



NCE NATIONALT CENTER FOR
ERHVERVSPÆDAGOGIK

STEM-RELATEREDE GRUNDFAG I ERHVERVS- UDDANNELSERNE

*En undersøgelse af motiverende,
helhedsorienteret undervisning*

KP

KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE

Rapporten er udarbejdet af

Ole Dibbern Andersen, lektor

Felicia Lind Benthien, adjunkt

Henrik Hersom, lektor, ph.d. (projektleder)

Pernille Hjermov, chefkonsulent

Lasse Pedersen, studentermedhjælper

Tak til Bente Larsen, informationspecialist

ISBN: 978-87-93894-30-3

INDHOLD

INDLEDNING	5
RESUME	7
Datagrundlaget for undersøgelsen	9
OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER.....	10
Opmærksomhedspunkter om undervisningens form og indhold	10
Opmærksomhedspunkter om undervisningens rammesætning	10
Opmærksomhedspunkter om lærerens rolle	11
UNDERSØGELSENS METODE OG ORGANISERING.....	12
UNDERSØGELSENS BEGREBER OG FOKUS	15
Undersøgelsens anvendelse af begrebet "Helhedsorientering"	15
Undersøgelsens anvendelse af begrebet "motivation"	16
Undersøgelsens fokus på grundforløb 2.....	16
UNDERVISNINGENS FORM OG INDHOLD.....	18
Nogle elever har negative erfaringer med STEM-undervisning fra grundskolen....	18
Erhvervsuddannelserne kan ændre negative STEM-erfaringer	21
Hvordan skabes koblingerne mellem undervisning og erhverv?	24
Undervisningen skal baseres på eksempler fra erhvervet.....	25
Undervisningen kan med fordel være produktorienteret.....	28
Casebaseret undervisning som middel til motivation.....	30
Gruppearbejde motiverer elever i STEM-fagene	31
Undervisningen skal opleves relevant for det kommende erhverv	34
Opsamling	36
UNDERVISNINGENS RAMMESÆTNING	38
Det praksisnære klasserum	38
De teoretiske faglokaler skal danne ramme om praksisnær undervisning	38
Værkstedet giver eleverne mulighed for at lege og være nysgerrige	40
Naturen vækker biologiundervisningen til live.....	41
Oplevelser med arbejdsprocesser fra virksomheder skaber begejstring blandt eleverne.....	42
Tværfagligt samarbejde mellem grundfaglærere og faglærere styrker elevernes motivation for grundfaget	43

Løbende dialog understøtter helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag .	43
Faglærerens stemme i grundfagsundervisningen.....	45
Fælles planlægning understøtter helhedsorientering	46
Fælles materialer og didaktiske tilgange styrker tværfagligheden og elevernes motivation	47
Prøver og eksamener kan være en barriere for praksisnær undervisning i de STEM-relaterede grundfag	49
Opsamling	52
LÆRERENS ROLLE	54
Den engagerede lærer er afgørende for elevernes motivation	54
Læreren skal brænde for sit fag	55
Den trygge lærer-elev-relation motiverer eleverne	59
Måden at kommunikere på.....	59
Lærernes tro på eleverne er vigtig	60
At være i øjenhøjde med eleverne	61
Lærers betydning for elevernes indbyrdes relationer.....	62
Forventninger til de "svære" STEM-fag.....	62
Opsamling	64
LITTERATURLISTE.....	66

INDLEDNING

Denne rapport formidler resultaterne af en national undersøgelse af elevers motivation og læring i de STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne – særligt med fokus på grundforløb 2 (GF2) på de tekniske erhvervsuddannelser og social- og sundhedsuddannelserne. STEM er et samlet begreb for kompetencer inden for områderne Science, Technology, Engineering og Mathematics. De STEM-relaterede grundfag på erhvervsuddannelserne er i denne sammenhæng naturfag, kemi, fysik, biologi, matematik, teknologi og erhvervsinformatik.

Intentionen bag undersøgelsen har været at generere viden om, hvorvidt, hvorfor og hvordan helhedsorienteret og praksisnær undervisning kan styrke elevernes faglige udbytte, praktiske mestring og motivation for de STEM-relaterede grundfag. Undersøgelsens udgangspunkt er, at der er behov for, at eleverne i endnu højere grad møder motiverende og praksisnær undervisning i de STEM-relaterede grundfag på en erhvervsuddannelse, sådan at de i disse fag får et fagligt udbytte, der er tæt koblet til det erhverv, deres uddannelse retter sig mod (Cedefop, 2014, 2015; Korbøl, 2016). Lærere på erhvervsuddannelserne efterspørger inspiration i forhold til at udvikle og gennemføre sådanne helhedsorienterede og praksisnære undervisningsforløb (Slottved, Larsen, Ladekjær & Koudahl, 2019).

Praksisnærhed og helhedsorientering har været undersøgelsens specifikke fokusområde, men det er samtidig vigtigt at fremhæve, at motivation hos eleverne kan komme ad mange andre veje end via praksisnær og helhedsorienteret undervisning. Tillid og tryghed mellem lærer og elev kan fx være altafgørende for elevens motivation, og i andre tilfælde er lærerens generelle engagement og pædagogiske/didaktiske kompetencer måske det vigtigste, for at eleven bliver motiveret og lærer – også selvom undervisningen ikke er praksisnær og helhedsorienteret. Ligeledes kan der potentielt være meget refleksion og læring i en faglig 'ikke praksisnær' undervisningssituation, hvor eleverne har tillid til, at lærerne har læringsoverblikket, og at det senere vil vise sig for dem, hvad de skal bruge undervisningsindholdet til i deres erhverv – også selvom de ikke kan se det lige i situationen. Nogle elever motiveres af fag som fx fysik, naturfag, matematik osv. 'i deres egen ret', uden at der er behov for praksisnærhed og helhedsorientering. Den naturfaglige kultur kan med andre ord styrkes på mange måder (Sølberg, 2006; Nielsen, Berg & Kronvald, 2022).

Når undersøgelsen af praksisnærhed og helhedsorientering er så relevant og væsentlig, er det, fordi flere undersøgelser fremhæver praksisnærhed og helhedsorientering som vigtige brikker i de erhvervsrettede typer af uddannelse, og samtidig fordi grundfaglærerne kan opleve en sådan undervisning som udfordrende (Frejd, 2018; Hall, 2014; Stone, 2007; Lindenskov, 2014). Hertil kommer, at begrebet om helhedsorientering længe har været en del af det lovmæssige grundlag for erhvervsuddannelserne, der beskriver, at skoleundervisningen på erhvervsuddannelserne *"på en helhedsorienteret måde [skal] omfatte både praktisk og teoretisk undervisning"* (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021). Men det er ikke nøje undersøgt, hvordan dette konkret kan imødekommes på erhvervsuddannelserne, og hvilke muligheder og barrierer der kan være forbundet med det.

Der har hidtil været meget begrænset viden om, hvad erhvervsuddannelsernes elever, lærere og ledere oplever og tænker om de potentialer, der ligger i at sammenkoble de STEM-relaterede

grundfag med uddannelsens erhvervmæssige praksis. Undersøgelsens formål har derfor været at skabe en videnskabelig basis for, at erhvervsskolerne kan planlægge og gennemføre helhedsorienteret undervisning, der knytter sig tæt til praksis og erhvervet. Den viser, hvilke pædagogiske og didaktiske elementer der er centrale, og hvad der skal til, for at eleverne oplever, at undervisningen i de STEM-relaterede grundfag er relevant og praktisk og understøtter deres motivation for fagene.

Undersøgelsen er en del af et større projekt, hvor resultaterne af denne undersøgelse udgør vidensgrundlaget for udvikling af ny praksis på en række erhvervsskoler. Dette vil ske i form af en udviklingsfase, hvor lærerteams udvikler og afprøver helhedsorienterede og praksisnære undervisningsforløb i de STEM-relaterede grundfag. Undervisningsforløb, som de udvikler til netop deres uddannelse.

Nationalt Center for Erhvervspædagogik (NCE) på Københavns Professionshøjskole er projektleder for hele projektet, herunder denne undersøgelse. Projektet er finansieret af Novo Nordisk-fonden.

RESUME

Denne undersøgelse præsenterer viden om, hvad der skal til, for at undervisningen i de grundfag i erhvervsuddannelserne, der kan kategoriseres inden for STEM-området¹, er helhedsorienteret i forhold til de erhverv uddannelserne retter sig mod og samtidig er motiverende for eleverne.

Undersøgelsen er målrettet lærere og ledere i erhvervsuddannelserne, som kan anvende undersøgelsen i arbejdet med at styrke undervisningen. Undersøgelsen kan desuden anvendes i Diplomuddannelsen i erhvervspædagogik som afsæt for diskussioner af den pædagogiske og didaktiske planlægning af undervisningen på STEM-området.

Undersøgelsen er gennemført af Nationalt Center for Erhvervspædagogik (NCE) på Københavns Professionshøjskole og finansieret af Novo Nordisk Fonden.

Elevernes motivation og læring i de STEM-relaterede grundfag kan understøttes ad tre veje

Langt de fleste af eleverne i erhvervsuddannelse er glade for den uddannelse, de er i gang med. 91 % af de elever, der har besvaret surveyen i denne undersøgelse, angiver, at de enige eller overvejende enige i dette. Samtidig er der en femtedel af eleverne, som kommer med mindre gode erfaringer fra undervisning inden for de STEM-relaterede fag fra grundskolen. Denne gruppe elever har især behov for at møde nye tilgange og nye undervisningsformer for at styrke deres tro på læring i disse fag.

Når eleverne beskriver motiverende og lærerig undervisning, lægger de i høj grad vægt på, at undervisningen inddrager konkrete eksempler og knytter sig til virkelige problemstillinger – helst fra det erhverv, de er i gang med at uddanne sig til.

Undersøgelsen viser, at elevernes udbytte og motivation for undervisningen i de STEM-relaterede grundfag kan styrkes ved at fokusere på tre elementer: undervisningens form og indhold, rammerne for undervisningen og relationen mellem lærer og elever. Hovedpointerne præsenteres her i relation til disse tre elementer.

1. Undervisningens form og indhold

Tilrettelæggelse af undervisningens form og indhold i de STEM-relaterede grundfag er vigtig for elevernes motivation. Når der tilstræbes en praksisnær helhedsorienteret undervisning, er det væsentligt at basere undervisningen på autentiske eksempler fra det erhverv, eleverne uddanner sig til. Desuden kan læreren understøtte elevernes oplevelse af grundfagets relevans i forhold til det kommende erhverv ved løbende at italesætte og forklare eleverne, hvad der gør undervisningens indhold og aktiviteter relevante.

Undersøgelsen viser flere eksempler på, at lærere i de STEM-relaterede grundfag, inddrager autentiske og praksisnære cases som afsæt i undervisningen. En af vejene til dette kan være at

¹ De STEM-relaterede grundfag er i denne sammenhæng naturfag, kemi, fysik, biologi, matematik, teknologi og erhvervsinformatik. Klassifikationen er hentet fra VIVE's undersøgelse af STEM-grundfag på erhvervsuddannelserne, som tager afsæt i UNESCO's definition af STEM-fag (Slottved, Larsen, Ladekjær & Koudahl, 2019).

bruge de erhvervsfaglige begreber og det erhvervsfaglige sprog, som specifikt knytter sig til faget.

Undersøgelsen peger også på, at en konkret produktorientering kan styrke koblingen af undervisningen til det erhverv, eleverne er ved at uddanne sig til. Det er ikke alle erhvervsuddannelser, der lægger lige meget op til fremstilling af konkrete fysiske produkter, men produktorienteringen kan her tænkes bredere som skabelse af artefakter og elementer, der er en del af erhvervet.

Gruppearbejde kan ligeledes være en motiverende didaktisk tilgang i de STEM-relaterede grundfag, fordi det kan understøtte elevernes aktive involvering i deres egne og hinandens læreprocesser. Fx kan gruppearbejdet understøtte, at eleverne deler erfaringer, at elever, der er "lost", får tingene forklaret på en ny måde af en klassekammerat, eller at eleverne sammen finder løsninger på et udfordrende problem i undervisningen.

Problembaseret læring, dvs. arbejdet med et konkret problem fra den erhvervsfaglige praksis, er en af de metoder, der er særligt velegnet til at gennemføre som gruppearbejde. Det er særligt fremhævet i forskningslitteraturen, at PBL kan være et centralt element i arbejdet med at styrke helhedsorienteringen og elevernes motivation i de STEM-relaterede grundfag.

2. Rammerne for undervisningen

Rammerne for undervisningen består både af de rum, undervisningen foregår i, og de rammer, lærerne har for at tilrettelægge og gennemføre undervisningen.

Undersøgelsen viser, at det har stor betydning for elevernes engagement og læring, at grundfagslærerne formår at skabe nogle rum for undervisning, der i en vis udstrækning afspejler de erhvervsmiljøer, eleverne skal ud i efter grundforløbet. Det kan eksempelvis være i værkstedet, i naturen eller i en virksomhed. Klasserum, der både knytter an til grundfaget og til den erhvervsfaglige praksis, kan understøtte elevernes oplevelse af at være kompetente og give et stærkere blik for grundfagets relevans og mening i forhold til det kommende erhverv.

Elever beskriver, at det, de lærer i de STEM-relaterede grundfag, kan gøres meningsfuldt og praksisnært i de erhvervsrettede fag, fx i værkstedet, køkkenet, stalden, på plejestuen, når grundfagslærere og faglærere inddrager hinanden i undervisningen. Undersøgelsen giver eksempler på, at lærerne inddrager hinanden på tværs af grundfag og de erhvervsrettede fag ved at deltage i udvalgte dele af hinandens undervisning eller ved at referere til pointer og temaer fra hinandens undervisning.

Det forudsætter et stærkt og løbende samarbejde mellem grundfagslærere og de øvrige lærere på erhvervsuddannelsen, hvis både rammer og indhold i grundfagsundervisningen skal rumme elementer fra det erhverv, uddannelsen retter sig mod. Det er centralt, at grundfagene ikke blot ses som støttefag for de erhvervsrettede fag, men at de to typer fag ses som værdifulde for hinanden og meningsfuldt kan koble sig til hinandens fagligheder.

På de besøgte skoler er der eksempler på lærere, der har fælles planlægningstid. Nogle deler kontor med hinanden, nogle holder fælles møder, og andre indgår i fastlagte teams og udvikler fx undervisningsmaterialer sammen, hvor det helhedsorienterede er i fokus. Desuden peger flere grundfagslærere på værdien af at besøge udvalgte lærepladser for at få konkrete billeder af

de arbejdsopgaver og det arbejdsmiljø, uddannelsen retter sig mod, samt fx at stifte bekendtskab med konkrete begreber og fagsprog fra praksis, som kan sættes i spil i grundfagsundervisningen.

Dette stiller store krav til lærernes lyst og motivation for at samarbejde om undervisningen. Men det kræver ikke mindst, at den pædagogiske ledelse påtager sig opgaver og sikrer, at lærerne har mulighed for et tilstrækkelig tæt og praksisnært samarbejde.

3. Lærerenes rolle og den pædagogiske ledelses ansvar

Vi ved fra forskningen, at lærerne har en helt central betydning for, hvordan eleverne oplever deres undervisning. I undersøgelsens elevinterview står det tydeligt frem, at eleverne oplever, at lærerens engagement i de STEM-relaterede grundfag er afgørende for deres motivation i de STEM-relaterede grundfag, og lærerens evne til at skabe tryghed er samtidig vigtig for dem.

Lærerne i de STEM-relaterede grundfag spiller – også set i elevernes øjne – en vigtig rolle som den, der kan skabe en grundlæggende tryghed hos eleverne og tro på, at de kan mestre faget. Nogle elever føler sig meget udfordrede i de STEM-relaterede grundfag og har behov for en lærer, der tydeligt viser dem tillid til, at de kan klare udfordringerne, tror på dem og formår at inddrage dem ligeværdigt i de opgaver, der arbejdes med.

Endelig peger undersøgelsen på, at lærerne også har en vigtig rolle at spille som dem, der aktivt arbejder med elevernes indbyrdes relationer. Relationer, som kan være ekstra betydningsfulde for elever, der er på usikker grund, og som har brug for at kunne dele og drøfte deres tvivl og udfordringer ift. faget med andre.

Erhvervsskolernes ledelser har et stort ansvar for at sikre, at der er de rammer, der gør det muligt for STEM-grundfaglærere at udvikle en tilstrækkelig tydelig, rammesættende og støttende lærerrolle. Dette kan fx være ved at sikre muligheden for et tæt lærersamarbejde, at understøtte grundfagslærernes kendskab til den erhvervsfaglige praksis og ikke mindst italesættelse og anerkendelse af den komplekse opgave, lærerne har i disse fag ift. at motivere alle elever og understøtte deres læring bedst muligt.

Datagrundlaget for undersøgelsen

Resultaterne i undersøgelsen bygger på et omfattende litteraturstudie af forskning indenfor STEM-fagene i en erhvervsuddannelsessammenhæng, en spørgeskemaundersøgelse blandt elever på de tekniske erhvervsuddannelser samt social- og sundhedsuddannelserne. Desuden indgår et kvalitativt interview- og observationsstudie blandt syv uddannelser. De deltagende skoler og lærere i de kvalitative studie er udvalgt med afsæt i deres egne umiddelbare oplevelser af at have gode erfaringer med at tilrettelægge helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Desuden er der taget højde for geografisk spredning samt spredning ift. de forskellige STEM-relaterede grundfag.

OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER

Denne undersøgelse peger på en lang række pointer, det kan være vigtige at være opmærksomme på, når man som lærer eller uddannelsesleder på en erhvervsskole ønsker at udvikle mere motiverende, praksisnær og helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag.

Nedenfor præsenteres de væsentligste opmærksomhedspunkter, som kan understøtte lærernes arbejde med at skabe tydelige koblinger mellem elevernes kommende erhverv og den STEM-relaterede undervisning – med et samtidigt blik for elevernes motivation for fagene.

Opmærksomhedspunkterne knytter an til de tre dimensioner, der fremhæves i undersøgelsen: undervisningens form og indhold, undervisningens rammesætning og lærerens rolle.

Opmærksomhedspunkter om undervisningens form og indhold

Undervisningens form og indhold i de STEM-relaterede grundfag er vigtig for elevernes motivation. Undersøgelsen peger særlig på fire punkter, der er væsentlige i arbejdet med at styrke undervisningens form og indhold.

Vær opmærksom på, at:

- Undervisningen inddrager autentiske, praksisnære cases fra det erhverv, uddannelsen retter sig mod.
- Gøre grundfaget relevant ift. elevernes kommende erhverv. Fx ved at inddrage de erhvervsfaglige begreber og det erhvervsfaglige sprog og ved at italesætte relationen mellem grundfaget og erhvervet.
- Arbejde med produkter i undervisningen, fx gennem fremstilling af fysiske produkter eller inddragelse af artefakter og elementer, der er en del af erhvervet.
- Give eleverne mulighed for at støtte hinanden fagligt ved at anvende gruppearbejde som arbejdsform i undervisningen. Problembaseret læring (PBL) kan være et relevant didaktisk udgangspunkt for gruppearbejdet.

Opmærksomhedspunkter om undervisningens rammesætning

Rammesætningen af undervisningen har stor betydning for elevernes engagement og læring og for, at grundfagslærerne kan lykkes med at skabe motiverende undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Undersøgelsen peger særligt på fire punkter, der er vigtige for rammesætning af undervisningen i de STEM-relaterede grundfag.

Vær opmærksom på at:

- Lade undervisningen foregå i alternative klasserum af og til. Fx i værkstedet, i naturen eller i en virksomhed.

- Tilrettelægge undervisningen med blik for hele elevernes uddannelse og læreproces frem for et ensidigt fokus på den afsluttende eksamen.
- Grundfagslærerne får indsigt i den erhvervsfaglige praksis i uddannelsen, fx ved besøg på arbejdspladser i branchen.
- Grundfagslærere og de øvrige lærere inddrager hinanden i undervisningen. Fx ved at deltage i hinandens undervisning eller ved at referere til hinandens undervisning.
- Grundfagslærere samarbejder med de øvrige undervisere om planlægning af undervisningen. Fx gennem fælles forberedelseslokaler og fastlagte møder om undervisningen og elevernes udbytte.

Opmærksomhedspunkter om lærerens rolle

Læreren spiller en helt central rolle for elevernes udbytte af undervisningen. Undersøgelsen peger på tre opmærksomhedspunkter ift. den særlige rolle, der knytter sig til underviserne i de STEM-relaterede grundfag.

Vær opmærksom på at:

- Opbygge elevernes tro på og motivation for fagene ved at udvise tillid til deres læreproces og understøtte deres mestring af grundfagene. Fx ved en tydelig og synlig kobling til erhvervet.
- Forstærke elevernes indbyrdes relationer, så de kan blive gode sparringspartnere for hinanden i undervisningen.
- Lærerrollen i STEM-grundfagene bredes ud og knyttes til de erhvervsrettede fag i uddannelsen gennem kollegialt samarbejde.

UNDERSØGELSENS METODE OG ORGANISERING

Hensigten med undersøgelsen er at skabe viden om helhedsorienteret og praksisnær undervisning i de STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne. Dette med udgangspunkt i de erfaringer, der er på skolerne med elevernes læringsudbytte og motivation, når det handler om undervisningen i netop disse fag.

Undersøgelsens formål er således at komme tættere på den nuværende praksis i erhvervsuddannelserne og synliggøre, hvilke metoder og didaktiske greb der potentielt kan fremme elevernes motivation og udbytte i undervisningen. Denne undersøgelse af erhvervsuddannelsernes erfaringer med helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag fokuserer altså på, hvilke pædagogiske og didaktiske designs der kan virke motiverende for eleverne og kan styrke deres faglige udbytte af fagene. Samtidig har undersøgelsen til formål at afdække, hvordan den pædagogiske ledelse på erhvervsskolerne kan sikre et samarbejde mellem grundfagslærere og lærere inden for uddannelsesrettede fag.

Det metodiske design består i en kombination af et litteraturstudie samt kvalitative og kvantitative dataindsamlinger. Disse tre enkeltdele i undersøgelsen er hver for sig forbundet med validitetsmæssige fordele og ulemper, men i en metodisk triangulering skaber den samlede undersøgelse en solid viden om erfaringer med undervisning i de STEM-relaterede grundfag.

Nedenfor beskrives den gennemførte metodiske proces i forhold til litteraturstudie, survey og kvalitative interviews.

Litteraturstudie

Litteraturstudiet bestod i desk-research med fokus på relevant forskning og aktuel viden fra praksis. Formålet var dels at få indsigt i forskning og praksisviden i relation til undervisnings- og læringsarbejdet med STEM-fagene i erhvervsrettede uddannelser. Dels var formålet at informere og kvalificere de kvantitative undersøgelser i forbindelse med udarbejdelsen af spørgsmål til spørgeskemaet i den nationale survey samt at kvalificere udarbejdelsen af interviewguides i de kvalitative undersøgelser.

Litteraturstudiet foregik ved en systematisk gennemgang af søgebaser for relevante forskningstidsskrifter og ved en søgning på viden fra praksis i form af eksempelvis rapporter, projektresultater og i initiativer på området. Den systematiske gennemgang af forskningspublikationer foregik med værktøjet Mendeley og bestod indledningsvis i et fund på lidt over 600 artikler og publikationer fra forskningstidsskrifter, universiteter og forlag i hele verden.

Artiklerne blev identificeret via generelle søgetermer som eksempelvis STEM, motivation, helhedsorientering og praksis. Herefter foregik en grovsortering af artiklerne, som resulterede i 90 publikationer, der efterfølgende blev relevansvurderet via læsning af de tilhørende abstracts. Læsningen af abstracts gav således en kort indsigt i artiklerne, på baggrund af hvilken det var muligt at vælge eller frasortere den enkelte artikel ud fra undersøgelsens fokusområde. Denne proces endte med et review af i alt 23 artikler, der havde relevans for undersøgelsens fokus. I hvert review blev der set efter, hvilket empirisk materiale artiklen byggede på, hvilke aspekter ved helhedsorientering der blev fremhævet som værende særligt vigtige i relation til STEM-undervisning, tilgange til motivation, hvordan praksisrelatering anses som vigtigt i STEM-undervisningen, hvordan undervisningen kan styrkes i STEM-fag, perspektiver på autentisk praksis, anskuelse af teori-praksis-problematikker i relation til STEM samt undervisnings- og evalueringsformer i STEM.

Artiklerne og publikationerne stammer både fra studier i og uden for nordiske sammenhænge og er således funderede i vidt forskellige kulturelle og uddannelsesmæssige kontekster. Studierne kan dog bruges som eksemplificeringer af pædagogiske og didaktiske tilgange, der potentielt kan være virkningsfulde i danske erhvervsuddannelser. Samtidig findes der generelt ikke meget forskning i helhedsorienteret og praksisnær STEM-undervisning, og især ikke i en dansk eller nordisk sammenhæng.

Survey blandt elever i erhvervsuddannelserne

Den nationale survey omhandlede elevernes oplevelse af undervisningen i STEM-fagene og blev gennemført i samarbejde med Epinion, som stod for den konkrete gennemførelse af dataindsamlingen blandt elever på erhvervsuddannelserne. Målgruppen for undersøgelsen var GF2-elever på erhvervsskoler på en uddannelse inden for hovedområderne: 1. Teknologi, byggeri og transport. 2. Fødevarer, jordbrug og oplevelser. 3. Omsorg, sundhed og pædagogik. Spørgeskemaundersøgelsen havde til formål at afdække elevernes motivation, faglige udbytte og erfaringer i relation til STEM-undervisning og tegne et billede af de elementer og undervisningsformer, eleverne oplever som lærerige og motiverende. Dette særligt med fokus på koblinger til helhedsorienteret undervisning i STEM-fagene.

