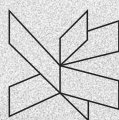


MONA

Matematik- og Naturfagsdidaktik
– tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere



SYDDANSK UNIVERSITET



VIA University
College



PROFESSIONS-
HØJSKOLEN
ABSALON



AARHUS
UNIVERSITET

KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE



: Erhvervsakademi og
: Professionshøjskole



Danske Science Gymnasier



KØBENHAVNS UNIVERSITET
NATUR- OG BIOVIDENSKAB

MONA

Matematik- og Naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet, Det Lærerfaglige Fakultet ved Københavns Professionshøjskole, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, Center for Skole og Læring ved Professionshøjskolen Absalon, VIA University College og Danske Science Gymnasier.

Redaktion

Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Dorte Moeskær Larsen, Syddansk Universitet
Elzabeth Berg Wøhlk, Københavns Professionshøjskole
Ole Goldbech, Københavns Professionshøjskole
Magnus Boye, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
Charlotte Krog Skott, Professionshøjskolen Absalon
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Martin Niss, Institut for Naturvidenskab og Miljø, Roskilde Universitet
Morten Christensen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole
Niels Anders Illemann Petersen, Professionshøjskolen UCN

Manuskripter

Manuskripter indsendes per mail, se www.ind.ku.dk/mona. Medmindre andet aftales med redaktionen, skal der anvendes den artikelskabelon i Word som findes på www.ind.ku.dk/mona. Her findes også forfattervejledning. Artikler i MONA publiceres efter peer-review (dobbel-blindt).

Produktionsplan og deadlines for indsendelse af bidrag til MONA

Artikelmanuskripter og forslag til aktuelle analyser modtages løbende og behandles så hurtigt som muligt. Den redaktionelle proces (inkl. peer-review) tager mindst tre måneder. Deadlines aftales individuelt.

Layout og sats: Narayana Press

ISSN: 2245-8948 © MONA 2025

Citat kun med tydelig kildeangivelse

Indhold

- 4 Fra redaktøren: Naturfagsundervisning i en intensiveret medievirkelighed – mellem mediepanik og cyberoptimisme
Lars Brian Krogh
- 12 **Artikler**
- 13 Hvordan unge kvinder oplever, at køn spiller ind i læring af naturvidenskab og matematik på STX
Emilie Gertz
- 33 “Det er et privilegium” – om forsker-praktiker-samarbejde
Natasha Sterup, Anders Gersdorff Toft og Mette Hjelmberg
- 50 AI i matematikundervisningen på gymnasiet: Lærernes oplevelser og elevernes praksis
Dorte Moeskær Larsen, Ane Møller Svendsen, Simon Michael Rosenberg Petri og Chunfang Zhou
- 68 **Temabidrag**
- 69 Tilsigtet deceleration som didaktisk strategi
Thomas Ziegler Larsen
- 78 Fra prompt til praksis: Teknologisk dannelse og generativ AI på læreruddannelsen
Tine Ejdrup, Marianne Erneberg, Michael Jes Vogt og Nanna Villumsen
- 84 Skolen som ny demokratisk arena: En modvægt til tidens digitale flodbølge af polariserende påvirkning
Stine Eiersholt og Jesper Steenberg
- 96 ATOM-modellen som dialogværktøj om god brug af AI i en medialiseret erhvervsskolehverdag
Marianne Riis, Morten Walsted, Jens Dræby, Jeppe Egendal og Marianne Georgsen
- 110 **Aktuel analyse**
- 111 Halter Danmark bagud? En analyse af de nordiske STEM-strategier
Mikkel Bohm og Dorte Salomonsen
- 121 **Kommentarer**
- 122 Fra at vide til at undre sig – elevernes vej til at føle sig kompetente i natur og teknologi
Mette Lindorff Hejn
- 126 Formative, stilladserende spørgsmål: En vej til elevernes forståelse af naturfagernes særkende og oplevelse af mestring
Sanne Schnell Nielsen og Lars Sejersgård Jakobsen



Hjarvard peger i sin specifikke analyse af *skolens* medialisering på 5 områder/dimensioner af skolens virke, som influeres af mediernes stærke tilstedeværelse.

1. *Medier som fagligt genstandsfelt*: Dimensionen handler om, at mediebeherskelse og medieindsigt gøres til mål for elevernes læring, hvorfor de undervises, så de både tilegner sig viden om medier og deres virkninger på godt og ondt, samt mestrer brugen af specifikke medier.
2. *Medier som læringsmidler*: Her er medierne hjælpemidler for elevernes læring, enten som vidensbærende læringsressourcer, som særlige faglige medieringer eller som afsæt for konkrete didaktiske undervisningsdesigns.
3. *Medier som interaktionsmiljø*: Dækker over medier som strukturerende ramme om det formelle og uformelle samvær i og omkring skolens naturfag. Der kan være tale om undervisningsrettede Learning management systemer a la Meebook og

MinUddannelse eller om et interaktionsmiljø som AULA, der primært retter sig mod lærersamarbejde og skole-hjem-samarbejde.

4. *Medier som uformel skole*: Dimensionen indfanger, hvorledes den generelle mediekultur præger børn og unges viden erfaringshorisont og normer. Sociale medier og børn og unges massive forbrug af skærmtid er eksempler herpå.
5. *Skolen i medierne*: Nyhedsmedier som arena for debat om skolen (og undervisningen i naturfag).

Hjarvard's dimensioner anskueliggør umiddelbart, hvor mangesidigt medier spiller ind i naturfagsundervisningen i skolen. Han argumenterer mod såvel "mediepanik" som "cyberoptimisme" i omgangen med medieintensivering, idet "begge positioner a priori tilskriver medieteknologierne en særlig lærings- og samfundsmæssig værdi, negativ eller positiv, uden at se på den samfunds- og skolemæssige kontekst, som teknologierne indgår i" (Hjarvard, 2019, s. 43). I stedet argumenterer han ud fra et medialiseringsperspektiv for, at man kritisk og realistisk må analysere samspillet mellem medier, børn og læring socialt, institutionelt og historisk. Hvilket bl.a. indebærer at afdække muligheder, begrænsninger/udfordringer/forandringer og konsekvenser i bredeste forstand.

I det følgende vil jeg med nedslag i nyere medieinducerede udfordringer for naturfaglig praksis argumentere for, at medialiseringsperspektivet (med samt dets dimensioner) er både påtrængende og relevant for naturfagene.

Medier som fagligt genstandsfelt: Medier og deres virkninger kan gøres til genstand for undervisning, både som en bærende faglighed og som en mere eller mindre integreret del af fagligheden i et vanligt naturfag. Med indførelsen af faget *Digital Teknologiforståelse* er undervisning i og om (digital) teknologi blevet til mål og genstand for et selvstændigt valgfag i grundskolen fra 2027. Nye digitale læringsmidler (fx Microbits, Netlogo) har her muliggjort undervisning i computational thinking, mens især sociale medier har affødt et behov for digital myndighed hos eleverne. Disse ting er gjort til mål, og der har været afviklet forsøg med denne nye faglighed, både indenfor rammerne af det selvstændige fag *Teknologiforståelse* og indenfor rammerne af bl.a. natur/teknologi og fysik/kemi. I forlængelse heraf konstateres det, at forsøget "viste at lærerne særligt havde svært ved at få greb om den datalogiske del af faget under overskriften 'computational tankegang'" (Folkeskolen 2025). Indførelsen af faget har således konsekvenser for de oplevede lærerkompetencer. Aspekter af digital teknologiforståelse skal fremover også integreres i natur/teknologi-undervisningen – med den konsekvens at dele af den hidtidige faglighed må glide ud, da den samlede timeramme ikke udvides. Vi ser altså, hvorledes nye medier nødvendiggør justeringer i fagrækken og undervisningens indhold, samt nødvendiggør kompetenceudvikling af naturfaglige undervisere. Det er stadig uafklaret om Generativ kunstig intelligens

(GAI) vil blive gjort til genstand for obligatorisk undervisning – og i hvilken faglig kontekst det evt. vil skulle ske. Som et (mindre radikalt) nyere fortilfælde kan man se, hvorledes fremkomsten af CAS-lommeregnere ændrede både faglighedsforståelse, undervisning og eksamen i matematik og fysik/undervisning i gymnasiet.

Medier som læringsmidler: Digitale lærebøger og platforme, mere eller mindre didaktiserede videoer, søgemaskiner og generativ kunstig intelligens (GAI), virtuelle labs og modeller i form af PhETs, datafangst-programmer m.m. er alle eksempler på, at medier indgår som hjælpemidler for elevernes læring i naturfagene. Nye undersøgelser peger på, at digitale læremidler og faglige portaler samlet set nu er det dominerende afsæt for naturfaglig undervisning, især i folkeskolens udskoling, hvor $\frac{3}{4}$ af lærerne anvender sådanne læremidler fra Clio, Alinea eller Gyldendal på daglig basis (STIL, 2021, s. 41). Læremidlernes betydning for undervisningen er kæmpestor i alle naturfagene i undersøgelsen. Fx tilslutter mellem 81.7%-93.4% af lærerne sig, at læremidler "er en vigtig støtte", når de planlægger undervisningsforløb og forbereder de enkelte timer i faget (Bremholm et al, 2023, s. 37). Samtidig tilkendegiver 40% her, at de ikke er tilfredse med det udvalg af digitale læremidler, de har til rådighed. Medierne og medieadgangen giver støttemuligheder, men tenderer samtidig til at undergrave lærernes autonomi og professionelle dømmekraft.

Generativ AI i form af fx CHATGPT anvendes ifølge en ny undersøgelse af Microsoft allerede massivt som hjælpemiddel af de 15-18-årige elever (Microsoft, 2025). Størstedelen oplever, at det hjælper dem med at forstå svære emner og øger deres produktivitet. Fra et naturfagligt lærerperspektiv er det imidlertid en udfordring, at GAI ændrer, hvad der skal lægges vægt på i fagene, hvad man kan forvente, at elever kan, og hvordan man kan evaluere dette, uden at der snydes. Indtil videre lades disse svære overvejelser op til lokal forhandling eller den enkelte underviser, idet man fra centralt hold kun har formuleret aldeles konturløse anbefalinger (STUK 2025a, b).

Medier som interaktionsmiljø: I coronatiden gjorde interaktionsmiljøer som Zoom eller Teams det muligt overhovedet at gennemføre en slags naturfaglig undervisning online og opretholde social interaktion med og mellem eleverne. Mediernes muligheder blev til den mulige undervisning. Efterfølgende hæfter flere (48%) af lærerne sig dog ved de pædagogiske begrænsninger end ved de nyopdagede pædagogiske gevinster (33%) (STIL, 2021, s. 54). To ud af tre gymnasielever tilkendegav tilsvarende at lære mindre og være mindre motiverede af denne nye type virtuelle undervisning.

Digitale Learning Management Systems (LMS) er blevet en permanent og uomgængelig ramme omkring undervisningen i skolen, fx MeeBook og MinUddannelse i folkeskolen og Lectio i gymnasiet. Samtidig med lærerkonflikten i 2014 blev det et krav, at skoler betjente sig af en bestemt LMS, hvor årsplaner, undervisningsplaner og materialer skulle lægges op. Dette har gjort det nemmere for eleverne at overskue og tilgå materialerne, og muliggjort både effektivisering og nye former for kontrol/

styring af lærernes arbejde (Laursen, 2021). Et andet kendt og omdiskuteret interaktionsmiljø, AULA, danner ramme om lærerplanlægning og skole-hjemsamarbejde. Det er kommunalt ejet, og bruges derfor overalt trods blandede tilkendegivelser fra brugerne. Fx finder ca. 40% af lærerne, at det efter ibrugtagningen af AULA er blevet sværere at kommunikere med kolleger og forældre, og 75% finder at det er blevet sværere at booke ressourcer (STIL, 2021, s. 46). Platformen har angiveligt vanskeliggjort lærerarbejdet på bekostning af forældreoplevelsen.

Medier som uformel skole: Debatten om unges mediebrug og i særdeleshed deres forbrug af sociale medier i skoleregi kører aktuelt på alle niveauer fra regering til den enkelte skole og klasse. Typisk er vinklen, at elever bør skærmes mod for stort medieindtag, fordi man frygter, at det går ud over deres evne til at relatere til andre, deres selvværd, eller spekulerer i, at det går ud over deres koncentration, opmærksomhed og deltagelse i læreprocessen. Mens man ved en masse om *sammensætningen* af børn og unges medieforbrug, så er der langt fra evidens for, hvad der er de faktiske *konsekvenser* heraf. Undervisningsrelevant påviser et nyere litteraturstudium af børn og unges skærmforbrug (Leonhardt et al, 2024, s. 28) dog, at anvendelse af flere medier på samme tid ("mediemultitasking") går ud over børns koncentration, læring og faglige præstationer, ligesom at brug af skærm før sengetid kan forstyrre søvnen hos børn og unge – og gå ud over deres koncentration dagen efter.

Som et politisk modsvar på denne type medieudfordring er der helt nyligt fremlagt et regeringsudspil med budskabet "*Børn og unge under 15 år skal ikke være på sociale medier*" (Digitaliseringsministeriet, 2025). Intentionen er helt at forbyde børn under 15 år at være på (visse) sociale medier. Mange skoler praktiserer et beslægtet forbud, hvor eleverne afleverer deres mobiltelefoner straks ved undervisningens start. For begge tilgange gælder det, at de tænkes at gavne elevernes samvær og selvværd, men samtidig undergraver elevernes digitale myndighed og har et snert af mediepanik over sig.

Forhåbentlig har denne hurtige "overflyvning" af feltet overbevist læseren om, at det er både relevant og påtrængende nødvendigt, at vi begynder at beskæftige os mere systematisk med medierne og de udfordringer og forandringsprocesser, de aktualiserer i naturfagene. For at gøre dette kritisk og reflekteret vil det være relevant at etablere en egentlig forskningsagenda med dette fokus. Denne kunne med fordel formuleres omkring

- *Et samlende perspektiv*, som passende kunne tage afsæt i Hjarvards medialiseringstænkning og dimensioner.
- *Et fælles teoretisk grundlag som gør det naturligt at inddrage sociale og kulturelle aspekter i undersøgelserne* – fx i form af systemteori eller 3. generations kulturhistorisk aktivitetsteori.

- *Et fælles sæt af centrale og kritiske undersøgelsesspørgsmål, som bruges systematisk og gør det muligt at kigge på tværs af enkeltstående medialiseringstudier.* Pt. er feltet karakteriseret ved ad hoc studier, med vidt forskellige foci og forskningsmæssige tilgange, hvorfor det er svært at opsamle viden, tegne et større billede og i særdeleshed etablere evidens på noget område. Her ville det være en fordel, at i hvert fald visse kritiske spørgsmål blev brugt mere systematisk på tværs af de enkelte studier. Her kunne man måske hente inspiration i de kritisk-refleksive spørgsmål som Clough et al (2013) stiller til teknologier – i forlængelse af Postman (1995). Erstat blot ordet “teknologien” med “mediet og medieanvendelsen” i nedenstående liste – og man finder virkelig medialiseringsspørgsmål “værd af udforske”.

Tabel 1. Nogle teknologispørgsmål, der er værd at undersøge (Postman, 1995, oversat)

- *For hver fordel ved en teknologi, hvad kan den tilsvarende ulempe være?*
- *Hvordan fordeles fordele og ulemper ved bestemte teknologier ujævnt?*
- *Hvordan har bestemte teknologier ændret den måde, mennesker tænker og handler på?*
- *Hvordan kan teknologier, der er under udvikling, komme til at ændre den måde, mennesker tænker og handler på?*
- *Hvilke intellektuelle, følelsesmæssige, sansemæssige og sociale bias er indlejret i bestemte teknologier?*
- *Hvilke mål fremmes, ignoreres og afvises af en bestemt teknologi?*
- *Hvordan ændrer teknologi den måde, mennesker opfatter læring, undervisning og skole på?*
- *Hvordan ændrer teknologi – både positivt og negativt – vores interaktioner med hinanden?*
- *Hvordan fremmer og hæmmer teknologien tænkning og læring?*
- *Hvordan kan teknologi ændre, hvad mennesker værdsætter?*

Mens vi afventer et sådant initiativ, vil vi imidlertid glæde os over de bidrag til belysning af medier, medieanvendelse og konsekvenser i naturfagene, som vi har haft held til at indsamle til dette nummer af MONA.

I artiklen “AI i matematikundervisningen på gymnasiet: Lærernes oplevelser og elevernes praksis” sammenholder Dorte Moeskær Larsen, Ane Møller Svendsen, Simon Michael Rosenberg Petri og Chunfang Zhou gymnasieelever og -læreres perspektiver på AI. Her bliver et centralt misforhold tydeligt: Eleverne anvender AI aktivt og på egen hånd, mens lærerne ofte mangler de nødvendige kompetencer og pædagogiske rammer til at støtte og kvalificere denne brug. Det skaber en risiko for, at elevernes læring forbliver uensartet og ureflekteret, skriver forfatterne.

