilgang i undervisningen blandt andet rummer større frihed i elevernes læreproces, en oplevelse af at kunne fejle uden konsekvenser, og at et selvstændigt mål med undervisningen er, at eleverne skal have det sjovt, samtidig med at der bliver skabt rum til fordybelse. Evalueringen viser, at en legende tilgang i undervisningen kan tilbyde sjove deltagelsesmuligheder for eleverne, hvor de kan få en vigtig oplevelse af autonomi. Lærere og elever har i afprøvningsen gjort sig erfaringer med tre tilgange til at skabe en legende oplevelse af undervisningen:

- For det første fortæller elever om, at det at prøve sig frem uden tydelige instrukser kan opleves som en leg.
- For det andet peger flere elever på, at undervisning, hvor elevernes kreativitet inviteres ind, kan bidrage til en følelse af legende læring.
- For det tredje kan elementer af konkurrence og spil understøtte, at elevernes motiveres for de STEM-relaterede grundfag gennem en legende tilgang i undervisningen. De tre forskellige veje til at gøre grundfagsundervisningen mere legende præsenteres i dette afsnit.

Det fremmer elevernes motivation at prøve sig frem uden tydelig instruks

En måde at styrke en legende tilgang til undervisningen kan være at have fokus på at skabe rum til, at eleverne i undervisningen kan prøve sig frem. Når opgaver stilles i en åben form, og opgaveløsningen dermed får eksperimentel karakter, motiveres eleverne af den mulighed for selv at finde løsninger, der dermed tilbyder sig. Det peger evalueringen af flere afprøvninger på.

At prøve sig frem på egen hånd kan føles legende, og en elev peger også på, at processen kan understøtte, at man kan nå mere i dybden med fx emner i fysik:

"Vi kommer til at skulle lege med alle de der lege (...) lege med modstande, ledninger og strømforsyninger og skrue op og ned for volten for at finde ud af, hvad er det, vi har med at gøre med alle mulige forskellige ting. Så ja, man kommer meget mere ned i dybden med det i fysiktimerne, af hvad jeg har opfattet" (elev, Personvognsmekaniker-uddannelsen)

Citatet fra eleven illustrerer, at det at prøve sig frem og lære gennem konkrete erfaringer med, hvad der fx sker, når man skruer op og ned for volten, hjælper eleven til at fordybe sig i emnet og derudover føles som at få lov til at lege.

Det at prøve sig frem uden tydelige instrukser fra en lærer skaber situationer i undervisningen, hvor eleverne let kan komme til at fejle. Eleverne kan i forvejen være usikre på, hvorvidt de "kan finde ud af" fx fysik eller matematik, og det kan derfor være sårbart for eleverne at blive kastet ud på dybt vand. Evalueringen peger på, at når eleverne inviteres til at prøve sig frem med forskellige emner i et STEM-relateret fag, er det væsentligt at man som lærer eller lærerteam er tydelig om, at fejl er en del af processen.

Evalueringen peger på, at en legende tilgang til undervisningen forudsætter, at eleverne ikke oplever, at der er konsekvenser ved at fejle. En elev fortæller:

"Der sidder vi også og kan lege med det, og så kan vi sætte det op, og så kan det være, at vi laver noget forkert, og det sker der ikke noget ved" (elev, Landbrugsmaskinmekaniker-uddannelsen)

Evalueringen viser, at elever, der har erfaringer med at blive korrigeret eller mødt af irritation ved fejl, ikke oplever, at det at prøve sig frem tilføjer en legende oplevelse til undervisningen. Når lærerne vejleder eleverne til at forstå, hvorfor der opstår en fejl fx i et forsøg i naturfag, frem for at ryste på hovedet eller blot instruere eleven i den korrekte opsætning, fortæller flere elever, at de oplever, at fejlene sker i et trygt rum, hvor den eneste konsekvens ved at fejle er læring, og fejlene anses som en del af "legen".

Denne form for legende tilgang i undervisningen kan være et værdifuldt supplement til et fokus på praksisnær helhedsorienteret undervisning.

På en landbrugsmekaniker-uddannelse skulle eleverne lære om energiformer, herunder undersøge energiindhold i forskelligt brændstof. Eleverne skulle lave forsøg med at brænde hhv. diesel, benzin og sprit af, dvs. prøve sig frem og vurdere betydningen af at skifte brændstof.

Eleverne fortalte, at det var meningsfuldt for dem at lære om energiformer på denne måde, fordi der er en tydelig kobling til deres kommende erhverv, og lærerne fortalte, at eleverne var engagerede og nysgerrige på emnet. Eleverne peger særligt på, at den frie tilgang til at prøve sig

frem var med til at styrke deres involvering, fordi den tilbød dem nogle deltagelsesmuligheder, der oplevedes som legende i modsætning til, hvad de tidligere havde oplevet, hvor undervisningen var mere boglig og formidlende.

Plads til kreativitet i undervisning kan styrke elevernes motivation

Evalueringen viser, at en del elever kan motiveres af og opleve at lære mere, når de kan bruge deres kreativitet i den STEM-relaterede undervisning. Kreativitet træder i de afprøvede forløb blandt andet frem som muligheden for at kunne udfolde sig frit fx i forbindelse med udarbejdelse af dokumentation af forsøg eller i valg af format til præsentationer af viden og løste opgaver. I en af afprøvningerne på SOSU lagde lærerne således op til, at eleverne til deres præsentation kunne vælge mellem flere forskellige former: planche, rollespil eller en mundtlig præsentation.

Evalueringen peger på, at friere rammer giver eleverne mulighed for at sætte deres eget præg på læreprocessen, hvilket styrker nogle elevers autonomi. Det sker fx når det er elevernes egne idéer og tanker, der sætter rammerne for, hvordan et STEM-relateret indhold skal og kan formidles.

Et eksempel på en kreativ tilgang er en SOSU-uddannelse, hvor eleverne skulle præsentere deres arbejde med forskelligt naturfagligt indhold, fx hvordan næringsstoffer nedbrydes i tarmen. Lærerne besluttede, at eleverne selv måtte bestemme, hvordan præsentationen skulle udformes. En del af eleverne fortæller, at den frie tilgang til præsentationerne gjorde det sjovere at komme i dybden med det naturfaglige emne. Lærerne peger dog i evalueringen på, at de elever, der har meget svært ved det faglige indhold, kan fortabe sig i formen og glemme indholdet. Når elevernes kreativitet inviteres ind, er det altså en fordel at være opmærksom på at italesætte, hvilke forventninger og krav der er til indholdet i en præsentation.

På et naturfagshold med elever fra gartner-, dyrepasser- og landbrugsuddannelsen fik eleverne mulighed for selv at definere, hvordan de ville dokumentere forsøg med pH-værdier i faget. Det betød, at eleverne oplevede et større frirum og dermed en større tilskyndelse til selvstændig tænkning.

En elev fortæller:

"Absolut. Jeg synes, det giver en fritænkning, der gør, at man bliver mere kreativ i form af sine PowerPoints og sine billeder. Men det der med, at man skal have billeder og være henne og dokumentere en proces, det har jeg nydt rigtig godt af og fået rigtig meget ud af. Det har sat sig mere fast. Det kan man huske." (elev, Gartneruddannelsen)

Flere af de elever, der har deltaget i undervisningsforløb, hvor de fik mulighed for at lade deres egen kreativitet præge dele af undervisningsforløbet, fortæller, at de efterfølgende kan huske mere af det, de har lært, end de plejer. Dette gælder særligt de dele af forløbet, hvor eleverne har udarbejdet et produkt, hvad enten det er dokumentation af forsøg, konkrete produkter eller modeller.

I nogle forløb har lærerteamet indlagt øvelser, som eleverne oplever legende eller kreative. Dette kan være en anden måde, hvorpå man kan invitere kreativitet ind i undervisningen i de STEM-relaterede fag.

På en SOSU-uddannelse skulle eleverne fx lære om nerver og nervebaner i naturfag. Lærerne ønskede at tilrettelægge undervisningen, så den i højere grad aktiverede elevernes kreativitet. Eleverne blev derfor i undervisningen placeret i en rundkreds, hvor de skulle sende håndtryk videre i forbindelse med at skulle lære om nerveimpulser. I evalueringen peger lærerne på, at den mere kreative vej til at lære om nervesystemet engagerer flere elever aktivt i undervisningen. Eleverne pegede i evalueringen på, at sådanne brud på mere traditionelle formidlingsformer stimulerer deres lyst til at involvere sig i undervisningen.

Grundfagsundervisning i andre rammer

Flere af de udviklede og afprøvede undervisningsforløb har fokuseret på, hvad man kunne betegne som undervisningens fysiske scenografi. Via disse eksperimenter er der høstet nogle vigtige erfaringer med at forstå, hvad de praktiske rammer betyder, når man vil arbejde helhedsorienteret. Evalueringen af de afprøvede forløb peger på, at det kan have en positiv og motiverende betydning hos eleverne, hvis grundfagsundervisningen gennemføres i andre rammer end i et traditionelt teorilokale.