Epinion identificerede de relevante skoler i undersøgelsen via trækninger af skoleoversigter fra uddannelsesstatistik.dk, som viste elevbestande på GF2 på de forskellige erhvervsskoler fordelt på hovedområderne. Erhvervsskoler, der havde en elevbestand på GF2 i efteråret 2020 inden for de tre ovenfor nævnte hovedområder, blev udvalgt til at deltage, mens de erhvervsskoler, som udelukkende havde GF2-elever inden for hovedområdet "Kontor, handel og forretningsservice", blev frasorteret. I alt blev undersøgelsen udsendt til 62 erhvervshovedskoler.

Ud af de 62 erhvervshovedskoler deltog 31 erhvervsskoler med minimum en elev, hvilket svarer til en deltagelsesprocent blandt skolerne på 50 pct. Besvarelserne er funderet i 43 forskellige erhvervsuddannelser, hvor svarprocenterne på uddannelsesniveau varierer fra 32 % til under 1 procent. Med hensyn til svarprocenten er den dog lavere, end når man ser isoleret på deltagelsen på hovedskoleniveau. 925 elever har besvaret undersøgelsen, og svarprocenten viser en forskel på de tre hovedområder. Her har "Omsorg, Sundhed og pædagogik" den højeste svarprocent, mens "Teknologi, byggeri og transport" har den laveste svarprocent.

Undersøgelsens repræsentativitet skal ses med forbehold, men på trods af forbeholdet for undersøgelsens repræsentativitet vurderes det – i samarbejde med Epinion – at data stadig kan anvendes til at tolke på overordnede tendenser. Desuden er det vurderingen, at det er muligt at tolke på tendenser inden for de enkelte uddannelsesområder.

Kvalitativ undersøgelse blandt syv erhvervsuddannelser

Ovennævnte litteraturstudier og survey skal ses i sammenhæng med undersøgelsens kvalitative interviews og observationer. I modsætning til de kvantitative undersøgelser har den kvalitative undersøgelsesdel givet mulighed for at 'komme tættere' på elever, lærere og ledere og deres overvejelser, indsatser og erfaringer med motiverende helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag.

Den kvalitative undersøgelse belyser sammenhænge mellem helhedsorienteret STEM-undervisning og elevernes motivation og deres oplevelse af at kunne anvende STEM-kompetencer i praksis. Dette både set fra et elevperspektiv og et lærer- og lederspærpektiv. 7 udvalgte uddannelser (SOSU-hjælper, SOSU-assistent, automatiktekniker, urmager, tjener, mekaniker og skov- og naturtekniker), der ligger geografisk spredt i landet, har deltaget i den kvalitative undersøgelse, og det empiriske materiale består af i alt 20 interviews med 6 ledere (enkeltinterviews), 20 lærere (gruppeinterviews), interviews med 32 elever (enkeltinterviews og gruppeinterviews) samt observationer af 7 dages undervisning i STEM-relaterede grundfag på GF2. Alle interviews er transskriberede, og observationsnotaterne er nedfældet skriftligt.

Forud for interviews og observationer blev der udarbejdet semistrukturerede empiriguider med en løbende opmærksomhed på litteraturstudie og spørgeskema. Alle interviews blev gennemført face-to-face på nær et enkelt lederinterview. Databearbejdelsen er blevet lavet fælles i projektgruppen, herunder kodning, tematisering og kvalitativ analyse af det samlede empiriske materiale.

De kvalitativt baserede analyser kan ikke udlede generaliserede sandheder om STEM-undervisning, men de kan derimod vise nogle nedslag, der illustrerer en række erfaringer og refleksioner hos elever, lærere og ledere. Netop deres tanker, ord og handlinger har, sammen med litteraturstudie og survey-resultater, givet projektgruppen mulighed for at fremanalysere indsigter og viden om de didaktiske greb, faglige formater og elementer, der har særlig betydning for elevernes udbytte af helhedsorienteret STEM-undervisning. De interviewcitater, der benyttes i rapporten, er blevet let sprogligt justeret for læsbarhedens skyld, uden at justeringerne har ført til meningsændringer.

Følgegruppe

Som led i projektet er ligeledes nedsat en faglig følgegruppe, der har læst og kommenteret rapporten med henblik på at understøtte forskningshøjden samt konklusionernes anvendelighed i praksis. Følgegruppen bestod af:

- Professor Emerita Helle Mathiasen, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet
- Lektor Karolina Muhrman, Linköping Universitet
- Lektor Jeppe Egendal, VIA University College
- Konsulent Ole Kronvald, Det Nationale Naturfagscenter, ASTRA.

UNDERSØGELSENS BEGREBER OG FOKUS

I denne undersøgelse indgår nogle pædagogiske og læringsteoretiske begreber. Særligt begreberne om helhedsorientering og motivation spiller en centrale for undersøgelsens afsæt og de analyser, der præsenteres i rapporten. Den forståelse af begreberne helhedsorientering og motivation, som vi har valgt at tage afsæt i, er præsenteret nedenfor.

Desuden introduceres det danske erhvervsuddannelsessystem og den del af uddannelsen, som er i fokus i denne undersøgelse. Det er den del af uddannelserne, der kaldes Grundforløb 2, og som rummer en stor del af undervisningen i de udvalgte grundfag.

Undersøgelsens anvendelse af begrebet ”helhedsorientering”

Projektet har haft fokus på at identificere, hvorvidt, hvorfor og hvordan helhedsorienteret og praksisnær undervisning kan styrke elevernes faglige udbytte, praktiske mestring og motivation for de STEM-relaterede grundfag.

Det egentlige begrebsmæssige omdrejningspunkt for projektet er det for erhvervsuddannelserne helt centrale didaktiske begreb ”helhedsorientering”. Et begreb, der blev knæsat med erhvervsuddannelsesreformen i 1991 (Andersen, 2021), og som siden har stået som et centralt orienteringspunkt for mange erhvervsskoler og deres lærere.

Mange har, siden begrebet blev introduceret som didaktisk princip, haft vanskeligt ved at afklare, hvad det præcise indhold i begrebet er, og hvordan man praktisk didaktisk kan arbejde med det, hvorfor vi her – inden vi præsenterer undersøgelsens resultater – kort vil redegøre for den fortolkning, vi her har lagt til grund.

Helt grundlæggende kan man definere begrebet helhedsorienteret undervisning på to måder (Andersen, Jørgensen & Carlsen, 1998):

- 1) Helhedsorienteret undervisning kan praktiseres i en undervisning, hvor flere skolefag (fx grundfag) tilrettelægges og praktiseres i sammenhængende helheder, så kompetencemål fra de indgående fag ”flettes sammen” i meningsfulde helheder. Et eksempel kunne være naturfagsundervisning på GF2, hvor grundfagene fysik og matematik tænkes sammen i et forløb.
- 2) Helhedsorienteret undervisning kan være udtryk for en didaktisk bestræbelse på, at et skolefag (fx et grundfag) kobles tæt til den erhvervmæssige praksis, den pågældende uddannelse retter sig mod. Undervisningen vil således tage sigte på, at erhvervets praksis afspejles i undervisningen og spiller sammen med fagets kompetencemål, fx ved at inddrage autentiske cases, besøge virksomheder eller institutioner eller bruge gæstelærere fra erhvervet.

Disse to former for helhedsorienteret undervisning må forstås som typologier. Der vil i sagens natur kunne forekomme mange "mellemløbet", hvor de to former interagerer, ligesom det er vigtigt at understrege, at der ikke er veldefinerede grænser for, hvor lange eller omfattende forløb der er tale om for at kunne definere noget som "helhedsorienteret".

I denne undersøgelse har vi valgt at fokusere på de former for helhedsorientering, der er beskrevet i den sidstnævnte af de to former, dvs. det, man med en samlebetegnelse kunne kalde "praksisnær helhedsorientering", idet den forskning, der har ligget til grund for indkredsningen og formuleringen af projektets erkendelsesinteresse, har peget på, at det er denne form, der rummer et stort motivationspotentiale (Frejd, 2018).

Undersøgelsens anvendelse af begrebet "motivation"

Projektet har til formål at undersøge, hvad der skal til for at motivere eleverne i de STEM-relaterede grundfag. Her tager vi i analyserne afsæt i selvbestemmelsesteorien, der forklarer, hvilke psykologiske behov som er helt centrale og skal understøttes hos eleverne for at øge deres motivation, engagement og lyst til læring.

Teorien stammer fra Deci og Ryan (Deci & Ryan, 2002) og bygger på undersøgelser af, hvad der skal til, for at mennesker trives og har lyst til at indgå i fællesskaber med andre. Selvbestemmelsesteorien peger på, at man som elev har behov for at opleve en vis grad af selvbestemmelse, kompetence og samhørighed for at trives og være motivet til at indgå i de læringsaktiviteter, der tilbydes.

Med afsæt i denne teori kan man pege på, at elevernes motivation stiger, når de har mulighed for indflydelse fra, hvad der sker i undervisningen. Det er desuden centralt, at eleverne får mulighed for at opleve sig selv som kompetente, eller med andre ord har nogle oplevelser af at mestre de opgaver, såvel teoretiske som praktiske, der indgår i undervisningen. Dette betyder ikke nødvendigvis, at undervisning, der motiverer eleverne, består af opgaver, som de kan løse på forhånd. Men det betyder, at det undervisningsrum, der i særlig grad motiverer eleverne, er det rum, hvor eleverne gradvist får nogle erfaringer med at forstå og kunne mestre centrale kompetencer inden for et fagområde.

Desuden peger teorien på, at eleverne har behov for at opleve et tilhørsforhold for at trives. Det kan fx understøttes af elevernes relation til hinanden, relationen til læreren og det overordnede tilhørsforhold til den branche, eleven er ved at uddanne sig til.

Selvbestemmelsesteorien, og de dimensioner, den rummer, har i dette projekt inspireret spørgsmål i elevsurveyen, inspireret interview- og observationsguides i de kvalitative studier samt understøttet det analytiske blik på det samlede datagrundlag for undersøgelsen.

Undersøgelsens fokus på grundforløb 2

De danske erhvervsuddannelser er bygget som vekseluddannelsesforløb, der skiftevis rummer undervisning på en erhvervsskole og oplæring på en arbejdsplads. En erhvervsuddannelse varer mellem to og fem år.

De elever, der påbegynder en erhvervsuddannelse direkte fra grundskolen (op til to år efter afslutning af grundskolens 9. eller 10. klasse), gennemfører først et bredere og afklarende grundforløb af 20 ugers varighed kaldet Grundforløb 1 (GF1).

Inden oplæringen på en arbejdsplads begynder, har alle elever gennemført et grundforløb af 20 uger varighed kaldet Grundforløb 2 (GF2). Dette gælder både elever, der først har gennemført GF 1, og elever, der begynder direkte på en erhvervsuddannelse på GF2. Forløbet giver eleverne de grundlæggende praktiske og teoretiske kompetencer og færdigheder inden for det faglige område, uddannelsen retter sig mod.

Denne undersøgelse har fokus på undervisningen i de STEM-relaterede grundfag i den del af uddannelserne, der kaldes Grundforløb 2, fordi det er den del af uddannelserne, hvor disse grundfag primært er placeret. Det varierer fra uddannelse til uddannelse, hvilke grundfag der indgår, samt hvilket niveau grundfaget skal gennemføres på for at give eleven adgang til uddannelsens hovedforløb og dermed adgang til oplæring på en arbejdsplads. I alle uddannelser indgår dog mindst et af de grundfag, som i denne undersøgelse benævnes ”STEM-relaterede grundfag”. Grundforløb 2 afsluttes både af en praktisk grundforløbsprøve og en skriftlig i et af de grundfag, der indgår i grundforløb 2 på den pågældende uddannelse.

UNDERVISNINGENS FORM OG INDHOLD

Denne undersøgelse viser, at undervisningens tilrettelæggelse i de STEM-relaterede grundfag er afgørende for elevernes motivation. Undersøgelsen illustrerer, at det har stor betydning, hvordan STEM-fagene konkret gribes an i undervisningen, idet elevernes dedikation og engagement kan være meget afhængigt heraf.

Indledningsvis illustrerer kapitlet nogle elevers tidligere negative erfaringer med STEM-fagene. Det er vigtigt at understrege, at eleverne i erhvervsuddannelserne har ret forskelligartede tidligere erfaringer på området. Nogle elever har gode erfaringer, mens andre elever har mindre gode erfaringer. Undersøgelsen viser dog tydeligt, at elever med mindre gode erfaringer kan have visse motivationsmæssige udfordringer, når de møder de STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne, men at der samtidig er veje at gå for at overkomme disse udfordringer.

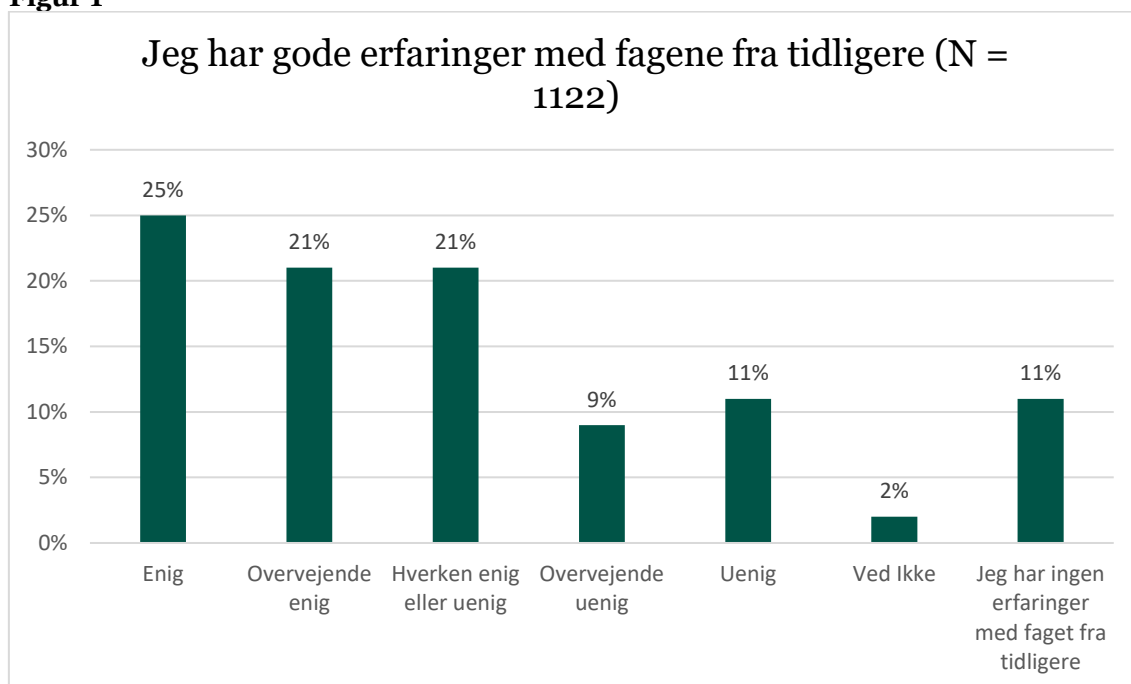
Efterfølgende beskrives de pædagogiske og didaktiske muligheder, som undersøgelsen har vist kan være brugbare, når skoler og lærere ser et behov for styrket praksisnær helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Altså når ønsket er at skabe mere tydelig kobling mellem undervisning og elevernes kommende erhverv. I den forbindelse fremhæves nogle pædagogiske og didaktiske muligheder, der drejer sig om STEM-undervisning baseret på eksempler fra erhvervet, produktorienteret undervisning, casebaseret undervisning, undervisning med inddragelse af gruppearbejde samt undervisning med fokus på elevernes oplevelse af relevans for deres kommende erhverv.

Disse områder udgør således forslag til måder, hvorpå der kan laves motiverende, praksisnær og helhedsorienteret undervisning i erhvervsuddannelserne. Undervisningen i de STEM-relaterede grundfag på de social- og sundhedsfaglige samt tekniske erhvervsuddannelser antager mange former og har meget forskelligt indhold, men undersøgelsen peger alligevel på nogle konkrete pædagogiske og didaktiske muligheder, der eksisterer på tværs af de mange erhvervsuddannelser, hvilket præsenteres i det følgende.

Nogle elever har negative erfaringer med STEM-undervisning fra grundskolen

Nogle elever kommer med negative erfaringer fra deres tidligere undervisning i STEM-relaterede fag. I figur 1 fremgår det, at 20 % af de adspurgte elever er uenige eller overvejende uenige i, at de har gode erfaringer med de STEM-relaterede grundfag fra tidligere.

Figur 1



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

*Figuren viser gennemsnit af svarerne vedrørende hvert enkelt fag. Eleverne blev spurt ”Hvor enig eller uenig er du i følgende udsagn om dette fag [naturfag, kemi, fysik, biologi, matematik, teknologi, erhvervsinformatik]?”.

Figuren viser, at 9 % er overvejende uenige, og at 11 % er direkte uenige i, at de har gode erfaringer med de STEM-relaterede grundfag fra tidligere, hvilket viser, at en del elever ikke har gode erfaringer med disse fag. Samtidig viser figuren, at 46 % er enige eller overvejende enige i, at de har gode tidligere erfaringer med fagene, hvilket illustrerer, at næsten halvdelen af eleverne ikke har dårlige erfaringer med sig, når de påbegynder GF2. Men der er samtidig en relativt stor gruppe af eleverne, der ikke har gode erfaringer med sig fra tidligere STEM-fag. Svarerne fra den kvantitative elevsurvey påviser naturligvis ikke i sig selv, at eleverne har deciderede dårlige erfaringer med fagene, men sammenkoblet med den kvalitative del af undersøgelsen ses der dog alligevel tegn på, at dette gør sig gældende for flere elevers vedkommende. Eksempelvis udtrykker en elev det således i et interview:

Jeg havde det i gymnasiet. Jeg havde også biologi på B-niveau eller sådan noget, men det var en af de ting, der trak mig rigtig meget ned. Så jeg var nervøs, da jeg fandt ud af, at der var naturfag her også, og det var også én af de ting, der sådan fik mig til at tvivle lidt (elev, naturfag SOSU-hjælperuddannelsen).

Eleven i citatet taler om at have frygtet undervisningen i naturfag, fordi det var et fag, som var forbundet med nederlag. Andre elever fortæller, at de, på trods af engagerende lærere, aldrig har opnået en egentlig interesse eller motivation for fagene. Mange tilføjer tilmed, at det, de har lært i grundskolen, ikke længere er noget, de kan huske:

Altså jeg har kun haft fysik og kemi, så det er jo ikke helt det samme, men det fattede jeg aldrig nogensinde noget af (elev, fysik, mekaniker).

Jeg har aldrig haft et fag, der specifikt hedder 'naturfag', men jeg havde fysik/kemi i folkeskolen. Det her er bare helt anderledes, fordi der er den tilkobling til virkeligheden. Til hvad det er, vi skal bruge det til. Og det er dét, der holder mig, og jeg fanger ret meget af det, og jeg synes, jeg er ret godt med fagligt. Jeg kan ikke huske noget som helst fra folkeskolen rigtigt (elev, naturfag, SOSU-hjælperuddannelsen).

Citaterne er blandt flere, hvor elever italesætter, at de kommer med mindre gode tidligere erfaringer fra de STEM-relaterede fag. En GF2-elev fortæller, at han aldrig fandt motivationen for biologi i gymnasiet, fordi han, som han sagde, 'ikke havde en drøm om at skulle blive videnskabsmand' (elev, naturfag, Urmager).

Dette ses også i forhold til nogle af GF2-elevernes grundskoleerfaringer, hvor de udtrykker, at undervisningen i grundskolen ofte har beskæftiget sig med 'teori for teoriens egen skyld'. Netop dette har for eleverne skabt bekymringer knyttet til det STEM-relaterede grundfag allerede inden påbegyndelsen af deres erhvervsuddannelse. Det er, som også tidligere nævnt, vigtigt at understrege, at ikke alle elever har behov for praksisnær helhedsorienteret undervisning, og at nogle elever motiveres af 'teori i sig selv' – fx i kombination med en engageret og kompetent lærer, som det beskrives senere i denne rapport. Men der er tilsyneladende en relativt stor del af erhvervsuddannelseseleverne, som demotiveres når de oplever, at grundfaget på GF2 bliver 'for grundfagets egen skyld', og når det ikke er synligt for dem, at faget fungerer som et vigtigt led i uddannelsen:

Ja der er meget fokus på, at man skal læse og sidde med snuden i en bog for, at man skal være håndværker. Fordi vi bliver jo ikke bedre håndværkere af det. Det tror jeg ikke, at jeg gør (elev, fysik, personvognsmekanikeruddannelsen).

For denne elev fortsætter de tidligere dårlige erfaringer med STEM-fagene fra grundskolen ind i erhvervsuddannelsen. Han siger, at der er 'meget fokus på at skulle læse', hvilket kan vidne om en vis modstand mod teoretisk undervisning, der ikke indeholder praksisnærhed og erhvervsrelevans. Dette blev også nævnt i citatet ovenfor, hvor SOSU-eleven sammenligner sine tidligere erfaringer fra fysik/kemi med den tilsyneladende mere motiverende tilgang, som hun oplever på SOSU-uddannelsen. Her 'kobles til virkeligheden' og 'til hvad det er, det skal bruges til' som eleven siger, og netop denne tilgang motiverer hende. Samtidig mener mekanikereleven ovenfor ikke, at man bliver en god håndværker af at 'sidde med snuden i en bog'.

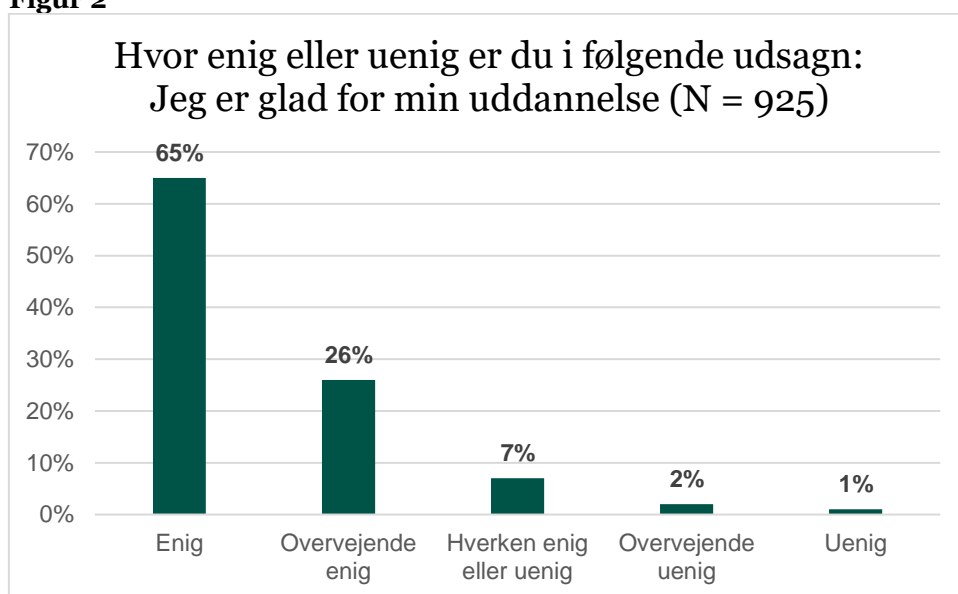
Undersøgelsen viser, at nogle steder og i nogle sammenhænge har STEM-fagene fungeret som relativt løse fagområder, der ikke har virket meningsfulde for alle elever. Nogle elever har haft svært ved at se, hvorfor det var vigtigt at lære om fagene i deres egen ret. Undersøgelsen, som denne rapport formidler resultaterne af, viser samtidig overordnet, at der kan være motivation at hente i en praksisnær helhedsorienteret tilgang i undervisningen. En tilgang, hvor STEM-fagene ikke eksisterer i deres egen ret, men hvor de bruges og sættes i spil i helhedsorienterede erhvervsfaglige sammenhænge. Uanset hvad der ligger bag en del elevers

mindre gode erfaringer med STEM-fagene, er det væsentligt, at man i erhvervsuddannelserne søger at skabe nye og positive erfaringer hos de elever, der kæmper med deres motivation i disse fag. Erhvervsskoler og lærere kan naturligvis ikke ændre elevernes tidligere erfaringer, men de kan derimod søge at skabe nye og positive erfaringer. Noget af det, der *kan* gøres, er at skabe motiverende undervisnings- og læringsforløb, og en vej til dette kan være en styrkelse af praksisnærhed og helhedsorientering.

Erhvervsuddannelserne kan ændre negative STEM-erfaringer

På trods af eventuelle tidligere negative erfaringer med STEM-fagene er langt størstedelen af eleverne glade for deres uddannelse. Selvom skepsis overfor grundfagsundervisningen eksisterer blandt nogle elever, viser undersøgelsens elevsurvey, at langt de fleste elever er glade for den erhvervsuddannelse, de er i gang med.

Figur 2



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Det fremgår af figur 2, at 91 % af de elever, der har svaret, er enten enige eller overvejende enige i, at de er glade for deres erhvervsuddannelse.