I det første af fire temabidrag til dette nummer – “Tilsløst deceleration som didaktisk strategi” – skriver Thomas Ziegler Larsen om, hvordan bevidste fravalg af teknologi kan styrke nærvær og forbindelser til naturen i en undervisningskontekst der ellers er præget af medialisering og højt tempo. Med afsæt i Hartmut Rosas teori om acceleration, fortæller Larsen om deceleration som et bevidst didaktisk valg, der både kan skabe ro og tid.

Generativ AI byder sig også til som værktøj for lærere. I temabidraget “Fra prompt til praksis: Teknologisk dannelse og generativ AI på læreruddannelsen” undersøger Tine Ejdrup, Marianne Erneberg, Michael Jes Vogt, Nanna Villumsen, hvordan GAI kan være en ressource for naturfagslærerstudierende i deres kommende lærerliv. Her så de, at mange lærerstudierende var i stand til at bruge GAI som en konstruktiv sparringspartner, mens andre studerende anvendte GAI ukritisk og ureflekteret og udlånte dermed deres kognitive arbejde. Det er vigtigt at have fokus på denne gruppe og støtte dem i at bruge teknologien konstruktivt, lyder det fra forfatterne.

Stine Eiersholt og Jesper Steenberg præsenterer i temabidraget “Skolen som ny demokratisk arena: En modvægt til tidens digitale flodbølge af polariserende påvirkning” en “både-og”-pædagogik, der baserer sig på redskaber som factfulness og data-baseret historiefortælling. I en tid, hvor de sociale medier har overhalet familien som børns foretrukne hverdagsaktivitet, har skolen måske aldrig været vigtigere som demokratisk værksted, skriver forfatterne. Som en modvægt til et online, personaliseret feed, hvor vi sjældnere møder modstand, og hvor meninger polariseres, skal “både-og”-pædagogikken genopdage samtalen og det gode argument som en bærende pædagogisk praksis. Og lære elever, hvordan man er uenig – uden at være fjendtlig.

Vi runder temaet af med temabidraget “ATOM-modellen som dialogværktøj om god brug af AI i en medialiseret erhvervsskolehverdag” af Marianne Riis, Morten Walsted, Jens Dræby, Jeppe Egendal og Marianne Georgsen. Når medialisering skaber en forskydning i magt, autoritet og opmærksomhed – fx fra læreren til digitale medier og platforme og fra faglig fordybelse til umiddelbar adgang og visuel præsentation – kan ATOM-modellen fungere som et modtræk, skriver forfatterne. Som et dialogisk værktøj, der hjælper med at genetablere lærerens og elevernes roller i forhold til faglig vurdering, ansvar og integritet.

Dette nummer af *MONA* rummer også to artikler, to kommentarer og en aktuell analyse, der falder uden for tema-paraplyen.

I artiklen “Hvordan unge kvinder oplever, at køn spiller ind i læring af naturvidenskab og matematik på STX” lægger Emilie Gertz op til refleksion over, hvordan kønnede anerkendelsesmønstre og bredere normer for køn påvirker unges deltagelsesmuligheder i undervisningen. Ud fra interviews med 32 kvinder over flere år viser artiklen, hvordan anerkendelsesmønstrene i matematik og naturvidenskab ikke forekommer

neutrale, men er præget af ulige strukturer, hvor det ofte ikke er den faglige kunnen i sig selv, der belønnes.

Natasha Sterup, Anders Gersdorff Toft og Mette Hjelmberg undersøger i artiklen ““Det er et privilegium” – om forsker-praktiker-samarbejde”, hvad der kendetegner etableringen af et ligeværdigt samarbejde om udvikling af matematikundervisning i et forskningsinitieret udviklingsprojekt. Forfatterne bruger blandt andet praksisfortællinger fra et udviklingsprojekt til at overveje, hvad de afgørende faktorer for et succesfuldt forsker-praktiker-partnerskab er.

I den aktuelle analyse “Halter Danmark bagud? En analyse af de nordiske STEM-strategier” spørger Mikkil Bohm og Dorte Salomonsen, hvorfor Danmark står uden en gældende naturfagsstrategi. Med et blik mod vores nabolande viser analysen, at der er væsentlig inspiration at hente i Norden.

Vi slutter nummeret af med to forskellige kommentarer til Katia Bill Nielsens “Hvordan er man en god elev i natur/teknologi?” fra *MONA*, 2025(3). Mette Lindorff Hejn spørger, om det er på tide at udfordre de traditionelle forestillinger om “den gode elev” – ikke kun i natur og teknologi, men på tværs af alle fag og i skolen som helhed. Fortsætter vi som normalt, risikerer vi, at selv den mest engagerede natur og teknologi-undervisning kun bliver endnu et sted, hvor eleverne lærer at tilpasse sig – snarere end at vokse og opleve sig som kompetente i faget, skriver hun.

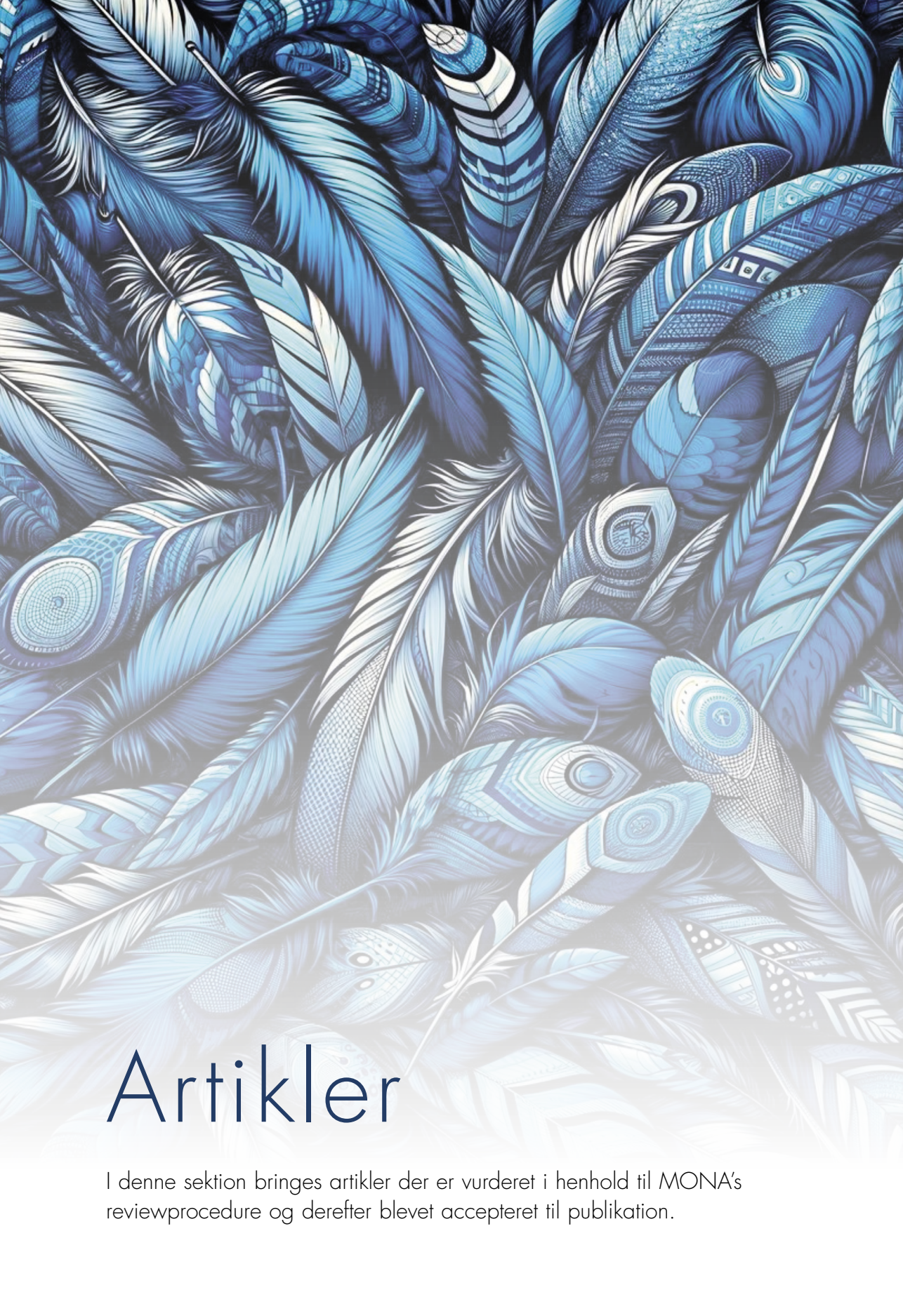
Sanne Schnell Nielsen og Lars Sejersgård Jakobsen slår også ned på, at eleverne i Katia Bill Nielsens artikel oplever natur/teknologi som et fag, hvor man skal kunne de “rigtige ord” og vide en masse på forhånd – stik imod intentionerne med faget. Derfor foreslår de, at man bruger en række formative, stilladserende spørgsmål som har potentialet til at synliggøre naturfagernes særkende, skabe bedre sammenhæng i det undersøgende arbejde og styrke elevernes oplevelse af mestring og progression.

God læsning.

Referencer

- Bremholm, J., Sillasen, M.K., Buch, B., & Puck, M.R. (2023). *Naturfagernes læremidler: Kortlægning af læremiddelbrug i naturfag i den danske grundskole*. NAFA & Nationalt Videnscenter for læsning.
- Clough, M. (2013). Teaching about the nature of technology. I M. Clough, J.K. Olson, & D.S. Niederhauser (Red.), *The Nature of Technology* (s. 373-390). Sense Publishers.
- Digitaliseringsministeriet. (2025). Børn og unge under 15 år skal ikke have sociale medier. Pressemeddelelse af 07-10-2025. <https://www.digmin.dk/digitalisering/nyheder/nyhedsarkiv/2025/okt/regeringen-boern-og-unge-under-15-aar-skal-ikke-have-sociale-medier>

- Folkeskolen (2025, 9. september). *Her er det første smugkig på skolens nyeste fag*. <https://www.folkeskolen.dk/her-er-det-foerste-smugkig-paa-folkeskolens-nye-fag-vi-har-stadig-brug-formasser-af-input-fra-laererne/>
- Hjarvard, S. (2019). Skolens medialisering. I H.-C. Christiansen, G. Rose, O. Christensen, & M. Brandt-Petersen (Red.), *Læring med levende billeder. Det digitale perspektiv*. (s. 39-65). Samfundslitteratur.
- Microsoft. (2025). *De unge og AI*. <https://news.microsoft.com/source/emea/features/unge-bruger-ai-med-omtanke-men-mangler-klare-rammer/?lang=da>
- Laursen, R. (2021). *A Sociological Investigation of Governance through a Mandatory Learning Management System and Practice in Danish Primary and Lower Secondary Schools*. Aarhus Universitet. <https://doi.org/10.7146/aul.426>
- Leonhardt, C., Danielsen, D., & Andersen, S. (2024). *Skærmbrug og koncentration blandt børn og unge: En litteraturgennemgang*. Statens Institut for Folkesundhed, SDU.
- Postman, N. (1995). *The End of Education—Redefining the Value of School*. Vintage Books.
- STIL. (2021). *Lærers digitale hverdag – kvantitativ kortlægning*. Styrelsen for It og Læring, 2021. <https://stil.dk/media/rwyp3ljw/210621-rapporten-laerers-digitale-hverdag.pdf>
- STUK. (2025a). *Anbefalinger om brug af generativ AI i undervisningen i folkeskolen*. Styrelsen for Uddannelse og Kvalitet. <https://emu.dk/sites/default/files/2025-06/Anbefalinger%20om%20brug%20af%20generativ%20AI%20i%20undervisningen%20i%20folkeskolen.pdf>
- STUK. (2025b). *Generativ kunstig intelligens på gymnasiale uddannelser – anbefalinger til undervisningen*. Styrelsen for Uddannelse og Kvalitet. <https://emu.dk/sites/default/files/2024-12/Generativ%20kunstig%20intelligens%20på%20gymnasiale%20uddannelser%20-%20rettet%20051224%20tilgængelig.pdf>



Artikler

I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONA's reviewprocedure og derefter blevet accepteret til publikation.

Hvordan unge kvinder oplever, at køn spiller ind i læring af naturvidenskab og matematik på STX



Emilie Gertz, Institut for
Naturfagenes Didaktik, KU

Abstract: Artiklen undersøger, hvordan unge kvinder oplever, at køn spiller en rolle i læring af matematik og naturvidenskab på STX. Analysen bygger på et longitudinelt kvalitativt studie, som primært består af individuelle interviews, og viser, at kønsnormer og forventninger former anerkendelsesmønstre i undervisningen og reproducerer elever i kønnede positioner. Særligt for unge kvinder kan det være vanskeligt at forene de handle måder, som anerkendes af læreren, med deres kønnede position. Studiet peger på behovet for at se unge kvinders omtale af egne evner som en strategi til at navigere i et læringsmiljø, hvor faglig selvtilid anerkendes og værdsættes. Artiklen lægger op til refleksion over, hvordan kønnede anerkendelsesmønstre og bredere normer for køn påvirker unges deltagelsesmuligheder i undervisningen.

Hvorfor køn er relevant

Kvinder videreuddanner sig i højere grad end mænd, men er samtidig mindre tilbøjelige til at vælge STEM-uddannelser. Dette paradoks har i flere år været genstand for opmærksomhed blandt uddannelsesinstitutioner, politikere, forskere og virksomheder (Andersen & Smith, 2021). Det bliver særligt tydeligt, når man ser på, at kvinder generelt klarer sig lige så godt eller bedre end deres mandlige medstuderende i matematik og naturvidenskab på STX (Dansk Erhverv, 2019, 2022). Alligevel vælger færre kvinder at fortsætte med disse fag på videregående uddannelser. Det peger på, at der er andre mekanismer end faglige præstationer og karakterer på spil, når eleverne skal se STEM som noget, der er “for dem”.

I Danmark hersker der en udbredt opfattelse af, at ligestilling allerede er opnået, hvilket ofte medfører, at betydningen af kønsnormer i forskellige sammenhænge neg-

ligeres (Thorsen et al., 2025). Ikke desto mindre har Danmark et af de mest kønsopdelte uddannelsessystemer og arbejdsmarkeder i verden (Bloksgaard, 2011; Thorsen et al., 2025). Forestillingen om opnået ligestilling kan skabe blinde vinkler, hvor kønsrelaterede uligheder i uddannelses- og karrierevalg forbliver uadresserede og udforskede (Ballen & Holmegaard, 2019). Særligt mangler der forskning i, hvordan den kønnede undervisnings- og læringskultur inden for matematik og naturvidenskab udspiller sig i gymnasiet (Thorsen et al., 2025).

Fra international forskning ved vi, at læring af naturvidenskab og matematik i skolen ikke er en neutral proces, men formes af sociale, kulturelle og strukturelle faktorer (Archer et al., 2017; Calabrese Barton & Tan, 2023). At blive anerkendt som naturvidenskabs- eller matematiklærende er tæt forbundet med sociale identiteter som køn, klasse og etnicitet og sker derfor inden for rammer af magt, normer og forventninger (Carlone & Johnson, 2007; Gonsalves, 2014). Carlone (2004) har vist, hvordan kvindelige elevers engagement i en naturvidenskabsklasse på en amerikansk high school blev anerkendt som udtryk for "dygtige og pligtopfyldende elever", mens mandlige elever i højere grad blev set som besiddende "råt talent". På mellemtrinsniveau i USA har Carlone et al. (2015) vist, hvordan piger i 4. til 7. klasse oplevede, at det var vanskeligt at forene det at "gøre pige" med det at "gøre videnskab". Snævre forståelser af, hvad det vil sige at være en god naturfagselev, var således i konflikt med normer for acceptabel feminin adfærd. Lignende udfordringer er identificeret i uformelle læringsrum, hvor det at kombinere at "gøre pige" med at "gøre videnskab" kan skabe barrierer (Dawson et al., 2020).

I en dansk universitetskontekst har Holmegaard & Johannsen (2023) vist, at kvindelige universitetsstuderende oftere opfattes som pligtopfyldende og velforberejede, mens mandlige studerende ofte beskrives som frygtløse og legende – egenskaber, der associeres med talent. I en gymnasiekontekst har Thorsen et al. (2025) vist, hvordan faglige og kønnede normer på forskellig vis samskabes i klasselokalet af både elever og lærere, med det resultat, at unge kvinder i mindre grad oplever, at de hører til i naturvidenskaben.

Tilsammen illustrerer disse studier, at det at blive anerkendt som "videnskabelig" eller "talentfuld" inden for matematik og naturvidenskab ikke alene afhænger af individuelle kompetencer og præstationer, såsom karakterer, men i høj grad er en kulturel og social konstruktion, formet af dominerende normer og forventninger i uddannelsessystemet (Carlone, 2023). Det, der opfattes som videnskabelig kompetence, knyttes ofte til bestemte adfærdsmønstre og måder at præsentere sig selv på – måder, der kan være lettere tilgængelige for nogle identiteter end andre.

