

Danish University Colleges

STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne resume og opmærksomhedspunkter

Andersen, Ole Dibbern; Hersom, Henrik; Benthien, Felicia Lind; Hjermov, Pernille

Publication date:
2022

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication](#)

Citation for pulished version (APA):

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

General rights

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

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

Download policy

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

STEM-RELATEREDE GRUNDFAG I ERHVERVS- UDDANNELSERNE

*En undersøgelse af motiverende,
helhedsorienteret undervisning
- resume og opmærksomhedspunkter*

Den bagvedliggende rapport og dette resume er udarbejdet af flg. medarbejdere i NCE:

Ole Dibbern Andersen, lektor

Felicia Lind Benthien, adjunkt

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

Pernille Hjermov, chefkonsulent

Lasse Pedersen, studentermedhjælper

Tak til Bente Larsen, informationsspecialist

INDLEDNING

Dette resume og de tilhørende opmærksomhedspunkter stammer fra en rapport, der 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 grundfagslærerne 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 erhvervsmæssige 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 Diplomuuddannelsen 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. Lærers 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 lærers engagement i de STEM-relaterede grundfag er afgørende for deres motivation i de STEM-relaterede grundfag, og lærers 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

Undersøgelsen peger på en lang række pointer, det kan være vigtigt at være opmærksom 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 undervisningen i de STEM-relaterede fag – 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.

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#idedacbo93-1fof-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 ökar 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 utveklng 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*.