Elevernes åbenlyse tilfredshed med deres uddannelse kan have mange årsager, men en del af forklaringen kan ses i de interviewede elevers beretninger om, at de har et klart formål med deres uddannelse: De ønsker at blive uddannet inden for et fagligt område, og hvis dette kræver, at de skal undervises i eksempelvis fysik, naturfag eller matematik, så finder de motivationen for det STEM-relaterede grundfag gennem det erhverv, de uddanner sig til. Undersøgelsens kvalitative del illustrerer, hvordan STEM-fagene kan skabe mening for eleverne, når de ses i en helhedsorienteret sammenhæng med den erhvervsuddannelse, de er i gang med.

Jeg tænkte på, om jeg kunne klare det. Om det var noget jeg kunne holde ud – at sidde på skolebænken igen. Fordi jeg tog en uddannelse, som var hurtigt overstået, for netop at undgå skolegang, fordi jeg dengang ikke brød mig særlig meget om det, men altså nu så kan jeg jo godt se, at det

er interessant, altså de her fag, vi har (elev, naturfag, skov- og naturteknikeruddannelsen).

Eleven i citatet fortæller her dels om en tidligere modstand mod undervisning i de naturfaglige områder, men også at han nu har fået interesse i fagene, idet han opfatter dem som relevante i erhvervet som skov- og naturtekniker. Det har med andre ord skabt motivation hos ham at kunne se, hvad han skal bruge fagene til i forhold til sit kommende erhverv. En faglærer udtrykker den samme pointe nedenfor.

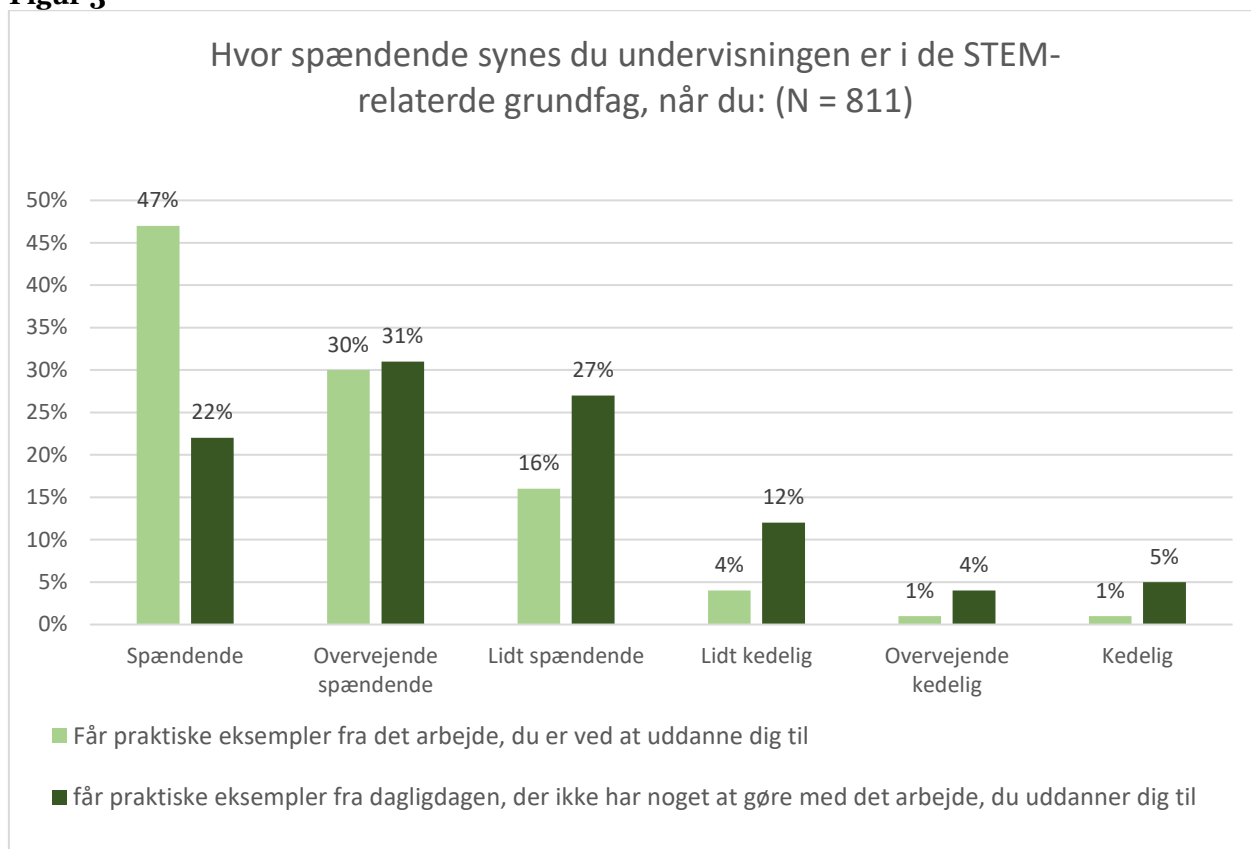
(...) mange af dem har en dårlig oplevelse med folkeskolen, og jo mere vi kan flytte det fra at ligne folkeskolen til at ligne noget andet, måske noget med nogle biler ude på værkstedet, jamen jo mere interesserede bliver de. Men jo mere vi går i den anden retning, jo mere modstand oplever vi, de kommer med (faglærer, personvognsmekanikeruddannelsen).

Læreren beskriver i citatet en oplevelse af, at nogle elever kan have modstand mod grundfag som fx naturfag, og at dette blandt andet kan stamme fra elevernes dårlige erfaringer med faget. Disse elever kunne, ifølge læreren, tilsyneladende have haft gavn af en praksisnær kobling til konkrete arbejdsopgaver i et givent erhverv. I dette tilfælde omtales bilerne på værkstedet som et omdrejningspunkt for en mere helhedsorienteret undervisning.

Nogle elever motiveres altså i det STEM-relaterede grundfag, når der er tydelige koblinger mellem deres kommende erhverv og undervisningens indhold og aktiviteter. Flere studier understøtter dette perspektiv, og bl.a. kan nævnes en undersøgelse af, hvilke læringsstrategier der kan understøtte motivation for faget matematik. På baggrund af interviews med studerende, der har gennemført forskellige matematikkurser, pointeres det, at matematikopgavens autenticitet ift. det erhverv, hvori matematikken skal anvendes, udgør en af hovedfaktorerne for de studerendes motivation for matematik (Hall, 2014). Pointen understøttes i (Frejd & Muhrman, 2020), hvor det fremhæves, at opgavernes autenticitet er særligt væsentlig for elevernes motivation.

Flere elever finder, at undervisningen både er mere spændende, og at de oplever at lære mere, når de får praktiske eksempler fra det arbejde, de er ved at uddanne sig til, i forhold til når de får almene praktiske eksempler fra dagligdagen, der er uafhængige af deres uddannelse. Det peger elevsurveyen på, jf. figur 3 og 4.

Figur 3

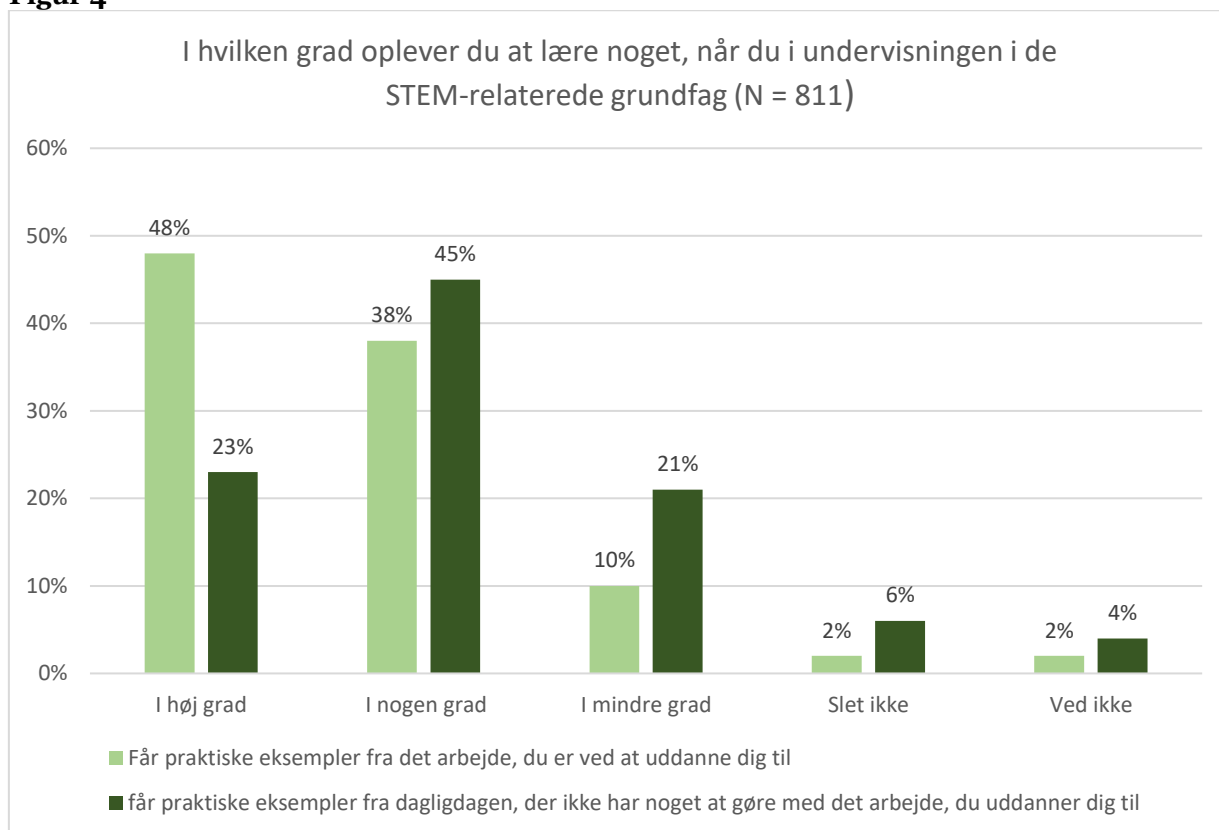


Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Surveyen viser her, at 47 % af eleverne oplever, at undervisningen i de STEM-relaterede grundfag er spændende, når der indgår praktiske eksempler fra det arbejde, de er ved at uddanne sig til, men at det kun gælder for 22 %, når de får praktiske eksempler fra dagligdagen.

Tilsvarende svarer 48 % af eleverne, at de i høj grad oplever at lære noget, når de får praktiske eksempler fra det arbejde, de er ved at uddanne sig til, mens 23 % angiver, at de i høj grad lærer noget, når de får de får praktiske eksempler fra dagligdagen. Dette ses i figur 4 nedenfor.

Figur 4



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

De STEM-relaterede grundfag på GF2 stiller således store krav til lærernes didaktiske planlægning, og herudover oplever nogle lærere udfordringer og savner inspiration i relation hertil (Slottved et al., 2019). De følgende afsnit tager udgangspunkt i undersøgelsen af, hvordan lærere konkret er lykkedes med at skabe praksisnær helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag, der af eleverne opleves som motiverende og lærerig. På den måde skal afsnittene ses som undersøgelsesbaserede forslag til planlægning og gennemførelse af motiverende undervisning i de STEM-relaterede grundfag.

Hvordan skabes koblingerne mellem undervisning og erhverv?

I det følgende vil det blive illustreret, hvordan grundfagsundervisning kan lykkes med at motivere og styrke elevernes læring. Nogle elever motiveres af STEM-undervisning, der handler om deres kommende erhverv, og som er praksisnært, men koblingerne mellem undervisning og erhverv kan ske på flere forskellige måder, som i større eller mindre grad er praksisnære og helhedsorienterede. En elev nævner følgende eksempel på, hvordan det giver mening for ham at koble praksisnærhed med fysikkompendiet:

Vi har brugt 14 dage herovre på elmotorer. De store spørgsmål er her: Hvad er der inde i? Hvordan fungerer de? Der er sammenfald til fysikkompendiet – der har du elektromagnetisme, du har induktion, du

har alle de her ting. I min verden, hvis du gør det her, så sidder det fast hos folk (elev, fysik, automatikteknikeruddannelsen).

Eleven fortæller her, hvordan han tilsyneladende profiterer af, at elmotorens opbygning og konstruktion er udgangspunkt for den teoretiske fysikundervisning. Han beskriver, hvordan han lærer mere af denne praksisnærhed.

Men koblinger mellem erhverv og undervisning handler dog også om mere end kun 'sammenfald til et fysikkompendie', som eleven nævner. Et svensk studie peger her på vigtigheden af at se STEM-fagene som noget, der handler om betydeligt mere end kun at se faget – i dette tilfælde matematik – som en 'tilføjelse' til et praksisområde i en erhvervsuddannelse. I stedet er det vigtigt, at STEM-fagene bruges til at *forklare* praksisaspekter i uddannelsen, sådan at de bliver redskaber til at forstå praksis (Bellander, Blaesild & Björklund, 2017). Elevernes motivation i STEM-fag kommer bl.a. via 'virkelighedskoblinger', hvor de vigtigste faktorer, der påvirker elevernes motivation, er relevansen af opgaver i forhold til elevernes hovedforløb samt realismen og autenticiteten af opgaver inden for det relevante erhvervsfaglige område (Hall, 2014).

Undervisningen skal baseres på eksempler fra erhvervet

En måde at skabe kobling mellem undervisningen og det erhverv, som uddannelsen retter sig mod, er at basere undervisningen på eksempler fra erhvervet. Dette kan gøres på forskellige måder, og i det følgende præsenteres nogle eksempler på, hvordan koblingen kan skabes.

Nogle elever efterspørger eksempler fra praksis, hvilket knytter sig til behovet for hele tiden at vide, hvad STEM-fagenes indhold skal bruges til i deres kommende erhverv. Eksempelvis siger en elev på Mekanikeruddannelsen:

Ja, jeg synes det er lidt nemmere at koncentrere sig heroppe og forstå, hvad det handler om, fordi det er noget, der hænger lidt mere sammen med mekanikerfaget i forhold til det på efterskoler og folkeskoler (elev, personvogsmekanikeruddannelsen).

Eleven italesætter, hvordan grundfagsundervisningen i naturfag giver mere mening for ham, når der er en klar relevans til erhvervet med konkrete eksempler. I denne sammenhæng er det påfaldende, at hele 46% af eleverne i undersøgelsens survey svarer, at de i undervisningen altid eller ofte får praktiske eksempler fra dagligdagen, der ikke har noget at gøre med det arbejde, de uddanner sig til. Den ovenfor nævnte elev ville fx sandsynligvis ikke profitere af eksempler fra dagligdagen, der ikke havde relevans til mekanikerfaget. Således kan det illustrere, at der nogle steder kan være et behov for at knytte undervisningen i STEM-fagene tættere til praktiske eksempler fra erhvervet. Praktiske eksempler, som det eksempelvis beskrives i nedenstående lærercitat, der illustrerer en tæt sammenhæng mellem naturfag og elevernes kommende praksis:

Jeg underviser også i somatisk sygdom og prøver hele tiden at trække tråde både til naturfagsundervisningen og farmakologiundervisningen. Ligeledes, når jeg så står i naturfagsundervisningen, så kan der trækkes tråde tilbage til somatisk sygdom. Og vi planlægger også vores skema ud fra, at de hænger sammen – naturfagene, farmakologi og somatisk

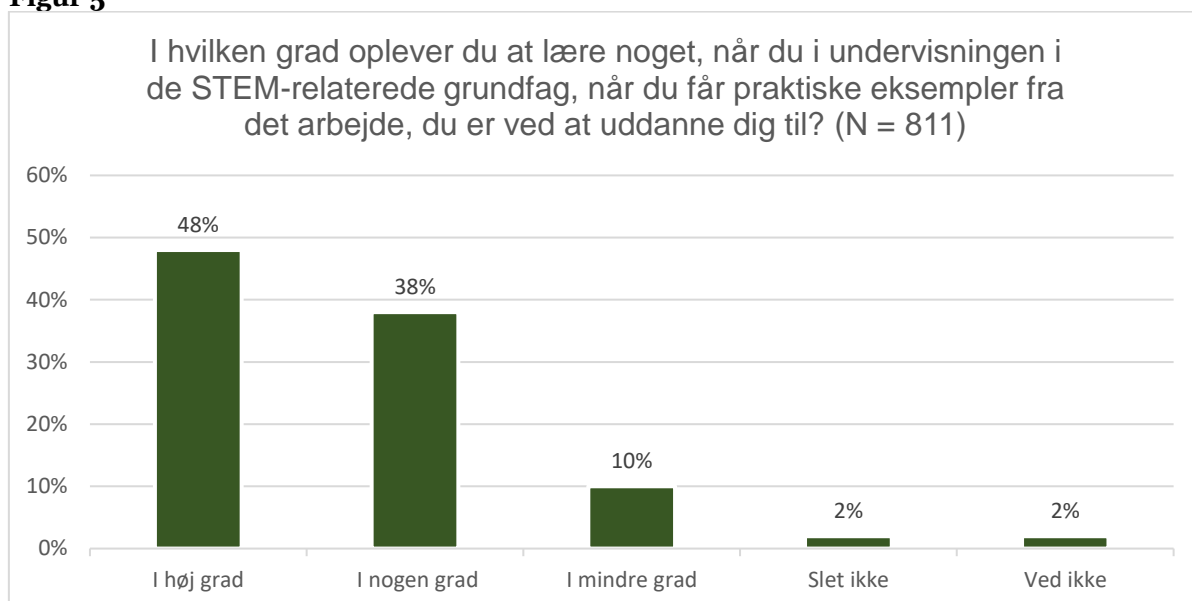
sygdom. Men min oplevelse er også helt klart, at det giver rigtig god mening for eleverne. Oplevelsen er fra mit synspunkt, at mange af eleverne, de har en vis modstand på naturfag. De synes, det er svært. Men når man så står og siger: "Jamen kan I huske vi lige har haft omkring næringsstoffer, da vi egentlig havde om mave- tarmsystemet i somatisk sygdom?". Så begynder de at kunne trække trådene og øge den her transfer og så se, hvorfor det egentlig er, vi skal lære det, og hvorfor det giver så god mening, og det synes jeg virker både motiverende og godt (naturfagslærer, SOSU-hjælperuddannelsen).

Læreren giver her et eksempel på, hvordan man kan basere naturfagsundervisningen på eksempler, der sætter erhvervet i centrum. Læreren fortæller også her om en modstand mod naturfag hos nogle elever, eller at de synes undervisningen er svær. Samtidig beskrives det, hvordan koblingen til næringsstoffer og mave- tarmsystemet i fagområdet 'somatisk sygdom' kan medvirke til at give eleverne en helhedsorienteret opfattelse af fagets sammenhæng og relevans for arbejdet på social- og sundhedsområdet. Et studie af erhvervsuddannelsernes matematikundervisning viser eksempelvis også, at det er væsentligt, at der fokuseres på erhvervsrettet matematik som middel til at synliggøre matematikken i forhold til den teknologi, der anvendes på arbejdspladsen. Dette kræver ifølge studiet, at underviserne rummer en balance mellem matematikkompetencer, undervisningsevner og viden og erfaring fra arbejdspladsen (Frejd, 2018).

Sidstnævnte arbejdspladsrelaterede viden og erfaringer hos lærerne er noget, der potentielt kan styrke undervisningens eksempler fra elevernes kommende erhvervspraksis. Når lærerne får opdaterede praktiske erfaringer og viden fra erhvervet, kan det være nemmere at relatere til praksis i undervisningen. Dette kan således potentielt bevirke, at eksemplerne i mindre grad bliver taget fra en dagligdag, der ikke har noget at gøre med det arbejde, eleverne uddanner sig til – hvilket 46 % af eleverne som angivet ovenfor svarer, at de altid eller ofte oplever sker i undervisningen.

Tilsvarende er eleverne blevet spurgt til, hvad det betyder for muligheden for at lære, når undervisningen tager udgangspunkt i praktiske eksempler fra faget. Som det fremgår af figur 5, peger hele 86 % af eleverne på, at de i nogen eller høj grad får oplevelsen af at lære noget, når undervisningen inddrager eksempler fra fagets praksis.

Figur 5



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Endelig peger eleverne i surveyen på, at de – når undervisningen har afsæt i praktiske eksempler fra faget – forventer bedre at kunne anvende det lærte. Således giver 85 % udtryk for, at de i nogen eller høj grad får oplevelsen af at kunne anvende det lærte i fremtiden, når undervisningen tilrettelægges på den måde.

I det følgende eksempel nøjes to lærere på tjeneruddannelsen ikke med at komme med eksempler fra praksis. De er gået længere end udelukkende at eksemplificere elementer fra naturfagsundervisningen og har udviklet et decideret praksisbaseret naturfagligt undervisningsforløb. I undervisningsforløbet fokuseres bl.a. på naturfaglige områder som fermentering, mikroorganismer og mikrobiologi med henblik på at gøre eleverne klogere på processerne bag de forskellige former for drikkevarer, de serverer for deres gæster. En af lærerne beskriver baggrunden sådan:

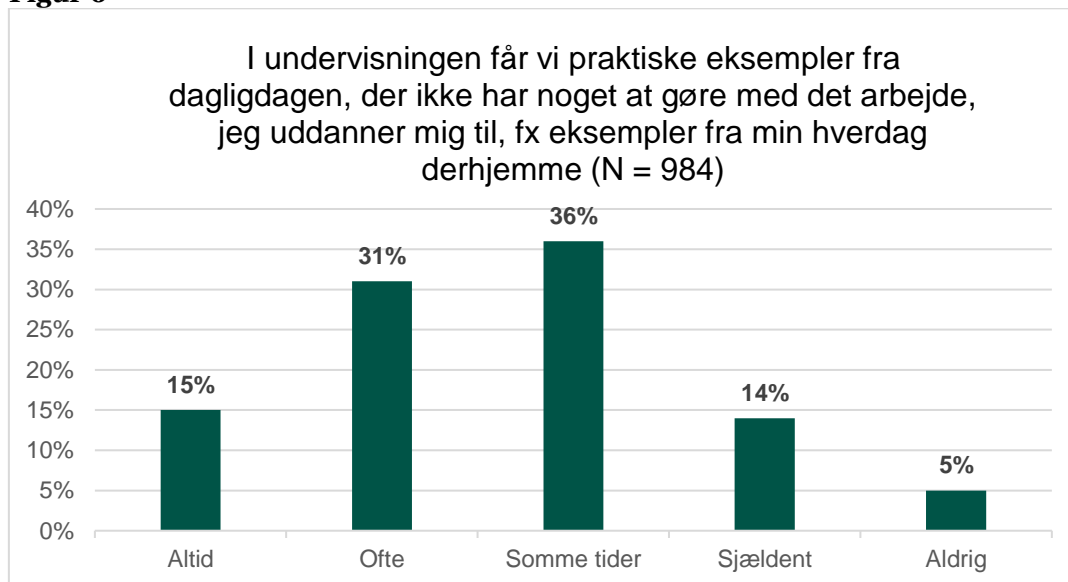
Det er en interesse for egentlig at se ind i elevernes motivation og deres egne interesser for det naturfaglige, som ikke er så 'skolet', som de selv kender. Det er måske fra folkeskolen, hvor vi kunne bruge noget mere praktisk orienteret og mange flere forsøg, som var relateret til tjenerens funktionelle arbejde. Så det er ligesom det, der gør det tværfagligt. Og jeg startede ud med at bruge nogle af mine kontakter ude i branchen (naturfagslærer, tjeneruddannelsen).

Læreren beskriver her et konkret fokus på elevernes interesser og motivation i et naturfagligt undervisningsforløb. Lærerne har designet et forløb, hvor udgangspunktet har været ønsket om at skabe en høj grad af praksisnærhed og praksisrelevans i elevernes tjeneruddannelse. I forløbet arbejdes der med produktion af lav-alkoholiske drikkevarer ud fra naturfaglig viden og erfaring med relevante gærings- og produktionsprocesser. Der arbejdes således med den bagvedliggende viden om drikkevarer, med og uden alkohol, som er en del af tjenerarbejdet.

Dette i fagligt samspil med maden og værtskabet, hvilket alt i alt kan medvirke til at skabe en helhedsoplevelse for restaurantgæsten.

På trods af vigtigheden af at koble erhvervet tæt til undervisningen svarer mange elever, at de eksempler, de ofte eller somme tider præsenteres for i grundfagsundervisningen, ikke relaterer sig til det erhverv, de er ved at uddanne sig til.

Figur 6



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Det fremgår af figur 6, at hele 82 % af eleverne oplever, at de enten altid, ofte eller somme tider får eksempler i undervisningen, der ikke har noget at gøre med det arbejde, som de uddanner sig til. Kun 19 % svarer, at dette aldrig eller sjældent sker. Faktisk svarer 46 % af eleverne, at deres lærere altid eller ofte bruger eksempler, der ikke har noget at gøre med erhvervet.

Dette kan indikere, at der er et stort potentiale for at lave flere autentiske 'virkelighedskoblinger' i undervisningen på nogle erhvervsuddannelser. På den ene side tyder det på, at eleverne motiveres af praksisnære og autentiske eksempler i undervisningen, og på den anden side oplever langt størstedelen af eleverne, at lærerne altid, ofte eller somme tider bruger eksempler, der ikke handler om deres kommende erhverv.

Undervisningen kan med fordel være produktorienteret

En anden måde at skabe helhedsorientering gennem kobling mellem grundfag og erhverv er at gøre undervisningen produktorienteret. Der er flere eksempler i undersøgelsens data, som viser, hvordan der med fordel kan arbejdes produktorienteret i STEM-fagene.