For at fremme lige muligheder i naturfag og matematik i grundskolen har Staunæs et al. (2022) undersøgt, hvordan pædagogiske og didaktiske tiltag kan tage højde for kønsdiversitet. I deres kønskloge tilgang er man som lærer, pædagog og ledelse ikke

alene kønsbevidst, men også responsiv. På den måde skal kønsnormer, fordomme og bias udfordres og imødegås i undervisningen (Staunæs et al., 2022).

For at sikre lige muligheder i matematik og naturvidenskab på gymnasieniveau er det afgørende at afdække udfordringer med kønsnormer, fordomme og bias, der præger undervisningen. Dette er især vigtigt for unge kvinder, der har valgt at fortsætte med disse fag i gymnasiet. Derfor undersøger denne artikel, *hvordan unge kvinder oplever kønsnormer, og hvordan køn konstrueres og anerkendes i læringssituationer inden for naturvidenskab og matematik på STX*.

Køn og *celebrated student*

Den teoretiske ramme i denne artikel bygger på køn som social identitet (Jenkins, 2014). Køn forstås i denne optik som en social konstruktion, der kontinuerligt skabes og gøres gennem gentagne handlinger (West & Zimmerman, 1987). På dansk omtales dette ofte som *socialt køn* i modsætning til *biologisk køn*. Ifølge denne tilgang er køn ikke en fast og stabil egenskab, men derimod en proces, hvor køn gøres aktivt. Individet er ikke frit stillet i denne performance; tværtimod skal køn gøres i overensstemmelse med de sociale normer og forventninger, der eksisterer i samfundet, for at være genkendeligt. Det vil sige, at køn er både situationelt og relationelt. West og Zimmerman (1987) forklarer, at det at *gøre køn* succesfuldt indebærer at tilpasse sin adfærd til de normative forventninger om, hvad der anses for passende i forhold til ens biologiske køn. Det kræver, at man løbende forhandler, justerer, modificerer og tilpasser sig den konkrete sociale kontekst. Det er gennem denne tilpasningsproces, at køn ikke blot udtrykkes, men også konstrueres aktivt, idet den skaber forskelle mellem piger/kvinder og drenge/mænd. Disse forskelle anses ikke som naturlige eller biologisk givne, men når de først er konstrueret, bidrager de til at opretholde og forstærke de sociale forestillinger om, hvad køn er. Køn anses dermed som en social proces, der aktivt gøres og reproduceres gennem sociale interaktioner med andre (Wedegge, 2007; West & Zimmerman, 1987). Processen, hvorigennem man gør køn, varierer på tværs af akser af sociale identiteter såsom etnicitet, social klasse og handicap. (Francis, 2007). I denne artikel afgrænses det teoretiske fokus dog til køn som social identitet. Denne forståelse af køn åbner op for muligheden for at undersøge det, der er normaliseret og tages for givet i relation til køn.

I kombination med forståelsen af køn som en social identitet anvendes begrebet *celebrated student* (Carlone et al., 2011; Carlone & Johnson, 2007) til at forstå, hvad der anerkendes i forhold til køn inden for matematik og naturvidenskab. *Celebrated student* beskriver en elev, der anerkendes og "hyldes" som dygtig og succesfuld – både af læreren og af andre elever. Anerkendelsen som én, der er "god til matematik og naturvidenskab" eller "hører til" i disse fag, er tæt forbundet med sociale identiteter,

hvilket betyder, at eleverne ikke har lige adgang til at blive set som en *celebrated student* (Calabrese Barton & Tan, 2023). Nogle elever bliver hyldet, fordi de passer ind i bestemte kulturelle forestillinger om, hvem der anses for "naturligt" at være gode til matematik og naturvidenskab. Dermed forstås begrebet anerkendelse som noget, der ikke udelukkende ser på faglig kunnen og karakterer. I stedet sættes der fokus på evnen til at navigere i klasselokalets sociale og kulturelle normer og forventninger. Kombinationen af køn som social identitet og begrebet *celebrated student* giver dermed et indblik i, hvilke kønsnormer de unge kvinder oplever er til stede, samt hvordan køn konstrueres og hyldes i læringssituationer inden for naturvidenskab og matematik.

Metodiske overvejelser

Denne artikel er baseret på et kvalitativt longitudinelt ph.d.-projekt støttet af Novo Nordisk Fonden. Projektet omhandler unge kvinders identiteter i matematik og naturvidenskabelige fag gennem deres ungdomsuddannelse på STX. De unge kvinder er nogenlunde lige fordelt på tre forskellige gymnasieskoler, der varierer med hensyn til størrelse, elevernes socioøkonomiske baggrund, andelen af kvindelige elever og skolernes karaktergennemsnit. De unge kvinder er fordelt mellem tre forskellige studieretninger: Biotek (matematik A, bioteknologi A, fysik B), MatSamf (matematik A, samfundsfag A) og Science/Mat-Fys (matematik A, fysik A eller B, kemi B). I alt meldte 47 ud af 75 kvinder sig til interviews. Deltagerne blev udvalgt efter maksimal variation (Flyvbjerg, 2011) i deres tidligere relation (både positiv, neutral og negativ) til matematik og naturvidenskabelige fag kombineret med variation i deres sociale baggrund og etnicitet. Data til denne artikel bygger på anden og tredje runde af de individuelle interviews med 32 unge kvinder, foretaget midt i 2. og 3. g.

Da der er tale om et kvalitativt studie, har det ikke været hensigten at opnå generaliserbarhed. I stedet tilstræber studiet at udforske og skabe dybdegående indsigt i de sociale og kulturelle dynamikker, der ofte er skjulte, men som kan præge unge kvinders oplevelser med matematik og naturvidenskab på STX.

Narrative interviews

De individuelle interviews blev udført som semistrukturerede interviews (Kvale & Brinkmann, 2009) med en narrativ interviewtilgang (Andrews et al., 2013; Holmegaard, 2020). Denne tilgang muliggjorde et fokus på de unge kvinders oplevelser og erfaringer, men også et fokus på deres betydningstilskrivninger (Bryman, 2016). Formålet var således ikke at afdække en objektiv sandhed, men derimod at undersøge og forstå personlige oplevelser og betydningstilskrivninger (Kvale & Brinkmann, 2009).

Begge interviewrunder havde fire hovedtemaer: 1) oplevelser af gymnasiet generelt, 2) oplevelser med matematik, 3) oplevelser med naturvidenskabelige fag og 4) tanker

om fremtiden. Disse temaer fungerede som åbne og dynamiske, hvor de unge kvinder kunne tage samtalen i forskellige retninger. Derudover havde begge interviewrunder fire undertemaer med et mere specifikt og dybdegående fokus. I anden interviewrunde var temaerne: A) overgang fra første til andet år, B) normer og praksisser i matematik og naturvidenskabelige fag, C) kompetencer og performance i skriftlige afleveringer og D) køn. I tredje interviewrunde var temaerne: A) overgang fra andet til tredje år, B) normer og praksisser i matematik og naturvidenskabelige fag, C) køn og D) forestillinger om fremtiden. Alle interviews blev lydoptaget og efterfølgende transskriberet. I denne artikel anvendes pseudonymer, mens detaljer, der potentielt kan identificere de unge kvinder, er udeladt.

Analyse af data

Analysen af transskriptionerne er foregået ved en reflektiv tematisk tilgang (Braun & Clarke, 2019), mens temaer, kategorier og citater er kodet i NVivo. Fokus har været på de dele af interviewet, hvor de unge kvinder taler om køn – både generelt og i forbindelse med matematik og naturvidenskabelige fag. Læsningen af de transskriberede interviews foregik ad flere omgange, både enkeltvis og i en tværgående sammenligning. Først blev en åben kodning udført, og derefter en mere lukket kodning, forankret i teorien. I denne proces blev der skabt to overordnede kategorier: 1) normer for køn og 2) køn i matematik og naturvidenskab. Begge kategorier indeholder temaer og citater som præsenteres i analysen. For en oversigt, se tabel 1 og 2. For en mere udførlig beskrivelse af forskerens positionalitet og subjektivitet i det analytiske arbejde, se Gertz, 2025.

Analyse

Analysen består af to dele. Første del, "Normer og forventninger til køn", præsenterer de generelle normer og forventninger, som de unge kvinder oplevede i relation til køn. Anden del, "Køn i matematik og naturvidenskab", fokuserer på, hvordan de unge kvinder oplevede, at køn spillede ind på læring af matematik og naturvidenskab. Begge dele indledes med en præsentation af gennemgående tematikker på tværs af interviewene efterfulgt af en tabel med stikord fra udvalgte citater. Herefter præsenteres og analyseres konkrete citater, som udfolder tematikkerne. I beskrivelserne er betegnelserne "unge kvinder" og "unge mænd" anvendt, selvom de unge kvinder selv bruger ordene "piger" og "drenge". Dette valg er truffet, da de fleste elever var over 18 år på undersøgelsestidspunkterne.

Normer og forventninger til køn

På tværs af de unge kvinders interviews fremstod der en tydelig oplevelse af, at der på gymnasiet eksisterer en opdeling mellem unge kvinder og unge mænd med hen-syn til normer og forventninger. Overordnet oplevede de unge kvinder, at det blev forventet fra både lærere og institutionen som helhed, at de skulle være selvstændige, ansvarsfulde, strukturerede og stille (ikke larme). Derudover stillede lærerne ofte hø-jere krav til dem i timerne, herunder at lærerne forventede uddybende forklaringer, når de deltog i undervisningen. De oplevede ofte at være pålagt et ansvar for at hjælpe andre – særligt de unge mænd – i gruppearbejde eller med afleveringer. Flere af de unge kvinder beskrev også, hvordan de selv stillede høje krav til egne præstationer og følte et behov for at leve op til forventningerne, noget, som de ikke kunne genkende hos deres mandlige klassekammerater. Samtidig oplevede de, at lærerne ikke havde særlige forventninger til de mandlige elever. Tværtimod var omgangstonen til tider præget af jokes mellem lærere og mandlige elever – uanset lærernes køn. Tabel 1 viser en oversigt, opdelt efter køn, over oplevede normer og forventninger med stikord fra udvalgte citater.

Tabel 1. Kvindernes oplevelse af normer og forventninger til køn

Oplevelse af normer og forventninger til køn	
Unge kvinder	Unge mænd
Selvstændige Kan finde ud af tingene selv	Skal hjælpes
Ansvarsfulde Har styr på deres ting Laver deres lektier Tager sig af de unge mænd Tager noter Koncentrerer sig Vil have høje karakterer Laver gruppearbejde Laver det skriftlige arbejde	Ingen forventninger og intet ansvar – sådan er man af natur
Struktureret og har styr på det	Skal bare have det overstået
Stille	Laver sjov
Flere krav fra lærerne – skal komme med ekstra forklaring	Færre krav fra lærerne – griner og joker med lærerne (uanset lærernes køn)
Høje krav til sig selv om, at man gør det godt	Færre eller ingen krav til sig selv

Flere af de unge kvinder oplevede, at forventningerne til kønnene sjældent blev direkte italesat, men i stedet fungerede som underforståede normer. Fx fortalte Birgit:

“Altså der er da lidt flere forventninger til piger [...] det er ikke sådan, at lærerne sådan siger det højt [...] så er det måske mere sådan mellem linjerne.” (Birgit)

I de tilfælde, hvor forskelle på forventninger blev italesat, skete det ofte med henvisning til påståede “naturlige” forskelle mellem kønnene:

“Forventningerne er måske ikke altid lige så høje til drengene [...] måske lidt mere sådan øh, men drengene er også lidt fjollede [...] lad dem lige sådan [...] for sådan er de bare af natur. [...] Pigerne er dem, der er stille og har styr på tingene og rækker hånden op, og så er det ‘dem, der sender lektierne til drengene’-agtigt.” (Dora)

For Dora var det tydeligt, at der ikke blev stillet de samme krav om ansvar til de unge mænd som til de unge kvinder. I stedet blev de unge mænd ofte undskyldt med henvisning til, at de blot var fjollede eller uinteresserede. Dette skabte en tydelig kontrast i forventningerne: De unge kvinder blev opfattet som dem, der havde styr på tingene, opførte sig som “gode elever” og samtidig tog sig af deres mandlige klassekammerater. Der eksisterede dermed en dobbelt forventning til de unge kvinder om både at tage ansvar for de unge mænd og samtidig at levere faglige præstationer på højt niveau. Dermed blev køn oplevet som afgørende for de forventninger, der blev rettet mod eleverne, og derfor som noget, der skulle forhandles i hverdagen. Fx fortalte Birgit:

“Jeg tror ikke, at jeg ville have så mange, altså, kriterier til mig selv, det tror jeg faktisk ikke, jeg ville, hvis jeg var en dreng.” (Birgit)

En anden ung kvinde, Helga, forhandlede på samme måde sit køn og måden, hun følte sig fastlåst i kønnede forventninger på:

“[Hvis jeg var en dreng] tror jeg, jeg ville slække lidt mere i alle timer [...] hvis man laver gruppearbejde, så er det, som om det er ok, at drengene bare læner sig tilbage og spiller spil eller oddser, eller hvad de laver, mens det er pigerne, der skal lave det.” (Helga)

Helga oplevede, at det var svært at adoptere den afslappede adfærd, som de unge mænd kunne tillade sig – at læne sig tilbage og undlade at deltage – fordi dette var i modstrid med forventningerne knyttet til hendes køn.

Samlet set viser de unge kvinders fortællinger, hvordan der blandt dem blev reproduceret en *perfekthedskultur*, præget af ansvar og selvstændighed. Omvendt oplevede de en *laissez faire*-kultur blandt de unge mænd, kendetegnet ved fraværet af væsentlige krav og forventninger. Denne opdeling genfindes også i andre undersøgelser (se også Rasmussen, 2022, 2023; KVINFO, 2024).

Fortællingerne peger på, at normer og forventninger til køn bidrog til at skabe faste roller og reproducere bestemte kulturelle mønstre.

Køn i matematik og naturvidenskab

I forhold til hvordan køn spillede sammen med læring i naturvidenskabelige fag og matematik, beskrev de unge kvinder på tværs af interviewene, at unge kvinder, der vælger disse fag, ofte bliver opfattet som ambitiøse og skoleengagerede, fordi fagene åbner døre til mange videregående uddannelsesmuligheder. I kontrast hertil fortalte de, at unge mænd, der vælger naturvidenskab og matematik i gymnasiet, oftere opfattes som "nørder" – et udtryk, der forbindes med en iboende dedikation og interesse for fagene.

Flere af de unge kvinder forklarede desuden, hvordan de i undervisningen oplevede, at de unge mænd blev betragtet som individer, der blev talt til i et fagligt sprog, mens de selv ofte blev behandlet som en del af en større gruppe og til tider talt ned til. Nogle beskrev, hvordan der ofte fandt en kønnet niveauinddeling sted i måden, eleverne blev genkendt og anerkendt på – de unge kvinder blev typisk placeret i en midterposition, mens de unge mænd blev placeret i enten toppen eller bunden af det faglige hierarki. Derudover beskrev de unge kvinder sig selv som tilbageholdende og præget af en frygt for at sige noget forkert og et behov for at være helt sikre, før de turde deltage aktivt i undervisningen. Dette står i skarp kontrast til det ideal, de oplevede, at de unge mænd levede op til – et ideal om at turde føre sig frem, tage chancer og være udadvendt i faglige sammenhænge. I tabel 2 præsenteres en oversigt med stikord fra udvalgte citater, der illustrerer deres oplevelser med køn i relation til det at lære matematik og naturvidenskab.

Tabel 2. Kvindernes oplevelse af køn i matematik og naturvidenskab

Oplevelse af køn i matematik og naturvidenskab	
Unge kvinder	Unge mænd
Har ambitioner Går op i skole	Nørd
Set som en del af mængden Bliver talt ned til, som om de er lavere, end de egentlig er Får forklaret ting, de godt ved	Set som individer Der bliver snakket mere fagsprog til dem, når læreren går rundt Knytter bånd og har det sjovt med læreren
I midten og ansvarsfulde Skal tage sig af de unge mænd	I toppen og i bunden Arrogante om, hvad de kan
Tilbageholdende Er bange for at sige noget forkert Vil være helt sikre, inden de tør række hånden op	Tør føre sig frem Ikke bange Tør sige og gøre noget forkert Tør gøre først Tør byde ind, selvom de har en lille viden Tør snakke med
	Tage chancer Kan sige fuck det og bare gøre det
	Udadvendte Råber højest Alfahanner Viser sig frem

En af de centrale pointer i de unge kvinders fortællinger var, at forventningerne til elever i naturvidenskab og matematik varierer afhængigt af køn. Fx forklarede Adele:

“Altså jeg føler, at det faktisk, hvis man nu finder en dreng, der har Biotek, så er folk lidt mere sådan ‘Åh, ej, han er bare sådan en nørd’ [...]. Hvorimod, hvis det sådan er kvinder, øhm, så er det lidt mere sådan, ej, så tænker man måske mere, at hun har nogle ambitioner, føler jeg, men også, at man, altså at man går op i skole.” (Adele)

Det, Adele beskrev, var, at de kvinder, som valgte fx Biotek-studieretningen, oftere blev opfattet som pligtopfyldende, strukturerede og ansvarlige i forhold til skole og uddannelse. I kontrast hertil kunne unge mænd, der foretog samme fagvalg, blive opfattet som ægte passionerede for fagene – som nørder. Dermed var der blandt de unge kvinder en oplevelse af, at køn havde betydning for, hvordan elevers faglige valg og adfærd fortolkes. For de unge kvinder var forventningerne ofte de samme som de

generelle kønsnormer, mens de unge mænd oftere kunne distancere sig fra stereotype forestillinger om manglende interesse eller engagement i skolen.