I flere af de afprøvede undervisningsforløb har eleverne responderet positivt på, at grundfagsundervisningen eksempelvis foregår i et værksted, i kliniske praksisrum, eller – hvor det måtte være relevant – i naturen.

Dette udfoldes i de næste afsnit.

Brug af praktiske læringsrum kan fremme elevernes motivation

Flere læreteams har eksperimenteret med at ændre den fysiske placering af undervisningen i de STEM-relaterede grundfag. En sådan ændring kan handle om, at grundfagsundervisningen gennemføres i værkstedet – for fx tømrernes eller automekanikernes vedkommende – eller i de rum, der er indrettet til klinisk praksis i SOSU. Et lærerteam på det grønne område har ligeledes eksperimenteret med at gennemføre undervisning i den natur, der omgiver skolen.

I alle tilfælde med den intention at styrke mulighederne for at stimulere elevernes umiddelbare interesse for faget og tydeliggøre de forbindelser, der er mellem de teoretiske og praktiske sider af et givet stofområde.

Evalueringen viser, at det kan have en motiverende og læringsfremmende betydning, når undervisningen i de STEM-relaterede grundfag udfoldes i en praktisk setting. Evalueringen peger på, at der kan være flere gevinster at hente, når undervisningen flytter ud af teorilokalerne og ind i de praktisk indrettede rammer på skolerne eller udenfor. For det første giver en sådan ændring mulighed for at faglæreren og grundfagslæreren kan undervise sammen. Når grundfagslærerens undervisning placeres i værkstedet, naturen eller området for klinisk praksis, etableres der en fælles platform for formidling, der har vist sig at have et solidt potentiale. Grundfagslæreren kan i den teoretisk orienterede undervisning trække direkte paralleller til fysiske genstande eller opstillinger i faglokalet og dermed tilføre undervisningen en vigtig virkelighedsreference, der kan skabe motivation.

Det er dog ikke muligt på alle skoler at bruge fx værksteder og rum til klinisk praksis til undervisning i grundfaget. I nogle tilfælde er grundfagsundervisningen bundet stramt op på en traditionel skemalægning, hvor grundfaget er "låst" i en forståelse af, at grundfag hører hjemme i teorilokaler.

Der er flere praktiske muligheder for at tydeliggøre koblingerne mellem grundfag og uddannelsesspecifikke fag. For det første kan grundfaglæreren, hvis muligheden for team-teaching er til stede, direkte involvere faglæreren i de grundfagsfaglige problemstillinger, der måtte opstå. For det andet er det tydeligt, at eleverne, når de befinder sig i de praktisk orienterede læringsrum, som værksted og klinisk praksis udgør, er tilbøjelige til at opleve sig som mere læringsparate end tilfældet typisk vil være i teorilokaler.

Afprøvningsne har vist, at der er nogle mulige motivationsgevinster, når man flytter den STEM-relaterede grundfagsundervisning ind i rammer, der appellerer til elevernes umiddelbare læringslyst og som samtidig giver rum for, at lærere kan bygge bro mellem fagligheder, der i den typiske skemalægning ofte placeres i adskilte rum. Men erfaringen er også, at det ofte kræver solid opbakning fra skoleledelsen, hvis man skal bryde med en tradition for en fysisk adskillelse af grundfag og uddannelsesspecifikke fag, og at en sådan opbakning ikke altid er lige nem at få.

Undervisning i praktiske rammer kan understøtte transfer

At placere den STEM-relaterede grundfagsundervisning i mere praktisk orienterede rammer er et svar på en udfordring, mange grundfagslærere oplever. Når fysiklæreren gennemfører undervisningen i autoværkstedet, eller når matematiklæreren underviser tømrereleverne i skolens byggehal, inviterer de eleverne ind i scenografi, der har en stærkere appel til eleverne, end det som regel er tilfældet i de mere "skoleagtige" lokaliteter.

De udfordringer, de involverede lærere har taget afsæt i, har netop taget sigte på at optimere mulighederne for transfer – eller: overførsel af viden. I flere tilfælde har lærere beskrevet vanskelighederne ved at få teoretisk gennemgået stof til "at hænge ved", når det – på et senere tidspunkt – skulle anvendes i praktiske sammenhænge i værkstedet eller klinisk praksis.

Ved at afkorte afstanden mellem teori og praksis kan man således øge mulighederne for, at den "nære" transfer kan styrkes betragteligt (Aarkrog, 2022). Man behøver ikke afvente den dimension af undervisningen, der har at gøre med at kunne vise eller demonstrere et givet teoretisk stofs anvendelsesværdi, men kan fx gennemføre forsøg i værkstedet, der omfatter såvel teoretiske beregninger som hands-on-handlinger.

Praktiske rammer skaber nye muligheder for identifikation og motivation

Når den STEM-relaterede grundfagsundervisning forlægges til værkstedet/klinisk praksis, kan der åbne sig nye mulighedsrum. To lærere på personvognsmekanikeruddannelsen besluttede i deres afprøvning at benytte sig af muligheden for at koble ellers adskilte undervisningsrum tættere sammen. De tilrettelagde derfor et forløb, hvor undervisningen i fysik og den værkstedsbaserede undervisning blev bragt i tæt dialog, blandt andet ved at en del af fysikfagets læringsmål blev rammelagt i værkstedet.

Lærerne valgte undervisningstemaet "måling af bremsetryk" som omdrejningspunkt og besluttede, at værkstedet skulle udgøre det primære undervisningsrum. Først fik eleverne en relativt kort indføring i, hvordan bremsetryk kan forstås i en teoretisk ramme – via en gennemgang ved fysiklæreren i teorilokalet. Dernæst tilrettelagde lærerne et forløb i værkstedet, hvor elevernes opgave var at gennemføre målinger af bremsetryk på demonstrationsbiler og sammenholde disse målinger med deres teoretiske indsigt i hydraulik.

Forløbet blev afsluttet med, at eleverne parvist analyserede deres data og skrev en afsluttende rapport om forløbet. Rapportskrivningen foregik også i værkstedet for så vidt muligt at fastholde de erfaringer og den læring, eleverne fik gennem forløbet.

Omdrejningspunktet for afprøvningen var således at forsøge så vidt muligt at anvende værkstedsrammerne som det egentlige tyngdepunkt i forløbet. Antagelsen hos lærerne var, at en sådan tilrettelæggelse ville give eleverne bedre muligheder for direkte at erfare "hands-on", hvordan de fysikfaglige begreber kunne være mere meningsfulde, når de umiddelbart kunne kobles til praktiske øvelser.

Lærerne oplevede, at fysikundervisningen i værkstedet betød, at eleverne bød ind med mere aktivitet og engagement i undervisningen. Når det teoretiske stof kobles tæt og uden større tidsmæssig adskillelse til dets praktiske anvendelsesmuligheder, får eleverne en bedre mulighed for at finde mening i stoffet. De teoretiske betragtninger er ikke et lærestof, man som elev skal "opbevare" til senere brug, men er læring, der direkte sættes i spil, *afprøves* og vurderes i en praktisk anvendelsessammenhæng.

I et evalueringsinterview samlede en af de to lærere deres erfaringer op på denne måde:

"Jeg kan vise dem et diagram over bremsesystemet, og så kan de sige, 'jeg forstår, hvad det handler om. Jeg ved, hvad det er for nogle stempler, du snakker om.' Så i stedet for at det bliver en meget tænkt model, hvor man siger, 'hvis vi forestiller os det system,' så er det noget, de har en praktisk erfaring med, med den model jeg kommer med, og oftest så bliver modellerne i fysik meget tænkte." (Fysiklærer, personvognsmekaniker-uddannelsen)

Grundfagslæreren anerkender her den fordel, det er, at han kan tillempe sine teoretiske modeller, når de så at sige formes af at skulle fungere her-og-nu i værkstedets virkelighed. Han undgår det ofte svære oversættelsesarbejde, det er at skulle spore eleverne ind på, hvad de gennemgik i tidligere lektioner, og søge at give dette relevans i en ny og ikke umiddelbart sammenlignelig kontekst.

Når eleverne interviewes om deres oplevelse af forløbet, giver de udtryk for, at det giver bedre mening for dem, når det faglige stof bindes sammen via en fysisk rammesætning, der skaber indre sammenhæng:

"For min skyld så synes jeg det var rigtig fedt at samle de to der. Det havde jeg i hvert fald savnet på min gamle skole, at vi aldrig lavede noget relevant, som vi kunne bruge til noget, fordi det der det kunne man sagtens bruge på et værksted, at man har den grundlæggende viden indenfor sådan nogle tryk og sådan noget. Det er jo meget relevant. Man kan sige, vi skal have en god grundlæggende forståelse for, hvordan det er skruet sammen" (elev, personvognsmekanikeruddannelsen)

Elevens oplevelse er, at han her møder en tilrettelæggelse, der gør videnstilegnelse meningsfuld, fordi den har et klart anvendelsesperspektiv. Grundlæggende viden er relevant at tilegne sig, når perspektivet er, at den kan omsættes i handling – og dermed kompetenceudvikling – på en nærværende og overskuelig måde.