Et af eksemplerne illustrer, hvordan elever kan motiveres i naturfag ved at arbejde med konkrete praktiske opgaver, der samtidig er produktorienterede. På den førnævnte tjeneruddannelse gennemfører to lærere et undervisningsforløb i naturfag, der indeholder konkret produktion af bl.a. øl og vin. Dels arbejder eleverne hen mod færdiggørelse af konkrete

produkter, og dels får eleverne en praktisk og teoretisk forståelse bag de drikkevarer, som de skal servere i deres arbejde. Lærerne fortæller om det således:

Det her fag, det ligger jo lige til højrebænet, fordi der jo foregår en masse processer i det at tage et produkt til et andet produkt, som man så kan drikke – om det så er vin, øl, cider, kombucha og så videre, så er det jo en naturvidenskabelig proces, der finder sted (...) de skal også føle en tryghed, når de går ud og præsenterer et produkt, fordi de faktisk har været med til, da de var på skole engang, at lave et produkt selv (...) og det kunne jeg da se, da de kom tilbage på skolen, var det en helt anden sådan interesse, de faktisk også har fået startet (...) så kan tjenerleverne gå over og spise sammen, og så smager de produkter, der er blevet lavet og (...) vi har produceret, og så skænke det til de andre elever. Det er jo også en kæmpe mulighed (naturfagslærer, tjeneruddannelsen).

Der fortælles her om, hvordan naturfagsundervisningen gøres produktorienteret, hvilket, ifølge lærernes beskrivelser, kan skabe en interesse for de naturfaglige processer bag produktet samt skabe interesse, meningsfuldhed og potentielt en følelse af faglig stolthed ved at kunne skænke det færdige produkt til de andre elever. Flere studier viser, at elevernes fremstilling af færdige produkter er et middel til synliggørelse af læring – både for omverdenen og for eleven selv. Dette bl.a., fordi produkter er synlige artefakter, der repræsenterer og udtrykker elevernes kompetencer og kvalifikationer (Hersom, 2020).

På uddannelsen til urmager kan produktorienteringen i naturfag eksempelvis handle om at sammensætte en særlig rensesvæske, der er et nødvendigt element i urmagerens kommende arbejde. En elev på uddannelsen fortæller, hvorfor det er motiverende for ham at lave rensesvæsken:

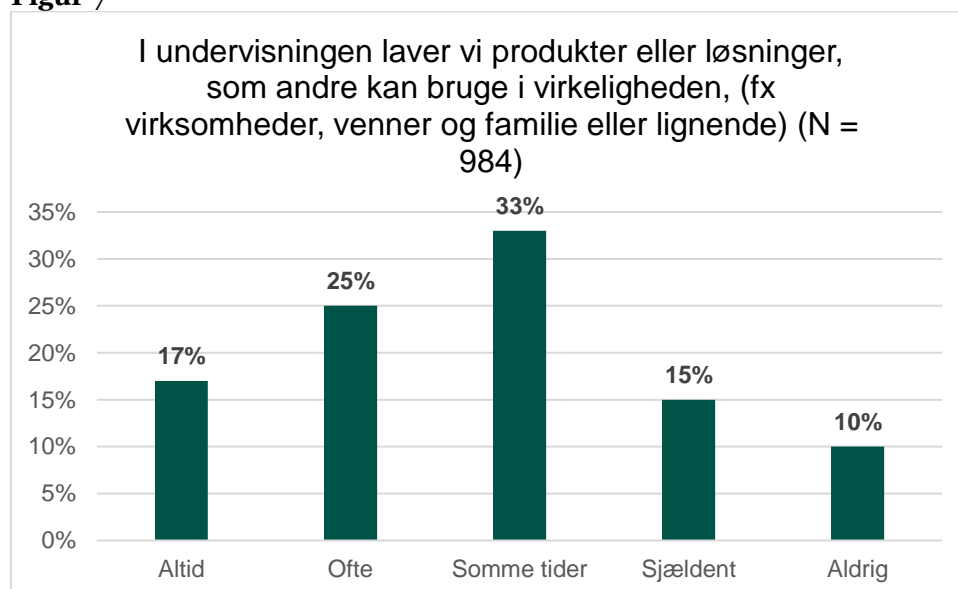
Jeg tror, det er mere, fordi det er noget, vi kommer til at bruge. Især fordi de fleste af os vil også gerne være selvstændige til en vis grad, måske i fremtiden. Derfor er det meget interessant at lære om det, fordi det er noget, vi selv kommer til at sidde og lave, hvis vi kommer til at være selvstændige – og sikkert også ude i en butik eller andre steder. Der kommer man også sikkert til at lave noget urmagersuppe en gang imellem. Fordi det får du altid brug for. Så jeg tror det har meget med det at gøre (elev, naturfag, urmageruddannelsen).

Eleverne kender nødvendigheden af at have såvel praktisk som teoretisk viden om rensesvæsken i deres kommende arbejde, og de ved, at det er et produkt, de selv skal kunne lave. Dette medvirker til, at naturfag opleves som værende særligt meningsfuld i den forbindelse. De ved, de skal kende såvel blandingsforhold og interaktionsprocesser mellem de forskellige kemikalier i rensesvæsken. De skal både kende det teoretiske grundlag bag rensesvæsken og have praktiske erfaringer med at lave produktet. Som ovenfor nævnt motiveres mange elever af at udarbejde produkter eller løsninger, som andre kan bruge i virkeligheden.

Produktorientering kan altså være et motiverende og lærerigt element i undervisningen, og studier viser ligeledes, at det kan virke motiverende for eleverne at kunne se og fremvise et

veludført produkt (ibid.), og det kan derfor med fordel forsøges tænkt ind i undervisningsplanlægningen, hvor det er muligt. Men på trods af dette svarer i alt 25 % af eleverne i projektets elevsurvey – på tværs af alle de STEM-relaterede grundfag – at de sjældent eller aldrig skaber produkter eller løsninger i undervisningen, som andre kan bruge i virkeligheden. Dette fremgår af figur 7.

Figur 7



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

De 25 % af eleverne, der svarer sjældent eller aldrig på spørgsmålet, kan dække over aspekter som fx, at visse typer af uddannelse ikke umiddelbart rummer muligheder for at arbejde produktorienteret. På den anden side viser tallene også, at der med fordel kan tænkes i nye produktorienterede undervisningsmetoder i de uddannelser, som måske ikke umiddelbart synes at lægge op til det. Et produkt kan have mange variationer, afhængig af hvad den enkelte uddannelse retter sig mod og drejer sig om, og der kan således være tale om både artefakter, processer og elementer. Her er der således et potentiale for opmærksomhed i planlægning af undervisning i STEM-fagene.

Casebaseret undervisning som middel til motivation

En tredje måde at koble erhvervet med undervisningen kan være at benytte cases. Undersøgelsen viser, at brug af cases kan være en måde, hvorpå eleverne selv kan arbejde med at koble deres STEM-relaterede grundfag til erhvervet. Cases her forstået som 'levende' beskrivelser af en autentisk situation eller konkret problemstilling.

Casebaseret undervisning har den fordel, at læringsindholdet fremstår konkret og virkelighedsnært for eleverne. En case er baseret på nogle grundlæggende faglige beskrivelser og facts og skal frem for alt beskrive en realistisk situation, der er meningsfuld og fagligt genkendelig for eleverne. På den måde er det hensigten, at eleverne umiddelbart skal kunne

sammenkoble deres STEM-relaterede grundfag med deres kommende erhverv. En elev på en SOSU-uddannelse giver et eksempel på, hvorfor og hvordan det motiverer hende at arbejde med cases i naturfagsundervisningen:

Cases med, at der er den her borger, der har symptomer. Vi aner ikke, hvad personen fejler. Her får du mere undervisning i at kunne tænke igennem kroppen, hvad er det? Hvad kan skyldes de her symptomer? Jeg ved godt, det ikke er os, der skal konkludere, hvad personen fejler, men det er ikke ligegyldigt, hvad man giver dem af piller. Alt efter hvad de fejler. (...) jamen, derfor ville jeg personligt gerne, at der var noget mere cases i det, så man kunne blive dygtigere til at agere, når du står derinde. Hvis du kommer til én eller anden gammel mand og dame, der ligger. Der er sket et eller andet, altså hvor man skal reagere ret hurtigt. Jamen, hvad gør man lige her? (elev, naturfag, SOSU-hjælperuddannelsen)

En anden elev fortsætter: Jeg er også enig, fordi til sammenligning med andre fag, hvor vi får cases til næsten hver dag, får vi ingen cases her. Kun til eksamen eller til forberedelse til eksamen. Hvis vi havde case udover forsøg, så ville det være spændende! (elev, naturfag, SOSU-hjælperuddannelsen).

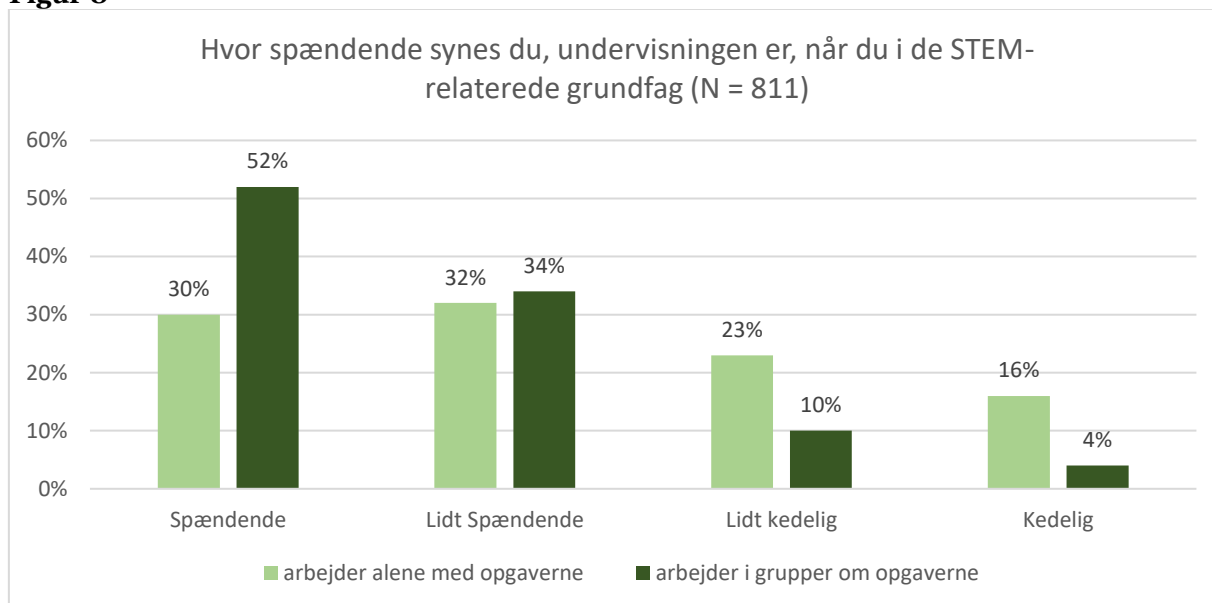
De to elever efterlyser her, at undervisningen tager udgangspunkt i cases. Den første elev beskriver cases som et middel til at kunne 'være på forkant' med de situationer, der kan opstå i arbejdslivet. En praktisk case vil her kunne medvirke til at ruste eleverne til at vurdere, hvordan der skal handles i en sådan situation, idet de på forhånd vil have diskuteret de faglige handlemuligheder, inden situationen opstår i deres arbejde. Den anden elev efterspørger konkret flere cases som en endnu større del af undervisningen og ikke kun som en del af eksamen. Alt i alt kan det være en mulighed at tænke cases ind som en del af undervisningen i de STEM-relaterede grundfag. Cases vil kunne designes på flere forskellige måder, hvilket samtidig også skal matche behovet i den enkelte erhvervsuddannelse. Eksempelvis argumenteres der i studier af landbrugsuddannelserne for at integrere STEM og praksisfaglighed via 'hands-on-erfaringer' med at lære via praktisk problemløsning (Gill, 2011). I andre sammenhænge kan tænkes mere i 'narrativet' som en særlig tilgang til cases (Tyson, 2016).

Gruppearbejde motiverer elever i STEM-fagene

Endelig som en fjerde måde at styrke den helhedsorienterede kobling til praksis i de STEM-orienterede grundfag kan gruppearbejde fremhæves. Gruppearbejde er en didaktisk tilgang, der lægger op til, at eleverne tager fælles ansvar og finder fælles engagement i de opgaver, de er sammen om at løse.

Såvel den kvantitative som kvalitative del af projektets undersøgelse viser tendenser og eksempler på, at gruppearbejde virker motiverende for eleverne i de STEM-relaterede grundfag. Surveyen viser, at de fleste elever tilsyneladende finder det motiverende at arbejde i grupper.

Figur 8



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Af de elever, der har besvaret spørgsmålet ”hvor spændende synes du undervisningen er, når du arbejder i grupper?”, svarer 52 % ’spændende’, mens 34 % svarer ’lidt spændende’. Kun i alt 14 % svarer enten ’lidt kedelig’ eller ’kedelig’ på spørgsmålet. Sammenlignet med at arbejde alene er gruppearbejde det, der scorer højest på svaret ’spændende’. Der er også flere eksempler i den kvalitative interviewundersøgelse på elever, der motiveres og lærer, når de arbejder i grupper. En gruppe elever på SOSU-uddannelserne taler således om gruppearbejde:

Jeg synes, det er mega lækkert, og jeg har ikke altid været gruppemennesker, men jeg synes virkelig, det gør, at jeg kan lide det. Også hvis man er sammen med nogle, der måske... altså nu synes jeg, at vores gruppe, vi er cirka lige gamle, men hvis man sidder med nogle, der måske har noget erfaring fra før i tiden – det kan selvfølgelig være lækkert. Men også bare det, at man måske sidder med nogle, der måske er lidt ’lost’ eller sådan lidt trætte, og så man også kan forklare dem. Så får man også lov til sådan ligesom at være den, der har styr på det. Altså jo, selvfølgelig booster det også ens selvtillid, men også bare så man forstår det bedre (elev, naturfag, SOSU-hjælperuddannelsen).

En anden elev følger op med denne kommentar:

Jo, fordi så får man også sparring. Jeg var i gang med at skrive, og så fandt [navn] en flig af grundstofferne i pillerne i det der periodiske system. Så hvis det var mig, så havde jeg ikke fundet den. Så sådan sparrer vi med hinanden om vores meninger og alt det der. Jeg synes, det fungerer rigtig fint (elev, naturfag, SOSU-hjælperuddannelsen).

Eleven i det første citat italesætter, at gruppearbejde både kan virke, hvis man som elev har fagligt 'underskud' og 'overskud' i arbejdet. Eleven kan både profitere af gruppearbejdet, hvis de andre gruppemedlemmer har erfaringer og viden, som hun kan læne sig op ad og lære af. Eleven kan samtidig også profitere af at være den, der har fagligt overskud i en gruppe, hvilket kan booste den faglige selvtillid. I det næste citat fortæller en anden elev, at gruppesparringen gør, at det faglige bliver nemmere at forstå, og at det periodiske system havde været svært forståeligt, hvis eleven havde arbejdet alene.

Ovenstående udgør elevernes perspektiver på gruppearbejde, men lærernes perspektiver er relativt enslydende med elevernes. Nedenfor reflekterer to lærere over gruppearbejdets muligheder. Her beskrives det, hvordan elevernes samarbejdskompetencer, ifølge denne ene lærer, opøves af at deltage i gruppearbejde i undervisningen, og at det er noget, som efterspørges hos mestrene. Læreren lægger også vægt på, at gruppearbejdet kan være redskab til, at alle elever bidrager med deres kompetencer og kvalifikationer ind i en fælles læreproces.

Vi tilgodeser mestrene, som gerne vil have medarbejdere ude, som er sindssygt gode til at kunne samarbejde med andre. Altså noget af det får vi jo trænet med alt det her. Vi tilgodeser også dem, som er bogligt udfordrede, ved at de ikke sidder med det hele selv, men at de faktisk kan delegerer ud, så de får skrevet noget, der passer lidt mere til deres skriveniveau, eller hvad vi skal kalde det. Fordi en ordblind behøver måske ikke sidde og taste lige så meget som en, der ikke er ordblind. De kan måske diktere i højere grad, hvor der er nogle andre, der skriver. Fordi vi har en del ordblinde. Og de skal jo ikke nødvendigvis være dårligere stillet, fordi det er grundfag, og fordi de er ordblinde. Det er jo ikke fair, fordi de skal jo til den samme eksamen, de skal have den samme viden, men deres vej dertil skal helst ikke være så meget mere besværlig. Så det kan gruppearbejdet også hjælpe på. (...) Og det gør jo også, at de kan dele deres erfaringer med de forsøg, de laver, de der oplevelser, de får undervejs, så har de noget at dele. De snakker frem og tilbage med hinanden om, hvordan oplevede du det her, og de kan se det og mærke det (naturfagslærere, urmageruddannelsen).

Citatet beskriver, hvordan gruppearbejdsformen netop kan rumme de forskellige udfordringer og styrker, den enkelte elev har – og optimalt set bevirke, at gruppens medlemmer får en større grad af læring. Gruppearbejde kan give erfaringsdeling og fælles læringsoplevelser.

Problembaseret læring i form af gruppearbejde kan understøtte motivation

Gruppearbejde kan altså således være værd at kigge på i forhold til udviklingen af motiverende STEM-undervisning. Men gruppearbejde kan have mange former og tilgange, og derfor er det væsentligt at diskutere, hvordan man rammesætter gruppearbejde som arbejdsform. 90 % af alle eleverne i projektets survey svarer, at de altid, ofte eller somme tider arbejder i grupper om opgaverne, og heraf svarer 71 %, at de altid eller ofte arbejder i grupper. Men gruppearbejde kan organiseres og praktiseres på mange forskellige måder. Flere danske og internationale studier beskriver, hvordan problembaseret læring (PBL) er en særlig hensigtsmæssig måde at arbejde på i STEM-fagene.

PBL handler kort sagt om, at de kommende arbejdstagere skal udvikle relevante kompetencer og kvalifikationer ved at blive konfronteret med problemsituationer, der er forankret i praksis (eksempelvis via cases el.lign.). Dette frem for at arbejde med lærebogsstof og teori i på forhånd tilrettelagte forløb. PBL har til formål at vække elevernes undren og nysgerrighed og kalde på forklaringer som middel til at fremme elevernes lyst til at lære. Udgangspunktet er, at eleverne lærer mest af selv at være aktive og tage styring i deres læringsprocesser. PBL kræver dermed også, at der trænes selvstændighed, deltageraktivitet og medansvar for egen læring (Pettersen, 2001).

I undersøgelsens litteraturreview indgår en forskningsbaseret analyse af 36 interviews med elever i kemi, der viser, at PBL højner de studerende faglighed og udvikler deres metakognitive studiekompetencer. Analysen illustrerer, at en sådan elevcentreret læringstilgang er effektiv ift. elevernes vidensdannelse og forøgelse af sociale færdigheder – samt ikke mindst ift. deres interesse for kemi. Resultaterne beskriver, at elevernes lærings succeser særligt afhænger af 'problemets kvalitet' (om problemet/problemformuleringen lægger op til læring), 'lærerens/tovholderens kvalifikationer' (kvalifikationer ift. at organisere PBL) og gruppens sammensætning (er der basis for lærerige interaktioner mellem gruppedeltagere?) (Tarhan & Ayyıldız, 2015).

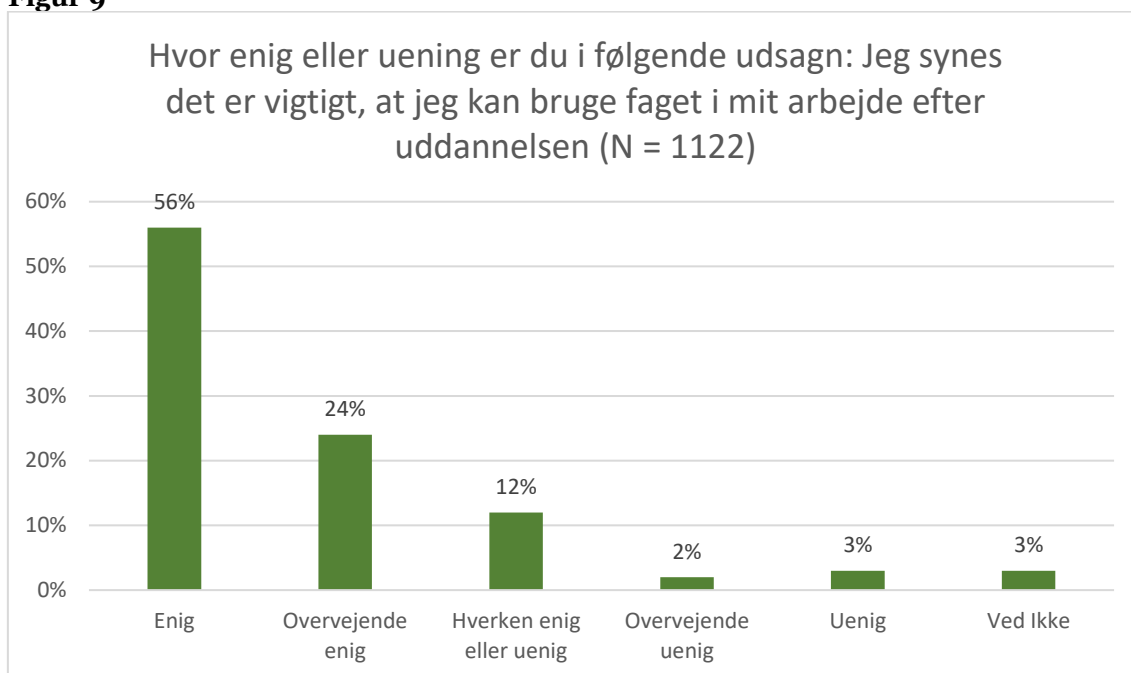
Et andet studie viser på samme måde, at PBL kan være en optimal ramme for at udvikle STEM-kompetencer. Ifølge studiet er det dog vigtigt, at eleverne medvirker i alle faser lige fra problemidentifikation over problemanalyse til problemløsning og vurdering af udviklede løsninger. Det er her samtidig vigtigt, at lærerne tager aktivt del i processen og helst fungerer i en konsulentrolle. Studiets hovedpointe er, at PBL er velegnet til at motivere eleverne i STEM-fagene, især fordi PBL kan sætte en meningsgivende kontekst for læring i disse fag (Shi-Jer, Ru-Chu, C. Ray & Kuo-Hung, 2011).

I en tilrettelæggelse af undervisningen i de STEM-relaterede grundfag vil det derfor være vigtigt at overveje, hvor meget hhv. problemorientering og deltagerstyring skal fylde, og hvordan det skal gribes an. Hertil kommer, at problemet skal baseres på noget, eleverne finder relevant at arbejde med – ikke mindst ift. problemets grad af autenticitet, og at det samtidig rummer læringsmuligheder.

Undervisningen skal opleves relevant for det kommende erhverv

Undersøgelsen viser vigtigheden af, at eleverne oplever, at viden i det STEM-relaterede grundfag er væsentligt i deres kommende erhverv. I elevsurveyen svarer samlet set 80 %, at de enten er 'enige i' eller 'overvejende enige i', at det er vigtigt, at de kan bruge det, de lærer i uddannelsen i deres arbejde som faglærte (figur 9).

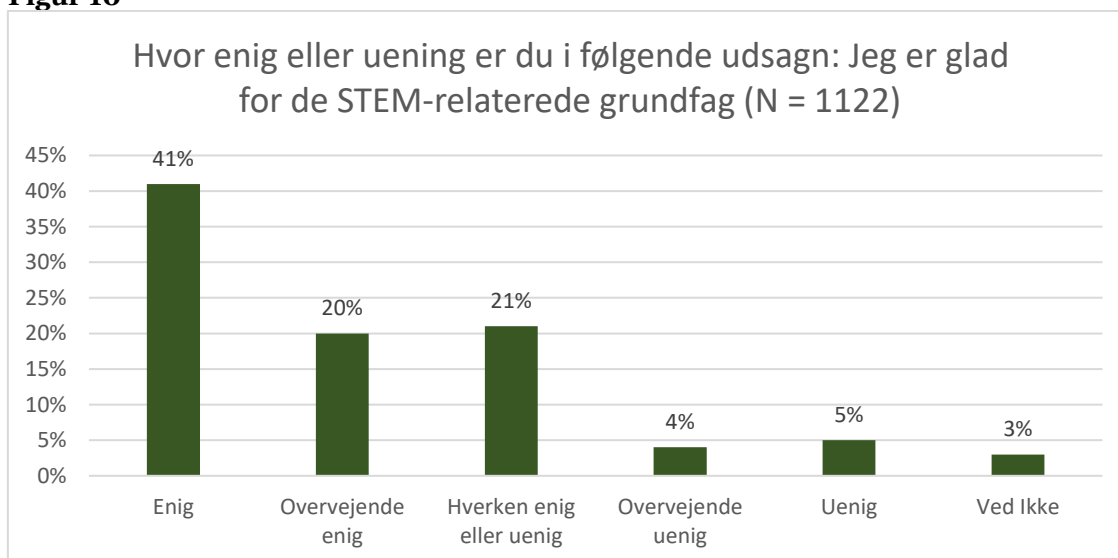
Figur 9



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Samtidig erklærer 61 % sig enige eller overvejende enige i, at de er glade for deres STEM-grundfag eller overvejende er glade for det. Det fremgår af figur 10 nedenfor.

Figur 10



Dette adskiller sig markant fra de kun 46 %, som enten svarer, at de er enige eller overvejende enige i, at de har gode erfaringer med STEM-faget fra tidligere uddannelsesforløb, jf. figur 1.