Flere af de unge kvinder beskrev, hvordan ansvaret for at tage sig af andre – særligt de unge mænd – var udtalt i undervisningen i matematik og naturvidenskab, fx Merete:

“Vi bliver hurtigt opdelt i sådan piger og drenge, øh, og det er tit sådan pigerne, der ligger i midten, og så har vi nogle drenge i toppen og nogle drenge i bunden. Øhm. Og både drengene i toppen og drengene i bunden kan være superarrogante, øh, om, hvad de kan, også når de ikke kan en skid. [...] De der drenge, der ligger helt nederst i klassen, der er ingen forventninger til dem. Men øh ... det er tit os piger, der sådan ligger i midten, der bliver sat sammen med dem, og der er der en klar forventning om, at det er vores ansvar ligesom at få forklaret dem, hvad det er, der sker.” (Merete)

I Meretes beskrivelse var kvinderne fastholdt i en midterposition i det faglige hierarki – som de ansvarlige og selvstændige – uden adgang til toppen, men heller ikke placeret i bunden. Desuden havde de unge mænd mulighed for at udvise arrogance i forhold til deres faglige kunnen – selv når de reelt ikke mestrede stoffet. Dette sammenfald mellem at være ung mand og tilbøjeligheden til at agere fremtrædende eller arrogant blev fremhævet af flere. Fx forklarede Gunhild:

“Så rækker [drene] bare hånden op og siger et eller andet, og så har de måske lige ramt rigtigt der, og så kan man høre sådan lige efter ‘Ej, men det var bare et gæt’.” (Gunhild)

På tilsvarende måde fremhævede Merete:

“Også ved forsøg [...] [Drene] kan godt sådan, øh, lidt stille sig foran i, hvad det er, der sker [...] sådan, øh, ‘Jeg har forstået det som det her, så vi gør det lige på den her måde’.” (Merete)

Ifølge mange af de unge kvinder blev denne arrogance om egne evner hyldet i matematik- og naturvidenskabsundervisningen. Det vil sige, at det at tage chancer, udvise selvsikkerhed og være udadvendt om sine faglige kompetencer blev opfattet som en fordel i timerne. Fx forklarede Elenor:

“Jamen for det første er det jo [drene], der siger mest i timerne, og nogle gange nok også dem, der styrer forsøgene, til det punkt, hvor man tænker ‘Ok, måske du også skulle lade os andre komme lidt til’. [...] Det ligger lidt til de naturvidenskabelige retninger, at [man skal] være ekstra, måske lidt for højtråbende om, hvor klog man er.”

At tage styringen og være højtråbende om sine egne kompetencer blev af Elenor opfattet som noget, der hørte hjemme på de naturvidenskabelige retninger. Thilde beskrev tilsvarende, hvordan det ofte var godt at være udadvendt og frygtløs i undervisningen:

“Men jeg har lidt en idé om, at drengene nogle gange er lidt bedre til at sige fuck det, og så også altså ... fx være bedre til i biologi bare at være sådan, gå op og gøre det. [...] De er meget udadvendte, og ja, heller ikke så bange for at lave fejl, så det kan jeg godt nogle gange tænke er en god ting.” (Thilde)

I Kammas fortælling beskrev hun det skæve anerkendelsesmønster, ud fra hvilken rolle man kunne have i klasserummet:

“Ofte, altså drengene [...] de er lidt mere ... alfahanner og skal lige lidt frem og vise sig [...] Jeg er i hvert fald lidt tilbageholdende [...]. Drengene er nogle gange lidt hårde til ligesom at gøre det først [...]. Jeg føler i hvert fald nogle gange, at de har nogle ... en eller anden, en lidt større rolle i klasseforummet, end os piger nogle gange kan have.” (Kamma)

Den skæve fordeling af anerkendelse, hvor det primært var de udadvendte og synlige elever, der blev set og værdsat – fyldte i klasserummet – medførte, at andre elever blev efterladt uden anerkendelse – usynlige og uden større rolle i klasserummet. Dermed beskrev mange af de unge kvinder, hvordan anerkendelse tilfaldt dem, der var selvsikre og udadvendte om egen faglighed.

I international forskning anvendes begrebet “muscular intellect” – selvsikker, arrogant fremvisning af viden og “intelligens” (Adams & Gupta, 2017; Archer et al., 2019; Mac an Ghaill, 1994) – til at beskrive lignende adfærd. Når det er bestemte former for adfærd, der anerkendes, betyder det, at faglig dygtighed i sig selv ikke er tilstrækkeligt – men skal udøves på en måde, der stemmer overens med et maskulint ideal (Connell, 2005). Konsekvensen er, at dem, der ikke lever op til idealet, ofte ikke får deres faglige kompetencer anerkendt og derfor kan opleve et behov for at tilpasse sig for at opnå legitimitet som deltagere. I flere af de unge kvinders fortællinger fremgik netop forhandlinger af anerkendelse og tilpasning. Et eksempel på dette er Katinkas forhandling af sin adfærd:

“Jeg tror egentlig bare, det er min personlighed ikke sådan at skulle sidde og råbe, at jeg er bedre end andre, og ... på en eller anden måde hovre over det og sådan fremhæve mig selv, det er jeg ikke så glad for.” (Katinka)

Katinka forhandlede oplevelsen af ikke at passe ind i de givne anerkendelsesmønstre ved at afskrive de udadvendte handle-mønstre og i stedet se sig selv som en mere tilbageholdende person. Denne tilbageholdenhed blev også tydeliggjort i Birgits fortælling:

“Altså [drengene] kaster sig bare ud i det [...] der er en fra min klasse [...] han sidder hele tiden og spiller, men han rækker stadig hånden op, og det er sådan ... whaaaaat. [...] Det forstår jeg bare ikke. [...] De byder bare ind, og de er ikke så bange for at sige noget forkert, hvor vi piger er meget mere tilbageholdende og skal være helt sikre på, at vores svar er rigtigt, inden vi tør række hånden op.” (Birgit)

Dermed blev den manglende “evne” til at begå sig som de unge mænd – kaste sig ud i tingene og turde begå fejl – på tilsvarende vis forhandlet som en tilbageholdenhed, der eksisterede blandt de unge kvinder. En lignende dynamik findes i Christianes oplevelser:

“I matematik. [...] Jeg ligger nok oppe og leger med dem, der ligger i den høje ende, så vi sidder sådan nok lidt og, hvad kan man sige, pingponger om, hvem der er den bedste. [...] Jeg tror bare, de er nok lidt mere fremme i skoene i timerne. [...] Altså de er nok lidt mere, sådan vil godt vise sig lidt frem i matematiktimerne. [...] Ja, hvor jeg holder mig lidt mere tilbage, men det ved min lærer også godt, og han har også sagt, at det er helt i orden.” (Christiane)

Christianes fortælling viser, hvordan hun, selvom hun vidste, at hun var blandt de bedste i matematik, bevidst valgte at holde sig tilbage og undgå at tiltrække opmærksomhed på sine faglige kompetencer – i modsætning til de øvrige top-elever, der markerede sig tydeligt. Denne tilbageholdenhed, som flere beskrev, kan ud fra et teoretisk perspektiv forstås som en måde at “gøre” ung kvinde – at gøre sig genkendelig inden for normerne for køn. Dermed tydeliggør de unge kvinders fortællinger en modstrid mellem normer for køn, der prægede dem – herunder førortaltale “perfekthedskultur” – og de idealer, der dominerer i matematik og naturvidenskabsfagene. En konsekvens heraf var, at der blev reproduceret en internaliseret tilbageholdenhed blandt de unge kvinder, selv i situationer, hvor de beherskede stoffet lige så godt eller bedre end deres mandlige klassekammerater. En yderligere interessant pointe i Christianes fortælling er, at tilbageholdenheden kommer med udfordringer. For de tilbageholdende, der ikke aktivt fører sig frem, kan adgangen til anerkendelse blive usikker og afhængig af lærerens alternative opmærksomhed og fortolkning, hvilket kan forstærke ulighederne i klasselokalet. Fx beskrev Katinka, hvordan den måde, hun agerer på i undervisningen, blev overset. Dermed blev hendes faglige kunnen og deltagelse usynliggjort:

“Altså der er nogle af de der drenge, der er lidt ... højtråbende [...]. De er meget ... det er mig, der er bedst. Det er mig, der har lavet opgaven [...]. Og så var der så en af drengene, der havde spurgt læreren om hjælp, hvor [læreren] så sagde, at det vidste han ikke. Og

så råbte ham drengen så fra klassen: 'Orv, jeg har lavet det, og det er meget bedre, og jeg er bare færdig.' Og så fik han så ros af læreren, og så sidder vi og har gjort det før ham [drengen]." (Katinka)

I Katinkas fortælling blev anerkendelsen tildelt den frembrusende elev, der tydeligt markerede, at han var færdig og fagligt stærk. Katinka og hendes veninde blev færdige før deres mandlige klassekammerat, men valgte bevidst at holde resultatet for sig selv.

På trods af deres bevidsthed om egne faglige styrker blev deres præstation usynlig i lærerens øjne, fordi de undlod at agere udadvendt og højtråbende om deres kompetencer. Netop den forbigåelse, som de unge kvinder oplevede, bidrog til at reproducere deres tilbageholdenhed, mens den anerkendelse, som de mere fremtrædende og højt-råbende elever modtog, omvendt var med til at styrke og reproducere deres selvtillid.

For nogle af de unge kvinder blev denne mangel på anerkendelse oplevet som en direkte nedvurdering, der skabte en følelse af at være misforstået og malplaceret samt en oplevelse af at være mindre værd. Det vil sige, at deres tilbageholdenhed kan forstås som noget, der reproduceres ud fra anerkendelsesmønstrene. Fx forklarede Merete:

"Man kommer hurtigt til at sådan få forklaret ting, man allerede godt ved [...] Det er ikke min fornemmelse, at drenge oplever det i samme grad." (Merete)

Tilsvarende beskrev Inge:

"Der bliver snakket mere sådan fagsprog med [drene], når lærerne går rundt og [...] tjekker op på opgaver og sådan nogle ting. Øhm. Og altså nogle gange, så har jeg i hvert fald følt lidt, at jeg blev talt lidt ned til, som om jeg var noget sådan lavere, end jeg egentlig er." (Inge)

Inge havde en oplevelse af ikke at blive set for sin faglige kunnen, men derimod at blive fejlvurderet som dårligere, end hun opfattede sig selv. Samtidig blev de udadvendte (drenge) belønnet og anerkendt ved, at læreren mødte dem med fagsprog. I flere af de unge kvinders fortællinger fremgik frustrationer med ulige anerkendelsesmønstre. Fx fortalte Birgit:

"Altså det er ikke nødvendigvis, fordi [drene] ved meget mere, det tror jeg egentlig ikke, men de tør bare at byde ind med den lille viden, de har, selvom de ikke har læst lektier og sådan noget. [...] Det er jo bare lidt frustrerende for dem, der så rent faktisk har styr på det og måske kunne have svaret endnu bedre på det." (Birgit)

Birgits fortælling illustrerer, hvordan reproduktionen af tilbageholdenhed hos de unge kvinder i kontrast til selvsikkerheden hos de unge mænd kan være vanskelig at bryde, selv når man er bevidst om sine egne faglige styrker. På tilsvarende vis viser Inges forhandling af sit køn, hvordan hun oplevede, at selvtillid var knyttet til unge mænd:

“Jeg tror, jeg ville have nemmere ved at sige noget i timerne [hvis jeg var en dreng], øh, for det er, som om man lige får de 10 % ekstra, hvis man nu er en dreng, fordi ... ja ... det ... selvfølgelig kan man jo naturfag, når man er en dreng, det er sådan, det er.” (Inge)

Samlet set peger ovenstående pointer på, at fastlåste kønsnormer og forventninger skabte rammer, hvor anerkendelse blev tildelt efter bestemte mønstre, hvilket fastholdt eleverne i kønnede positioner. Konsekvensen var, at de unge kvinder oplevede, at køn gjorde en forskel, når de lærte naturvidenskab og matematik, og at de handlemåder, der blev anerkendt af læreren, kunne være vanskelige at forene med deres kønnede position. Mange af de unge kvinder havde gennemskuet de ulige anerkendelsesmønstre, der gjorde sig gældende i fagene, og var bevidste om, at det krævede tilpasning for at kunne blive anset som legitime deltagere. På den måde var læringsrummet ikke neutralt, men derimod et rum, hvor kønnede normer og forventninger påvirkede vurderingen af elevernes kompetencer, som samtidig konstant skulle forhandles. Dette skabte en dobbelt udfordring for de unge kvinder, der både skulle navigere i faglige krav og samtidig skulle tilpasse sig de sociale og kulturelle forventninger, der knyttede sig til deres køn.

Diskussion

I denne artikel har målet været at undersøge, hvordan unge kvinder, der vælger at forsætte med ungdomsuddannelser, hvor matematik og naturvidenskab er obligatoriske (fx STX), oplever kønsnormer, samt hvordan køn konstrueres og hyldes i fagene. Undersøgelsen har haft fokus på de ofte implicite og skjulte former for anerkendelse, der finder sted i undervisningen, og har derfor ikke været centreret omkring karakters betydning.

Ud fra de unge kvinders oplevelser viste det sig, at anerkendelsesmønstrene i matematik og naturvidenskab ikke forekommer neutrale, men er præget af ulige strukturer, hvor det ofte ikke er den faglige kunnen i sig selv, der belønnes. Dette indikerer, at det ikke alene er kompetencer, der afgør, hvem der bliver set og hørt i undervisningen, men derimod bestemte adfærdsmønstre og fremtoninger, som værdsættes (se Carlone, 2023). Disse anerkendelsesmønstre hylder dem, der er frembrusende, arrogante og højtråbende om egne kompetencer, hvilket er i modstrid med de generelle normer og forventninger, der er til unge kvinder, om at være stille, strukturerede, ansvarsfulde

og pligttopfyldende. På den måde gengiver analysen problematikker, der også er påvist i andre uddannelseskontekster (se Carlone, 2004; Dawson et al., 2020; Holmegaard & Johannsen, 2023). En konsekvens af dette er, at de unge kvinder tvinges til konstant at forhandle både deres køn og deres faglige selvforståelse. Det kan i sidste ende resultere i, at de har svært ved at se fagene som noget for dem (Carlone, 2003), og være med til at forklare, hvorfor nogle har svært ved at se sig selv fortsætte i fagene – også selvom de faktisk besidder stærke faglige kompetencer.

En af problematikkerne ved disse anerkendelsesmønstre, der hylder adfærd som at vise arrogance og selvtilid om egne kompetencer, er, at selv hvis unge kvinder forsøger at agere mere udadvendte og påtage den samme adfærd som de udadvendte mænd, så viser forskningen, at dette ikke nødvendigvis bliver opfattet eller anerkendt som legitime “science performances”. Årsagen er, at betydningen af sådanne handlinger formes af den kønnede krop, der udfører dem (Francis, 2002). Det er med til at fastholde kønnede grænser for, hvem der bliver betragtet som én, der reelt hører til i fagene. Dette understreger behovet for at ændre anerkendelsesmønstrene – de normer og idealer, der hersker i klasserummet, og som definerer, hvordan man “bør” agere for at opnå faglig anerkendelse. Det er derfor ikke de unge kvinder, der skal ændres, men snarere de strukturer, der præger, hvordan anerkendelse tildeles, og hvilke adfærdsformer der værdsættes i undervisningen. Denne problematik er langt fra ny og kan forskningsmæssigt spores tilbage til studier fra 1990’erne. Allerede dengang fremhævede Atweh & Cooper (1995) udfordringen med følgende pointe:

“Hvis piger og kvinder ikke deltager så meget som drenge og mænd, opstår der mulighed for, at problemet kan ligge i den type matematik, der er dominerende i samfundet, snarere end hos den lærende selv.” (s. 296, egen oversættelse)

Uddraget viser, hvordan det kræver tilpasning at kunne deltage i matematik – et krav, som fungerer som en form for adgangskontrol, hvor dem, der ikke passer ind i de implicitte forventninger, marginaliseres (Aikenhead & Jegede, 1999). Når de marginaliserede individer forlader fagene, fremstilles det som et personligt fravalg frem for et resultat af ekskluderende strukturer (Carlone, 2023). Selv om Atweh & Cooper (1995) allerede påpegede ekskluderende problematikker i midten af 1990’erne, ses der stadig en tendens til i uddannelsespraksis og uddannelsespolitiske diskurser enten at ignorere ulighederne eller at individualisere løsningen ved at forsøge at “fikse” de marginaliserede (Carlone, 2023; Hazari et al., 2020; Staunæs et al., 2022). Dette leder til de implikationer, som dette studie rejser i forhold til forståelsen af køn, faglighed og anerkendelse i matematik og naturvidenskab.