En sådan forandring af undervisningens scenografi kræver ofte et detaljeret forberedelsesarbejde, hvor de involverede lærere må planlægge og udforme de opgaver, der er kernen i forløbet. Det kalder på rammer og betingelser, som ikke altid er til stede, men som skal skabes for at en sådan helhedsorienteret praksis kan udfolde sig.

Dette uddybes nærmere i afsnittet “Lærersamarbejde om helhedsorienteret STEM-undervisning”.

Undervisning på stationer giver variation og sammenhæng

Det målrettede arbejde med undervisningens praktiske scenografi er kommet til udtryk i flere af de afprøvede undervisningsforløb.

En anden vigtig nøgle til at motivere elever er fundet i at arbejde med at skabe varierede rammer om undervisningen. Et eksempel på dette blev afprøvet af et lærerteam gennem såkaldt ”stationslæring”.

Stationslæring forstås i de afprøvede forløb som en pædagogisk metode, hvor eleverne i løbet af et undervisningsforløb aflægger flere stationer et besøg og på hver station løser en opgave. Stationerne er ofte organiseret, så de indgår i samme tema, eksempelvis “ernæring”. Når en station opbygges, er grundtanken, at den rummer en praktisk betonet opgave, som, for at kunne løses, forudsætter, at eleverne tilegner sig viden fra grundfaget, der i dette tilfælde er naturfaget. Når opgaven er løst, præsenterer eleverne deres resultater for holdet og bevæger sig så videre til næste station.

De gennemførte evalueringsinterviews peger på, at denne pædagogiske idé tilsyneladende er virkningsfuld, når det drejer sig om at organisere helhedsorienteret og praksisnær undervisning i et grundfag. Lærerne giver udtryk for, at en undervisning, der bygges op på denne måde, skaber en god variation og giver mulighed for at arbejde i dybden med de indre sammenhænge i det tema, man vælger.

Eleverne motiveres dels af at løse praktisk betonede opgaver, hvor forbindelsen til virkelighedens faglige udfordringer er tydelig, dels af den udprægede alsidighed, der er en vigtig bestanddel i læreprocessen under stationslæring. Et tema belyses og begribes via en helhedsorienteret opgaveløsning, hvor naturfaglige videns-elementer fungerer sammen med de fx SOSU-faglige færdigheder fra de uddannelsesspecifikke fag.

I evalueringsinterviewene er lærerne blevet spurgt ind til deres vurdering af denne undervisningsform sammenlignet med deres traditionelle måde at formidle naturfaget på, og svarene peger på, at man med denne form har fundet en tilrettelæggelsesform, der kan have en aktiverende og dermed læringsfremmende effekt på SOSU-eleverne. Lærerne fremhæver, at stationslæringen giver dem bedre muligheder for at tilføre undervisningen et dannelsesaspekt, når opgaverne på stationerne udformes med vægt på værdimæssige eller kulturelle overvejelser, der skal indgå i problemløsningen. At stationslæringen ydermere giver mulighed for at arbejde med forskellige læringsstile på de enkelte stationer, betones som en ekstra kvalitet ved denne måde at arbejde på.

STEM-Inspiration

Konstruktion af naturfaglig viden i gruppearbejde

Elevernes samarbejde i grupper spiller en stor rolle i nærmest alle afprøvninger af undervisningsforløb, herunder også den stationsbaserede undervisning, der beskrives

herover. Gruppearbejdet kan understøtte elevernes konstruktion af viden gennem, at de over sig i at tale om det STEM-faglige, afprøver forståelser og spejler deres opfattelser i de andre i gruppen. De over sig i at argumentere, og ideelt når de sammen til et fælles udsagn og konklusioner på den konkrete opgave, de skulle løse. På den måde giver gruppearbejdet mulighed for, at eleverne i fællesskab udvikler deres STEM-faglige viden.

Men faren er også, at gruppen enten ikke får talt om det væsentlige, som underviseren havde forestillet sig, eller at gruppen måske i fællesskab konstruerer fejlagtige faglige konklusioner.

Derfor er det en god ide at have en stærk stilladsering af arbejdsprocessen gennem en meget tydelig rammesætning. Det kunne fx være gennem arbejdsark/skabeloner, konkrete fysiske modeller og konkrete eksperimenter, som eleverne kan gennemføre. Derudover kan gruppens drøftelser, argumenter og konklusioner samles i et produkt, fx skriftligt eller på video, så eleverne oplever, at de får "svaret på" den konkrete opgave, som de skulle løse gennem gruppearbejdet.

Find evt. inspiration til stilladseringen i de øvrige naturfagsdidaktiske tekstbokse her i evalueringsrapporten.

Stationslæring kan understøtte, at Naturfaget bliver relevant for den praktiske opgaveløsning

Når SOSU-lærerne i eksemplet ovenfor valgte stationslæringen, var det med en intention om at kunne "afdramatisere" naturfaget og sætte det ind i en meningsfuld sammenhæng, så eleverne kunne få oplevelsen af, at faget kunne have en konkret anvendelsesværdi, fx når man arbejder med ældre eller syge borgere. Flere af lærerne havde erfaret, at en formidling af naturfaget i "ren" form i klasseundervisning i et teorilokale var en tilgang, der på ingen måde var i tråd med elevernes forudsætninger og forventninger til, hvordan de gerne ville lære.

I en SOSU-kontekst er muligheden for fx at arbejde med produktfremstilling som en praktisk vej til motivation ikke så nærliggende, så lærerne valgte at gå andre veje i bestræbelsen på at tydeliggøre, hvordan naturfaget kunne gøres meningsfuldt for eleverne.

Udfordringen var at udvikle en pædagogisk form, hvor naturfagets mål kunne integreres i praktiske opgaveløsningshelheder, hvor eleverne ikke fik oplevelsen af at skulle tilegne sig et naturfagligt stof, fordi det nu engang stod i uddannelsens bekendtgørelse, men derimod oplevede, at naturfaglig indsigt kan være en vigtig vidensressource, når man skal løse såvel egne som andres daglige udfordringer.

Stationer kan rumme mange typer af opgaver

Ideen med stationslæring viste sig succesfuld.

Af lærernes evalueringer fremgår det, at netop den praktiske scenografi bidrog til at motivere eleverne. De enkelte stationer var tilrettelagt varieret, dvs. med forskellige udfordringer på de enkelte stationer, men også sammenhængende i den forstand, at stationerne belyste et fælles tema. Dette, mente lærerne, var nøglen til et vellykket forløb.

I et forløb over tre dage under temaet ”Ernæring” udtænkte lærerne fire stationer, der hver især og tilsammen skulle indfange centrale mål fra henholdsvis naturfaget og relevante uddannelsesspecifikke mål.

I den første station blev eleverne udfordret på en opgave om måltidets betydning. I en case med en ældre borger skulle eleverne finde løsninger på, hvordan måltidet kunne beriges oplevelsesmæssigt.

I den anden station handlede det om energifordelingen i kosten. Her skulle eleverne udvikle måltider til borgere/patienter med forskellige typer af spise-udfordringer.

Den tredje station havde lærerne valgt at kalde ”spise-drikke stationen”. Her skulle eleverne sidde i en fingeret spisesituation med en borger, som var lam fra halsen og ned, og tilegne sig viden om, hvordan man kommunikerer og agerer som sundhedsprofessionel.

Den fjerde station tog udgangspunkt i Sundhedsstyrelsens kostråd. Her skulle eleverne arbejde med de officielle kostråd, selv fortolke dem og omsætte dem til en planche til eget brug.

Som supplement til stationerne udviklede lærerne en model for, hvordan det naturfaglige kernestof, der var relevant for temaet, yderligere kunne styrkes ved at tilrettelægge nogle mellemiggende læringsforløb, hvor eleverne – typisk via fagets grundbog – fik mulighed for at fordybe sig i teoretisk betonedede emner, såsom bestemte molekylers opbygning, grundstoffer i det periodiske system eller andet med umiddelbar relevans for arbejdet i den station, man havde besøgt.

Hertil kom, at lærerne under tiden stillede supplerende opgaver til eleverne med det formål, at de skulle uddybe og dokumentere en gennemarbejdet problemstilling fra eget liv, som kunne supplere de forståelser af stoffet, de havde opnået på skolen.