Tallene kan indikere flere forskellige ting, men bl.a. kan de tyde på, at en del af eleverne er mere glade for STEM-faget på deres erhvervsuddannelse, end de har været tidligere i andre skole/uddannelsesforløb. Her kan praksisrelevans være en af årsagerne, idet eleverne får en oplevelse af at kunne bruge det, de lærer, i deres arbejde efter uddannelsen. De får en oplevelse af, at faget er vigtigt i deres kommende erhverv. I citatet nedenfor eksemplificerer en lærer på tjeneruddannelsen, hvordan 'begrebsliggørelse' og fagligt sprog kan være en vej til at give eleverne fornemmelsen af, at det STEM-relaterede grundfag er relevant for deres kommende erhverv:

Jeg oplever en erkendelse af det, der finder sted, og jeg oplever en begrebsliggørelse – altså at de sætter selv ord på det, der sker. Jeg føler også, at de tager ejerskab i nogle fagtermer, som de måske ikke før helt har forstået. Altså fermenteringen er jo et meget godt eksempel. Sådan et løst ord – hvad er det egentlig, der ligger i ordet fermentering? At de lige pludselig forstår, at det er en proces, og at det dækker over flere ting. At gæring kan gøre, at alkohol bliver til. Og videre siger læreren: ”De er selvfølgelig mere motiverede nede i det praktiske, men jeg tror, at i om med at de ved, at der ligesom er en praktisk del bagefter, og de bliver nødt til at forstå nogle ting inden, det gør, at de også er motiveret i de teoretiske (naturfagslærer, tjeneruddannelsen).

Læreren nævner, at erfaringer med, i dette tilfælde, fermentering kan være et aspekt i elevernes oplevelse af fagets vigtighed for deres kommende erhverv. Lærers brug af fagsprog og faglige begreber kan således være en vej til elevernes motivation, idet de faglige begreber kan medvirke til at øge forståelsen af, at de efterfølgende skal bruge det, de lærer i det STEM-relaterede grundfag, i deres kommende erhverv. Det faglige sprog og fagtermerne kan således også være et af flere vigtige fokusområder i forbindelse med elevernes oplevelse af praksisnærhed og helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag.

Opsamling

Kapitlet har formidlet, hvordan nogle elevers negative erfaringer med STEM-fagene, fra tidligere uddannelsesforløb kan medvirke til at skabe et mindre positivt udgangspunkt for motivation og læring i de STEM-relaterede grundfag på den erhvervsuddannelse, de har valgt. Kapitlet har omvendt også formidlet det forhold, at erhvervsuddannelserne faktisk kan ændre og vende disse negative STEM-erfaringer hos nogle elever.

Undersøgelsens analyser viser, at denne motivationsmæssige ændring kan ske ved konkret at skabe og synliggøre koblingerne mellem STEM-undervisningen og det erhverv, som eleverne skal arbejde i. Dette på en sådan måde, at alle elever faktisk oplever og erfarer koblingen mellem undervisning og erhverv.

Dette kan bl.a. gøres ved i høj grad at basere undervisningen på autentiske eksempler fra elevernes valgte kommende erhverv. Undersøgelsens data viser, at eleverne foretrækker, at der i undervisningen benyttes eksempler fra erhvervet frem for hverdageksemples. Dette kan give dem en oplevelse af kobling mellem det STEM-relaterede grundfag og deres erhverv.

Casebaseret undervisning kan ligeledes imødekomme dette behov for undervisningskoblinger til autentiske eksempler fra branche og erhverv. Et udgangspunkt i cases kan medvirke til at give eleverne nogle billeder af praksis og formidle nogle problemstillinger, som reelt er til stede i praksis. Dette kan således være en vej til helhedsorientering og praksisnærhed.

Kapitlet viser også, at undervisningen i de STEM-relaterede grundfag med fordel kan være produktorienteret, hvilket her skal forstås i bred betydning. Det opleves af eleverne, at relevansen til erhvervet bliver mere tydelig og konkret, når der i undervisningen arbejdes med at fremstille et produkt, der er klart relateret til erhvervet.

Det ses også, at gruppearbejde kan virke motiverende for elever i STEM-undervisningen. Gruppearbejde kan både bevirke, at eleverne får mulighed for at hjælpe hinanden og diskutere undervisningsindholdet, når det til tider kan forekomme svært forståeligt. Samtidig kan gruppearbejde give den enkelte elev mestringsoplevelser, når han/hun har fagligt overblik og kan forklare sig til de andre i gruppen. Problembaseret læring er en særlig måde, hvorpå man kan iværksætte gruppearbejde med praksisnærhed og helhedsorientering som mål. Eleverne arbejder her med autentiske faglige billeder af problemstillinger, som reelt forekommer i praksis.

Alt i alt viser kapitlets analyser væsentligheden af, at elever faktisk oplever STEM-undervisningen som relevant for deres erhverv. Der er dermed et 'oversættelsesarbejde' for læreren i at medvirke til at give eleverne denne relevansoplevelse, hvilket bl.a. kan tage udgangspunkt i ovennævnte undersøgelsesresultater.

UNDERVISNINGENS RAMMESÆTNING

Lærernes didaktiske valg foregår inden for nogle mere eller mindre fast forankrede rammer, der skaber nogle særlige mulighedsrum for lærernes arbejde med at skabe helhedsorienteret og praksisnær undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Disse forskellige rammer, og hvordan de i varieret udstrækning kan understøtte eller være en barriere for, at eleverne oplever undervisningen som motiverende og lærerig, udfoldes i dette kapitel gennem tre forskellige perspektiver.

Undersøgelsen viser for det første, at de fysiske rammer, som undervisningen foregår inden for, har stor betydning for elevernes oplevelse af fagets værdi. De klasserum, der enten stilles til rådighed, eller som grundfaglæreren skaber, spiller således en væsentlig rolle i helhedsorienteringen af grundfagsundervisningen.

For det andet viser undersøgelsen, at lærernes mulighed for og evne til at indgå i et tværfagligt samarbejde om undervisningen ligeledes har stor betydning for, om lærerne lykkes med at skabe en tæt kobling mellem det STEM-relaterede grundfag og den praksis, eleverne uddannelser sig til. Det tværfaglige samarbejde kan se ud på flere måder, men undersøgelsen peger på, at lærere og ledere må interessere sig for, hvordan samarbejdet skal forgå, hvornår samarbejdet skal etableres, og hvad samarbejdet skal funderes i.

Endelig viser undersøgelsen, at uddannelsernes bekendtgørelse – både i form af deres kompetencemål og krav om og til eksamen – kan være en barriere for at praksisrelateret grundfagsundervisningen, hvis ikke lærerne er opmærksomme på at tilrettelægge undervisningen med fokus på elevernes læreproces frem for med et ensidigt fokus på eksamen.

Det praksisnære klasserum

Undervisningen i de STEM-relaterede grundfag foregår i forskellige fysiske rammer, og gode eksempler på undervisning, der lykkedes med at motivere eleverne, knytter sig da også til forskellige lokaliteter. I afsnittet præsenteres således fire forskellige eksempler på, hvor den praksisnære og for eleverne meningsfulde grundfagsundervisning kan finde sted, og hvordan de forskellige lokaliteter på forskellige måder understøtter dette. De fire eksempler træder frem i undersøgelsens empiriske materiale som nogle, der i særlig grad og på forskellig vis kan understøtte en ambition om at udvikle helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag.

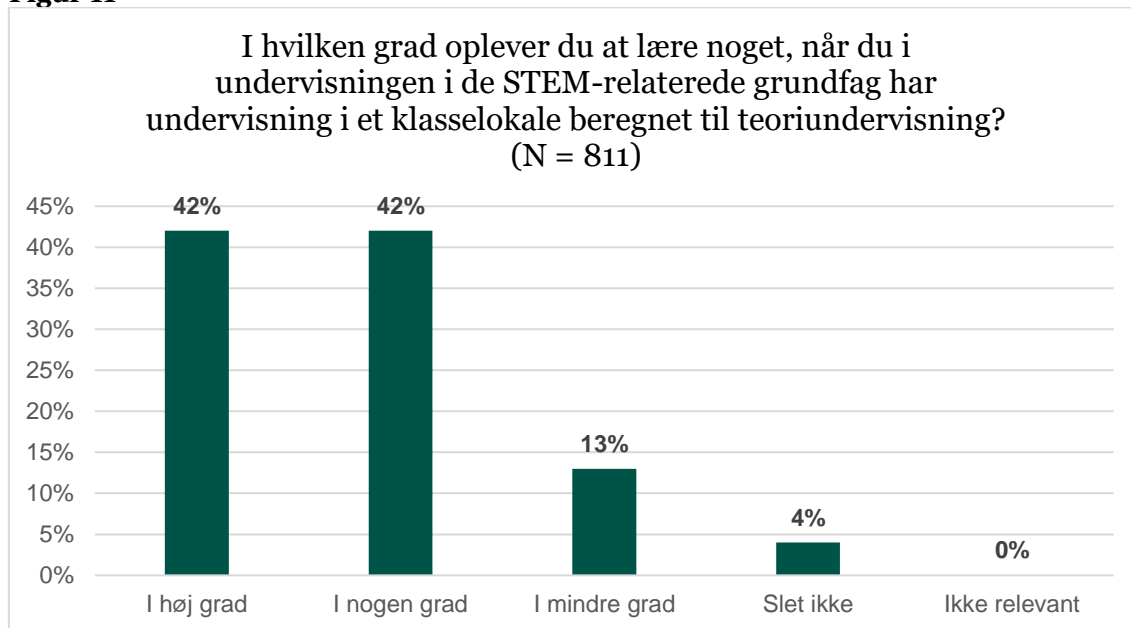
De teoretiske faglokaler skal danne ramme om praksisnær undervisning

Undervisningen i de STEM-relaterede grundfag foregår ofte i ”grundfagslokaler” adskilt fra det, der over en bred kam og på tværs af fagligheder kaldes værksted og teorilokale, som på forskellig vis udgør konteksten for undervisningen i de uddannelsesspecifikke fag. Lærerne fortæller, at det valg i høj grad handler om, at de i grundfagslokalet, forstået som fx fysiklokalet eller

biologilokalet, har de fornødne redskaber og faciliteter. Det kan eksempelvis være til at lave forsøg, hvor der er behov for en særlig form for udsugning eller en særlig form for indretning, der eksempelvis gør det muligt at lade eleverne samles i grupper om forsøg.

Selvom et sådant lokale kunne give associationer til nogle grundskoleerfaringer, som eleverne og lærerne ikke ønsker at reproducere, så er der mange elever, der oplever, at et sådan grundfagslokale kan være en udmærket og lærerig ramme for undervisningen.

Figur 11



Kilde: Eleversurvey gennemført af Epiinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Som det fremgår af figur 11 ovenfor, angiver 84 % af eleverne, der har besvaret projektets survey, at de i nogen eller høj grad oplever, at de lærer noget, når de får undervisning i denne form for undervisningslokale. Som det fremgår af figur 6 og 7 tidligere, oplever størstedelen af eleverne – på tværs af uddannelser og STEM-fag – samtidig, at de i forskellig grad i undervisningen får praktiske eksempler fra det erhverv, de er ved at uddanne sig til eller laver produkter/løsninger, som andre kan bruge i virkeligheden (fx virksomheder, venner og familie). Denne måde at koble undervisningen til erhvervets praksis er noget, som de fleste af eleverne, der har besvaret undersøgelsens survey, finder spændende, og som de oplever, at de lærer noget af.

Behovet for, at undervisningen i de STEM-relaterede grundfag, som eksempelvis biologi eller kemi, ikke vækker minder om undervisningen i grundskolen, synes altså ikke nødvendigvis at handle om, hvor undervisningen foregår, men derimod hvad undervisningen handler om. Når eleverne taler om, at undervisningen er motiverende, og at de lærer noget, som er relevant for den praksis, de skal ud i, så handler det i mange tilfælde om undervisning, der har aktiveret dem kropsligt eller været tydeligt koblet til deres fremtidige arbejde. En elev beskriver det sådan her:

Det er det bedste ved det, fordi vi, når vi laver øvelser og får det ud i hænderne, så kan vi huske det bedre (elev, naturfag, SOSU-assistentuddannelsen).

Og en klassekammerat supplerer:

Jeg tænker også, at læreren er klar over det. Det er ikke det nemmeste læsestof det der undervisningsmateriale, så hun ved også godt, at lidt mange mennesker har brug for også at have den fysiske del med, ellers lærer de det ikke, sådan tror jeg, langt de fleste har det (elev, naturfag, SOSU-assistentuddannelsen).

Lærerne kan lykkes med at skabe motiverende, lærerig og spændende undervisning for eleverne i de undervisningslokaler, der kan minde om grundskolens, ved at lade de erhverv, som eleverne uddanner sig til, stå centralt gennem eksempler, som de kobler til det naturvidenskabelige undervisningsindhold. Derudover mener flere af eleverne, at de forsøg, som undervisningen også tager udgangspunkt i, giver dem en mulighed for at få "teorien ud i hænderne".

Eleverne har erfaringer med STEM-fagene fra grundskolen, hvilket blev beskrevet tidligere i rapporten. Disse erfaringer inkluderer også forsøg og eksperimenter, men det, der adskiller forsøgene i biologilokalet på GF2 fra forsøgene i grundskolens 9. klasse eller gymnasiet 2. g, er, at forsøgene skaber forståelse for eller kompetencer til at udføre konkrete arbejdsopgaver- eller processer, der knytter sig til elevernes kommende erhverv. På den måde kan de fysiske lokaliteter, der nogle gange kan forekomme langt fra et konkret erhverv, alligevel danne ramme om emner og arbejdsopgaver i grundfagsundervisningen, der kan udgøre væsentlige dele af et samlet hele, der i mange tilfælde består af et samlet erhverv eller af konkrete arbejdsopgaver, der knytter sig til dette erhverv.

Men det praksisnære klasserum skabes ikke kun gennem tydelige koblinger til erhvervet. Flere af lærerne lykkes nemlig også med at rykke eksempelvis naturfag ud af naturfagslokalet. Det praksisnære klasserum har mange former, og i undersøgelsens interviews fortæller lærere og elever om motiverende og lærerig grundfagsundervisning, der er foregået i værkstedet eller uden for skolens rammer i eksempelvis naturen omkring skolen eller ved virksomhedsbesøg.

Værkstedet giver eleverne mulighed for at lege og være nysgerrige

Det fysiske miljø, som undervisningen foregår i, har stor betydning for elevernes motivation og læring. Flere svenske undersøgelser viser, at eleverne engagerer sig mere og præsterer bedre i eksempelvis matematik, når de løser matematikopgaver i et miljø, der ligner det erhverv, de er ved at uddanne sig til (Muhrman, 2016; Frejd & Muhrman, 2020). Og der er flere fordele ved at rykke undervisningen et andet sted hen. To naturfagslærere, der bruger værkstedet som deres primære undervisningslokale, når der ikke er behov for de førnævnte særlige redskaber som udsugning, beskriver det sådan:

Lærer 1: Nu er de startet på en erhvervsuddannelse, de vil gerne være urmagere, og det miljø, de er i, det er så supervigtigt, at de kan mærke, at de er en del af faget. Det er en del af læringen i hele faget.

Lærer 2: *Den der base, det der med, at de har det der tilhørsforhold, nu er vi her, og vi ved, hvor tingene er, og har vi lige brug for at eksperimentere med et eller andet, så ved vi også, hvor tingene er for at eksperimentere. Men jeg synes også, at vi får inddraget mange ting, for de stiller også mange spørgsmål, hvad sker der, hvis nu man glemmer et ur i den her renevæske, vi har lavet. Jamen så sker der det og det, for det har man måske selv erfaring med, at man har gjort.*

Lærer 1: *Og de kan prøve det. Lægge et stykke messing i og lad den stå natten over, så kommer vi i morgen og ser, hvad der er sket. Så det er lokalt, det hele er her.*

Lærer 2: *Fordi det er jo også en del af naturfag, det er jo, at det skal være eksperimenterende. Og de skal lave nogle forsøg, og de skal lege (naturfaglærere, urmageruddannelsen).*

Flere studier peger på forskellige måder, hvorpå problembaseret læring i varierende former og intensitet kan understøtte elevernes og studerendes motivation for de STEM-relaterede grundfag og styrke deres læring (Tarhan & Ayyıldız, 2015; Lou, Shih, Diez, Tsengk, 2011). Og selvom lærerne italesætter udfordringer med at få tid til at udvikle og planlægge sammenhængende projektbaseret undervisning, så lykkes det alligevel de to naturfaglærere at skabe undervisningssituationer, hvor elevernes nysgerrighed og oplevede udfordringer får lov til at forme deres læreproces, og hvor lærerne får mulighed for at træde et skridt tilbage og agere konsulenter ift. elevernes egen udforskning af reelt oplevede problemstillinger.

Netop dette bliver muligt, når det praksisnære klasselokale udgøres af værkstedet, hvor eleverne lige kan lægge et stykke messing i en renevæske og selv undersøge konsekvenserne, og hvor eleverne selv kan gå i skabene og hente de fornødne redskaber til at afprøve løsninger på de udfordringer, som de støder på i arbejdet med at undersøge det STEM-relaterede fags betydning for erhvervets praksisser.

Naturen vækker biologiundervisningen til live

På Skov- og naturteknikeruddannelsen lykkes biologi- og naturfaglæreren med at bruge skolens omkringliggende natur som en væsentlig del af det at skabe et praksisnært klasserum. For selvom en stor del af biologi- og naturfagsundervisningen foregår i et klassisk undervisningslokale med fire "biografrækker" med borde og stole, et kateder og tre tavler, så slutter eller starter dagens undervisning ofte ude på de grønne arealer, der omkranser skolens bygninger. Naturen, i dens mange fysiske repræsentationer, bliver på denne måde hele tiden et vigtigt holdepunkt, der binder elevernes praktiske interesse for træer, blomster og buske til viden om eksempelvis plantens livscyklus, fotosyntese og bladets opbygning. I naturen kommer teorien i bogstavelig forstand til live, og eleverne oplever, at de kan svare på spørgsmål, som de får brug for at have viden om, også mange år efter biologiundervisningen, når de står overfor kommende kunder og arbejdsgivere. En elev i mesterlære fortæller:

Jeg er i mesterlære, og jeg får ikke praktisk undervisning. Jeg er ude og arbejde i stedet for, og det kan i høj grad bruges til mange af de spørgsmål, som kunder har, når du er ude og lave noget for dem, også

den her slags viden her. Folk er typisk meget nysgerrige om, hvad de egentlig har i deres have og diverse plantager og sådan noget. Så er det sindssygt fedt, at man lige kan blære sig lidt med noget mere dybtgående viden, end bare hvordan tingene skal lægges ned eller beskæres (elev, biologi, skov- og naturteknikeruddannelsen).

Når teorien får konkrete billeder i mødet med naturen rundt om skolen, bliver det altså lettere for nogle elever at relatere teorien til en praksis, de kan genkende og dermed gøre den meningsfuld. Eleven fortæller, hvordan indholdet i biologi og naturfag bliver til værdifuld viden i relation til helheden, her forstået som ambitionen om at blive en dygtig og professionel fagudlært, der kan imødekomme de behov, der er ude i det erhverv, som uddannelsen retter sig imod.

Oplevelser med arbejdsprocesser fra virksomheder skaber begejstring blandt eleverne

Et tredje eksempel på et praksisnært klasserum, der foregår uden for undervisningens normale fysiske rammer, findes der, hvor relevante virksomheder inddrages som en alternativ fysisk ramme for undervisningen.

Dette praktiseres eksempelvis af to grundfagslærere på tjeneruddannelsen, der har valgt, at noget af undervisningen i fremstilling af drikkevarer skal foregå på en vingård. En af naturfagslærerne fortæller:

Lige så snart det er noget, de kan smage på, dufte til, have en dialog omkring, så synes jeg, det er noget, som de virker begejstrede for. Opbygningen er jo lidt, at de skal starte med at få en masse teori, og de må også gerne blive lidt frustreret i perioden, og så skal vi selv holde dem i hånden eller i hvert fald guide dem igennem denne her, især på grundforløbet og lade dem selv få lov til at udfolde sig på en eller anden måde. Jeg kan huske, jeg havde en klasse, hvor jeg fik lov til at køre alle skoleperioderne igennem, hvor at jeg kunne tage hver klasse ud på en vingård, og det sluttede så ud i, at den sidste klasse så høstede, og så endte det faktisk med, at de kom tilbage til deres dimission, når de blev faglært, og så kunne de smage på den vin (naturfagslærer, tjeneruddannelsen).

Arbejdsprocesser og -produkter fra de virksomheder, som eleverne uddanner sig til at kunne arbejde i, kan altså også være med til at skabe konkrete billeder på noget, som en stor del af eleverne italesætter som abstrakt og til tider svær teori. En naturfagslærer fortæller, hvordan hun ved at tage eleverne med ud at besøge relevante virksomheder eller ved at invitere arbejdsgivere eller ansatte fra relevante virksomheder ind i undervisningen giver eleverne en bedre fornemmelse for – og føling med, hvorfor teorien er ”besværet værd”. Og lærerens erfaringer understøttes af forskning, der viser, at eleverne lærer mere, når de skal løse opgaver i de STEM-relaterede grundfag ude i virksomhederne (Muhrman, 2016). Det stiller krav til skolernes ledelse om at understøtte og rammesætte lærernes mulighed for at etablere sådanne virksomhedssamarbejder. Samarbejdet tager nemlig tid at udvikle og igangsætte, og det kræver, at grundfagslærerne har adgang til og kontakt med repræsentanter fra erhvervet.

Mange elever fortæller, at en bog og lange tavleoplæg ikke må stå alene i undervisningen, hvis de skal lære noget i de STEM-relaterede fag. En opmærksomhed på det praksisnære klasserum, hvad enten det er et traditionelt indrettet klasseværelse, et sterilt kemilokale, værkstedet eller virksomhederne, kan styrke elevernes mulighed for at danne sig nogle konkrete billeder på og fornemmelser af teoriens betydning for den praksis, der er helt central, når eleverne taler om spændende, motiverende og lærerig undervisning.

Tværfagligt samarbejde mellem grundfagslærere og faglærere styrker elevernes motivation for grundfaget

Flere undersøgelser og empirisk baserede artikler peger på, at samarbejde og tværfaglighed er væsentlige aspekter ved helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Lærere i STEM-fag udtrykker, at samarbejde er hovednøglen til en vellykket tværfaglig undervisning, der er en nødvendighed i STEM-undervisningen (Herro, Quigley & Cian, 2017; Stohlmann et al., 2012). Lærerne lægger vægt på, at det er nødvendigt med løbende og kontinuerlig tid i løbet af et undervisningssemester, for at fagområderne kan mødes og skabe helhedsorienterede forløb for deres elever (Margot & Kettler, 2019: 13).

En stor del af de interviewede lærere fortæller, at det tværfaglige samarbejde kræver fælles og i nogle tilfælde ekstra forberedelsestid for at lykkes, og en analyse af lærernes kvalifikationer og kompetenceudviklingsbehov fra 2019 viser da også, at en *”væsentlig barriere for STEM-undervisningen og koblingen mellem de kernefaglige elementer og elevernes faglige praksis er, at underviserne savner tid til forberedelse af undervisningen, herunder til at samarbejde med fagunderviserne om udvikling af erhvervsrettede undervisningsforløb i STEM-grundfag”* (Slotved et.al, 2019: 33).

Og tiden til det tværfaglige samarbejde er vigtig, når undervisningen i de STEM-relaterede grundfag skal kobles sammen med elevernes kommende erhverv samt den undervisning, der varetages af uddannelsens faglærere. Interviews med lærerne afdækker nemlig, at de kommer med meget forskellige erhvervs- og uddannelseserfaringer i bagagen. Nogle er uddannede folkeskolelærere, andre har en kandidatgrad inden for det/de relevante fag, og andre igen er faglærere, der er blevet bedt om at varetage opgaven som grundfagslærer. Lærere med uddannelsesmæssig baggrund i eksempelvis en lærer- eller kandidatuddannelse har ikke i alle tilfælde en stor viden om elevernes kommende erhverv. Når dette er tilfældet, har lærerne brug for at kende til erhvervets logikker, problemstillinger og arbejdsopgaver i arbejdet med at praksisrelatere undervisningen i de STEM-relaterede grundfag.

Løbende dialog understøtter helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag

Nogle elever træder ind i den STEM-relaterede grundfagsundervisning med forbehold, der har rod i forskellige dårlige erfaringer med fagene fra grundskole og gymnasie. Men i de undervisningsforløb, hvor lærerne lykkes med at give fagenes indhold mening gennem et erhverv, oplever nogle elever, at fagene i højere grad skaber fundament for at dygtiggøre sig i de praktiske elementer af deres uddannelse.

I flere tilfælde knytter denne forståelse af faget an til en oplevelse af, at grundfaglæreren og faglæreren samarbejder om at tilpasse forløbet, så eleverne kan bruge viden fra det ene fag til at forstå elementer eller løse opgaver i det andet fag. To elever beskriver dette forhold sådan her:

Elev 1: Og så også det der med, at de taler jo også sammen, altså helt generelt omkring undervisningen. Altså at grundfaglæreren ligesom lidt har en idé om, hvad vi er ude at lave med faglæreren, og faglæreren ved, hvad vi laver herinde, at de ligesom altså kan få det til at passe sammen.