Implikationer

På baggrund af analysen kan der identificeres flere centrale implikationer for, hvordan vi forstår og håndterer kønnede dynamikker i undervisningen. For det første giver resultaterne anledning til at reflektere over måden, vi omtaler usikkerhed eller mangel på tiltro til egne evner hos unge kvinder på. I stedet for ensidigt at tolke denne adfærd som et udtryk for manglende selvtillid (fx Christensen, 2016; Puggaard & Bækgaard, 2016) bør vi overveje, om det kan være en måde at navigere i et læringsmiljø på, hvor udtryk for faglig selvtillid er tæt forbundet med kønnede forventninger. Analysen viser, at selv når de unge kvinder har tiltro til egne kompetencer, bryder mange sig stadig ikke om at udtrykke det på en udadvendt eller selvsikker – og til tider arrogant – måde. Deres adfærd handler måske derfor ikke om manglende tiltro, men snarere om, at de udviser ansvarlighed i forhold til, hvordan denne tiltro kommer til udtryk. Ved at insistere på, at de er usikre og skal “tro mere på sig selv”, risikerer vi at reproducere uligheden, fordi vi overser, at selvtillid kan manifestere sig forskelligt afhængigt af socialisering. Når man er opdraget til at være ansvarlig og struktureret, kan tiltro til egne evner måske vise sig på andre måder end ved at være udadvendt og arrogant. Omvendt kan den tendens, unge mænd har, til at overvurdere egne evner (fx Rasmussen, 2022, 2023; Klejnstrup, 2023; Richter, 2022) tolkes som et udtryk for, at risikovillig adfærd er socialt accepteret – og opleves som mindre risikabel for dem, netop fordi forventningerne til ansvarlighed er lavere.

For det andet er det relevant at reflektere over de kønnede anerkendelsesmønstre, der kan gøre sig gældende i læringsrummet – hvem og hvad bliver fremhævet og hyldet, og hvem og hvad bliver dermed usynliggjort? Hvem holdes til ansvar, og hvem fritages? Eksempelvis er den dominerende pædagogiske forståelse af deltagelse i gymnasiet ofte bundet op på forestillingen om det aktive klasseværelse, hvor det forventes, at eleverne er trygge ved at tale i plenum, har tillid til deres faglige kompetencer og oplever, at deres stemme har værdi (Thorsen et al., 2025). For at skabe lige deltagelsesmuligheder kan en kønsklog tilgang bidrage til at skabe bevidsthed om, hvordan kønnede mønstre opstår og kan udfordres (Staunæs et al., 2022).

Afslutningsvis bør det overvejes, hvordan samfundets kønsnormer socialiserer piger og drenge, da disse normer også former deres adfærd og muligheder for deltagelse i læringsrummet. Den måde, hvorpå børn og unge lærer, hvad der anses som “passende” adfærd for deres køn, påvirker ikke blot deres selvforståelse, men også, hvordan de navigerer i faglige fællesskaber i matematik og naturvidenskab. Derfor bør indsatsen for at skabe mere lige deltagelsesvilkår ikke kun fokusere på undervisningen, men også rettes mod de bredere kulturelle forestillinger om køn, der reproduceres både i og uden for uddannelsessystemet (fx Børne- og Undervisningsministeriet, 2024; Thorsen, 2022).

Referencer

- Adams, J.D. & Gupta, P. (2017). Informal science institutions and learning to teach: An examination of identity, agency, and affordances. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 121-138. <https://doi.org/10.1002/tea.21270>
- Aikenhead, G.S. & Jegede, O.J. (1999). Cross-cultural science education: A cognitive explanation of a cultural phenomenon. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 269-287. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199903\)36:3%3C269::AID-TEA3%3E3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199903)36:3%3C269::AID-TEA3%3E3.0.CO;2-T)
- Andersen, I.G. & Smith, E. (2021). Jeg er en pige, så jeg er dårlig til matematik. *Asterisk*, 98. <https://dpu.au.dk/asterisk/kommentar-98>
- Andrews, M., Squire, C. & Tamboukou, M. (2013). *Doing narrative research*. Sage.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. & Seakins, A. (2017). Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London secondary science classrooms. *Science Education*, 101(5), 741-764. <https://doi.org/10.1002/sce.21291>
- Archer, L., Nomikou, E., Mau, A., King, H., Godec, S., DeWitt, J. & Dawson, E. (2019). Can the subaltern 'speak' science? An intersectional analysis of performances of 'talking science through muscular intellect' by 'subaltern' students in UK urban secondary science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*, 14, 723-751. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9870-4>
- Atweh, B. & Cooper, T. (1995). The construction of gender, social class and mathematics in the classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 28(3), 293-310. <https://doi.org/10.1007/BF01274178>
- Ballen, C.J. & Holmegaard, H.T. (2019). With big data comes big responsibilities for science equity research. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 20(1), <https://doi.org/10.1128/jmbe.v20i1.1643>
- Bloksgaard, L. (2011). Masculinities, femininities and work? The horizontal gender segregation in the Danish labour market. *Nordic Journal of Working Life Studies*, 1(2), 5-21. <https://doi.org/10.19154/njwls.v1i2.2342>
- Braun, V. & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 11(4), 589-597. <https://doi.org/10.1080/2159676X.2019.1628806>
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford University Press.
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2024). *Rapport fra ekspertgruppen om køn. Anbefalinger fra ekspertgruppen om betydningen af køn for faglig udvikling, læring og trivsel i dagtilbud, folkeskole og på ungdomsuddannelser*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf24/april/240411%20rapport%20fra%20ekspertgruppen%20om%20k%C3%B8n.pdf>
- Calabrese Barton, A. & Tan, E. (2023). Working towards justice: Critical next steps in identity studies in science education. In H.T. Holmegaard & L. Archer (red.), *Science identities: Theory, method and research* (s. 361-373). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_16

- Carlone, H.B. (2003). Producing good science students: Girls' participation in high school physics. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.v9.i1.20>
- Carlone, H.B. (2004). The cultural production of science in reform-based physics: Girls' access, participation, and resistance. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 392-414. <https://doi.org/10.1002/tea.20006>
- Carlone, H.B. (2023). Understanding and contextualizing the field of science identity research. In H.T. Holmegaard & L. Archer (red.), *Science identities: Theory, method and research* (s. 3-20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_1
- Carlone, H.B., Haun-Frank, J. & Webb, A. (2011). Assessing equity beyond knowledge- and skills-based outcomes: A comparative ethnography of two fourth-grade reform-based science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 459-485. <https://doi.org/10.1002/tea.20413>
- Carlone, H.B. & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Carlone, H.B., Johnson, A. & Scott, C.M. (2015). Agency amidst formidable structures: How girls perform gender in science class. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(4), 474-488. <https://doi.org/10.1002/tea.21224>
- Christensen, V.T. (2016). *PISA 2015. Danske unge i en international sammenligning*.
- Connell, R. (2005). Cool guys, swots and wimps: The interplay of masculinity and education. In L.B. Angus (red.), *Education, inequality and social identity* (s. 97-110). Routledge.
- Dansk Erhverv. (2019). *Pigerne er bedst til matematik i gymnasiet*. <https://www.danskerhverv.dk/presse-og-nyheder/nyheder/2019/marts/pigerne-er-bedst-til-matematik-i-gymnasiet/>
- Dansk Erhverv. (2022). *Karakterforskellen mellem mænd og kvinder firedoblet siden 2005*. <https://www.danskerhverv.dk/presse-og-nyheder/nyheder/2022/juni/karakterforskellen-mellem-mand-og-kvinder-firedoblet-siden-2005/>
- Dawson, E., Archer, L., Seakins, A., Godec, S., DeWitt, J., King, H., Mau, A. & Nomikou, E. (2020). Selfies at the science museum: Exploring girls' identity performances in a science learning space. *Gender and Education*, 32(5), 664-681. <https://doi.org/10.1080/09540253.2018.1557322>
- Flyvbjerg, B. (2011). Case study. In N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (red.), *The Sage handbook of qualitative research* (4. udgave, s. 301-316). Sage.
- Francis, B. (2002). *Boys, girls and achievement: Addressing the classroom issues*. Routledge.
- Francis, B. (2007). Postmodern and poststructural theories. In B.J. Bank (red.), *Gender and education: an encyclopedia*. Westport, CT: Greenwood Publishing Group.
- Gertz, E. (2025). *Outside on the inside: A longitudinal study of young women's identities in upper secondary science and mathematics*. Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.

- Gonsalves, A.J. (2014). "Physics and the girly girl – there is a contradiction somewhere": Doctoral students' positioning around discourses of gender and competence in physics. *Cultural Studies of Science Education*, 9, 503-521. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9447-6>
- Hazari, Z., Chari, D., Potvin, G. & Brewster, E. (2020). The context dependence of physics identity: Examining the role of performance/competence, recognition, interest, and sense of belonging for lower and upper female physics undergraduates. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(10), 1583-1607. <https://doi.org/10.1002/tea.21644>
- Holmegaard, H.T. (2020). Complexity, negotiations, and processes: A longitudinal qualitative, narrative approach to young people's transition to and from university. In N.E. Fenton & W. Ross (red.), *Critical reflection on research in teaching and learning* (s. 107-130). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004436657_007
- Holmegaard, H.T. & Johannsen, B.F. (2023). Science talent and unlimited devotion: An investigation of the dynamics of university students' science identities through the lens of gendered conceptualisations of talent. In H.T. Holmegaard & L. Archer (red.), *Science Identities: Theory, method and research* (s. 113-140). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_6
- Jenkins, R. (2014). *Social identity*. Routledge.
- Klejnstrup, N.R. (2023). *Dansk kønsbiasrekord: Drengene anses for mere talentfulde end piger*. https://kraka.dk/wp-content/uploads/dansk_koensbiasrekord_drengene_anses_for_mere_talentfulde_end_piger.pdf
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing*. Sage.
- KVINFO. (2024). *Kønsstereotype normer i elevfællesskaber kalder på nye indsatser*. <https://kvinfo.dk/2024/03/18/koensstereotype-normer-i-elevfaellesskaber-kalder-paa-nye-indsatser/>
- Mac an Ghaill, M. (1994). *The making of men*. Open University Press.
- Puggaard, K.M. & Bækgaard, L. (2016). *Håndbog om tiltrækning af piger til science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. Nordisk Ministerråd.
- Rasmussen, T. (2022). Drengene kan ikke se meningen med at læse lektier. *Gymnasieskolen*. <https://gymnasieskolen.dk/articles/drengene-kan-ikke-se-meningen-med-at-laeselektier/>
- Rasmussen, T. (2023). "Vi har forskellige forventninger til drenge og piger". *Gymnasieskolen*. <https://gymnasieskolen.dk/articles/vi-har-forskellige-forventninger-til-dreng-og-piger/>
- Richter, L. (2022). Vi har forskellige forventninger til drenge og piger. Det kan føre til skævhed i skole og uddannelse. *Information*. <https://www.information.dk/indland/2022/09/forskellige-forventninger-dreng-piger-kan-foere-skaevhed-skole-uddannelse>
- Staunæs, D., Plauborg, H., Kaastrup, C.M., Olesen, R.T.M., Jartoft, V., Schirmer, M.M. & Brauner, M.N. (2022). *Det lovende er kønsklogt og responsivt: En kortlægning af pædagogiske og didaktiske interventioner vedr. køn i naturfag, matematik og STEM-aktiviteter i grundskolen*. DPU, Aarhus Universitet.

- Thorsen, G.E. (2022). *Mellem genkendelighed og forandring: En etnografisk undersøgelse af, hvordan børn konstitueres som piger og drenge i børnehaven*. [Ph.d.-afhandling]. Roskilde Universitet.
- Thorsen, G.E., Madsen, L.M. & Holmegaard, H.T. (2025). The (re)production of insecurities: An ethnographic study of the gendered science classroom in upper secondary school. *Cultural Studies of Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11422-025-10252-8>
- Wedeg, T. (2007). Gender perspectives in mathematics education: Intentions of research in Denmark and Norway. *ZDM*, 39(3), 251-260.
- West, C. & Zimmerman, D.H. (1987). Doing gender. *Gender & society*, 1(2), 125-151.

English abstract

The article explores how young women experience that gender shape the learning of mathematics and science in Danish upper secondary education (STX). The analysis draws on individual interviews from a longitudinal qualitative study and shows that gender norms and expectations structure recognition in the classroom and reproduce students within gendered roles. For young women, aligning teacher-recognised behaviours with their gendered position can be challenging. The study highlights that young women's ways of articulating their abilities may function as a strategy to navigate learning environments in which academic confidence is celebrated and rewarded. The article invites reflection on how gendered patterns of recognition, and broader gender norms, influence students' opportunities for participation in education.

“Det er et privilegium” – om forsker-praktiker-samarbejde



Natasha Sterup, UCL



Anders Gersdorff Toft, UCL



Mette Hjelmberg, UCL

Abstract: Etablering af ligeværdige forsker-praktiker-partnerskaber med henblik på undervisningsudvikling er ikke ligetil. Vi er optaget af, hvad der kendetegner etableringen af et ligeværdigt samarbejde om udvikling af matematikundervisning i et forskningsinitieret udviklingsprojekt. Metodisk har vi benyttet os af praksisfortællinger, der er baseret på beslutningsreferater, logbogsnoter og tre fuldt transskriberede semistrukturerede interviews. Vores resultat tyder på, at tryk bidrager til følelsen af ligeværd og fælles ansvar og villigheden til at åbne for diskussion af egen praksis. Ligeledes har den systematiske tilgang til workshops, kontinuitet, ledelsens opbakning og det langvarige tidsperspektiv haft afgørende betydning for muligheden for at udvikle matematikundervisningen.

Introduktion

I en rapport fra Danmarks Evalueringsinstitut har 1.983 lærere besvaret et spørgeskema om deres teamsamarbejde (EVA, 2021). Det viser sig, at lærerne i gennemsnit har deltaget i 5,5 teams i løbet af skoleåret 2018/19, dog med varierende mødehyppighed. Ikke alle lærere føler, at tiden sammen i så mange teams er givet godt ud. Fagteams mødes sjældnere, men er samtidig den teamtype, der bruger mest tid på at drøfte undervisningens indhold med fokus på de fagdidaktiske temaer og/eller i fællesskab at udvikle undervisningsforløb, hvor de inddrager forskningsinspireret viden. Det tyder på, at matematikfaglærerteams prioriteres på skoler, men ikke alle lærere har en følelse af fælles ansvar i deres team, og desværre ser lærerne ofte ikke eller slet ikke hinandens undervisning (EVA, 2021). I en survey fra Rambøll (2023) angiver

95 % af 197 matematikvejledere, at der findes et eller flere matematikfagteams på skolen. Dette er en mærkbar ændring fra 2014, hvor 17 % af 966 matematikvejledere var på skoler uden fagteam, og 58 % svarede, at der blev afsat meget lidt eller ingen tid til deltagelse i fagteamarbejdet. Blandt dem med fagteams manglede næsten halvdelen et løbende og systematisk samarbejde om planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisning. Tiden i fagteamet blev oftere brugt på materialevalg og IT-programmer (Mogensen et al., 2014).

I KiDM-projektet (KiDM står for Kvalitet i Dansk og Matematik) "Fagcentreret skoleudvikling" erfarede det, at lærernes fagteamsamarbejde let kommer til at handle om meget andet end fag og elevernes udbytte af undervisningen (Hansen et al., 2020). Det kalder på et behov for mere systematisk at understøtte det fagcentrerede teamsamarbejde.

Projektet "Faglige udviklingsskoler" er et forskningsbaseret samarbejde, som er initieret af UCL's pædagogiske forskningsafdeling sammen med læreruddannelsen og skoleforvaltningen i Odense Kommune. Intentionen er at etablere et langsigtet samarbejde, der centrerer om en fælles, eksperimenterende udvikling af undervisningen i fagene. Dermed er formålet med projektet at understøtte nogle af de temaer, der kan arbejdes med i fagteams. Samarbejdet var i første omgang aftalt til at løbe over to år i perioden 2022-2024 for fagene matematik og dansk på to større skoler i Odense, men er nu forlænget til mindst tre-fire år, og fagrækken er udvidet. Artiklen vedrører samarbejdet om eksperimenterende udvikling af matematikundervisningen i udskolingen.

Det er i denne ramme, vi forstår udviklingsorienteret og forskningsinitieret samarbejde mellem lærere, vejledere, deres nærmeste ledelse og undervisere/forskere fra professionshøjskoler. Etableringen af et ligeværdigt samarbejde om undervisningsudvikling er ikke nødvendigvis ligetil (Cobb & Jackson, 2011; Hansen et al., 2020). Mere specifikt forsøger vi at svare på følgende forskningsspørgsmål:

Hvad kendetegner etableringen af et ligeværdigt samarbejde med udskolingslærere i et forskningsinitieret udviklingsprojekt, hvis intention er at etablere et langvarigt samarbejde centreret om udvikling af matematikundervisning?