Når en elev således gennemløb et ”stationsforløb” med fire stationer med supplerende opgaver og ”hjemmeopgaver”, blev der – ifølge lærernes vurderinger af forløbet – tale om et godt varieret men alligevel sammenhængende forløb, hvor temaets forskellige aspekter kunne behandles både nuanceret og helhedsorienteret.

Lærernes pointe var, at den helhedsorienterede tilrettelæggelse giver nogle muligheder for at reflektere over indlæringen på en mere kompleks og sammenhængende måde, fordi arbejdsstationernes design er så tilpas udfordrende, at elevens tænkning og læring bringes i spil i flere betydningslag samtidig.

Eleverne betonedede i evalueringsinterviews variationen og fleksibiliteten i opgaverne som vigtig for motivationen i forløbet – netop en af de vigtige kendetegn ved stationslæringen.

En elev gav fx udtryk for denne vurdering:

”(...) den (stationslæringen) var meget godt placeret. Jeg var næsten ved at blive træt af at høre på lærerne. Og så kom der lige en uge, hvor man skulle endelig i gang med noget praktisk, hvor man skulle stikke og man skulle smøre maden, og så skulle vi ud og handle, og så skulle vi være SOSU’er.” (elev, social- og sundhedsassistentuddannelsen)

Samlet set peger lærer- og elevevalueringerne på, at man med stationslæringsideen er lykkedes med at udvikle en model for helhedsorienteret undervisning, der møder elevernes forventninger om aktivitet, praksisrettethed og variation på en god måde.

LÆRERSAMARBEJDE OM HELHEDSORIENTERET STEM-UNDERVISNING

Den udfordring, de 23 deltagende lærerteams har stået overfor – at skulle udvikle og afprøve helhedsorienterede undervisningsforløb – har betydet, at der har været intensiveret opmærksomhed på, hvordan lærernes samarbejde har fungeret.

I dette afsnit opsamles nogle vigtige erfaringer med dette.

Evalueringen viser, at lærernes samarbejde om praksisnær og helhedsorienteret undervisning er en afgørende nøgelfaktor for at få succes med at praktisere helhedsorienteret undervisning.

Kapitlet præsenterer - på tværs af afprøvningerne i projektet - nogle overordnede opmærksomhedspunkter i relation til, hvordan lærerne har samarbejdet om helhedsorienteret undervisning, og hvilken betydning det har haft for dem at samarbejde:

- Helhedsorientering styrkes, når lærerne er fælles om undervisningen
- Lærernes kompetenceudvikling understøttes via helhedsorienterede forløb
- Kollegialt samarbejde giver fælles faglige sprog på tværs af fag

Det er et fællestræk ved alle de forløb, der har været udviklet og afprøvet i projektet, at tilrettelæggelsen er sket i et samarbejde mellem lærere i henholdsvis STEM-relaterede grundfag og uddannelsesspecifikke fag.

Evalueringen viser, at det er afgørende for at få succes med helhedsorienteret undervisning, at lærerne engagerer sig tæt i et kollegialt didaktisk samarbejde, hvor faglige mål på tværs af fag bliver en integreret del af fælles undervisningsarbejde og planlægning. Evalueringen viser samtidig, at det er vigtigt for lærerne, at der er rammer for tværgående planlægning og undervisning i STEM-grundfagene.

Fælles undervisning kan styrke helhedsorientering

Det er afgørende for at kunne arbejde helhedsorienteret, at lærerne samarbejder om planlægning og gennemførelse af undervisningen i de STEM-relaterede fag. Dette gælder, hvad enten der er tale om casebaseret undervisning, undervisning med fokus på PBL, produktorientering, stationsundervisning eller undervisning med fokus på elevernes kreativitet.

Evalueringen af de udviklede og afprøvede forløb viser, at det har en stor læringsværdi at ”kaste lærere ud på dybt vand” ved at skabe en nødvendighed af, at de udvikler nye, tværfaglige kompetencer, netop fordi der skal undervises helhedsorienteret. I langt de fleste afprøvninger har lærerne involveret sig i kollegers mål, stof og overvejelser over didaktisk tilrettelæggelse, hvis rammerne vel at mærke har været til stede.

En vigtig indsigt fra evalueringerne er således, at det motiverer lærere, når man får mulighed for at indgå i målrettede udviklingsforløb, hvor egne kompetencer både opleves som nyttige for kolleger men også opleves som værende i spil og forandring, fordi de skal anvendes i en ny og bredere sammenhæng.

En nylig gennemført undersøgelse af den grundfaglige naturfagsundervisning (EVA, 2023) peger på, at grundfagsundervisere generelt ønsker et tættere samarbejde med faglærerne i bestræbelserne på at skabe meningsfulde koblinger til de uddannelsesspecifikke fag. Den største barriere for samarbejdet er manglende tid for den enkelte underviser, der ofte har skemaet fyldt op med undervisning. Det er især tid til den faglige udvikling løbende i hverdagen, som grundfagsunderviserne må nedprioritere. Derudover påpeger undersøgelsen også et behov for et vedvarende ledelsesmæssigt fokus, så samarbejdet kan prioriteres, fx gennem fælles møder og parallellagte undervisningspositioner i skemaet (ibid., s. 7).

Dette projekts evaluering peger på, at fælles udviklingstid og -ramme kan være med til at understøtte kvaliteten af helhedsorienteringen og dermed bidrage til, at eleverne i højere grad inkorporerer STEM-faglige elementer i deres fremtidige erhvervspraksis. I flere af afprøvningsne har deltagerne påpeget, at de netop i dette projekt endelig har fundet tid til at sætte nogle udviklingstiltag i gang, som de indtil nu kun har haft som fælles ideer til udvikling.

I flere interviews giver lærerne udtryk for, at der skabes gode muligheder for relevante koblinger på tværs af fagene, når de er fælles om planlægningen i et konkret samarbejde mellem grundfag og de uddannelsesspecifikke fag.

Samarbejdet kan foregå på mange måder, men at det er fx vigtigt, at der findes reelle muligheder for at udfolde dette samarbejde i de rammer, lærerne har til rådighed.

På en af de deltagende skoler har man fx brugt midlerne fra projektet til at skabe rammer for samarbejdet, men her gør lærerne opmærksom på, at mulighederne for den fælles undervisningsplanlægning bør kunne fortsætte, når projektmidlerne er opbrugt. Der peges bl.a. på, at et øget samarbejde om fælles undervisningsplanlægning mellem grundfag og uddannelsesspecifikke fag vil kunne være en styrke i tilfælde af sygdom i lærergruppen, fordi lærerne i højere grad vil kunne overtage hinandens undervisning. Fælles tværfaglig planlægning vil kunne skabe fleksibilitet og flere tværfaglige kompetencer. En lærer siger fx:

”Man kan nogle ting, når man kan lave den der fleksibilitet på tværs af uddannelserne, fordi at så kan man prøve noget af, hvor du kan gå op og undervise på elektrikeruddannelsen i forhold til pumpestyring, for det har de jo også på deres GF2. Og du har jo også noget elektrisk her, som du så kan trække på, men det handler jo om, at man kender hinanden”
(naturfagslærer, Maleruddannelsen)

Læreren italesætter her en gennemgående opmærksomhed i evalueringen, der handler om, hvordan en fælles undervisningsplanlægning kan resultere i øget fleksibilitet og et bedre fagligt kendskab til, hvordan STEM-fagene kan bidrage konstruktivt til de respektive fagområder. Behovet for fælles undervisningsplanlægning går igen i flere af de afprøvningsne, som de respektive lærerteams har gennemført.

Flere af de deltagende lærere fremhæver vigtigheden af den fælles planlægning for at kunne tilrettelægge undervisning, der er relevant for eleverne.

Biologi- og faglærere på en gartneruddannelse havde i samarbejde planlagt undervisning med fokus på en case om en græsplæne, som ikke ville spire. Her skulle eleverne forholde sig til, hvilke planter der voksede der, og finde frem til, hvorfor græsset ikke spirede, som det skulle, og der blev planlagt og gennemført forsøg med at spire frø, finde forskellige rødder osv.

Den fælles planlægning har givet lærerne tværfaglig viden, som er kommet eleverne til gavn i de tværfaglige caseforløb, men det har krævet tid, hvilket kan være svært at finde i en travl dagligdag. En lærer beskriver arbejdet med afprøvningerne i det gennemførte undervisningsforløb sådan:

"Sådan nogle ting her, det skal ikke være fordi, der følger midler med eller det ene eller andet. Det skal være fordi man vil det i undervisningen, og så skal man også give lærerne den tid til det (...). Vi har gjort det, fordi vi faktisk, når vi var sammen, og nu var vi heldige vi fik lov til at have det sammen (...). Men det var jo det, der var med til at udvikle tingene. For jeg havde jo ikke nået det her alene." (biologilærer, Gartneruddannelsen)

Læreren beskriver, hvordan det har været vigtigt at samarbejde om planlægning af undervisningen for at nå de ønskede mål. Men samtidig udtrykker læreren, at det fælles planlægningsarbejde skal prioriteres tidsmæssigt, også når der ikke er afsat projektmidler til det.