Elev 2: Det [samarbejdet mellem grundfags- og faglæreren, red.] fornemmer man. Altså grundfaglæreren han ved, når vi er i skoven for eksempel, og vi kan trække de eksempler med ind, og han ved jo, vi er ude at arbejde. Det ved han, da ham og faglæreren taler sammen [...] Og så er det jo noget stof, vi bruger, også når vi er ude med faglæreren for eksempel i skoven og omvendt. Altså det er jo noget stof, de bruger, fordi det handler om det her, det er nu engang essensen af det. Det er meget målrettet på det, så selvfølgelig så bruger vi den viden, vi får her. Den bruger vi jo også i praksis (elever, biologi, skov- og naturteknikeruddannelsen).

Eleverne ”fornemmer” altså, at de to lærere er i tæt dialog, og det er med til at skabe en oplevelse af, at biologiundervisningen er målrettet den praksis, som de møder i skoven hos faglæreren. Derudover oplever eleverne, at undervisningsforløbene i de to fag ”passer sammen”. Det betyder altså noget for elevernes oplevelse af et sammenhængende og helhedsorienteret GF2, at lærerne er i løbende dialog og kender til de aktiviteter og det indhold, som eleverne aktuelt beskæftiger sig med i de forskellige undervisningssammenhænge.

Selv fortæller biologilæreren, at det tætte samarbejde og indblikket i hinandens undervisning understøttes af, at de to lærere sidder på kontor sammen og dermed har mulighed for løbende at orientere sig hos hinanden:

Jamen, det gør vi ved, at vi er i tæt dialog. Vi sidder overfor hinanden oppe på kontoret. Og er i tæt dialog med, hvor er vi henne i den plan, der er, for der er en plan. Og faglæreren fortæller mig, hvad er det for nogle opgaver, han er i gang med ude i skoven. Hvad de har været igennem, og hvad der kommer, og så kan jeg tage afsæt i det i biologiundervisningen eller i naturfagsundervisningen. Plantekendskab og omvendt. Jeg fortæller faglæreren, hvor er vi henne, og jeg har jo sådan en køreplan. Tingene ligger i rækkefølge, vi kender hjemmelæseplanen. Har hele tiden fornemmelse af, hvor er vi henne (biologilærer, skov- og naturteknikeruddannelsen).

Et afgørende kendetegn ved helhedsorienteret undervisning er, at skolen og lærerne formår at skabe rammer, der kan give eleverne en oplevelse af sammenhæng, mening og retning. Rammerne skal, både på den store og mindre skala, virke på en måde, der sikrer, at fagenes indhold kan spille sammen – og ikke hvile i egen snævre betydningssammenhæng og logik (Andersen, 2021). En erhvervsuddannelse – og et skoleforløb som fx GF2 – skal netop opleves

som en helhed, hvor de enkelte dele spiller en rolle, men hvor den overordnede sammenhæng og retning står klart for aktørerne, dvs. lærerne og eleverne.

Lærercitatet ovenfor eksemplificerer en pointe, som flere fag- og grundfagslærere gengiver. Det tværfaglige samarbejde som en ramme for en helhedsorienteret tilgang til undervisningen i de STEM-relaterede grundfag kan understøttes af, at lærerne sidder tæt på hinanden eller har mulighed for at mødes i pauser og over frokosten. Det gør det nemlig muligt for dem at 'tjekke ind hos hinanden' løbende og få en fornemmelse af, hvad eleverne aktuelt beskæftiger sig med. Det kan give lettere adgang til tværgående eksempler, der kobler et emne i det ene fag direkte til allerede gennemgåede eller igangværende emner i det andet fag. Som eleverne fortæller i citatet ovenfor, bidrager det i sidste ende for nogle til, at den viden, de får i biologiundervisningen, også er en viden, de rent faktisk går ud og bruger til noget i praksis.

Faglærerens stemme i grundfagsundervisningen

Undersøgelsen giver flere eksempler på, at faglærernes stemme i grundfagsundervisningen kan have en væsentlig betydning for arbejdet med helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Særligt to forskellige greb står frem i datamaterialet. Det første greb handler om, at faglæreren deltager i nogle af grundfagstimerne. Det andet greb knytter sig til gode erfaringer med, at faglærerne gentager elementer af grundfagsundervisningen i den praktiske undervisning.

Det første greb styrker det tværfaglige samarbejde og understøtter elevernes oplevelse af, at undervisningen kobles til den praktiske undervisning. Biologilæreren på Skov- og naturteknikeruddannelsen fortæller, at:

Faglæreren kommer i ny næ herover i undervisningen og ser undervisningen. Ikke hele dele, men nogle gange en eller to lektioner af gangen. Han er ikke kun en flue på væggen i de situationer. Han spørger også ind og præger ved at stille nogle spørgsmål med en vinkel, som elever ikke ville kunne finde på at stille (biologilærer, skov- og naturteknikeruddannelsen).

Det tværfaglige samarbejde bidrager altså til, at faglæreren får mulighed for at udgøre en vigtig stemme i biologiundervisningen. Han har, når han besøger undervisningen, nemlig mulighed for at stille nogle spørgsmål, der bidrager til, at biologiundervisningen bliver et væsentligt delelement på vejen mod en helhed, der kan udgøres af konkrete praktiske arbejdsopgaver knyttet til det uddannelsesspecifikke fag. En helhed, der altså, udover forskellige handlekompetencer, også kalder på en særlig viden om emnet, som en del af eleverne endnu ikke kender til, men som faglæreren kan være med til at stille skarpt på ved at stille konkrete spørgsmål i grundfagsundervisningen.

Det andet greb, der handler om, at faglæreren gentager teorien i den praktiske undervisning, understøtter elevernes oplevelse af, at teorien er værdifuld for de praktiske opgaver i værkstedet. På en personvogsmeknikeruddannelse fortæller fysiklæreren, at han har lavet en aftale med faglæreren om, at fysikteorien bliver gentaget i faglærerens undervisning, der hvor det giver mening:

Det er oftest, når vi har noget, hvor vi underviser i det samme. Der er vi blevet enige om, at den her type elever har glæde af at høre det to gange. Jeg har en måde at fortælle det på, og [faglæreren, red.] har anden måde at fortælle det på. Det betyder, at vi rammer mange flere elever, end hvis det kun var den ene af os, der fortalte. Det har vi også erfaret efterfølgende på flere forskellige hold (fysiklærer, personvognsmekanikeruddannelsen).

Nogle elever har brug for at få formidlet det samme emne flere gange. Og udover gentagelsen har det også betydning for eleverne, at det er en anden – en faglærer – der gengiver teorien for dem. For at det kan lade sig gøre understreger faglæreren, der samarbejder med fysiklæreren, vigtigheden i at kunne henvise til undervisningen i et STEM-relateret grundfag som fysik, fordi det understøtter, at eleverne forstår pointer fra grundfaget, når de er ude i værkstedet. Faglæreren fortæller derudover, at denne måde at samarbejde på tværs af fag muliggør, at eleverne eksempelvis kan bruge en rapport fra fysik til dokumentation i værkstedsundervisningen.

Det skaber altså motivation, når lærerne i STEM-relaterede grundfag og uddannelsesrettede fag snakker tæt sammen og koordinerer deres indsats. Og udover at eleverne ofte forstår indholdet bedre, når de får det gentaget og beskæftiger sig med det samme emne i to forskellige kontekster (Murhman, 2016), så styrker det lærernes faglige relationer og muliggør en kobling af aktiviteter og indhold i de to former for fag.

Fælles planlægning understøtter helhedsorientering

At det tværfaglige samarbejde kan understøtte helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede fag, er noget, der kommer til udtryk på flere måder. Nogle elever fortæller, at de ved, hvornår de skal bruge teoretisk viden om eksempelvis elektricitet fra fysikundervisningen ude på værkstedet:

Vi skal bruge det her om 2-3 uger, hvor vi skal have om el, så det kan vi jo bruge der. Hvordan det virker. (...) Jeg tror, de koordinerer timerne sammen, så det vi har lært i dag ved grundfagslæreren, det bruger vi næste gang, så vi kan bruge det over i hver time (elever, fysik, personvognsmekanikeruddannelsen).

Det kan altså godt være, at eleverne ikke samtidig med eller kort efter fysikundervisningen skal bruge en teoretisk viden til at løse eller forstå konkrete arbejdsopgaver, men de er bevidste om, hvornår de får brug for at kunne sætte denne viden i spil i forbindelse med undervisning i værkstedet. Eksemplet illustrer, at eleverne 'inviteres ind i helheden' med det resultat, at de oplever indholdet i undervisningen som meningsfuldt. Dette på trods af, at de endnu ikke har haft brug for den teoretiske viden.

Et tæt samarbejde mellem lærerne om forberedelse og opsamling på undervisningen kan være med til at løfte kvaliteten og styrke lærernes forudsætninger for at motivere eleverne og sikre, at de fagligt får tilstrækkeligt ud af undervisningen. Eksempelvis viser undersøgelser af professionelle læringsfællesskaber, hvordan tydelige rammer for lærersamarbejdet og fælles refleksion over praksis kan understøtte, at lærerne inspirerer hinanden, udvikler undervisningen og forbliver nysgerrige på, hvad eleverne får ud af det (EVA, 2020).

Særligt træder en af de besøgte skoler frem i materialet ved at have skabt en ramme for lærernes arbejde med undervisningen i det STEM-relaterede grundfaget naturfag. Her er blevet etableret et fagteam blandt naturfagslærerne for at gøre undervisningen mere praksisnær og derigennem også mere motiverende for eleverne.

Koordination i teamet er med til at understøtte, at der er fælles afsæt for, at lærere har tid til at inspirere hinanden ved at afholde fælles erfa-dage, hvor de diskuterer undervisningens indhold, elevernes udbytte, hvordan helhedsorientering og/eller praksisorientering kan blive endnu bedre, samt hvilke cases der kan indgå i undervisningen.

Selvom eksemplet fra denne skole beror på et fagteam, der ikke er tværfagligt, så kan de gode erfaringer understøtte udviklingen af netop tværfaglige teams, da det er strukturen og de rammer, der er blevet skabt for den fælles udvikling af undervisningens indhold og form, der har styrket elevernes motivation for undervisningen og lærernes samarbejde herom.

Fælles materialer og didaktiske tilgange styrker tværfagligheden og elevernes motivation

På et GF2-forløb vil det typisk være vanskeligt at finde lærere, der kan spænde over fagligheden i såvel de praktiske værkstedsbaserede fag og de STEM-relaterede grundfag. I de fleste tilfælde er elevernes grundfagslærer og faglærer derfor to forskellige personer. Men enkelte steder varetages undervisningen i de STEM-relaterede grundfag af elevernes faglærer.

Selvom det er en ramme, der sjældent kan lade sig gøre ude på erhvervsskolerne, er der væsentlige pointer, der kan inspirere fremadrettet udvikling af undervisningen i grundfagene, også der, hvor undervisningen varetages af forskellige lærere. I nedenstående interview taler naturfagslæreren om urmagerfaget som 'vores fag'. Læreren er selv uddannet inden for faget, og ser det som udgangspunkt for undervisningen i naturfag:

Så når jeg snakker det periodiske system, så tager jeg altid udgangspunkt i de grundstoffer, som jeg ved, der er i vores fag, og som jeg ved, at de kender. Fordi så er det ikke så flyvsk (naturfagslærer, urmageruddannelsen).

Læreren italesætter her, hvordan hans indgående kendskab til "vores fag" har stor betydning for, hvordan han vælger at gribe indholdet an i naturfag. Eleverne skal ikke bekymre sig om at kunne hele det periodiske system, men de skal derimod koncentrere sig om få grundstoffer, der har relevans for urmagerfaget. Dette bekræfter og nuancerer, at grundfagslærernes indgående kendskab til erhvervet og dets opgaver og processer har stor betydning for elevernes motivation. Men citatet ovenfor illustrerer også en anden væsentlig pointe om, at lærerne kender eleverne. Endog særdeles godt. De har dem i langt størstedelen af den tid, eleverne er på GF2 – både i naturfagsundervisningen og i samtlige værkstedsfag. Og det har stor betydning for elevernes oplevelse af, at de i undervisningen bliver forstået og imødekommet i forhold til det uddannelsesvalg, de har truffet. Eleverne fortæller:

Hun sætter sig også ind i, at vi alle sammen er på en erhvervsuddannelse, og det er vi af en grund. Det kan hun godt forstå. Hun er også selv

uddannet urmager. Hun har selv stået i samme sko som os. Hvis nu de hyrede en fysiklærer fra eller anden folkeskole eller gymnasie ind, som ikke rigtig forstod, hvorfor vi ikke gad almindelige skolefag, så ville undervisningen være en helt anden, en helt anden motivation på at møde ind i morgen tidlig (elev, naturfag, urmageruddannelsen).

Grundfagslærerens erfaringer med selv at have taget uddannelsen bidrager altså tilsyneladende til, at naturfagsundervisningen, på en anden måde end i gymnasiet eller grundskolen, bliver meningsfuld for eleverne. De oplever nemlig her, at læreren i højere grad forstår dem og deres tilgang til og motivation for undervisningen som noget, der knytter an et ønske om at dygtiggøre sig ift. et konkret erhverv. Derudover fortæller de samme elever, at det også skaber en tryghed, ift. at de lærer læreren godt at kende og dermed også bliver trygge ved de didaktiske og pædagogiske logikker, læreren arbejder ud fra:

Det er dejligt at have den samme lærer og ikke det der med, at nu har man det her ene fag med den her ene lærer, og nu skal den her ene lærer så skiftes ud med den anden lærer. Og så skal man til at finde ud af, nå men så har den anden lærer jo selvfølgelig en anden måde, at man skal aflevere afleveringer på eller skrive noget andet på eller lave noget andet på. Sådan noget, altså det er bare rart, at man ved, at det er én lærer, man bare skal gå til. (elev, naturfag, urmageruddannelsen)

Den helhedsorienterede og praksisnære grundfagsundervisning understøttes altså af, at jo flere såvel grundfagsrelevante som værkstedsrelevante kompetencer man kan integrere i de STEM-relaterede grundfag, desto bedre muligheder har man for at skabe en undervisning, hvor eleverne oplever, at erhvervets virkelighed formidles autentisk og sammenhængende, hvor eleven ikke overlades med ansvaret for selv at bygge bro mellem forskellige typer af fagligheder, der formidles af forskellige lærerprofiler.

Selvom det sjældent er den samme lærer, der varetager både grundfags- og værkstedsundervisningen, så bidrager eksemplet dog til et fokus på, at lærere med forskelle i uddannelse og baggrund kan organiseres i tæt samarbejdende lærerteams, hvor det netop bliver lærerteamets samlede ansvar at sætte sig ind i hinandens mål, indhold og didaktik. Med dette som udgangspunkt kan undervisningen tilrettelægges og praktiseres på en måde, hvor de enkelte kompetencemål spiller agilt sammen. Dette kan give et afsæt for, at eleverne oplever, at der etableres helhedsforståelser på tværs af enkeltfaglige målsætninger.

Eksempelvis er der på en skole blevet nedsat et fagteam, hvor de medvirkende lærere har udpeget en såkaldt 'redaktør' med ansvar for at tilrette materialet til naturfagsundervisningen. Alle lærere i teamet bidrager, men redaktørens særlige rolle er således at have overblik samt at samle materialerne. Samtidig er der fastlagt et årshjul med faglige forberedelsesdage to gange om året, hvor teamet gennemgår materialerne og samler op på erfaringer med at anvende dem i undervisningen. Dagen munder ud i fælles aftaler om evt. udvikling af undervisningsmaterialerne. Lærerne uddeler tilretningsopgaverne til hinanden, og rettelser og forslag sendes til redaktøren, der ændrer i det fælles materiale. De interviewede lærere peger alle på, at det fungerer godt, at materialerne er udviklet i fællesskab og bliver justeret efter afprøvning i undervisningen.

Naturfagslærerne i ovennævnte team fremhæver særligt, at det fælles afsæt gør det muligt at udvikle og løbende forbedre de caseopgaver og de praksisrettede dele af undervisningen, som generelt er svære at udvikle. Lærerne peger på, at den fælles forberedelse og erfa-dagene er med til at vedligeholde et fælles blik og et fælles ansvar for at drøfte og forbedre opgaver og teorigennemgang, så det kobles så tæt som muligt til praksis.

Jeg synes altså som gruppe, så er vi virkelig velfungerende. Altså det er sådan, at man faktisk glæder sig rigtig meget til at skulle være sammen med de andre naturfagsundervisere og få noget input og få hjælp til det, man har kørt fast i og sådan noget. Det er da også sådan, at dem, der ikke er naturfagsundervisere, de er faktisk en lille smule misundelige, fordi de kan mærke, at der er god energi. Og ja en rigtig god kemi os imellem (naturfagslærer, SOSU-assistentuddannelsen).

Eksemplet her viser, at udviklingen af et sådan fagligt fællesskab kan styrke undervisningen og lærernes engagement. Teamet kan være med til at sikre, at nye lærere kommer godt ind i det fælles undervisningsmateriale og har et sparringsforum i det daglige.

Prøver og eksamener kan være en barriere for praksisnær undervisning i de STEM-relaterede grundfag

De STEM-relaterede grundfag på GF2 er eksamensfag og har bekendtgørelsesbelagte faglige mål, som lærerne skal navigere efter og imødekomme i planlægningen af deres undervisning. Langt de fleste af de interviewede lærere er opmærksomme på og italesætter på forskellige måder, at selvom undervisningen skal bidrage til elevernes evne til at bestå en eksamen for at kunne fortsætte på uddannelsens hovedforløb, så skal undervisningen rettes mod elevernes læreproces frem for mod eksamen.

Nogle lærere oplever nemlig, at det, at eleverne skal bestå en eksamen for at kunne fortsætte på uddannelsens hovedforløb, har en betydning for deres motivation, der i hvert fald indledningsvist er rodfæstet i ydre faktorer:

Elevernes motivation i naturfag er ofte en ydre, eksamensrettet motivation. Mange har svært ved at se nytten i faget, og vi kan ikke spise dem af med abstrakte begrundelser så som "dannelse" – vi er nødt til at udfolde, hvorfor og hvordan naturfag har praksisrelevans (naturfagslærer, SOSU-hjælperuddannelsen).

Læreren oplever altså, at hvis undervisningen kun har eksamen for øje, så bliver fagets nytteværdi ikke tydelig for eleverne. Og det bekræftes af flere af de interviewede elever, der på forskellig vis italesætter, at undervisningen i de STEM-relaterede fag bliver særligt vanskelig, når indholdet – og læringen heraf – præsenteres som en nødvendighed ift. elevernes kommende eksamen. På spørgsmålet om, hvornår undervisningen i biologi er sværest og måske også kedeligst, svarer to elever:

Ej men den, vi havde i mandags. Det var eddermame en stram mandag morgen og udenadslære nærmest. Men ikke nødvendigvis, at det er

mandag morgen, men altså det var lige fra morgenstunden af, og det var meget tungt stof, tungere end det her. Der er jo en masse ting, som vi skal kunne sige specielt i en eksamenssituation. Altså hvor vi skal kunne huske det der, vi gennemgik, altså med bladets opbygning. Den skal jo sidde fast, så det er virkelig noget med alle de der termer, og det skal du jo kunne huske. Så den var eddermame hård. (...) Ja, det er jo et vilkår. Et faktum. At det er ikke særlig motiverende (elever, biologi, skov- og naturteknikeruddannelsen).

De to elever fortæller direkte, at udenadslære og eksamen som gulerod for elevernes engagement i undervisningen står i modsætning til den undervisning, der opleves som motiverende. Men eksamen og de faglige mål danner – om eleverne kan lide det eller ej – rammen for undervisernes didaktiske planlægning af undervisningen i de STEM-relaterede grundfag. En svensk undersøgelse af matematik i erhvervsuddannelser og de professionelle erhverv konkluderer da også, at de nationale eksamener udgør en væsentlig rammefaktor, som i mange tilfælde styrer undervisningen i højere grad end indholdet i undervisningen (Muhrman, 2016).

Særligt på social- og sundhedsuddannelserne imødekommer man denne udfordring ved at basere undervisningen i de STEM-relaterede grundfag i praksisnære cases. Denne måde at lade eleverne arbejde med det teoretiske indhold i undervisningen imødekommer de udfordringer, som det har skabt, at naturfag er blevet et eksamensfag, fordi indholdet relaterer sig til løsning af faktiske arbejdsopgaver og -problemstillinger ude i erhvervet. En uddannelsesleder for en social- og sundhedsuddannelse fortæller derudover, at de på skolen, som følge af bestemmelsen om, at naturfag skulle være et eksamensfag, har arbejdet intensivt med at udvikle undervisningen, så den i højere grad bliver helhedsorienteret og kobler flere af elevernes forskellige STEM-relaterede grundfag sammen, der på denne måde bliver ”nødvendige for hinanden”:

Altså faget giver mening, når det kobler det hele sammen. Vi ser jo også, at hvis de består naturfag, så er vi også helt sikre på, de næsten består farmakologi, fordi når man kan det, så kan man også komme med farmakologi og medicinhåndtering. [...] Vi har lavet en struktureret pædagogisk lokal uddannelsesplan, sådan at det bliver omdrejningspunktet for at forstå kompetenceområdet som social- og sundhedsassistent. Og derfor så arbejder de jo indirekte med naturfag hele tiden. Når de har farmakologi og medicinhåndtering, så arbejder de også med naturfag, fordi i farmakologi lærer man også at regne, og man lærer om neuroner og elektroner og synapsespalten og sådan nogle ting, og det er faktisk også et emne inde i naturfag, så selvom der ikke står naturfag på skemaet, så arbejder de jo indirekte med det i andre fag også (Uddannelsesleder, SOSU-assistentuddannelsen).

Lederen beskriver en udvikling af undervisningen, der bevirker, at eksempelvis naturfag er til stede i flere andre fag og omvendt. Hun italesætter altså en erfaring med, at et lærerteam på tværs af erhvervs- og STEM-relaterede grundfag formår at bruge hinandens undervisning som underbyggende for eller til at underbygge undervisningen i elevernes øvrige fag, således at

fagene tilsammen imødekommer uddannelsens kompetenceområde. Samtidig fortæller en lærer på samme uddannelse, at:

Vi har udarbejdet læseguides, videoer/podcasts til de fleste lektioner, men vi er opmærksomme på, at elever hurtigt kan gå død i at sidde og terpe – de skal aktiveres, lege og eksperimentere med stoffet (naturfagslærer, SOSU-assistentuddannelsen).

Netop denne pointe med, at eleverne ”går død”, hvis de skal sidde og terpe uden at blive aktiveret gennem eksempelvis eksperimenter, er også noget, to naturfagslærere på urmageruddannelsen har med sig, når de overvejer, hvordan eksamen og de faglige mål fra bekendtgørelsen udgør en væsentlig del af rammen for undervisningen. De overvejer, hvilken betydning kravet om dokumentation af undervisningens obligatoriske eksperimenter har for de produkter, eleverne producerer gennem GF2. Produkter, der i forbindelse med kravet om dokumentation i overvejende grad bliver rapporter, der netop knytter stærkt an til eksamen og knap så meget an til elevernes egentlige læreproces:

Lærer 1: Men i virkeligheden, hvis man kunne lave naturfag meget mere praktisk og tone ned for det boglige, også til en eksamen, hvor man siger: ”Okay du har måske et eller andet praktisk med inde til eksamen, som du laver, har lavet tidligere eller laver som forsøg inde til selve eksamen, og så er det det, du taler ud fra”. Og så bliver den der skriftlige opgave måske nedtonet lidt mere. Så tror jeg, at naturfag ville blive endnu mere spiseligt for eleverne.

Lærer 2: Ja, men det siger jeg også, når nu de skal til eksamen. Hvis nu de trækker energi, så snak potentiel kinetisk energi i uret altså, fordi det er meget håndgribeligt. Og det er faktisk ret heldigt, fordi det er tit og ofte, vi får en censor udefra, som slet ingen kendskab har til ure, så det er fascinerende for dem at komme ind i en eksamenssituation, hvor der står ure, og der er en elev, der tegner og forklarer ud fra det ur, og det bliver de også grebet af (naturfagslærere, urmageruddannelsen).

Lærerne problematiserer den obligatoriske dokumentation, fordi den efterlader lille plads til, at eleverne kan lave praktiske opgaver, som de kan tage med til eksamen som dokumentation, og som de i højere grad ville finde meningsfulde frem for at producere eksamensrettede rapporter. Til gengæld har lærerne gode erfaringer med, at de emner, som udtrækkes til eksamen, kobles til de praksisnære emner, som lærerne har valgt at dykke ned i undervejs på GF2. På denne måde bliver læren om energi meningsfuld for eleverne at fortælle om til eksamen, fordi den kobles til energien i uret, som i sidste ende er det, eleverne interesserer sig for.

Biologilæreren på Skov- og naturteknikeruddannelsen har gjort sig lignende overvejelser i spørgsmålet om, hvilken rolle bekendtgørelsen spiller for udvælgelsen af indhold:

Ej men der er faktisk barrierer i bekendtgørelsen. For i hvert fald i biologi er der en voldsom barriere for, at jeg kan udfolde så meget plantebiologi, som jeg gør. Og der tager jeg så nogle kvalificerede beslutninger. [...] det nytter simpelthen ikke noget, at vores elever begynder at lære om

fordøjelsen og nervebaner og blodbaner og menstruationscyklus og alt muligt andet, når det, det handler om, er planter (biologilærere, skov- og naturteknikeruddannelsen).