Artiklen består af en vekselvirkning mellem praksisfortællinger, relevante teoretiske optikker og delanalyser, der til sidst samles i en diskussion. Denne opbygning er valgt, da praksisfortællinger er kendetegnet ved at gøre op med den klassiske ambition om at adskille rådata og analyse (Czarniawska, 2020; Nielsen, 2012).

Metode

Vi har valgt at basere artiklen på tre praksisfortællinger, som vi, efter inspiration fra Lise Tingleff Nielsen (2012), definerer som konstruerede narrativer. Praksisfortællinger er skriftlige fremstillinger, som genfortæller udvalgte oplevede episoder, hvor dialogerne er refereret så præcist, som det var muligt, omend det er subjektivt forankrede fortællinger, der tager afsæt i vores forståelse af, hvad der er hændt (Nielsen, 2012). Vi har dermed aktivt taget en fortællerrolle, både i udvælgelsen og i beskrivelsen af selve den narrative pædagogiske praksisfortælling, med den bestræbelse at blive klogere på praksis (Mørch, 2008).

Praksisfortællingens kendetegn er den episke fortællestil, det genkendelige handlingsforløb, oftest med en introduktion, en placering af aktørerne, en konflikt eller et plot og en afslutning – og eventuelt brug af regibemærkninger. Ligeledes gør praksisfortællingen op med den klassiske ambition om at adskille rådata og analyse, og der finder allerede i skrivefasen en analyse og en fortolkning sted (Czarniawska, 2020; Nielsen, 2012). Der er således ikke tale om, "at fortællinger producerer sand viden" (Hansen, 2009, s. 36), og de opnåede fund er således heller ikke generaliserbare, da den producerede viden altid vil være afhængig af selve konteksten (Hansen, 2009).

Lise Tingleff Nielsen (2012) argumenterer for konstruerede narrativer, da de "rummer muligheden for gennem analyse og skriftlig fremstilling at fastholde et blik på de relationelle sammenhænge samt at inddrage en kompleksitet og en nuancerighed" (Nielsen, 2012, s. 136). Praksisbillederne fremstår oftest mindre videnskabelige, da de er skrevet i en mere hverdagsagtig kontekst. Kvaliteten og validiteten af analysen skal dermed fortolkes og vurderes som den foreløbig mest sandsynlige forklaring (Nielsen, 2012).

Fortællingerne giver mulighed for at bevare nuancer og kompleksitet samt opnå stor detaljegråd og kontekstsensitivitet og -forståelse (Flyvbjerg, 2020). Fortællingerne kan bruges til at forstå, udvikle, formidle og dokumentere eksisterende praksis og finde mulige løsninger på eksisterende problemer (Mørch, 2008).

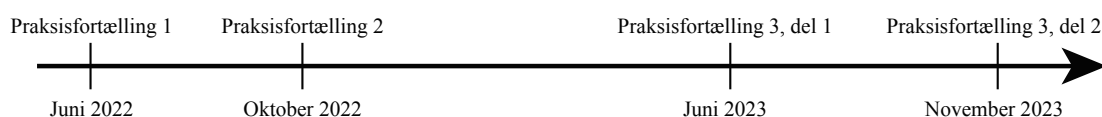
De tre praksisfortællinger er konstrueret på baggrund af vores forståelse og tolkning af:

- Et kortfattet beslutningsreferat, skrevet af projektlederen, fra det indledende fælles møde.
- Forfatternes PowerPoint-slides og supplerende dokumenter til de ti workshops/møder i projektets første halvandet år.
- Forfatternes logbogsnoter, både fra de tre lydoptagede workshops og fra de øvrige syv workshops. Nogle af noterne er skrevet i hånden undervejs i mødet og er efterfølgende skrevet rent i et fælles dokument. De fleste noter er skrevet retrospektivt umiddelbart efter møderne.

Ligeledes har vi supplerende data i form af tre lydoptagede og fuldt transskriberede semistrukturerede retrospektive interviews (Tanggaard & Brinkmann, 2020) foretaget på vej ind i tredje år af projektet med de tre lærere, der har deltaget fra begyndelsen.

Brugen af praksisfortællinger betyder dermed, at artiklen udelukkende afspejler *forfatternes* oplevelse og forståelse af arbejdet med det pågældende forsker-praktiker-partnerskab.

I figur 1 ses en tidslinje over de tre praksisfortællingers kronologi.



Figur 1. Tidslinje over praksisfortællingernes kronologi.

Faglige udviklingsskoler

Projektet “Faglige udviklingsskoler” er et forskningsbaseret samarbejde med kerneantagelsen om, at faglig udvikling, fagdidaktisk dømmekraft og et undersøgende fagligt fællesskab bedst udvikles over tid, med et klart fokus, og skal være båret af interesse og deltagernes engagement og i tæt tilknytning til den daglige undervisningspraksis. Det kræver stabile rammer og tilknyttede ressourcer for samarbejdet. I etableringen af samarbejdet blev der derfor taget udgangspunkt i eksisterende faglige miljøer på skolerne med tilknyttede faglige vejledere, og interessen for at deltage i projektet blev vægtet højt. De deltagende lærere og vejledere blev ligeledes tildelt en passende ressource. Fra læreruddannelsen deltog faglige undervisere med forskningsforpligtelse og omfattende erfaring med forskningsbaseret og praksisnær udvikling af undersøgelsesorienteret undervisning, bl.a. fra det landsdækkende projekt Kvalitet i Dansk og Matematik (KiDM) (Hansen et al., 2020). Intentionen var, at udviklingen skulle ske i et fællesskab, koordineres af UCL og understøttes af skoleforvaltningen i Odense Kommune.

Analyse

At vælge et fokus, fastlægge en form og tage et ansvar

Projektets intention er at etablere et langsigtet samarbejde, og her kunne UCL bidrage med omfattende erfaring fra det opfølgende KiDM-projekt, hvor der ligeledes blev arbejdet med langvarig udvikling centreret om undersøgelsesorienteret undervisning i matematik. I KiDM organiserede man samarbejdet i faglige fordybelsescirkler med inspiration fra bl.a. brugerdrevne innovationsmetoder og forskningscirkelmetoden,

hvor lærere og fagdidaktiske forskere samarbejdede om forskellige faglige temaer (Hansen et al., 2020). Sideløbende arbejdede lærerne med identifikation af problemstillinger og afprøvning af eksperimenter i deres egen undervisning. Netop fleksibiliteten og rummeligheden i form og indhold fremhæves som en af styrkerne ved forskningscirklerne, da de er i stand til at rumme praksisnære udfordringer såvel som teoretiske abstraktioner samt forskelligheder blandt deltagerne. Nogle af udfordringerne ved forskningscirklerne er derimod, at det er tidskrævende og ikke involverer mange deltagere, hvilket resulterer i en højere risiko for, at udbyttet er for lavt (Buhl & Skovhus, 2014). Samtidig er kontinuitet og et langt tidsperspektiv også centrale faktorer for en udbytterig forskningscirkel og praksisforskningsprojekter generelt (Persson, 2009; Kousholt & Højholt, 2011; Cobb & Jackson, 2011; Dreyøe et al., 2017). En anden udfordring er, at udbyttet af forskningscirklerne afhænger af forskerens varetagelse og facilitering af cirklerne samt kemien blandt deltagerne i cirklen (Buhl & Skovhus, 2014). I forskningscirklerne har forskeren det privilegium og ansvar at træffe mange beslutninger i relation til cirklerne, fx dagsorden for og tilrettelæggelse af møder, beslutninger om indhold og aktiviteter samt måder at inddrage deltagerne på. Det vil sige, at forskeren skal være forberedt til mødet, men også forberedt på det uforudsigelige med det formål at skabe en genkendelig struktur, der samtidig giver plads til forskelligheder og åbenhed. Oplevelsen af genkendelighed i et samarbejde, der ellers kan opleves som meget åbent og grænseløst, kan bidrage til, at deltagerne oplever samarbejdet som trygt (Thomsen et al., 2017). I direkte relation til undersøgende matematikundervisning, som var UCL's udspil til det indholdsmæssige fokus i samarbejdet, kan forskeren fx understøtte lærernes udvikling ved systematisk at inddrage små allerede tilrettelagte undersøgende aktiviteter og facilitere en fælles refleksion. Da denne refleksion ofte er en udfordring for lærere, der ikke har personlige erfaringer med undersøgende aktiviteter (Dreyøe et al., 2017), kan dette bidrage til en tryghed og genkendelighed blandt lærerne. Netop tryghed hos lærerne fremhæves som en af de komponenter, der er lige så vigtige som det, at lærerne kan se værdien af udviklingsinitiativet. Trygheden kan også bidrage til, at der sker en deprivatisering af egen praksis og oplevelsen af adgang til hinandens ekspertise, og at lærerne derfor i højere grad indgår i interaktioner angående pædagogiske principper, matematikkens natur, elevers læring osv. (Cobb & Jackson, 2011). I et forsker-praktiker-partnerskab er ligeværdighed og tillid nemlig nøglebegreber sammen med bevidsthed og anerkendelse af forskellige eksperter for at opnå et godt samarbejde mellem forskere og praktikere (Albrechtsen, 2019).

En anden afgørende faktor er understøttelsen af projektet fra ledelsen og de kontekstuelle rammer. Det er afgørende, at deltagerne har de tilstrækkelige ressourcer til at deltage i projektet, samt at ledelsen skaber et positivt billede af projektet (Dreyøe et al., 2017; Cobb & Jackson, 2011; Coburn & Penuel, 2016).

Praksisfortælling 1

Det er en meget varm junidag. For bordenden sidder en repræsentant fra skoleafdelingen i kommunen. Om resten af bordet sidder fire udskolingsmatematiklærere, den ene er også matematikvejleder, skoleleder og souschef fra skolen samt projektleder og forskere fra UCL. De er klar til det første møde i "Faglige udviklingsskoler". Projektleder og forskere fortæller om tidligere erfaringer fra andre skolebaserede udviklingsprojekter, i særdeleshed det landsdækkende KiDM-projekt om undersøgende matematikundervisning på mellemtrinnet. I en invitation til skolen foreslås følgende: "I Faglige udviklingsskoler kan der således tages udgangspunkt i inspirationsmateriale fra dette projekt, men det er deltagerne, der i fællesskab eksperimenterer og udvikler en undersøgende undervisning, der passer til den konkrete kontekst – skolen, lærerne og eleverne." Uden at det bliver eksplicit påtalt, bliver undersøgende undervisning accepteret som det endelige omdrejningspunkt for samarbejdet i projektet. Der er lydhørhed blandt samtlige deltagere. Både skoleledelsen og skoleafdelingen kan se relevante samspil med andre igangværende projekter i kommunen og på skolen, mens lærerne er meget fokuserede på, at der i øjeblikket mangler tilgængelige undervisningsmaterialer til undersøgende matematikundervisning. Samtidig er lærerne også håbefulde om anledningen til højnet fagligt samarbejde med fagkolleger. Lærerne udtrykker, at dansk og læsning har fyldt meget i mange år, og at matematik trænger til et boost. Ligeledes bliver det aftalt at veksle mellem workshops og praksisafprøvninger. Fire datoer til workshops i efteråret bliver meget effektivt aftalt og bekræftet på stedet. To timer efter går alle i opløftet stemning fra mødet.

I denne praksisfortælling får man et indblik i det første møde inden projektets start. Med deltagelse af en repræsentant fra skoleafdelingen i kommunen, skolens ledelse, en projektleder, forskere og deltagende lærere er det tydeligt, at der er bred opbakning til projektet, hvilket er afgørende for projektets succes (Dreyøe et al., 2017; Cobb & Jackson, 2011; Coburn & Penuel, 2016). I det retrospektive interview med de deltagende lærere fortæller alle lærere dog, at de er blevet udvalgt af ledelsen til at deltage i projektet, men i samme åndedræt også, at deltagelsen i projektet er "et privilegium", "en gave", og at det er glædeligt at få lov til at deltage i projektet (retrospektivt interview, MV, L1, L2). Selvom lærerne dermed ikke oplevede, at der på forhånd blev spurgt ind til deres interesse i at deltage i projektet, er alle lærerne meget positive over for denne mulighed. En af de deltagende lærere nævner også, at "fordi jeg er både matematikvejleder og udskolingslærer, så var jeg [utydeligt] med af to grunde" (retrospektivt interview, MV, 00:06:23), og netop deltagelsen af en matematikvejleder fremhæver Cobb & Jackson (2011) også som en afgørende faktor i udviklingen af matematikundervisning. Denne positive tilgang til projektet mærkes allerede til dette første møde inden projektets start, hvor forfatterne oplever en håbefuldstemning blandt lærerne. Derudover bliver det positive billede af projektet yderligere styrket af, at skoleledelsen og skoleafdelingen kan se sammenhænge i projektet med andre igangværende projekter, hvilket kan bidrage til et sammenhængende system, der kan styrke matematiklæreres udvikling (Cobb & Jackson, 2011).

Med tanke på den tilsyneladende meget positive tilgang til projektet er det også bemærkelsesværdigt, at UCL's forslag om at have fokus på undersøgende matematikundervisning bliver accepteret uden at blive eksplicit diskuteret. På den ene side kan fokus på undersøgende matematikundervisning være netop det, lærerne selv ønsker at arbejde med, og der er derfor ikke behov for at påtale det, da lærerne allerede har følelsen af at blive imødekommet og få deres ønske opfyldt. Modsat er det også en mulighed, at skoleledelsen og lærerne ikke har en oplevelse af, at det er til diskussion, siden forslaget er skrevet ind i projektinvitationen til skolerne, og at undersøgende matematikundervisning stadig er et ønskværdigt tema (af måske flere ønskværdige temaer), som de gerne vil arbejde med. På trods af at fokus på undersøgende matematikundervisning bliver accepteret uden eksplicit diskussion, påvirker det tilsyneladende ikke den stemning, der af forfatterne bliver oplevet som håbeful og opløftende. Dog havde det en påvirkning på forfatternes tilgang til de derefter aftalte workshops. Forfatterne gik fra mødet med følelsen af at have et stort ansvar for og også i høj grad kunne bestemme, hvordan disse workshops skulle tilrettelægges. Det resulterede i, at forfatterne valgte en højstruktureret og genkendelig form på workshopkene i form af: 1) didaktisk samtale og refleksion, 2) afprøvning af undersøgende aktivitet, 3) lille teoretisk oplæg og 4) tid til udvikling og refleksion i fællesskab. Inddragelsen af konkrete aktiviteter kan bidrage til lærernes faglæreridentitet (Hansen et al., 2020) og muligheden for refleksion hos de lærere, der ikke har personlige erfaringer med undersøgende matematikundervisning (Dreyøe et al., 2017). I første til tredje del af workshopkene forvaltede forfatterne altså rollen i projektet som ledere og undervisere. Så det var kun i den fjerde del af workshopkene, at forfatterne havde mulighed for at forvalte rollen i projektet som facilitatorer af en fælles udforskningsproces, der ville bidrage til oplevelsen af et ligeværdigt samarbejde (Thomsen et al., 2017). I fjerde del af workshopkene oplevede forfatterne dog, at det var svært at balancere forskning og udvikling i projektet, da forfatterne samtidig havde påbegyndt et forskningsprojekt, der undersøgte lærernes forståelse af kvalitet i undersøgende matematikundervisning (Sterup & Hjelmberg, 2025). Lærerne var altså også objekt for forfatternes forskningsprojekt og ikke blot en samarbejdspartner, hvilket medførte, at forfatterne fandt det udfordrende at finde en balance i at deltage i udviklingsprocessen uden at påvirke den igangværende dataindsamling.

Et andet centralt element, der er værd at bide mærke i, er det, der ikke bliver sagt eller fylder på mødet inden projektets start. Der ikke spørgsmål om hverken ressourcer, tid eller forberedelse, og udeblivelsen af disse kan være tegn på, at der allerede er etableret en passende ramme med de tilstrækkelige ressourcer (Dreyøe et al., 2017). På mødet bliver der yderligere lavet praktiske aftaler om organiseringen af projektet i workshops med mellemliggende praksisafprøvninger og datoerne for disse. Denne effektive afklaring af rammer og administrative opgaver antyder, at der allerede

inden projektstart er etableret tillid og respekt på de respektive samarbejdsniveauer (Albrechtsen, 2019).

At observere og efterbearbejde med henblik på udvikling i fællesskab

Vi har identificeret adskillige faktorer, der er centrale for at etablere et samarbejde centreret om faglig udvikling af en matematiklærerpraksis med øje for elevers læring, dannelse og trivsel. Her var etableringen af anerkendelse, tillid, tryghed og gensidig respekt bl.a. vigtig i skabelsen af et miljø, hvor faglig kompetenceudvikling og (selv) kritisk didaktisk og dialogisk refleksion kan opstå.