Tolærerordninger understøtter lærernes fællesskab om undervisningen

Evalueringen viser, at der kan være store fordele ved at udvide og konkretisere samarbejdet med tolærerordninger, når hensigten er at øge elevernes motivation og læring i de STEM-relaterede grundfag. Når grundfagslærere og faglærere er sammen om at gennemføre undervisningen, øger det samtidig det fælles fundament.

Eksempelvis har man afprøvet tolærerordninger på en autouddannelse og fået flere positive erfaringer i den forbindelse. Afprøvningen har bestået i, at fysiklæreren og faglæreren har været til stede i undervisningen på samme tid, sådan at fysik er blevet koblet direkte til faglærerens undervisning – og omvendt. Fysiklæreren udtaler i den forbindelse:

"Der er eksempler på, når man siger til dem; 'hvad er strøm?' så svarer de alle sammen; 'ampere' mere eller mindre, hvor at før, der havde de sagt; 'det er det, der får en pære til at lyse eller det, der kommer ud af stikkontakten'. Så man kan sige, de har måske fået nogle fagtermer ind, som måske giver mere mening for dem, end det her gjort tidligere" (fysiklærer, Personvognsmekaniker-uddannelsen)

Grundfagslæreren fortæller her, at den fælles forståelse med faglæreren i en tolærerordning har bevirket, at eleverne har kunnet hjælpes og støttes i at koble grundfagsundervisningen sammen med værkstedsundervisningen. Ifølge læreren har dette givet positive læringsresultater. På samme måde fortæller en faglærer, at muligheden for fælles undervisning har givet gode resultater, og at det er blevet nemmere at overtage og relatere til hinandens undervisning. Det nævnes som en fordel, at undervisningsindholdet relaterer sig til den samme opgave, hvilket betyder, at såvel grundfagslærer som faglærer har en fælles opgaveforståelse i deres undervisning. Dette letter arbejdsgangene i forhold til at undervise eleverne.

Fælles undervisning i værkstedsrammer styrker lærernes involvering i hinandens undervisning

Evalueringen viser ligeledes flere eksempler på, at det kan understøtte lærernes forståelse af mulighederne for overførbare af det faglige indhold mellem grundfag og uddannelsesspecifikke fag, når undervisningen flyttes til fysisk-praktiske rammer i fx værkstedet. Det kan udvikle de fælles faglige forståelser mellem lærerne, når grundfagsundervisning også foregår i praktiske rammer. Dermed får lærerne indsigt i mulighederne for at danne faglige helheder for eleverne i grundfagsundervisningen.

I de afprøvninger, der er gennemført i projektet, er der flere eksempler på, at den STEM-relaterede grundfagsundervisning er flyttet ind i skolernes forskellige værksteder. I analysen af afprøvningsresultaterne ses dette greb på den ene side at fungere som en driver for motivation og læring hos eleverne, og på den anden side at medvirke til, at lærerne kommer tættere på hinandens praksis og involverer sig forpligtende på hinandens didaktiske udfordringer. Dette kan tilføre såvel grundfagslæreren som faglæreren nye dimensioner i sin lærerrolle.

Når undervisningen i flere fag "flytter sammen fysisk", peger erfaringerne på, at grundfagslæreren i højere grad bliver inviteret ind i at tænke med på, hvordan et fag med overvejende teoretiske læringsmål kan udfolde sig i en praktisk kontekst. Faglæreren skal omvendt vænne sig til at tænke med på, hvordan et fag med overvejende færdighedsorienterede læringsmål kan invitere til dialog og samspil med erhvervets vigtige grundfagligt orienterede indsigter.

Erfaringen fra de afprøvninger, der er opsamlet i evalueringen, er, at flere lærere ser klare fordele i at gå disse nye veje og er blevet opmærksomme på, at sådanne grænseskridt kan bidrage til lærernes faglige og didaktiske udvikling. I et evalueringsinterview konkretiserer en fysiklærer, hvordan han har udviklet sig ved at komme tættere på fagets praktiske virkelighed. I de praktiske forsøg på værkstedet har han fået ny indsigt i, hvordan man måler strøm på biler:

"Der er mange ting, som jeg ikke vidste noget som helst om, da jeg startede, men her der kommer vi ligesom ind i bilen, og der er jeg endnu mindre hjemme, altså når vi skal ind og se, hvad er der rent faktisk, når vi splitter bilen ad? Der var jeg afhængig af, at de forklarede mig, hvordan er det, det her fungerer?" (fysiklærer, Personvognsmekaniker-uddannelsen)

Citatet illustrerer en gennemgående pointe i evalueringen: at samarbejdet mellem grundfagslærere og faglærere kan udvikles og understøttes, når det tager udgangspunkt i det, der sker i den værkstedsmæssige praksis. Fysiklæreren får udvidet sit faglige perspektiv i samarbejdet med faglæreren om undervisningens tilrettelæggelse og gennemførelse, når det sker i den konkrete værkstedsmæssige sammenhæng. Fysiklæreren gjorde ydermere det, at han valgte at afholde eksamen i værkstedet, hvor eleverne var mere trygge og havde mindre eksamensangst. Og erfaringerne var positive:

"Det virker at gå ned på værkstedet og lave forsøget. Det giver mere mening for dem. Og der var eksamen supergod til at vise, at de havde meget nemmere med at forklare formålene med forsøgene og hvordan de lavede dem" (fysiklærer, Personvognsmekaniker-uddannelsen)

Evalueringen peger således på, at værkstedet som ramme om teoriundervisning har nogle klare fordele. Flere elever udtrykker, at de bedre kan se en mening med grundfagsundervisningen, når den foregår i værkstedet, hvor de direkte kan lave fx målinger og på den måde får konkret og praktisk indsigt i fx tal, udregninger og viden fra grundfaget. De kan se den direkte anvendelseskontekst for den viden, grundfagsundervisningen giver dem.

Evalueringen viser desuden flere fordele ved at flytte grundfagsundervisningen ud i værkstedet, men alligevel er det langt fra alle erhvervsskoler, der benytter sig af denne praksis. Der er forskellige årsager til dette, der som nævnt bl.a. handler om, at lærernes undervisningstid og skemaer langt fra altid tager højde for dette. Det kræver ledelsesmæssige beslutninger om at ville praktisere tolærerordninger, så lærerne får mulighed for at planlægge og gennemføre undervisning sammen. Derudover kræver det, at lærerne er villige til at lade sig inspirere og lære af hinandens undervisning.

En anden betydning af at flytte undervisningen til praktiske værkstedrammer ses i en afprøvning hos et lærerteam på uddannelsen til overfladebehandler. Her er der gode erfaringer med at gøre kemifaget mere synligt i de fagspecifikke værkstedsfag, i dette tilfælde i arbejdet med pulver, maling og rustbeskyttelse.

Kemifaget blev synliggjort ved at sætte konkret fokus på det, der sker bag processerne i forhold til arbejdet med pulver, maling og rustbeskyttelse, og ved at gøre det klart, hvordan kemi kunne hjælpe eleverne til at forstå de forskellige processer ud fra deres viden om bl.a. syre/base og sæbe. I kemifaget blev der således arbejdet med de kemiske processer i værkstedet, hvor grundfagslærere og faglærere arbejdede sammen om det, der skete i værkstedsundervisningen, ud fra viden om processerne i kemifaget.

Dels oplevede lærerne, at den fælles undervisning i værkstedsrammerne styrkede deres involvering i hinandens undervisning, dels oplevede eleverne det som motiverende at blive udfordret i deres overfladebehandlingsopgaver. At arbejde undersøgende med hvad der skete, og hvad der evt. gik galt i processerne engagerede eleverne.

Lærersamarbejde med udgangspunkt i praktiske cases

Praksisnært lærersamarbejde kan være en måde at imødekomme den grundlæggende udfordring beskrevet i første del af denne rapport, der handler om, at flere elever ikke kan se meningen med de STEM-relaterede grundfag, blandt andet fordi de ikke har oplevelsen af at komme til at bruge det i praksis. Flere lærerteams har arbejdet med denne problemstilling, og evalueringen viser eksempler på, at et fokus på tværfaglige forløb med praktiske cases er motiverende for eleverne.

Et team på en SOSU-uddannelse har fx arbejdet med et forløb, hvor kemifaget var placeret i begyndelsen. Forløbet tog udgangspunkt i, at eleverne manglede ”noget praktisk” fra de uddannelsesspecifikke fag, som de kunne hænge kemiindholdet op på. Udfordringen var, at eleverne, på den ene side, godt kunne engagere sig i grundfagsundervisningen, men at de, på den anden side, ofte efterlod læringsudbyttet på selve dagen uden at overføre det til de uddannelsesspecifikke fag. Afprøvningen viste, at det gav mening for eleverne, når lærerne i de uddannelsesspecifikke fag indgik i et tæt samarbejde om det naturfaglige indhold ved at udarbejde fælles opgaver til undervisningen.