Bekendtgørelse og eksamen kan altså udgøre en barriere for at undervise praksisnært og helhedsorienteret i de STEM-relaterede grundfag. De faglige mål, som eleverne skal leve op til i en eksamenssituation, kræver et oversættelsesarbejde, hvis eleverne ikke skal spises af med abstrakte begreber, og hvis de ikke skal opleve, at undervisningen handler om at terpe til udenadslære. Der, hvor det lykkes, har lærerne gjort sig nogle overvejelser om, hvilke faglige mål i bekendtgørelsen der kan oversættes eller tilpasses indhold, der henter sin berettigelse i erhvervets arbejdsopgaver og -processer som eksempelvis urets kinetiske energi eller plantebiologien.

Opsamling

Dette kapitel har søgt at udfolde, hvordan lærernes opgave med at motivere eleverne for de STEM-relaterede grundfag gennem helhedsorientering og praksisrelatering rammesættes af de fysiske rammer, det tværfaglige samarbejde og fagenes eksamensbekendtgørelser.

Kapitlet formidler, at eleverne lærer og engagerer sig mere, når grundfagslærerne bruger viden om elevernes kommende praksis til at skabe klasserum, der afspejler de erhvervsmiljøer, eleverne skal ud i under oplæringen, og når de er færdiguddannede. Det stiller krav til skolernes ledelse om, at lærerne skal have mulighed for at forlade de klassiske ”skolelignende” klasserum, der ellers ofte stilles til rådighed for grundfagslærerne, og indrette rum – i ordets bredeste forstand – der knytter an til både grundfag og praksis. Når lærerne kan give eleverne muligheden for at løse eksempelvis naturfagsopgaver i værkstedet eller i en virksomhed, så forstærkes elevernes følelse af at være kompetente i faget, fordi de i højere grad føler sig trygge og motiverede i miljøer, de kan genkende fra erhvervet.

Kapitlet viser endvidere, at det tværfaglige samarbejde mellem grundfagslærere og faglærere er afgørende for at understøtte elevernes læring, engagement og motivation. Når lærerne lykkes med samarbejdet, bliver grundfagets værdi for praksis tydelig for eleverne, og eleverne oplever, at grundfaget og værkstedsfaget udgør et sammenhængende hele. Det stiller krav til skolernes ledelse om at sikre lærernes mulighed for at være i løbende dialog, indgå i hinandens undervisning samt koordinere undervisningsaktiviteter, så eleverne får mulighed for at få teorien fra grundfaget gentaget i arbejdsopgaver fra begge kontekster.

En vigtig pointe ifm. det tværfaglige samarbejde er, at grundfagslærerne ofte underviser på tværs af forskellige uddannelser. De kan derfor i nogle sammenhænge være udfordrede ift. at inddrage elevernes kommende praksis i grundfagsundervisningen, fordi de ikke har et indgående kendskab til den. Netop her bliver det tværfaglige samarbejde vigtigt for både grundfagslærerne og faglærerne. Et konstruktivt samarbejde må tage udgangspunkt i, at grundfagene ikke skal fungere som støttefag for værkstedsfagene, men at fagene derimod italesættes som værdifulde for hinanden, og der, hvor eleverne oplever meningsfulde helheder, er også der, hvor både grundfagslærere og faglærere refererer til hinandens vidensområder. Det forudsætter, at lærernes ledelse gør det muligt for lærerne at være i tæt kontakt, eksempelvis ved at de deler kontor, at de ofte holder fælles møder, eller at de mødes i fælles pauser. Det bliver

altså vigtigt, at ikke kun eleverne, men også lærerne oplever, at de går i samme retning med et fælles mål, der skaber sammenhæng i uddannelsen.

Ud over et tværfagligt samarbejde mellem grundfags- og faglærere kalder grundfagslærernes behov for at inddrage praksis i undervisningen også på et samarbejde med erhverv og virksomheder. Og også her må ledelsen påtage sig en opgave med at sikre, at alle grundfagslærere – både dem med og uden indgående kendskab til elevernes kommende praksis – har adgang til at tage eleverne med på virksomhedsbesøg eller invitere virksomhedsrepræsentanter ind i grundfagsundervisningen. Det kræver, at skolens ledelse har fokus på, hvordan lærerne let kan få kontakt til relevante repræsentanter fra praksis, så denne tilgang til undervisningen ikke er forbeholdt de lærere, der selv har rødder i erhvervet.

Endelig peger kapitlet på, at grundfagernes bekendtgørelser og eksamenskrav kan blive en barriere for at udvikle motiverende undervisning i de STEM-relaterede grundfag. Eksamen udgør en ydre motivationsfaktor for en del af eleverne i grundfagsundervisningen, og hvis lærerne ikke formår at knytte eksempelvis kernestoffet 'Energi og energiomsætning' fra naturfag (Fagbilag, 2020) til en konkret praksis, så oplever nogle elever, at undervisningens indhold bliver kontekstløs udenadslære. Det er dog en væsentlig pointe, at grundfagene på GF2 ikke har obligatorisk pensum beskrevet i bekendtgørelsen, men derimod kernestof og i nogle tilfælde supplerende stof, som lærerne har til opgave at oversætte ind i elevernes uddannelsesvalg (ibid.).

LÆRERENS ROLLE

Læreren i de STEM-relaterede grundfag spiller en afgørende rolle for, hvor motiverede eleverne er, og for deres udbytte af undervisningen. National og international forskning og litteratur peger på, at læreren spiller en væsentlig rolle i forhold til elevernes motivation og lærings succes (Gill, 2011). Eksempelvis manifesterer lærerens rolle sig tydeligt som betydningsfaktor for elevens læringsudbytte (Hattie, 2009). Også lærerens troværdighed, tydelighed samt de relationer, læreren formår at etablere til – og blandt – eleverne, er en del af motoren, der driver læringen (ibid.).

Flere forhold taler for, at læreren måske har en særlig betydning i de STEM-relaterede grundfag og derfor skal tackle nogle særlige udfordringer. Som vi har set tidligere i rapporten, har eleverne meget forskellige erfaringer med STEM-fagene, og nogle har til tider negative forventninger til STEM-undervisningen. Læreren er derfor i nogle tilfælde nødt til aktivt at arbejde med at nedbryde eller annullere den læringsmodstand, eleverne måtte møde frem med.

Derudover er flere af de STEM-relaterede grundfag forpligtede på at arbejde eksperimentelt i undervisningen, dvs. give eleverne mulighed for selvstændigt at gennemføre forsøg og bygge deres læring på at iagttage forsøgsdata og lære af disse. Læreren i de STEM-relaterede grundfag må derfor være parat til at indtage en lærerrolle, hvor undervisningens kvalitet er et spørgsmål om, at lærere og elever sammen eksperimenterer, analyserer og uddrager læring.

De STEM-relaterede grundfag repræsenterer samlet set en særlig didaktisk udfordring i erhvervsuddannelserne. I sammenligning med de øvrige grundfag kalder dette på en specifik lærerrolle, hvor læreren skal løfte nogle særlige udfordringer, fordi de er beskrevet med tværgående mål, der ikke altid peger direkte ind i uddannelsernes erhvervsfaglige kerner.

I dette kapitel formidles særligt fire væsentlige perspektiver på, hvordan læreren kan gribe undervisningen og relationen til eleverne an i de STEM-relaterede grundfag i arbejdet med at skabe motiverende og meningsfuld undervisning. Der præsenteres således erfaringer med at skabe en sådan undervisning i de STEM-relaterede grundfag gennem 1) at brænde for faget, 2) at koble grundfaget tæt til erhvervets praksis, 3) at skabe trygge relationer til eleverne og 4) at understøtte trygge relationer eleverne imellem.

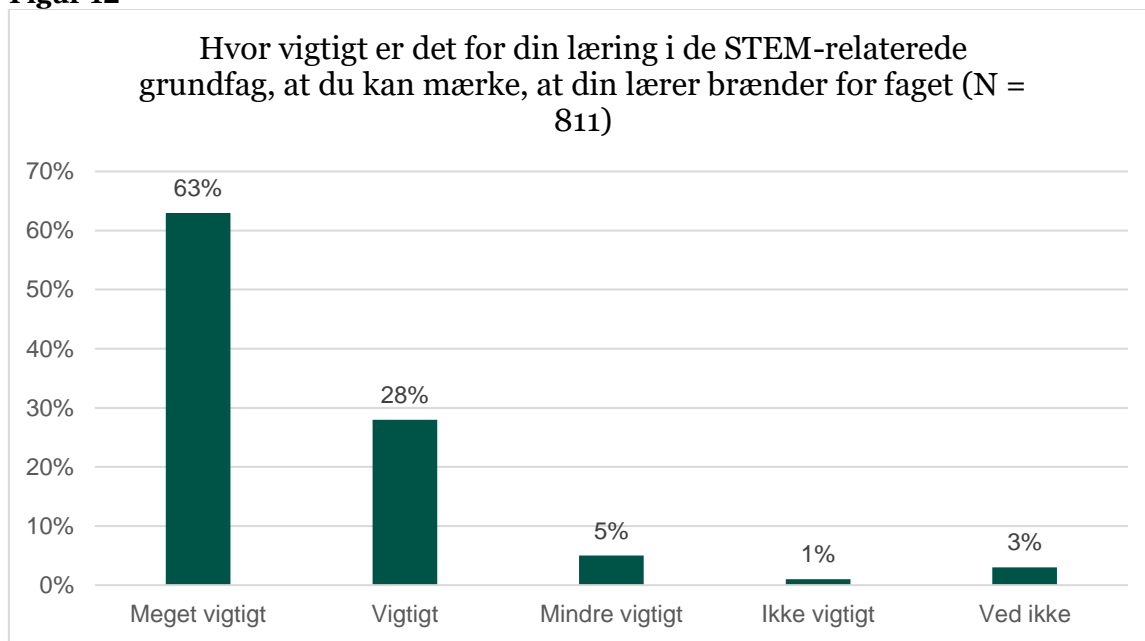
Den engagerede lærer er afgørende for elevernes motivation

Analysen har haft til formål at undersøge, hvilken betydning læreren har for elevernes motivation for at engagere sig i de STEM-relaterede grundfag. Og selvom surveyen og interviews har omfattet spørgsmål, der har kredset om netop dette forhold, har mange elever selv initieret en fortælling om, hvilken rolle deres konkrete lærer spiller i forbindelse med undervisningen. Her fremstår det som væsentligt, at lærerne er opmærksomme på, hvordan de agerer i undervisningen og med eleverne, for som en SOSU-elev fortæller: *”Lærere, der bare læser op, er kedelige og kan ikke motivere os!”* (elev, naturfag, SOSU).

Læreren skal brænde for sit fag

En stor del af eleverne oplever, at undervisningen er motiverende, når læreren i de STEM-relaterede grundfag brænder for sit fag. I den gennemførte survey kommer dette tydeligt til udtryk. 91 % af eleverne siger, at det er vigtigt eller meget vigtigt at kunne mærke, at læreren brænder for faget.

Figur 12



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Det at brænde for sit fag kan, jf. elevinterview, fx handle om, at læreren deler samme faglige interesse og kan indgå i samtaler, der går ud over den konkrete undervisning. Det skaber et interessefællesskab, fordi læreren netop her tydeligt signalerer troværdighed ved at trække på sin brede erfaringsverden og inviterer eleven ind i den. En bog – og en oplæsning fra samme – kan nok formidle information, men kan ikke måle sig med en oplevelse af som elev at få adgang til lærerens levede (erhvervs)erfaringer og den viden og indsigt, der rummes her.

Blandt eleverne er der altså en forventning til lærerens rolle som en, der skal skubbe til elevens læring i de STEM-relaterede grundfag. Lærerens engagement skal kunne mærkes og fungere som ”driver” for deres motivation og læreprocesser. En elev på SOSU-assistentuddannelsen tydeliggør denne forventning ved at sammenligne en lærer, der ikke formåede at vise eleverne, at hun brændte for faget, med en lærer, der formår at puste energi ind i undervisningen:

Altså, det er også lærernes energiniveau. Altså vores naturfagslærer på grundforløbet, var sådan en lille forsigtig mus, og man var bare sådan: ”KOM NU”. Altså hun var også helt forvirret og meget pussensuse. Hvor hende vi har nu, der er gang i den, og hun holder gejsten oppe. Hun tager lige en føler og siger: ”Okay nu skal vi lige ud og gå, fordi nu falder I snart i søvn” (elev, naturfag, SOSU-hjælperuddannelsen).

Engagerede lærere, der brænder for deres fag, beskrives altså bl.a. som nogle, der holder gejsten oppe, fanger elevernes interesse og har fokus på at involvere eleverne undervisningen. I arbejdet med at motivere GF2-eleverne for undervisningen i de STEM-relaterede fag skal grundfagslærerne således være opmærksomme på at lade deres elever få adgang til deres levede (erhvervs)erfaringer i undervisningen og selv udvise det engagement og den gnist for faget, som de ønsker at tænde i eleverne.

Det er nærliggende at tolke disse elevforventninger som et udtryk for, at læreren i de STEM-relaterede grundfag skal "trække ekstra igennem", fordi nogle elever bærer en svag faglig motivation med ind i undervisningen, og fordi elevforudsætningerne generelt er meget forskellige.

Elever motiveres, når undervisningen er klart erhvervsrelateret

Det er et gennemgående tema i forskningen i STEM-undervisning, at læreres faglige kompetence kan forstås på flere forskellige måder (Hersom, 2011). En lærer kan være fagligt kompetent i kraft af sin teoretiske indsigt i grundfagenes naturvidenskabelige fagområder, men en anden form for kompetence møder vi hos lærere, der ved, hvordan grundfaget indgår i og praktiseres i en virkelig erhvervsmæssig sammenhæng.

Det er ikke altid, begge disse former for kompetence er til stede hos den enkelte lærer, selvom det kan være denne form for lærerprofil, eleverne foretrækker at møde i den STEM-relaterede grundfagsundervisning. Som tidligere nævnt foretrækker en stor del af eleverne undervisning, der gør det muligt at relatere tydeligt til virkelige problemstillinger i erhvervet, som det praktiseres 'derude'. Nogle elever tenderer dermed til at opfatte lærerens faglige kompetence, og dermed evnen til at motivere og lære fra sig, som et spørgsmål om at have 'fingeren på pulsen' og levende kunne inddrage eksempler, oplevelser og hændelser fra den virkelighed, eleverne endnu kun kender sporadisk (se figur 3 og 4). Man skal som lærer kunne tale et autentisk fagsprog, have 'gyldige' og helst friske erfaringer fra erhvervet, som det er, og ikke som det var engang, og man skal være villig til at dele ud af disse erfaringer. Kan man det, er man i nogle af elevernes øjne en fagligt inspirerende STEM-underviser.

Når elever vurderer deres lærere, skelner de altså i nogle tilfælde mellem de lærere, der repræsenterer en traditionel og – i nogle elevers perspektiv – svært tilgængelig boglighed, og de lærere, der formår at bringe virkeligheden med i skolen og dermed gøre undervisningen vedkommende og lærerig.

På Skov- og naturteknikeruddannelsen beskriver eleverne deres lærer som en dygtig og meget engageret underviser, og noget af det, de lægger vægt på, er, at læreren engagerer sig i deres læring:

Og så også, så synes jeg, han er meget lidt dømmende. Altså, der er ikke noget, der er forkert. Han fisker rigtig meget, men det er jo også for at få os til at forstå, hvor han gerne vil hen. Hvis han ikke lige får det ramt første gang, jamen så påtager han sig meget det ansvar som afsender, at det er hans ansvar, at vi forstår det. Og det, det gør han meget. Så du kan ikke sige noget dumt. Så hvis man svarer forkert, så er, du ved... Det er

ikke, fordi så er det videre til den næste – han vil gerne nå frem til målet (elev, biologi, skov- og naturteknikeruddannelsen).

Den fagligt kompetente lærer er altså også en lærer, der formår at få eleverne til at opleve teorien som vedkommende ved at lade dem være med til at formulere den teori, der ellers kan opleves som uoverskuelig og svær.

En lærer på en anden uddannelse har gjort en tilsvarende erkendelse. Han lægger vægt på, at eleverne skal kunne se en mening med opgaverne ift. det kommende job, og understreger på denne måde vigtigheden af også at være bevidst om at udvikle og udvælge arbejdsopgaver i undervisningen, der kan gøre teorien vedkommende:

Og selvfølgelig med nogle praktiske opgaver, hvor man kan relatere til det, der foregår med deres reparationer, og deres forståelse for, hvordan ure virker, så der er en eller anden form for sammenhæng, som de kan se. Som vi også har snakket om i pædagogisk sammenhæng, den undervisning skal give mening for dem, de skal kunne se det inden for det fag, de har valgt, ikke? Det skal gerne kunne relateres (naturfagslærer, urmageruddannelsen).

Lærerens evne til at skabe mening for eleverne ved at relatere undervisningens indhold til de udfordringer, eleverne vil møde i erhvervet, er en vigtig nøgle til at motivere eleverne.

For mange lærere i de STEM-relaterede grundfag er betingelserne ofte sådan, at man underviser i grundfaget på flere forskellige erhvervsuddannelser og dermed kan opleve udfordringen med erhvervsretning undervisningen som en ekstra stor opgave. Ingen lærer kan være fuldt på omgangshøjde med udviklingerne i flere erhverv, navnlig hvis man ikke selv har en erhvervsfaglig baggrund.

Et bud på at arbejde med dette dilemma er derfor, at læreren i de STEM-relaterede grundfag tilbydes gode muligheder for videndeling med sine faglige kolleger, der varetager undervisningen i de uddannelsesrettede fag. Via tæt (teambaseret) sparring og teamteaching med kollegerne, der har erhvervet helt tæt på, kan grundfagslæreren holde sig opdateret og udvikle sin STEM-undervisning, så den har størst mulig affinitet til erhvervets virkelighed (Popov, Ódmark & Muhrman, 2016).

Lærere må følge med i erhvervets udvikling

I overensstemmelse med disse konstateringer af, hvordan elever opfatter faglig kompetence i relation til STEM-orienteret grundfagsundervisning, er det naturligvis vigtigt som skole at udvikle strategier for, hvordan man – udover et tæt samarbejde med de faglige undervisere i værkstederne – kan honorere disse forventninger, så man som skole understøtter, at STEM-lærerne har et opdateret og nuanceret indblik i erhvervets eller erhvervenes aktuelle praksis. Skolernes ledelser har her en vigtig opgave med at tilvejebringe rammer, der gør dette muligt.

For det at udvælge indhold til grundfagsundervisningen, der følger med fagets udvikling, har væsentlig betydning for, om eleverne oplever, at undervisningen er relevant for praksis. Citatet herunder er fra en elev, der blev bedt om at reflektere over, hvad det mest spændende indhold kunne være i naturfag, hvis der var frit valg:

Der er en trend i dag, kan man se på alle mærker, at det handler om at lave noget nyt, og så laver de nye materialer. Altså for 10 år siden, der var ikke nogen, der lavede noget i platin. Det er der flere mærker, der

laver i dag. At lære det og lære at forstå de nye materialer. Sådan noget som silicium, det er også et materiale, man er begyndt at bruge, fordi man kan ikke magnetisere det på samme måde. Og ja, jeg aner ikke engang, hvordan silicium ser ud. Det ser vi aldrig her skolen. Fordi det er sådan lidt gammeldags, så det kunne man eventuelt lægge ind under naturfag. Fordi der er ingen tvivl om, at vi kommer alle sammen til at pille en siliciumspiral ud, når vi kommer væk fra skolen, ikke? (elev, naturfag, urmageruddannelsen).

Skolen og undervisningen kan altså opleves som 'gammeldags', hvis læreren ikke har fingeren på pulsen ift. fagets udvikling. Og det kræver noget særligt af lærerne og af de rammer, de arbejder indenfor. Særligt de lærere, der ikke har rod i erhvervets praksis, kan have brug for at blive understøttet i at skabe og udvikle en forståelse for, hvilke arbejdsprocesser og -opgaver, der definerer praksis. Det er således vigtigt som skoleledelse at være opmærksom på, at grundfagslærere kan have behov for denne form for praksisbaseret kompetenceudvikling.

Et af de svar, der gives i den forskningslitteratur, der foreligger, er, at man skal arbejde systematisk med, at lærere tilbydes mulighed for ophold i de virksomheder eller institutioner, der er knyttet til erhvervet og her gennemføre pilotundersøgelser af, hvordan erhvervet praktiseres. Dette kan samtidig give anledning til, at lærerne formulerer og hjemtager ideer til, hvordan STEM-fagenes didaktik kan udformes, så den adresserer aktuelle og erhvervsrelevante problemstillinger og udfordringer.

En sådan måde at tænke lærerkvalificering på er fremhævet i flere internationale studier, hvor det eksempelvis konkluderes, at det ikke er tilstrækkeligt at tilbyde lærere "studiebesøg". Ophold i virksomheder/institutioner skal være af længerevarende karakter, og der skal indgå mere aktive og bearbejdende former, hvor lærere udfordres i at hjemtage undervisningsrelevante og didaktisk bearbejdede emner, der for alvor kan bringe nye perspektiver ind i skoleundervisningen i de STEM-orienterede grundfag (Muhrmann, 2016).

I en dansk kontekst har man tilsvarende gode erfaringer med den såkaldte 'praktikum-model' (Lundsgaard & Koch, 2005), hvor lærere besøger det relevante erhvervs praksis, drøfter dette med erhvervets praktikere og importerer direkte erhvervsrelevante opgaver til brug i egen undervisning.

Grundfagslærernes ofte begrænsede kendskab til den praksis, der findes på de arbejdspladser og i den branche, som eleverne uddannes til, kan være med til at gøre det vanskeligt at udvikle undervisning, der er helhedsorienteret og praksisnær (Falk, 2015).

På en af de besøgte skoler fortæller en fysiklærer på personvognmekanikeruddannelsen, at han gerne ville udvide sit kendskab til de virksomheder og arbejdsopgaver, der findes i branchen. Derfor har han arrangeret et praktikophold på en af de lærepladser, der har elever fra skolen. Formålet var at observere, hvilke aktiviteter der kunne knyttes til konkrete kompetencemål fra fysikfaget og dermed kunne anvendes i opgaver i undervisningen efterfølgende.

Jeg var ude i sådan noget praktisk orienteret praktik. Som lærer var jeg ude at observere, hvordan gør mekanikere. Hvad for nogle ting laver de derude? Og er der noget, jeg kan trække ind direkte? Der kom jeg til at tænke på de lifte, de bruger, når de løfter bilerne op. Når du løfter biler op, så har vi noget med potentiel energi, kan vi egentlig regne ud hvor meget energi, vi putter i det? (fysiklærer, personvognsmekanikeruddannelsen).

Med den seneste store reform af erhvervsuddannelserne i 2015 blev der afsat midler til, at lærere kan komme i kortere forløb i virksomheder for at lære brancherne bedre at kende og ajourføre deres viden netop for at styrke praksisnærheden i undervisningen (Undervisningsministeriet, 2015: 38). Dog peger denne lærer på, at der er et større oversættelsesarbejde som grundfaglærer, hvis opgaver fra praksis skal kunne indgå i undervisningen i et grundfag. Og der kan være behov for, at den konkrete arbejdsplads har et rum for at deltage eller tænke med i afprøvning af eventuelle opgaver:

Jeg stod sammen med en svend derude, og så kom til at kigge på den der lift og så tænkte på, gad vide om jeg kan regne noget ud ved hjælp af den, og så tester vi den, Svenden og jeg. Vi stoppede med at arbejde, eller han stoppede med at arbejde. Jeg måtte jo ingenting røre, og så prøvede vi det af, om det gav mening og sådan, om vi kan regne det ud (fysiklærer, personvognsmekanikeruddannelsen).

Den trygge lærer-elev-relation motiverer eleverne

Som berørt flere gange ovenfor er det karakteristisk for målgruppen for undervisningen i de STEM-relaterede grundfag, at de har meget forskelligartede forudsætninger og derfor stiller store krav til læreren om at kunne tilrettelægge en undervisning, der imødekommer mange varierende forventninger. Når læreren ikke har mulighed for dette, vil nogle elever potentielt kunne få en oplevelse af ikke at være mødt. En del af eleverne tillægger det stor betydning, at relationen mellem lærer og elever kan opleves som tryk, dvs. at eleverne ikke oplever læreren – i kraft af sit faglige overskud – som en, der taler *til* eleverne, men snarere som en, der taler *med* eleverne om de faglige emner, der er undervisningens omdrejningspunkt. Når eleverne i projektets interviews er blevet bedt om at karakterisere den gode og motiverende lærer, er der særligt tre faktorer, der træder frem som væsentlige for den motiverende og lærerige undervisning i de STEM-relaterede grundfag:

- Måden at kommunikere med eleverne på
- Lærerens tro på, at eleverne kan løse opgaverne og lære
- At læreren formår at være i øjenhøjde med eleverne.

Måden at kommunikere på

Måden at kommunikere med eleverne på spiller en central rolle for, om eleverne kan finde motivation for undervisningen i de STEM-relaterede grundfag. I det omfang læreren kan møde eleverne i øjenhøjde og give dem oplevelsen af, at 'vi sammen' arbejder med at finde løsninger på de problemstillinger, der arbejdes med – i samme omfang etablerer nogle af eleverne oplevelsen af, at opgaven og læreprocessen er overskuelig og overkommelig. Som tidligere nævnt i et citat med en elev på skov- og naturteknikeruddannelsen opleves det som vigtigt, at læreren reelt engagerer sig i elevernes læring, og at man som elev ikke føler sig 'forkert' eller 'dum', hvis man ikke har det rigtige svar på lærerens spørgsmål. Eleven fremhæver vigtigheden af, at læreren ikke er 'dømmende' (se side 56-57).