Samarbejdsdeltagere og ledelse skal med udgangspunkt i eksisterende læringskulturelle rammer videreudvikle disse, så nysgerrighed og interesse for forskellige tilgange til undervisningen samt det at stille spørgsmål til sig selv og andre værdsættes. Samtidig bør en implicit/eksplicit kontrakt med henblik på forventningsafstemning af mål og metode udtrykkes, så potentielle midlertidige følelser af middelmådighed i nye opgaver ikke hindrer samarbejdet (Kragh et al., 2021). Med sådanne rammer på plads vil der være grobund for, at et praksisfællesskab udvikler sig til et professionelt læringsfællesskab (Albrechtsen, 2013, 2016). Albrechtsen (2013) fremsætter fem centrale kendetegn ved et professionelt læringsfællesskab. Disse er 1) fælles værdier og vision, 2) fokus på elevers læring, 3) reflekterende dialoger, 4) deprivatisering af praksis og 5) samarbejde.

Deprivatisering af praksis er særdeles vigtigt i vedligeholdelsen af et læringsfællesskab og kan beskrives som det at "dele sin personlige praksis med andre" (Albrechtsen, 2016, s. 177). Klasserumserfaringer, der ofte før har været private og personlige, eksternaliseres og kan deles og præge den samlede praksis i det professionelle læringsfællesskab, så fællesskabets pædagogiske område kan forbedres (Albrechtsen, 2016). Deprivatisering af undervisningspraksisser kan dog bringe en grad af ambivalens med sig, da det kan være skræmmende at blottlægge sin undervisning (Albrechtsen, 2013).

Hertil peger Albrechtsen på øvrige ressourcer, der bør være til stede, for at et vel fungerende professionelt læringsfællesskab kan eksistere. Ressourcerne kan opdeles i strukturelle samt sociale og menneskelige ressourcer. Strukturelle ressourcer er fx faktorer som mødetid, passende kommunikation og kommunikationsstrukturer og afstemning af autonomi hos lærerne. Sociale og menneskelige ressourcer omhandler bl.a. åbenhed over for forbedringer, gensidig kollegial tillid og respekt samt adgang til ekspertise og støttende ledelse (Albrechtsen, 2013).

De mere interpersonelle aspekter ved de sociale og menneskelige ressourcer kan beskrives yderligere med begrebet psykologisk ilt, der er "en metafor for det forhold, at vi med hensyn til vores tilværelsesrealisering [...] har behov for særlige responsmåder fra omgivelserne, hvis vores selvsammenhæng og tilværelsesengagement skal kunne udvikles og opretholdes" (Tønnesvang & Ovesen, 2012, s. 41).

I relation til psykologisk ilt defineres fire grundformer af motivationel rettethed: 1) selvhenførende (se os som dem, vi er), 2) fællesskabshenførende (lad mig høre til ligesom dig), 3) mestringshenførende (giv mig passende udfordring) og 4) andenhenførende (vis mig, hvem/hvad jeg kan blive) (Tønnesvang & Ovesen, 2012). En relation bliver til en vitaliseringsrelation, når de responser, man får, rummer psykologisk ilt af tilstrækkelig mængde og kvalitet. I vitaliseringsrelationen bliver udviklingen inden for de fire typer af motivationel rettethed understøttet og kan spire (Tønnesvang & Hedegaard, 2015).

Praksisfortælling 2

I et uvant, mørkt og hengemt lokale skal workshop 3 afholdes. Matematikvejlederen er fraværende, hvorfor vides ikke. L1 er heller ikke dukket op. De andre lærere tror, hun har glemt mødet. L2 sender en SMS til L1, og ganske rigtigt har L1 glemt mødet. Et kvarter senere entrerer L1 uden hverken at have fået kaffe eller morgenmad. Første punkt på dagsordenen for workshop 3 er didaktiske refleksioner knyttet til forudgående observationer af L1's undervisning. L1 når hverken at finde computer eller skriveredskaber frem, ligesom hun plejer, inden forskerne præsenterer udvalgte citater fra observationen af L1's undersøgende matematikundervisning på et slide, hvor der står:

Elev 1: "Hvad skal vi så nu? Vi skal finde målene på den, så den bliver 700-1.000."

Elev 2: "Ja, vi skal finde L1" (opsøger L1, som forklarer).

L1: "Det kan man ikke, det finder du ud af, når du prøver ... prøv at se" (L1 tegner på tavlen; gruppen arbejder videre).

Elev 2: "Jeg har fundet ud af det ... eller L1 har."

Efter en kort stilhed siger L1: "Det var da et mærkeligt svar, jeg gav ... Det er da en ærgerlig situation." I bilen på vej hjem drøfter forskerne den, for dem, lidt trykkede stemning efter observationsnedslaget og den lidt anderledes stemning i dag, samt hvordan lærerne ikke bed på den undersøgende aktivitet, som de plejer.

I et retrospektivt interview udtrykker L1 et skævt "magtforhold" mellem forfatterne og lærerne i starten af projektet: "Jeg er jo bare en folkeskolelærer, og gad vide, om jeg nu siger det rigtige?" (retrospektivt interview, lærer L1). Netop denne stemning synes at være til stede, når observationsuddraget fra praksisfortællingen drøftes med gruppen af lærere. Naturligvis var det ikke forfatterens hensigt at medvirke til sådan en stemning. Tværtimod var hensigten med observationsuddraget, at det skulle fungere som en katalysator for at drøfte klassens didaktiske kontrakt (Blomhøj, 1995) og kontraktens møde med undersøgende matematik (Blomhøj, 2013). Fokus skulle hermed være på eleverne og deres møde med undersøgende matematik frem for på

lærer L1. Dog må vi erkende, at L1 vender fokus mod sine egne handlinger, hvoraf hun konkluderer, at disse er uhensigtsmæssige i et undersøgende matematikmiljø, og at hun har sagt det forkerte. Yderligere var der manglende strukturelle, sociale og menneskelige ressourcer (Albrechtsen, 2013), idet L1 havde glemt mødet, samtidig med at gruppens matematikvejleder ikke var til stede. Rammerne i episoden bliver da ikke opfattet som et fordoms- og magtfrit refleksionsdomæne (Lang et al., 1990). Lærer L1 kan føle, at vi er gået for tæt på hendes matematiklærerpraksis, hendes praksisteori (Lauvås & Handal, 2015), og ufrivilligt har deprivatiseret og udpeget mangler ved den. Situationen får da karakter af et deprivationsmiljø, hvor de motivationelle rettetheder ikke vitaliseres gennem psykologisk iltholdige responser, men snarere underminerer og ekskluderer lærer L1. Der er altså tale om et modspillende modspil frem for et medspillende modspil (Tønnesvang & Ovesen, 2012). Fx bliver L1's selvhenførende rettethed depriveret, idet hun kan føle sig misforstået, "overrulet" og irettesat, og L1's fællesskabshenførende og mestringshenførende rettethed bliver ligeledes depriveret, når hun potentielt føler sig ekskluderet, udsat og udfordret. Undermineringen og eksklusionen kan desuden frarøve lærer L1's oplevelse af at være en legitim perifer deltager (Lave & Wenger, 1998) og heraf L1's mulighed for læring.

Episoden førte til en række overvejelser om, hvordan vi ville fortsætte samarbejdet. Vi stoppede med at tage observationsuddrag med til workshops. På den måde ville vi ikke komme til ufrivilligt at deprivatisere nogens praksis. Samtidig skiftede vi fokus i vores tilgang til samarbejdet – fra at skulle opkvalificere lærerne med teoretiske nedslag til fortrinsvis at bruge tiden på fælles udvikling af aktiviteter. Herigennem ville vi på mere vitaliserende facon kunne indgå i reflekterende dialoger med udgangspunkt i lærernes praksisteori (Lauvås & Handal, 2015) for at synliggøre didaktiske overbevisninger og i samarbejde skabe fælles værdier og visioner for udviklingsarbejdet (Albrechtsen, 2013).

At opleve et reelt samarbejde

Praksisfortælling 3

Det er sidste møde før sommerferien i 2023. Forskerne er ved at runde dagens workshop af, men som det sidste punkt spørger de lærerne, hvad de godt kunne tænke sig at arbejde med næste år. "Så skal vi have lavet nogle aftaler for næste skoleår, så meget, vi nu kan. Altså i hvert fald bare nogle hensigtserklæringer og nogle bud på, hvornår det er smart at lægge nogle møder," lyder det fra den ene forsker. Efter en lille tænkepause snakker matematikvejlederen om, at hun godt kunne tænke sig at dykke dybere ned i den mundtlige prøve og de matematiske kompetencer. De andre nikker, og L1 giver udtryk for, at det virkelig giver noget at sidde sammen, men om tiden sammen kan optimeres. Hun tænker ikke at give de andre "lektier" for, men synes, at det kunne være fedt at have forberedt noget eller læst noget på forhånd, så tiden til møderne kan bruges bedre.

Et halvt år senere starter forskerne en workshop med at spørge, om lærerne har arbejdet med den aftalte specifikke aktivitet eller opgave med problemløsningskompetencen og eventuelt repræsentations- og symbolbehandlingskompetencen fra sidst. Lærerne kigger på hinanden og finder deres fælles planlægningsdokument frem, da de synes, at det er nemmere at vise ud fra det. L2 tager HDMI-stikket, så deres delte dokument kan vises på smartboardet, mens forskerne ser en smule overrasket til. Lærerne fortæller og viser, hvordan de i fællesskab har planlagt og afprøvet et forløb. Sammen med forskerne diskuteres det ivrigt, hvordan forløbet hænger sammen med den læste artikel om problemløsningskompetencen og arbejdet på sidste måneds workshop.

Senere i det retrospektive interview med lærer L1 giver hun udtryk for en jævnbyrdig, nysgerrig og fællesskabende relation mellem lærerne og forfatterne: "jo mere vi så lærte [forskere] at kende, jo mere fandt vi ud af, at der ikke sådan var noget, der var forkert [...] hvis man så sagde et eller andet [...] så synes de egentlig også bare, det var lige så spændende ..." (retrospektivt interview, lærer L1). I praksisfortællingen ser vi også konkrete ønsker fra matematikvejlederen om fokuspunkter for det kommende arbejde, specifikt de matematiske kompetencer (Niss & Jensen, 2002), den mundtlige matematikeksamen (STUK, 2024) og et forslag fra L1 om at have læst "lektier" hjemmefra. Ønsket om at have fokus på de matematiske kompetencer opstår efter at have arbejdet med kompetencerne i tidligere workshops. Her har lærerne indset, at de endnu ikke helt har overblik over de matematiske kompetencer, især ikke at operationalisere dem i forbindelse med tilrettelæggelse af undervisning. Deres ønsker om at arbejde med noget, hvor de ikke helt føler sig på hjemmebane, viser en velvilje til at turde at præstere middelmådigt inden for et, for dem, udfordrende domæne. Lærernes opfattelse af vores rolle i samarbejdet har udviklet sig fra at betragte os som "dem med det rigtige svar" til at betragte os som en kilde til inspirerende ekspertise, hvilket Albrechtsen (2013) påpeger som værende vigtigt i et professionelt læringsfællesskab. Læringsfællesskabet har fået tilført psykologisk ilt, og relationerne tyder på at udvikle

sig hen mod vitaliseringsrelationer (Tønnesvang & Ovesen, 2012), hvor lærernes praksis deprivatiseres, da deres praksisteorier blotlægges gennem fremvisning af deres fælles planlægningsdokument, og lærerne viser velvilje til at planlægge undervisning i fællesskab og være sammen om undersøgelse af praksis i praksisfællesskaber. Herfra arbejdes videre med en fælles forståelse af problembehandlingskompetencen, og vi går håbefulde fra workshoppen med en vitaliserende følelse af, at samarbejdet har nået et punkt, hvor der er rigelig psykologisk ilt og rigeligt medspillende modspil i et professionelt læringsfællesskab (Albrechtsen, 2013; Tønnesvang & Ovesen, 2012).

Diskussion

En af de afgørende faktorer for et succesfuldt forsker-praktiker-partnerskab er etableringen af et ligeværdigt samarbejde (Folkvord, 2024; Albrechtsen, 2019). Der er mange faktorer, der spiller ind på etableringen af et ligeværdigt samarbejde. Kontinuitet og et langt tidsperspektiv er centrale faktorer i arbejdet med forskningscirkler og praksisforskningscirkler og forsker-praktiker-samarbejder (Persson, 2009; Kousholt & Højholt, 2011; Cobb & Jackson, 2011; Dreyøe et al., 2017; Folkvord, 2024; Ree & Sjursø, 2024; Schlicht-Schmälzle et al., 2024; Coburn & Penuel, 2016) sammen med deltageres oplevelse af ligeværdighed, tillid og tryghed (Cobb & Jackson, 2011; Albrechtsen, 2019). Relationen og kemien internt blandt deltagerne og på tværs af samarbejdspartnerne har også en afgørende betydning for deltageres oplevelse af psykologisk tryghed (Ree & Sjursø, 2024), men kan modsat også bidrage til psykologisk utryghed i partnerskabet. Her oplevede forfatterne vigtigheden af deres relation til lærerne og af at prioritere etableringen af tillid og tryghed i samarbejdet. Forfatterne havde en oplevelse af at være gået for tæt på L1's matematiklærerpraksis uden at have opnået den nødvendige relation til L1. Da forfatterne oplevede at have indtaget en vurderende og modspillende modspillerrolle og dermed oplevede faren for at skabe et deprivationsmiljø (Tønnesvang & Ovesen, 2012), valgte forfatterne ikke at efterfølge intentionen om inddragelse af observationer i workshoppen. Denne oplevelse understreger nødvendigheden af at genbesøge og -forhandle roller og relationer med henblik på at vedligeholde et medspillende og psykologisk iltholdigt partnerskab (Tønnesvang & Ovesen, 2012). Prioriteringen af at danne tillidsfulde og trygge relationer resulterede i, at forfatterne oplevede at måtte trække sig yderligere tilbage i en mere forvaltende rolle som ledere og undervisere og dermed oplevede i et mere begrænset omfang at være en del af en fælles design- og udforskningsproces. I den forbindelse argumenterer Ree & Sjursø (2024) også for tidens afgørende betydning for dannelsen af trygge og tillidsfulde relationer, hvilket afspejler sig i forfatterens oplevelse på workshoppen et halvt år senere, hvor lærerne frivilligt tager forfatterne med ind i deres fælles praksis.

Det vidner om, at forfatternes prioritering af dannelsen af relationer og den nødvendige tid til at etablere disse har resulteret i et samarbejde præget af tillid og tryghed.

Den oplevede distancering til den fælles designproces kan skyldes, at samarbejdet i starten i højere grad kan kategoriseres som et aktionsforskningsorienteret samarbejde. Ønsket om lokale forbedringer i aktionsforskningstilgangen vil oftest være initieret af praksisdeltagerne og være faciliteret af forskerne, som indtager en mere passiv og vejledende rolle (Christensen et al., 2012; Nielsen & Nielsen, 2020). Jaworski (2004) fremhæver, at forskning bør involvere praktikere aktivt, og ser en designproces med tre niveauer: 1) elevernes arbejde med undersøgende matematikundervisning, 2) forskerne og praktikernes fælles udforskning af matematikundervisning og 3) systematisk forskning i udvikling af matematikundervisning (Jaworski, 2004). I projektets begyndelse så vi, at lærerne havde fokus på aktioner og elevernes arbejde med undersøgende matematikundervisning, jf. niveau 1. Senere oplevede vi, at lærerne i højere grad indgik i en fælles udvikling af matematikundervisning, jf. niveau 2. Derfor ser vi potentialer for en mere kollaborativ og ligeværdig samarbejdstype, navnlig metoden design-based research (DBR), hvor ny viden og nye designs genereres gennem iterative processer. Her udviskes det klassiske skel mellem forskning og udvikling (Christensen et al., 2012; Bakker, 2018). Det er således afgørende, at problemstillinger identificeres i et gensidigt deltagende og ligeværdigt fællesskab.

Der er potentialer i at arbejde DBR-orienteret fremadrettet i projektet, men der er udfordringer, vi skal forholde os til. I projektets tredje år er der blevet inddraget flere deltagende lærere. Cobb & Jackson (2011) anbefaler kontinuitet i samarbejdet og at undgå udskiftning af projektets deltagere. Ree & Sjursø (2024) erfarer ligeledes, at inddragelsen af nye deltagere kan fordrer en genetablering af trygge relationer i partnerskabet. I forhold til ledelsens afgørende rolle i at understøtte og skabe en positiv fortælling om projektet samt opmærksomheden på tildeling af nødvendige ressourcer til lærerne oplever forfatterne en stor opbakning og omhyggelighed. I projektet har forfatterne dog også oplevet udfordringer i forbindelse med balanceringen af forsknings- og udviklingsaktiviteter. Forskere vil ofte være underlagt krav om vidensdeling og -produktion og kan opleve disse som ydre incitamenter til at deltage i forskningsprojekter. Dette er derimod ikke gældende for deltagende lærere, som i højere grad er drevet af indre incitamenter som forbedring og udvikling af praksis (Schlicht-Schmälzle et al., 2024). Det er dog betryggende, at lærerne i dette projekt ikke oplever denne ubalance. I det retrospektive interview, hvor forfatterne spørger til deres oplevelse af denne (u)balance, siger matematikvejlederen: "Det [ubalancen] har jeg ikke tænkt over [...] Det er ikke noget, jeg har bemærket" (retrospektivt interview, matematikvejleder). Dette åbner for udforskning af Jaworskis (2004) niveau 3 omhandlende systematisk forskning, hvor refleksioner forankres teoretisk med henblik på udvikling af matematikundervisning.