Konkret handlede afprøvningen om at omformulere nogle allerede eksisterende opgaver, så der blev en langt større grad af relevans til det, eleverne havde lært i de uddannelsesspecifikke fag.

Samtidig blev rækkefølgen i forløbet ændret og tilpasset for at skabe bedre sammenhæng og for at understøtte en rød tråd. Naturfag blev således indarbejdet i de uddannelsesspecifikke fag, så eleverne i højere grad mødte naturfaget i en autentisk kontekst, der afspejlede deres kommende erhverv.

I afprøvningen blev der opstillet en række cases med fiktive casepersoner, som eleverne mødte flere gange gennem forløbet, og som de lærte at kende på tværs af fagene. Casepersonerne havde til formål at skabe konkrete billeder på abstrakt teori. Alt dette skete i et samarbejde mellem grundfaglærere og lærere i de uddannelsesspecifikke fag. Evalueringen viser, at eleverne oplevede at kunne bruge det, de lærte i naturfag. På denne måde kan det være hensigtsmæssigt at øge samarbejdet mellem grundfag og de uddannelsesspecifikke fag ved at integrere STEM-relaterede grundfag (her naturfaget) tydeligt i opgaverne.

Lærernes kompetencer understøttes via samarbejde om forløb

Lærerne i de gennemførte afprøvnings udtrykker ofte den erfaring, at arbejdet med helhedsorientering i relation til de STEM-relaterede fag udvikler deres kompetencer og gensidige indsigt i hinandens fag. Flere af lærerne fortæller, at de har udvidet og udviklet deres perspektiver på undervisning, og at de har tilegnet sig ny faglig og didaktisk viden ved at indgå i tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af et helhedsorienteret undervisningsforløb. Dette både fordi samarbejdet med lærere med andre typer af fagligheder har bidraget til udvidet indsigt i indholdet i de andre fag. Men også fordi samarbejdet i mange tilfælde har genereret nye ideer og inspiration til andre didaktiske tilgange i undervisningen.

Evalueringen viser en dobbelthed. På den ene side peger lærerne på, at det at blive involveret i at udvikle, gennemføre og evaluere helhedsorienteret undervisning har potentiale til at skubbe positivt til læreres nysgerrighed over for andre fag og dermed udvikle ny indsigt og nye færdigheder på nye og ukendte faglige områder. På den anden side er nogle lærere skeptiske over for, om erfaringerne kan fastholdes og udbygges, når en given projektperiode er slut, og den daglige "drifts-logik" tager over og ikke levner plads til de relativt bekostelige prioriteringer ift. at afsætte tid til lærerne fælles udvikling, samarbejde og undervisning om helhedsorientering i relation til STEM-fagene.

I en af afprøvningsne besluttede autolæreren og fysiklæreren sig for at arbejde helhedsorienteret i et forløb om måling af bremsetryk. Forudsætningen for at lykkes med dette var, at autolæreren måtte udvikle indsigt i de faglige mål fra fysikfaget og samtidig arbejde med, hvordan de mål han selv havde særlig kompetence i som autofaglærer, kunne forbindes til fysikfagets mål. Omvendt måtte fysiklæreren tilegne sig viden om de faglige mål fra autofaget, så han på sin side kunne bidrage til analysen af, hvordan det helhedsorienterede forløb kunne skrues sammen.

Selv om mange af de deltagende lærere peger på gevinsterne ved samarbejde mellem grundfaglærere og lærerne i de uddannelsesspecifikke fag, er der også lærere, der har oplevet samarbejdet som udfordrende og mindre givende. Dette handler især om, at flere vurderer, at der har været for lidt tid til at planlægge i en travl hverdag, kendetegnet ved mange uforudsigeligheder såsom pludselige ændringer i undervisningsskema pga. fx sygdom.

Udfordringerne har også handlet om, at samarbejdet mellem lærerne forudsætter en gensidig afhængighed af hinandens indsatser og engagement. Nogle lærere har oplevet et fravær af dette og har erfaret en større driftssikkerhed i at planlægge og gennemføre undervisningen på egen

hånd. På den måde viser evalueringen, at samarbejde mellem lærere ikke bare er noget, der kommer af sig selv, men skal prioriteres og opøves som en fælles indsats i et lærerteam.

Det har således været erfaringen blandt lærerne i afprøvningerne, at bevægelsen fra enkeltfaglig til tværfaglig undervisning betyder, at man som lærer reelt dedikerer sig til at udvide egne faglige horisonter og gå så langt ind i et andet fagområdes mål, at det bliver meningsfuldt at være til stede i et samarbejde om planlægningen af et helhedsorienteret undervisningsforløb.

I de gennemførte afprøvninger af helhedsorienterede undervisningsforløb er der blevet arbejdet med en række forskellige udformninger af dette lærersamarbejde om gensidigt at udvide faglige og didaktiske perspektiver.

Når man ser på tværs af data i evalueringerne af de afprøvede forløb, fremgår der forskellige former for lærersamarbejde. Typisk ses det, at lærersamarbejdet har en form, hvor de medvirkende lærere, på baggrund af kendskab til hinandens faglige mål, bliver i stand til at planlægge opgaver på tværs, som eleverne arbejder med i de pågældende fagområder. I få tilfælde ses det dog også, at lærersamarbejdet har en form, hvor lærerne, på baggrund af en vidtgående indsigt i hinandens fagområder, kan undervise ”ind over” hinandens fagområder og praktisere, hvad man traditionelt vil betegne som ”team-teaching”.

Evalueringen viser, at flertallet af de lærere, der har medvirket i afprøvningerne af helhedsorienterede forløb, er positive over for den perspektivudvidelse, der følger med et øget fagligt og didaktisk samarbejde om helhedsorienterede STEM-forløb. Dette både i en begrænset eller mere udvidet form. Lærerne oplever, at det at overskride egne faglige og didaktiske grænser har en positiv effekt på deres engagement i arbejdet. Det er ikke blot krævende men også spændende for lærerne at udvide deres perspektiver, fordi de får en større bane at udfolde sig på og måske også bryder med nogle af de rutiner, de har tillært sig, da de arbejdede på enkeltfaglig basis.

STEM-Inspiration

Kompetenceudvikling i en travl hverdag

På flere måder viser evalueringen, at de deltagende undervisere gennem den fælles undervisningsplanlægning og -gennemførelse har sat sig selv i positioner, hvor de har måttet udvikle deres kompetencer i et lille team. Dette har fx været gennem undersøgelse af andre fags indhold og metoder i samspil med eget fagområde, afprøvning og fælles refleksion over det gennemførte forløb. Flere deltagere har udtrykt ønske om at kunne fortsætte samarbejdet og udviklingsprocesserne udover projektets ramme.

Dermed adresseres både en måde, hvorpå kompetenceudvikling konkret organiseres i praksis i en ellers travl hverdag, og der anes også en begyndende fælles kultur for faglig udvikling i mindre lærerteams. Begge forhold er noget, der ellers bliver påpeget som stærke barrierer, når det gælder kompetenceudvikling inden for det naturvidenskabelige område på erhvervsskoler (EVA, 2023, kap. 5).

Lærernes gensidige interesse og engagement på tværs af fag styrkes

Når man stiller skarpt på de konkrete erfaringer med at tilegne sig indsigt i kollegers fag og faglige mål, er det helt overvejende positive vurderinger, der kommer til udtryk. Dette handler overordnet set om lærerens udvikling af deres kompetencer og perspektiver ved fælles planlægning og gennemførelse af helhedsorienterede praksisnære forløb - til gavn for elevernes motivation og læring. Men der er også negative udsagn blandt lærerne, som særligt handler om rammerne for dette fælles tværfaglige samarbejde, og som udtrykker, at vilkårene for samarbejde kun kan lade sig gøre i et sådant kortsigtet projektperspektiv, hvor der følger økonomiske midler med. Bl.a. fordi skolerne typisk ikke har mulighed for eller vil prioritere midler til mere samarbejde, tolærerordninger eller team-teaching.

På den positive side nævner flere lærere, at de samlet set får udvidet deres perspektiver og får en større vidensmæssig og didaktisk bredde i undervisningen – til gavn for deres elever. Dette især fordi man i et samarbejde har mere og større viden samlet set, og ikke mindst fordi man på den måde har større chance for at tage højde for de forskellige typer af elever i undervisningen.