Med andre ord drejer dette sig i høj grad om lærerens bevidsthed om egen rolle og måde at kommunikere på. Hvis læreren kan gå foran og vise, hvordan STEM-faget kan bruges til

praktisk opgaveløsning, og kommunikere forventninger til, at eleverne kan følge i sporet herefter, som det fremgår af figur 12, vurderer 94 % af eleverne, at dette er vigtigt eller meget vigtigt for deres læring i STEM-undervisningen.

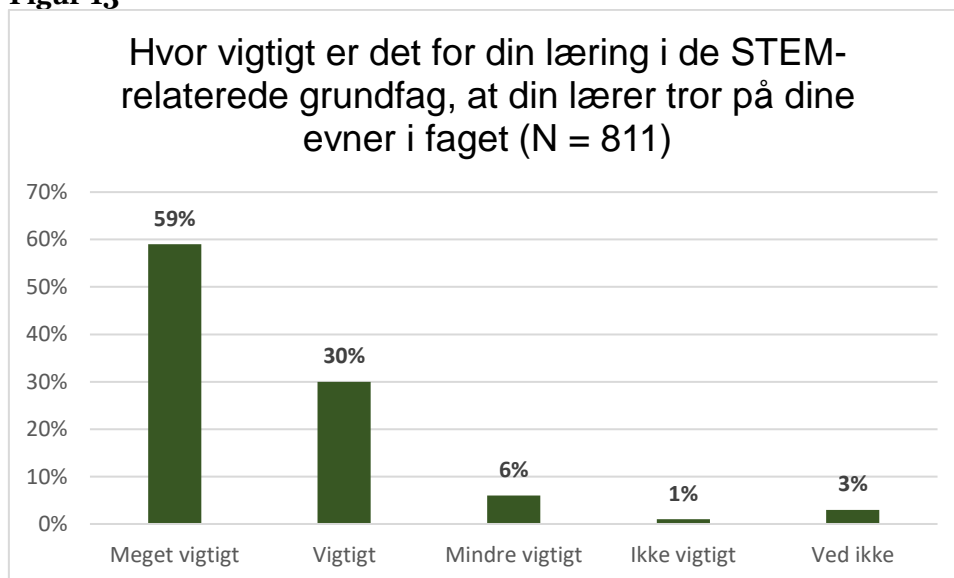
Navnlig i undervisning, der har eksperimenterende karakter, kan lærerens evne til at invitere eleverne ind i selvstændige afprøvninger, analyser og ræsonnementer vise sig at være definerende for, om eleverne kaster usikkerheden over bord og accepterer, at 'vi sammen' – lærer og elever – er nysgerrige på at finde løsninger og holdbare forklaringer. I flere af de observerede lektioner i naturfagsundervisningen har vi, som tidligere nævnt, set eksempler på udfoldelsen af en sådan lærerrolle, hvor læreren eksempelvis har tilrettelagt forsøg, hvis indhold (syre/base-balance) har været tæt koblet til elevernes oplevelser med arbejdsprocesser i erhvervet.

Lærernes tro på eleverne er vigtig

En afgørende faktor for elevmotivation er, at eleverne tydeligt kan mærke, at læreren tror på, at den enkelte elev vil få et succesfuldt læringsforløb. Hvis læreren formår at kommunikere denne forventning til eleverne på en overbevisende måde, kan motivation og læringsudbytte blive forøget. Forskning viser, at lærere, der vedblivende tror på, at deres elever er i stand til at lære i deres STEM-undervisning, kan understøtte elevs læringsudbytte og dermed blive ansporet til fortsat at udvikle deres undervisning (Margot, Kettler & Todd, 2019).

Som det er beskrevet ovenfor, er lærerens tro på elevernes formåen tilsvarende helt afgørende for, om der kan etableres et klima, hvor eleverne også tror på sig selv.

Figur 13



Kilde: Elevsurvey gennemført af Epinion for Nationalt Center for Erhvervspædagogik, 2021.

Faktisk peger i alt 89 % af eleverne i den gennemførte survey på, at det er vigtigt for dem at kunne mærke, at lærerne har troen på deres formåen.

En elev udtrykker det på denne måde:

Men hvis jeg må komme med en tilføjelse. Jeg har det sådan, at det er jo simpelt på mange måder altså. Det er jo ikke raketvidenskab, men altså man kan godt hurtigt føle sig sådan lidt små-dum, fordi at man sidder som 30-årig i mit tilfælde og kæmper med at forstå noget, som måske falder nogen i niende klasse nemt. Hvor jeg oplevede meget i gymnasiet, at så var der en lidt nedladende attitude, ikke. Altså så var man bare et fjols, som ikke havde forstået det. (...) Jeg tror også, det er, fordi det er jo en håndværkeruddannelse, så han ved jo godt, at det nok ikke er akademikerspirer, der kommer her vel. Så han er sådan ret tålmodig i forhold til det her, og han får ikke en til at føle sig dum, fordi man er nødt til at spørge meget og sådan noget. Det betyder rigtig meget for mig for min egen stoltheds skyld (elev, fysik, personvognsmekanikeruddannelsen).

Læreren må ifølge denne elev forstå at læse eleverne og finde de forskellige niveauer i undervisningen, der modsvarer de enkelte elevers forudsætninger. Med andre ord må læreren i de STEM-relaterede grundfag ofte besidde en stærk kompetence i retning af at kunne differentiere undervisningen (Mathiasen, 2014).

Hvis læreren er anerkendende i sin måde at kommunikere med eleverne på, kan det virke stimulerende på elevernes motivation og understøtte troen på, at man som elev kan lykkes i de fag, hvor spredningen i elevforudsætninger kan gøre det udfordrende at være deltager:

Sidst for eksempel der skulle vi lave de der kostplaner. Det var matematik og sådan nogle ting, og der havde jeg lavet en fejl, og så rækker jeg hånden op. Og jeg tør godt at fortælle hende, at jeg lavede fejl for det første. Hun kommer hen og siger, men du skal gøre det her og det her i stedet for, og så skal det nok virke. Da jeg har gjort det, så kommer hun hen og siger: "Pissegodt gået, du har gjort det rigtige." Og bom, så føler man, at man tør at sige, hvis man har lavet en fejl, og man har lyst til at fortælle hende, når man har gjort det rigtigt og sådan noget. Altså det kan jeg godt lide ja (elev, naturfag, SOSU-hjælperuddannelsen).

Hvis læreren formår at skabe et klima i undervisningen, hvor det opleves som tilladt at fejle, men hvor læreren samtidig forstår at anerkende, når eleverne præsterer godt, har det en stimulerende indvirkning på eleven.

Der kan være flere veje til mestringsoplevelser, hvoraf de positive narrativer om elevens læring kan være en af dem (Tyson, 2016). Narrativerne kan forbinde eleven tæt med læringsoplevelsen i den måde, hvorpå der kommunikeres om den tilegnede viden, og kommunikationen om, at eleven fx ikke 'fejler' men derimod 'lærer', kan ellers have tendens til at forblive non-verbal (ibid.). Forventningsafstemning og narrativer om elevens læring er derfor en af flere vigtige brikker i undervisningen i de STEM-relaterede grundfag.

At være i øjenhøjde med eleverne

Etableringen af det trygge klima og den ligeværdige kommunikation, hvor både lærere og elever kan begå fejl, lære af dem og sammen finde løsninger, hviler ikke kun på lærerens indsats i

undervisningsrummet. Flere af de interviewede lærere giver udtryk for, at de bevidst arbejder med at være i kontakt med eleverne uden for undervisningen – i pauserne fx – netop for at kunne møde dem i øjenhøjde og dyrke de mere afslappede relationer, der er vigtige, for at eleverne kan opleve læreren som værende 'på linje' – som en, man kan tale med om også andre ting:

Jeg bruger oftest min pause sammen med eleverne, og det er ren og skær relationsarbejde for at give eleverne mulighed og tryghed til at komme op og snakke med mig. Hvis man sidder der længe nok, så bliver man en del af flokken, også selvom man ikke siger noget, og så kommer de lige pludselig og snakker med en om alt mulig mærkeligt. Og så får man alt at vide (...) Så kan man tage det med dem stille og roligt – svare og snakke stille og roligt, så de kan få lettet deres hjerte. Og hvis det rent faktisk er noget, jeg ved noget om, så kan jeg måske også ovenikøbet give dem et råd (fysiklærer, personvognsmekanikeruddannelsen).

Når man får bygget denne type relation op til eleverne, dvs. målrettet arbejder med kommunikation, lærerrolle og tryghed, siger de interviewede lærere, at det gør undervisningen nemmere at håndtere. Et samarbejdende klima mellem lærere og elever, hvor kendskabet til hinanden er godt, og tonen er ligeværdig, fremmer elevernes følelse af, at læreren 'vil dem'. Dette er ifølge eleverne en meget vigtig brik, der har betydning for, at de går til læringsudfordringerne med energi og tro på, at det nok skal gå. Uden at have et entydigt sammenligningsgrundlag antages det, at denne uformelle relationsopbygning har stor betydning i de STEM-relaterede grundfag, især i forhold til de elever, der kommer med forskellige barrierer og mindre positive forventninger til disse fag.

Læreren betydning for elevernes indbyrdes relationer

De relationer, eleverne indbyrdes etablerer i og omkring undervisningen i de STEM-orienterede grundfag, er også af stor betydning for motivation og læring. I et fagligt område, hvor eleverne som nævnt kan have en grundlæggende oplevelse af, at stoffet er svært, er det vigtigt, at eleverne får mulighed for at støtte sig til hinanden, og at der arbejdes målrettet med at bearbejde de lave faglige forventninger, som nogle elever kan have til sig selv.

Forventninger til de "svære" STEM-fag

Nogle af eleverne i de STEM-orienterede grundfag på GF2 møder som sagt op med forventninger, om at 'det er svært', og har derfor lave forventninger til egne præstationer i undervisningen. Dette kan være noget, som lærerne er nødt til at adressere, hvis ikke forløbet skal bære for meget præg af dette. Der er i undersøgelsens interview-materiale identificeret flere strategier til at arbejde med elevens lave præstationsforventninger og dermed bidrage til at etablere realistiske mål for indsatser samt styrke undervisningsklimaet. Flere af de interviewede lærere har beskrevet, hvordan de på forskellig vis gennemfører strukturerede forventningsafstemninger med eleverne, hvor eleverne får lejlighed til at udtrykke, hvad de ved, og måske navnlig ikke ved, om indholdet i den pågældende uddannelse, og dermed også opleve, at de ikke står alene med en følelse af uformåenhed overfor de kommende udfordringer.

En uddannelsesleder beskriver således, hvordan man har indført såkaldte "før-samtaler" med det formål at forventningsafstemme blandt eleverne:

De vil gerne reparere Rolex-ure og den slags, så jeg synes, den der afklaring er med til, at de sådan kan se en mening med det og også har en forventning om, hvad er det, jeg skal gøre, når jeg starter på uddannelsen. Så før-samtalen har vi gjort, fordi jeg synes, vi havde for mange, som drømte om at lave deres eget urmærke og sidde og nørde, og det gik helt galt. Vi havde nogle elever, som ikke trivedes i uddannelsen, for det var ikke det, de troede, det var. Så jeg synes med før-samtalen, tager de her naturfag med ind. Så er de mere afklaret, når de kommer. De er mere parat til undervisningen. De går ikke ind i undervisningen til, puha, nu skal jeg det her. Så jeg synes, at vi gør dem mere uddannelsesparate, både voksne som unge, ved at vi taler om det til før-samtalen (Uddannelsesleder, Urmageruddannelsen).

En sådan "før-samtale" kan ifølge uddannelseslederen bidrage til, at eleverne introduceres, ikke blot til uddannelsen som sådan, men specifikt til naturfag, som erfaringsmæssigt kan virke overvældende, hvis man som elev møder faget uforberedt. Udover at gennemføre disse aktiviteter inden undervisningen er der eksempler i materialet på, at det også kan foregå som en løbende aktivitet, der tages op med mellemrum i et undervisningsforløb.

Her påpeges det konstruktive i et gennemgående fokus på at arbejde med visse af elevernes lave selvforventninger i STEM-undervisningen, fordi dette lægger grunden for at kunne etablere en undervisningskultur, hvor elevernes tryghed styrkes, hvilket igen udmønter sig i en øget motivation og lyst til at lære.

I de interviews, der er gennemført med eleverne i undersøgelsen, er der bl.a. spurgt ind til betydningen af elevernes indbyrdes relationer, og her har flere elever klare pointer at levere. Noget af det, der særligt træder frem, når eleverne reflekterer over betydningen af deres indbyrdes relationer, er det, at man kender hinanden godt. Dette skaber tilsyneladende tryghed, og det føles derfor mindre fatalt at begå fejl eller at sige noget forkert. Elever, der er rystet godt sammen og er trygge indbyrdes, har gode forudsætninger for at åbne sig i undervisningen og dermed arbejde med det stof, som undervisningen drejer sig om. Og læreren spiller en væsentlig rolle, når eleverne skal danne disse tætte og trygge relationer til hinanden. Tre elever bekræfter hinanden i, hvordan lærerens rolige og rare væremåde har smittet af på, hvordan de er sammen i undervisningen:

Elev 1: Det virker bare som et roligt miljø at være i, når han også er der. Sådan har jeg det i hvert fald. Altså sådan føler jeg det, men det kan godt være, det bare er mig. Man er ikke rigtig bange for at tage hånden op, og det er lige så meget over på ens medstuderende. At de på en eller anden måde har givet dem hans måde at være på. Selvom man måske ikke lige lægger mærke til det.

Elev 2: Det er nærmest uanfægtet. Hvor mange er eller hvem der er til stede i klassen. Altså der er ikke en, som ikke har budt ind

Elev 3: Ja, så er der en god humor i klassen. Altså så hvis man lige svarer forkert, eller man ikke lige forstår, så i stedet for at det er helt dødseriøst,

så kan man godt lige grine lidt af det. Det synes jeg er megafedt (elever, biologi, skov- og naturteknikeruddannelsen).

Eleverne fortæller her om en lærer, der formår at skabe en stemning, hvor de oplever, at de kan grine *med* hinanden. De oplever, at klassen fungerer som et fællesskab, og den måde, de er sammen på, er blevet påvirket af den måde, som læreren agerer i rummet på.

Adressering af forventninger kan der arbejdes med på flere måder. En grundfagslærer i fysik på mekanikeruddannelsen benytter muligheden for, at eleverne kan koble sig på forskellige typer af opgavekrav i undervisningen. Dette indebærer samtidig forventningsafstemninger, der varierer fra elev til elev. I citatet herunder fortæller læreren om en tilgang, hvor forventningerne afstemmes sådan, at eleverne laver opgave 1-3, og at de øvrige opgaver 4-5 ikke er påkrævede. De sidste opgaver kan de således vælge at lave, hvis de bliver færdige med opgave 1-3:

Altså normalt så siger jeg det jo ikke på klassen, at 'nu er det opgave 1, 2, 3 I skal lave', fordi så ved jeg, så laver de kun 1, 2, 3, og jeg har også elever, som er gode, som sagtens kan lave opgave 4 og 5, men som også ved 'okay, dem er han ikke interesseret i, i bund og grund, så dem laver jeg ikke alligevel, så jeg kan lige sidde og slappe lidt af i stedet for'. (...) Der er også nogle af de elever, når de så ser de her svære opgaver, så smelter de helt ned, og så giver de bare op og siger 'nu kan jeg ikke mere'. Når jeg griber dem i det, selvom jeg ikke ser ikke alt – men jeg prøver – så tager jeg fat i dem og siger: "Det var kun de første tre opgaver jeg egentlig havde forventet. Jeg ved godt, at 4 og 5 er svære. Vi kan godt tage dem på tavlen, hvis du har lyst til det, men reelt set så har du faktisk nået det, du skal kunne". Og så får de ligesom ro på og tænker – 'okay, så har jeg ikke fejlet'. Og det er der nogle af dem, der har brug for at høre også, og jeg prøver på at nå rundt til dem alle sammen og sige det (fysiklærer, personvogsmekanikeruddannelsen).

Læreren differentierer her i elevernes opgaver, men kobler samtidig denne differentieringsmetode med forventningsafstemninger og et fokus på elevernes mestringsoplevelser. Læreren er optaget af, at eleverne ikke skal have oplevelsen af, at 'de fejler', og at de ikke kan honorere de undervisningsmæssige krav. Han tager derfor udgangspunkt i opgave 1, 2, 3 som det væsentlige i undervisningen, hvilket sikrer, at eleverne får mestringsoplevelser. De øvrige opgaver er således et supplement med rig mulighed for, at de kan laves sammen med læreren. Flere analyser og studier viser, at elevernes mestringsoplevelser netop er et væsentligt parameter for deres læring i STEM-fag (Muhrman & Samuelsson, 2015).

Opsamling

Kapitlet viser, at lærerne spiller en betydningsfuld rolle for elevernes motivation for og udbytte af undervisningen i de STEM-relaterede grundfag.

Et af de centrale kendetegn ved de STEM-relaterede grundfag er, at eleverne har meget blandede erfaringer med tidligere undervisning i STEM, og lærerens opgave har derfor en særlig karakter her. Læreren skal, hvis undervisningen skal kunne motivere eleverne, tænke elevernes

forskellige forudsætninger og eventuelle utrygheder eller nederlagsfølelser ind i undervisningen og skal kunne kommunikere med og “ramme” et meget bredt spektrum af elevforudsætninger.

Kapitlets analyser viser, at denne lærerrolle kan udfoldes, hvis læreren kan bruge et autentisk fagsprog, dvs. løbende knytte sin undervisning i de STEM-relaterede grundfag til de erhverv, uddannelsen retter sig mod. Dette er ikke nødvendigvis noget, STEM-grundfagslærere bare kan, men er tværtimod noget, der skal udvikles og tilegnes som en del af arbejdet som STEM-grundfagslærer. Skolernes ledelser har her et vigtigt ansvar, men også nogle oplagte muligheder, idet et tæt lærersamarbejde mellem faglærere i de uddannelsesspecifikke fag og STEM-grundfagslærere kan løfte begge gruppers indsigt og kompetence og dermed gøre undervisningen helhedsorienteret og motiverende.

Samtidig viser kapitlet, at læreren i de STEM-relaterede grundfag – set i elevernes perspektiv – har en vigtig funktion som den, der kan skabe grundlaget for elevernes tryghed og tro på, at de kan mestre faget. Nogle elever føler sig udfordret maksimalt i de STEM-relaterede grundfag og har behov for en lærer, der tydeligt viser dem tillid til, at de kan klare udfordringerne, tror på dem og formår at inddrage dem ligeværdigt i opgaverne, der arbejdes med.

Læreren, der på en gang kan vise vejen i kraft af sit faglige forspring, men også i øjenhøjde inddrager eleverne i en fælles nysgerrig undersøgelse af fagenes udfordringer, er den lærer, eleverne ser som den, der kan motivere og engagere dem i undervisningen.

Endelig peger kapitlet på, at læreren også har en vigtig rolle som den, der aktivt arbejder med at tilbyde eleverne muligheder for at opbygge de indbyrdes relationer. Relationer, som kan være ekstra betydningsfulde, hvis man oplever sig selv som værende på usikker grund og har brug for at kunne dele og drøfte sin usikkerhed overfor fag, man måske tidligere har oplevet som vanskelige at få fodfæste i.

LITTERATURLISTE

Aarkrog, V. (2010). *Fra teori til praksis: Undervisning med fokus på transfer*. København: Munksgaard Danmark.

Andersen, O.D. (2021). *Helhedsorientering – et vigtigt didaktisk princip*. EMU.

Andersen, O. D., Jørgensen, C. B. & Carlsen, J. (1998). *Helhedsorientering – et didaktisk princip i erhvervsuddannelserne*. Orange serie om pædagogisk/faglig udvikling for erhvervsuddannelsesområdet; Nr. 7. København: Undervisningsministeriet.

Bellander, Blaesild & Björklund (2017). *Matematik i yrkesprogram – en modell för två ämnens relationer med varandra*, Forskning om undervisning och lärande.

Børne- og Undervisningsministeriet (2021). *Bekendtgørelse af lov om erhvervsuddannelser. LBK nr 1868 af 28/09/2021 kap. 4 §22*. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/1868>

Cedefop (2014). *Statistics*. <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/statistics-and-indicators/statistics-and-graphs/rising-stems>.

Cedefop (2015). *Skills, qualifications and jobs in the EU: the making of a perfect match? Evidence from Cedefop's European skills and jobs survey*. Luxembourg: Publications Office. Cedefop reference series; No 103. <http://dx.doi.org/10.2801/606129>.

Daugbjerg, P., Svejgaard, K. L., & Valero, P. (2014). *Praksisnærhed i erhvervsskolens naturfagsundervisning gennem betydende overgange*. NordYrk, 4. <http://nordyrk.org/>

EVA (2020). *Professionelle læringsfællesskaber. Vidensnotat om lærernes samarbejde om undervisningen i grundskolen*. <https://www.eva.dk/grundskole/vidensnotat-om-professionelle-laeringsfaellesskaber-grundskolen> (lokaliseret 14. marts 2022)

Fagbilag (2020). <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/692#idedacb093-1fof-4fbc-a8b5-f33f90959480> lokaliseret 5. april 2022

Falk, H. (2015). *From the Reality of Work to Grounded Work-Based Learning in German Vocational Education and Training: Background, Concept and Tools*. International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET)

Frejd, P. (2018). *What is the role and place of mathematics education in (swedish) vocational education?*, Linköping Universitet

Frejd, P., Muhrman, K. (2020). *Is the mathematics classroom a suitable learning space for making workplace mathematics visible? – An analysis of a subject integrated teamteaching approach applied in different learning spaces*. Journal of Vocational Education & Training

- Gill, B.G. (2011). *A comparative multi-case study of agricultural education teachers in reference to the implementation of academic integration*. Texas A&M University
- Hall, G. (2014). *Integrating real-world Numeracy Applications and modelling into Vocational Courses*. *Adults Learning Mathematics: An international Journal*
- Hattie, John (2009). *Visible Learning*. Routledge
- Herro, D., Quigley, C., & Cian, H. (2019). *The challenges of STEAM instruction: Lessons from the field*. *Action in Teacher Education*, 41(2), 172-190.
- Hersom, H. (2011). *Pædagogiske potentialer: En analyse af de tekniske læreres mulighedsrum i samspillet med eleverne*, RUC.
- Hersom, H. (2020). *Veje til stolthed i erhvervsuddannelserne*. Akademisk Forlag
- Højlund, C. (2020). *Praksisnær undervisning: Differentierede lærings- og deltagelsesmuligheder i undervisningen*. *Studier i læreruddannelse og -profession*, 5(2), s. 97–115
- Korbel, P., G. Siekmann (2016). *Defining "STEM" Skills: Review and Synthesis of the Literature*. Support Document 1
- Lindenskov, L. (2014). *Forsøgsundervisning i matematik på Svendborg Erhvervsskole: tal- og matematikproblemer som en udfordring på uddannelserne*. Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU) Aarhus Universitet. <http://www.dyskalkuli.dk/files/CSV%20-%20Dyskalkuli/dokumenter/dyskalkuli%20konf%20jan%202014/Fors%C3%B8gsundervisning%20Svendborg%20erhvervsskole%202014%201b.pdf>
- Lou S. J., Shih R. C., Diez, C. R. Tseng K. H. (2011). *The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students*, Springer
- Lundsgaard, S, H. Koch. (2005) *Praktikum i praksis – aktivering af skole-virksomhedssamspillet*. <https://emu.dk/eud/paedagogik-og-didaktik/praksisbaseret-og-anvendelsesorienteret-undervisning/helhedsorientering>
- Margot, K., Kettler C. & Todd (2019). *Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review*. *International Journal of STEM Education – 2019*
- Mathiasen, H. (2014): *Innovative kompetencer og fleksibel organisering af undervisningen*. Forskningsrapport. AU
- Muhrman K. & Samuelsson J. (2015). *Hur man öker elevers motivation för matematik*. Linköping Universitet

Muhrmann, K (2016). *Inget klöver utan matematik: En studie av matematik i yrkesutbildning och yrkesliv*, Linköping Universitet

Nielsen, B., L., Berg, E. & Kronvald, O. (2022). *Ledelse af naturfaglig Kulturudvikling – trioer med skoleledelse, naturfagsvejledere og kommunale naturfagskoordinatorer*. MONA 2022(1), 23-41.

Pettersen, R. (2001). *Problembaseret læring PBL – for elever, studerende og lærere*. Dafolo

Popov, O, Ödmark, K. & Muhrman, K (2016). *Samverkens roll i utvekling av matematikundervisning*, Linköping Universitet

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

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

Stohlmann et al. (2011). *Considerations for teaching Integrated STEM Education*. Journal of Pre-College Engineering Education Research

Stone J.R (2007) *Making Math Work*, Principal Leadership 7

Svejgaard, K. L. (2011). *Udvikling af en anvendelsesorienteret og praksisnær naturfaglig undervisning på eud: eksempler på undervisningsforløb fra landbrugs- og sosu-uddannelserne*. Nationalt Center for Erhvervspædagogik.

Sølberg, J. (2006). *Den lokale naturfaglige kultur – et fokus for udvikling*. MONA 2006(1), 7-22.

Tarhan, L., & Ayyıldız, Y. (2015). *The Views of Undergraduates about Problem-based learning Applications in a Biochemistry Course*. Journal of Biological Education. Routledge

Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). *Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PBL) environment*. International Journal of Technology & Design Education

Tyson, R. (2016). *The didactics of vocational Bildung: how stories matter in VET research*. Journal of Vocational Education and Training

Undervisningsministeriet (2015). *Bedre og mere attraktive erhvervsuddannelser*.