En del af lærerne fremhæver styrken i, at flere lærere sammen kan understøtte mere mangfoldig og perspektivrig formidling af undervisningen. Det, den ene ikke ser, har den anden måske blik for og kan inddrage som en supplerende vinkel. Nogle lærere peger desuden på, at eleverne oplever lærernes tætte samspil som inspirerende:

”Og jeg synes eleverne faktisk også er sjove at være tilskuere til, når vi stod to sådan. Og hvordan var det med det der? Sådan? Nej, det er for er det ikke sådan det hænger sammen (...) Så kunne man høre, så blev der ligesom stille, og så sad de bare lyttede på: hov er de to ikke enige eller? Kan man se forskelligt på det? Og det det kræver så også de rigtige undervisere til at gøre det altså.” (biologilærer, Landbrugsuddannelsen)

Interviewdata i evalueringen viser generelt også, at gensidig interesse er en forudsætning for at lærersamspillet - og dermed lærerudviklingen - kan komme i stand. Kun hvis lærerne har en vilje til at forlade en snæver pensumtænkning i et enkeltfagligt perspektiv og åbner sig mod kollegers fagligheder, kan undervisningen udvikles. En af de deltagende lærere peger på det på denne måde:

”(...) det er vigtigt at både den ene og den anden underviser er nysgerrig på, hvordan kan vi trække paralleller, men så synes jeg også, at så er det kun fantasien, der sætter grænser, og det tænker jeg, det bliver den fedeste undervisning, når man kan trække de her paralleller.” (faglærer, personvognsmekanikeruddannelsen)

Flere lærere i evalueringen påpeger dog, at arbejdet med at undervise helhedsorienteret nok har lovende perspektiver i sig, men at det sandsynligvis ikke kan lade sig gøre på den lange bane. Dette fordi lærerne ikke tror på, at rammerne for samarbejde kan udgøre en blivende ramme om udvikling af deres kompetencer, og fordi de er skeptiske i forhold til, om skolens ledelse på længere sigt vil prioritere muligheden for, at de får tilstrækkelig tid og rum til at udvikle helhedsorienteret undervisning. Nogle af lærerne påpeger således, at ledelsen spiller en afgørende rolle ift. at sikre et tilstrækkeligt rum for samarbejde - både hvad angår tid, og hvad angår understøttelse af lærernes gensidige syn på vigtigheden af helhedsorientering i undervisningen.

Pointen er her, at udvikling af lærerkompetencer i regi af en helhedsorienteret didaktisk tænkning ikke kun skal praktiseres i korte projektforsløb, men også bør fungere i en mere langsigtet planlægningshorisont. Dette er afgørende for, at der kan foregå en kontinuerlig understøttelse og udvikling af lærernes gensidige interesse for hinandens faglige områder.

Kollegialt samarbejde giver fælles faglige sprog på tværs af fag

Et kollegialt samarbejde om helhedsorienteret undervisning kan imødekomme en gennemgående udfordring, som ses i evalueringen. Nemlig at underviserne har meget forskellige sprog om de samme fænomener - relateret til deres forskellige fagligheder i forhold til undervisningen.

Det kollegiale samarbejde giver ikke blot lærerne større indsigt i hinandens fag og faglige mål men bidrager også til at udvikle et fælles sprog, lærerne imellem, der i mange situationer ses at give eleverne motivationsmæssige gevinster og udbytte. De tre typer af udbytter beskrives i afsnittene nedenfor.

Fælles faglige sprog kan give større pædagogisk aktionsradius

At planlægge helhedsorienteret undervisning har i projektet vist sig ved, at lærere i hhv. grundfag og uddannelsesspecifikke fag har indgået i tætte samarbejdsrelationer, hvor tidligere faglige grænsedragninger er blødt op. Det har haft den virkning, at kolleger er kommet tættere på hinanden og har åbnet sig mod hinandens fagligheder, didaktiske indsigter og erfaringer.

Resultaterne af afprøvningsforløbene viser, at denne gensidige faglige tilnærmelse rummer en vigtig sproglig dimension. Når lærere på tværs af uddannelsesspecifikke fag og grundfag har fungeret i intensive samarbejdskonstellationer, har det i mange tilfælde betydet, at grundfagssproget og dets terminologi har fundet vej ind i større dele af den samlede undervisnings sproglige virkelighed. I flere af de gennemførte afprøvningsforløb er dette kommet til udtryk.

Både lærere og elever har registreret fænomenet og hæftet sig ved, at det har en positiv indvirkning på læringsmulighederne. Når de to typer af lærerprofiler ikke benytter forskellige sproglige koder men i højere grad benytter én fælles sproglig kode, øger det elevernes muligheder for at tilkoble sig undervisningen og få udbytte af samme.

På en auto-uddannelse, hvor grundfagslæreren og autofaglæreren arbejdede tæt sammen om at planlægge og gennemføre undervisningen, nåede samarbejdet et niveau, hvor lærerne havde et så omfattende fælles sprog, at de oplevede, at eleverne ikke skelnede imellem, hvem de rettede henholdsvis fysikfaglige og auto-faglige spørgsmål imod.

Lærerne har i flere af de afprøvede forløb oplevet, at det har givet dem en 'ekstra sproglig dimension' at involvere sig i planlægning og gennemførelse af helhedsorienterede undervisningsforløb. Når faglæreren involveres i såvel planlægning som gennemførelse af helhedsorienterede undervisningsforløb, betyder det, at han eller hun må kunne forstå og til en vis grad betjene sig af grundfagets sproglige udtryk og begreber. Således kan involveringen i og fællesgørelsen af hinandens undervisning og planlægning ikke blot føre til en dybere fællesfaglig forståelse men også bidrager helt konkret til at lære hinandens faglige sprog og begreber at kende. I de afprøvede forløb ses det, at helhedsorienteret undervisning ikke kun handler om at planlægge, gennemføre og evaluere undervisning sammen, men at det samtidig er vigtigt, at både faglæreren og grundfagslæreren lærer hinandens faglige begreber og fagsprog at kende.

Det gensidige sproglige kendskab er således en selvstændig pointe i relation til gennemførelse af praksisnær helhedsorienteret STEM-undervisning.

I de gennemførte evalueringsinterviews giver flere af de interviewede faglærere udtryk for, at disse indsigter og kompetencer opleves som en berigelse af deres arbejde. De har fået ”suppleret” deres indsigter i faglige mål med de tilhørende faglige koder, som måske ellers har tilhørt andre kollegers domæne og fremstået som områder, man ikke behøvede at interessere sig for som lærer i et andet fagområde.

Den positive konsekvens er, at lærerne øger deres faglige og pædagogiske aktionsradius, forstået således, at lærerne peger på, at det har givet mulighed for at kunne trække på - og inddrage - flere fagbegreber i sin undervisning og dermed pædagogisk lægge op til elevernes arbejde med eksempler fra faget. Flere af faglærerne i de gennemførte interviews peger på, at indsigten i grundfagets sproglige koder typisk kommer til udtryk ved, at de tør begive sig ind i mere komplekse problemstillinger, når man formidler sit eget fagområde. Flere af faglærerne giver udtryk for, at de gennem deres deltagelse i afprøvningsrunden har rykket sig markant. Hvor de tidligere ikke var komfortable med at anvende grundfagsfaglige termer, oplever de nu en større grad af fortrolighed med dette.

Dette gør, at lærerne oplever en større tryghed i deres daglige undervisning, men frem for alt er holdningen, at det øger den enkelte lærers nysgerrighed og appetit på at indgå i dialoger med kolleger og elever om, hvordan eksempelvis grundfagsfaglige sammenhænge kommer til udtryk i det uddannelsesspecifikke fags mere praktiske sider – og omvendt.

På elevsiden bemærkes denne udvikling af lærerrollen også. Eleverne fremhæver i flere interviews, at lærerne er nemmere at forstå, når de (lærerne) gensidigt forstår og betjener sig af hinandens sproglige koder og dermed bedre kan formidle fælles forståelser af undervisningens centrale indhold.

Det er således en vigtig pointe, at kollegers involvering i at udvikle helhedsorienterede didaktiske designs har en positiv betydning for såvel læreres som elevers fagsproglige udvikling.

Gevinsten ved at tilnærme sig hinandens fagsprog via helhedsorienterede undervisningsforløb er således, at det kan bidrage til lærernes individuelle og fælles sproglige udvikling, og at sådanne løft i sidste ende kommer eleverne til gavn. Begge kategorier af lærere (USF og grundfag) erobrer så at sige nyt sprogligt terræn og står dermed klart stærkere, når de sammen skal formidle et (tvær)fagligt stof til eleverne.

Det er et genkommende udsagn blandt lærere, der er interviewet i forbindelse med evalueringen af projektet, at de afprøvede forløb så at sige udvikler ”noget nyt” hos dem. Det tætte kollegiale samarbejde om den helhedsorienterede undervisning giver nye tværfaglige indsigter og nye muligheder for elevernes læring.

En faglærer fortæller om det på denne måde:

”Nu har jeg K inde over matematik og fysik; selvfølgelig ved jeg noget om det, men jeg oplever, at vi kan have en anden pingpong, og at jeg sammen med eleverne kan gribe de redskaber, K gav os i tirsdags fx. Det giver virkelig mening; jeg har været lærer i 18 år, og jeg kan se, at det først er nu for alvor, hvor vi har fået lov til at være sammen hver tirsdag, at jeg

kan begynde at bruge den viden, jeg har fået af K i mit virke og hjælpe eleverne bedre.” (faglærer, Personvognsmekaniker-uddannelsen)

Lærerens pointe udtrykker noget, som flere andre lærere også peger på: at først når man får mulighed for at ”ære sammen om” undervisningen, oplever han, at de to sæt af fagligheder, der er til stede, for alvor kan indgå i nye og syntesedannende helheder. Faglæreren kan fx bruge (dele af) grundfagslærerens fagsprog, og grundfagslæreren kan anvende elementer af faglærerens fagsprog.

En lærer fra SOSU beskriver hvordan det at arbejde i en helhedsorienteret undervisning fører med sig, at man så at sige har ”tre hjerner” – eller tre sprog – til rådighed når man skal planlægge undervisning. At arbejde på tværs af fag betyder, at man som lærer får flere input og erfaringer at trække på. Dette oplever læreren som en berigelse af sit arbejde:

”Der er en meget større afveksling, og vi, altså man kan have virkelig glæde af den der fælles forberedelse, at man har tre hjerner til at tænke, og tre, der har prøvet et eller andet på et tidspunkt, der måske var sjovt og gav mening eller. Og så får man sat det ind. Så jeg har da også en oplevelse af, at der er en, det giver en stor tilfredshed, i hvert fald for mig. Og jeg har også oplevelsen af, at det gør det for eleverne...”
(grundfagslærer, Social- og sundhedsassistentuddannelsen)

En grundfagslærer beskriver fra sin undervisning, hvordan han i forbindelse med praktiske eksperimenter i værkstedet har fokus på at udvide elevernes grundfagssprog fra fysik-faget:

”De har alt det praktiske, men de mangler det naturfaglige sprog til at snakke om det med. Og der hvor det kommer mest tydeligt frem, det er, når de skal snakke om forsøget. De snakker – og jeg kommer også selv til at gøre det nu – de snakker om trykket på bremserne, men det er jo ikke et tryk. Det er en kraft, der påvirker bremseskiverne, så det med at få den der overvejelse: Hvad er det for nogen ord, vi bruger (...)? (Fysiklærer, personvognsmekanikeruddannelsen)

Fagsproget er vigtigt, og som det fremgår af den afprøvning, lærerne her stod for, var det netop den praktiske og helhedsbetonede tilgang til undervisningen, der gav grundfagslæreren gode kort på hænderne til at kunne stille skarpt på sproget.

Men i evalueringen peges også tydeligt på, at det ikke altid er nogen nem øvelse at få enderne til at nå sammen. Det er et første skridt, der er taget, og det kræver ifølge lærerne vedholdenhed og en fortsat lyst til at eksperimentere med en helhedsorienteret didaktik, hvis det på længere sigt skal lykkes.

Litteratur

Andersen, O. D., Jørgensen, C. B., & Carlsen, J. (1995). Helhedsorientering - hvad er det? *Orange serie om pædagogisk/faglig udvikling i erhvervsuddannelsesområdet No. 11*. Undervisningsministeriet.

Andersen, O. D., Jørgensen, C. B., & Carlsen, J. (1998). *Helhedsorientering - et didaktisk princip i erhvervsuddannelserne*. Undervisningsministeriet.

Andersen, O. D., & Christensen, A. A. (2016). *Erhvervspædagogisk didaktik*. Hans Reitzels Forlag

Andersen, O. D. (2021). *Helhedsorientering: et vigtigt didaktisk princip*. Børne- og undervisningsministeriet. <https://emu.dk/eud/paedagogik-og-didaktik/praksisbaseret-og-anvendelsesorienteret-undervisning/helhedsorientering>

Andersen, O. D., Benthien, F. L., Hersom, H., & Hjermov, P. (2022a). *STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne: En undersøgelse af motiverende, helhedsorienteret undervisning*. Københavns Professionshøjskole

Andersen, O. D., Benthien, F. L., Hersom, H., & Hjermov, P. (2022b). *Styrk undervisningen i STEM-fagene på erhvervsuddannelserne*. Københavns Professionshøjskole.

Andersen, O. D., Hersom, H., Benthien, F. L., & Hjermov, P. (2022c). *STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne: resume og opmærksomhedspunkter*. Københavns Professionshøjskole.

Andersen, O.D & Gulmann, M. (2024) *Helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag – et didaktisk inspirationsmateriale*, [Rapportskabelon KP Grøn \(ucviden.dk\)](https://rapportskabelon.kp.gron.ucviden.dk)

Andersen, P. U., & Linderøth, U. H. (2018). *Biologididaktik: mellem fag og didaktik*. Hans Reitzels Forlag.

Astra. *Undersøgelserbaseret undervisning*. Hentet fra Astra: <https://astra.dk/undervisning/kompetenceorienteret-undervisning/undersogelsesbaseret-undervisning/>

Benthien, F.L., & Hersom, H. (2023). Praksisnær helhedsorientering skal styrkes i erhvervsuddannelsernes STEM-fag. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 23(2).

Benthien, F.L. (2023). Helhedsorienteret undervisning styrker elevers motivation og læring i STEM-fag. *Unge Pædagoger nr.1-2023*

Brandt, H., & Johansen, B. L. (2014). *Modeller i naturfagene*. Hentet fra Astra: <https://astra.dk/didaktiske-ressourcer/modeller-i-naturfagene/>

Børne- og undervisningsministeriet (2023). *Bekendtgørelse af lov om erhvervsuddannelser - LBK nr. 1069 af 08/08/2023*.

Børne- og undervisningsministeriet (2022). *Bekendtgørelse om grundfag, erhvervsfag, erhvervsrettet andetsprogsdansk og kombinationsfag i erhvervsuddannelserne og om adgangskurser til erhvervsuddannelserne* - BEK nr 555 af 27/04/2022

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. I R. M. Ryan, & E. L. Deci, *Handbook of self-determination research* (s. 3-33). Rochester, NY: University of Rochester Press.

EVA (2023). *Naturfag, biologi, fysik og kemi som grundfag på erhvervsuddannelserne - En undersøgelse af ledere, undervisere og elevers vurdering af potentialer og udfordringer i og omkring undervisningen*, <https://www.eva.dk/ungdomsuddannelse/naturfag-biologi-fysik-kemi-grundfag-paa-erhvervsuddannelserne>

Fastholdelsestaskforce (2017). *Helhedsorienteret undervisning – Inspiration til at planlægge og gennemføre Helhedsorienteret undervisning*. Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling

Hersom, H. (2022): *Praksislæring på erhvervsuddannelserne – hvordan?* Børne- og Undervisningsministeriet. <https://emu.dk/eud/paedagogik-og-didaktik/praksisbaseret-og-anvendelsesorienteret-undervisning/praksislæring-paa>

Larsen, S. H., & Vestergård, M. (2023). Helhedsorientering. I Riis, M. (red.) & Brodersen, A. (red.) *Erhvervsdidaktisk opslagsbog* (pp. 145-148). Hans Reitzels Forlag

Millar, R. (2009). *At udvikle og evaluere praktisk arbejde i naturfag*. I S. Tougaard & LH Kofod (red.) *Metoder i naturfag*. Hellerup: Experimentarium.

NCE. (2020). *Projektbeskrivelse - helhedsorienteret STEM-undervisning i eud*. Nationalt Center for Erhvervspædagogik.

Pettersen, R. C. (2001). *Problembaseret læring - For elever, lærere og studerende*. Frederikshavn: Dafolo A/S.

Ravn, I. (2021). *Selvbestemmelsesteorien - motivation, psykologiske behov og sociale kontekster*. København: Hans Reitzels Forlag.

Slottved, M; Larsen, K. S.; Ladekjær, E; Koudahl, P. (2019). *STEM-grundfag på erhvervsuddannelserne. Analyse af undervisningspraksisser og undervisernes kvalifikationer og kompetenceudviklingsbehov*. VIVE

Testoteket. *Hvad er en naturfaglig undersøgelse?* <https://testoteket.dk/hvad-er-en-undersogelse/>

Valero, P., Daugbjerg, P. S., & Svejgaard, K. L. (2014). Praksisnærhed i erhvervsskolens naturfagsundervisning gennem betydende overgange. *Nordic Journal of Vocational Education and Training*, 4(1), 1-15

Aarkrog, V. (2022). *Praksisrelatering på erhvervsuddannelserne*. Børne- og Undervisningsministeriet. <https://emu.dk/eud/paedagogik-og-didaktik/praksisbaseret-og-anvendelsesorienteret-undervisning/praksisrelatering>