Afslutning

Idet projektet allerede har til hensigt at etablere et langsigtet samarbejde, anerkender projektets rammer allerede tidens afgørende rolle i opnåelsen af et succesfuldt samarbejde. Derudover har vi erfaret, at tryghed og vitaliseringsmiljøer bidrager til følelsen af ligeværd og fælles ansvar og villigheden til at deprivatisere praksis på mange måder. Ligeledes har den systematiske tilgang til workshops og ledelsens opbakning haft afgørende betydning for muligheden for at udvikle og etablere et ligeværdigt samarbejde om udvikling af matematikundervisning.

Referencer

- Albrechtsen, T.R.S. (2013). *Professionelle læringsfællesskaber – teamsamarbejde og undervisningsudvikling*. Dafolo.
- Albrechtsen, T.R.S. (red.) (2016). *Professionelle læringsfællesskaber og fagdidaktisk viden*. Dafolo.
- Albrechtsen, T.R.S. (2019). Forskningsengageret skoleudvikling? I A. Oettingen & K. Thorgård (red.), *Universitetsskolen – mellem forskning, uddannelse og skoleudvikling* (s. 181-191). Dafolo.
- Bakker, A. (2018). What is design research in education? I A. Bakker (red.), *Design research in education* (s. 3-22). Routledge.
- Blomhøj, M. (1995). Den didaktiske kontrakt i matematikundervisningen. *Kognition og pædagogik*, 4(3), 15-25. <https://forskning.ruc.dk/en/publications/den-didaktiske-kontrakt-i-matematikundervisningen>
- Blomhøj, M. (2013). Hvad er undersøgende matematikundervisning? Og virker den? I M.W. Andersen & P. Weng (red.), *Håndbog om matematik i grundskolen – læring, undervisning og vejledning* (s. 172-188). Dansk Psykologisk Forlag.
- Buhl, R. & Skovhus, R.B. (2014). *Hvad er forskningscirkler, og hvordan arbejder vi med dem?* VIA University College. https://www.ucviden.dk/ws/portalfiles/portal/107149586/Hvad_er_forskningscirkler_Og_hvordan_arbejder_vi_med_dem_Rita_Buhl_og_Randi_Skovhus_Februar_2014.pdf
- Christensen, O., Gynther, K. & Petersen, T.B. (2012). Design-based research – introduktion til en forskningsmetode i udvikling af nye e-læringskoncepter og didaktisk design medieret af digitale teknologier. *Læring og medier*, 5(9), 1-20. <https://tidsskrift.dk/index.php/lom/article/view/6140/6108>
- Cobb, J. & Jackson, K. (2011). Towards an empirically grounded theory of action for improving the quality of mathematics teaching at scale. *Mathematics Teacher Education and Development*, 13(1), 6-33. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ960944.pdf>
- Coburn, C. & Penuel, W.R. (2016). Research-practice partnerships in education: Outcomes, dynamics, and open questions. *Educational Researcher*, 45(1), 48-54. <https://doi.org/10.3102/0013189X16631750>

- Czarniawska, B. (2020). Narratologi og feltstudier. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (3. udgave, s. 347-375). Hans Reitzels Forlag.
- Dreyøe, J., Larsen, D.M., Hjelmberg, M.D., Michelsen, C. & Misfeldt, M. (2017). Inquiry-based learning in mathematics education: Important themes in the literature. I E. Norén, H. Palmér & A. Cooke (red.), *Nordic Research in Mathematics Education: Papers of NORMA 17* (s. 329-342). SMDF. <https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/295161907/FULLTEXT01.pdf>
- EVA. (2021). *Teamsamarbejde i folkeskolen – kvantitativ analyse af teamsamarbejde med afsæt i viden om professionelle læringsfællesskaber*. Danmarks Evalueringsinstitut. <https://eva.dk/udgivelser/2021/apr/teamsamarbejde-i-folkeskolen-kvantitativ-analyse-af-teamsamarbejde-med-afsaet-i-viden-om-professionelle-laeringsfaellesskaber>
- Flyvbjerg, B. (2020). Fem misforståelser om casestudiet. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog*, (3. udgave, s. 621-655). Hans Reitzels Forlag.
- Folkvord, K.A. (2024). Profesjonsutvikling i partnerskap – utfordringer og muligheter. I K.A. Folkvord, E. Munthe, T.S. Søndervik, I.S.B. Hurlen & H. Lyngstad (red.), *Profesjonsutvikling i partnerskap* (s. 7-14). Universitetet i Stavanger.
- Hansen, J.H. (2009). *Narrativ dokumentation – en metode til udvikling af pædagogisk arbejde*. Akademisk Forlag.
- Hansen, T.I., Elf, N., Misfeldt, M., Gissel, S.T. & Lindhardt, B. (2020). *Kvalitet i dansk og matematik – et lodtrækningsforsøg med fokus på undersøgelsesorienteret dansk- og matematikundervisning*. Danmarks Lærerforening, Børne- og Undervisningsministeriet & Skolelederforeningen.
- Jaworski, B. (2004). Grappling with complexity: Co-learning in inquiry communities in mathematics teaching development. I *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 1, s. 17-36).
- Kousholt, D. & Højholt, C. (2011). Forskningssamarbejde og gensidige læreprocesser. I C. Højholt (red.), *Børn i vanskeligheder – samarbejde på tværs* (s. 207-237). Dansk Psykologisk Forlag.
- Kragh, E., Petersen, V. & Vejen, B. (2021). Kollegial vejledning – når læringsfællesskabet arbejder. I M.W. Andersen & P. Weng (red.), *Håndbog om matematik i grundskolen* (2. udgave, s. 534-572). Dansk Psykologisk Forlag.
- Lang, P., Little, M. & Cronen, V. (1990). The systemic professional: Domains of action and the question of neutrality. *Human Systems: The Journal of Systemic Consultation and Management*, 1, 39-55. <https://terapia.co.uk/wp-content/uploads/2020/05/03.-Domains-paper.pdf>
- Lauvås, P. & Handal, G. (2015). *Vejledning og praksisteori*. Forlaget Klim.
- Lave, J. & Wenger, E. (1998). Situeret læring ved legitim perifer deltagelse. I M. Hermansen (red.), *Fra læringens horisont – en antologi* (s. 151-160). Forlaget Klim.
- Mogensen, A., Rask, L., Lindhardt, B., Østergaard, K. & Rostgaard, P. (2014). *Fagteamsamarbejde og matematikvejlederfunktion i grundskolen* [rapport].
- Mørch, S.I. (2008). *Pædagogiske praksisfortællinger*. Academica.

- Nielsen, B.S. & Nielsen, K.A. (2020). Aktionsforskning. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (3. udgave, s. 137-165). Hans Reitzels Forlag.
- Nielsen, L.T. (2012). *Teamsamarbejdets dynamiske stabilitet – en kulturhistorisk analyse af læreres læring i team*. Forlaget UCC.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring – ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Undervisningsministeriet.
- Persson, S. (2009). *Forskningscirklar – en vägledning*. Resurscentrum för mångfaldens skola.
- Rambøll. (2023). *Matematikvejlederes oplevelse og håndtering af elever i matematikvanskeligheder* [rapport]. <http://dansma.dk/wp-content/uploads/2024/09/Matematikvejledersurvey-1.pdf>
- Ree, M. & Sjørø, I.R. (2024). Faser i et utstrakt partnerskap. I K.A. Folkvord, E. Munthe, T.S. Søndervik, I.S.B. Hurlen & H. Lyngstad (red.), *Profesjonsutvikling i partnerskap* (s. 25-32). Universitetet i Stavanger.
- Schlicht-Schmälzle, R., Hill, J., Folkvord, K.A., Tharaldsen, K.B., Wargo, J., Hartmann, U. & Révai, N. (2024). *Bridging the research-practice gap in education: Initiatives from three OECD countries*. OECD Education Working Paper No. 319. OECD.
- Sterup, N. & Hjelmberg, M. (2025). *Lower secondary mathematics teachers' understanding of quality in inquiry-based mathematics*. I C.K. Skott, M. Blomhøj, A. Eckert, R. Elicer, R. Herheim, B. Kristinsdóttir, D.M. Larsen, G.A. Nortvedt, P. Nyström, J.Ö. Sigurjónsson & A.L. Tamborg (red.), *Interplay between research and teaching practice in mathematics education: Proceedings of Norma 24 – The Tenth Nordic Conference on Mathematics Education*. SMDF.
- STUK. (2024). *Vejledning til folkeskolens prøver i matematik*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/folke/pdf24/nov/241112-matematik-fp9--2-.pdf>
- Tanggaard, L. & Brinkmann, S. (2020). Interviewet – samtalen som forskningsmetode. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (3. udgave, s. 33-63). Hans Reitzels Forlag.
- Thomsen, R., Buhl, R. & Skovhus, R.B. (2017). Forskningscirkelledelse i praksis. *Nordic Studies in Education*, 37(1), 46-60. <https://www.scup.com/doi/abs/10.18261/issn.1891-5949-2017-01-05>
- Tønnesvang, J. & Hedegaard, N.B. (2015). *Vitaliseringsmodellen – en introduktion*. Forlaget Klim.
- Tønnesvang, J. & Ovesen, M.S. (red.) (2012). *Psykologisk ilt i pædagogisk og organisatorisk arbejde – praksisudvikling på grundlag af vitaliseringspsykologi*. Forlaget Klim.

English abstract

It is not straightforward to establish a researcher-practitioner partnerships based on equal collaboration in a research-initiated development project with the aim of developing mathematics teaching. Methodologically, we have used narratives, they are based on minutes, logs and three fully transcribed semi-structured interviews. Our results indicate the feeling of shared responsibility contributes to the willingness to discuss practice. Likewise, the systematic approach to workshops, continuity, support from the head of school and the long-term perspective have been crucial for the possibility of developing mathematics teaching.

AI i matematikundervisningen på gymnasiet: Lærernes oplevelser og elevernes praksis



Dorte Moeskær Larsen,
STEM Center for
Uddannelsesforskning –
FNUG, SDU



Ane Møller Svendsen, SDU



Simon Michael Rosenberg
Petri, SDU



Chunfang Zhou,
STEM Center for
Uddannelsesforskning –
FNUG, SDU

Abstract: Artiklen undersøger anvendelsen af kunstig intelligens (AI) i gymnasiets matematikundervisning med fokus på både læreres og elevers perspektiver samt på de indsigter, der opstår, når disse perspektiver kobles sammen. Grundlaget er ni kvalitative interviews med lærere og en spørgeskemaundersøgelse blandt 153 elever, analyseret gennem en induktiv tematisk analyse. Resultaterne viser, at eleverne primært udtrykker, at de anvender AI til at støtte deres matematikforståelse uden for klasserummet, mens lærerne udviser både nysgerrighed og skepsis. Undersøgelsen peger på et potentiale for gensidig læring samt et behov for kompetenceudvikling og en tydelig pædagogisk rammesætning, der kan støtte integrationen af AI som et fagligt supplement.

Indledning

Siden lanceringen af ChatGPT i 2022 er både interessen for og anvendelsen af generative AI-værktøjer (AI) eksploderet på ungdomsuddannelserne (Jensen, 2024). Dette har skabt divergerende holdninger blandt lærere og ledere: Nogle tillader AI under specifikke betingelser, mens andre har valgt totalforbud, og det beskrives ofte, at eleverne anvender teknologien uanset skolens politik (Romme-Mølby, 2023; Skovhus et al., 2023a, 2023b). For at træffe kvalificerede beslutninger om AI i matematikundervisningen er det nødvendigt at forstå teknologiens muligheder og begrænsninger. AI beskrives som maskinbaserede systemer, der kan analysere store datamængder

og genkende mønstre ud fra probabilistiske principper og med selvforbedrende algoritmer, fx ChatGPT (Sørensen et al., 2024). Generative AI-modeller adskiller sig fra tidligere digitale hjælpemidler som lommeregnerne og CAS-systemer, idet de arbejder probabilistisk og kontekstafhængigt, hvilket giver både nye pædagogiske muligheder og nye faglige udfordringer. Flere forskere fremhæver fx potentialet for differentieret undervisning og øjeblikkelig feedback, men advarer samtidig mod risikoen for, at elever mister kritisk tænkning og dybdelæring (Bonami et al., 2020; Selwyn, 2016; Williamson, 2017; Knox, 2020). Mange lande har allerede integreret AI i uddannelsesstrategier for at udnytte teknologiens transformative potentiale (Han et al., 2018; Lee et al., 2022). I Danmark er AI ikke eksplicit nævnt i gymnasiets mål, men arbejdet med forståelsen af teknologiers funktion, anvendelser og etiske implikationer kan måske ses som en del af gymnasiets dannelsesopgave: at ruste elever til videregående uddannelse og til at agere som reflekterede, ansvarlige borgere i et digitaliseret samfund (Ng et al., 2021; Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2024; Bekendtgørelse af lov om de gymnasiale uddannelser, 2019). I denne kontekst har Styrelsen for Undervisning og Kvalitet udgivet ti anbefalinger om meningsfuld integration af AI i gymnasiets undervisning, der især fokuserer på rammesætning, lærerkompetencer og ansvarlig brug af teknologien (2024). Disse anbefalinger er brede og gælder for alle fag, men mangler konkrete retningslinjer for matematikundervisningen. Samtidig står gymnasielærere over for en ny hverdag, hvor elever allerede anvender AI, og der er en intens debat om, hvordan dette bedst håndteres i undervisningen. Det er derfor væsentligt at undersøge det brede didaktiske fokus i forhold til, hvordan det lige nu gribes an i Danmark, både i forhold til læreres oplevelser med, hvad de ser af muligheder og udfordringer, og med fokus på, hvordan eleverne allerede anvender AI i matematikundervisningen, og hvad de ser af muligheder og udfordringer. Vi stiller derfor følgende forskningsspørgsmål, som har både et lærerperspektiv og et elevperspektiv:

Hvordan begrundes og anvendes matematiklærere og gymnasieelever AI i matematikundervisningen på gymnasiet?

Hvilke indsigter giver samspillet mellem deres perspektiver i forhold til, hvordan AI bedst kan integreres i matematikundervisningen på gymnasiet?

AI i matematikundervisning

Forskning i brugen af AI i gymnasiets matematikundervisning er et hurtigt voksende felt præget af både begejstring for læringspotentialet og opmærksomhed på pædagogiske og etiske dilemmaer. Flere reviews understreger vigtigheden af, at anvendelsen af AI i undervisningen sker kritisk og didaktisk. Tahiru (2021) fremhæver, hvordan AI kan åbne for nye former for interaktiv læring, personalisering af undervisningen og

automatisering af administrative processer, hvilket kan frigøre tid for lærere og institutioner. Samtidig peger han på nødvendigheden af at håndtere etiske spørgsmål, data-privacy og risici forbundet med teknologisk afhængighed. Bhatt og Muduli (2023) understreger, at innovative teknologier som AI kan styrke læring og kompetenceudvikling, da AI kan skabe personligt tilpassede læringsoplevelser, øge motivation og engagement samt tilpasse indhold, tempo og metoder, hvilket fremmer en dybere forståelse og et bedre læringsudbytte. Hwang (2022) påviser i en metaanalyse betydelige forbedringer i elevers matematikpræstationer og begrunder det med AI-teknologiens evne til at levere individualiseret feedback og praksisnær støtte. Canonigo (2024) peger på, at AI støtter begrebsmæssig forståelse og elevernes handlekompetence, men at det samtidig kræver en kritisk vurdering af teknologisk bias og har konsekvenser for social interaktion. Daher og Gierdien (2024) fremhæver, at ChatGPT kan fremme forståelse via inkluderende sprog og klare forklaringer, men understreger nødvendigheden af lærervejledning, da modellerne lejlighedsvist producerer fejlagtige svar. Vejledningen skal derfor støtte læreren i at hjælpe eleverne med at vurdere og korrigere modellens output, stille opfølgende spørgsmål og fremme kritisk tænkning.

Læreren beskrives som afgørende for en succesfuld AI-praksis i matematik. Egara og Mosimege (2024) finder, at kun 17 % af gymnasielærerne kender til eller bruger ChatGPT, men dem, der gør, rapporterer om et øget elevengagement og lettere begrebsforståelse. Andre studier viser, at udviklingen ledsages af tekniske barrierer, behov for justering af læseplaner, samt at der er begrænset efteruddannelse og forskellige elevforudsætninger (Egara & Mosimege, 2024; Awang et al., 2025). Læreres erfaring med og forståelse af AI beskrives som afgørende for pædagogisk integration og håndtering af dilemmaer om automatiseret feedback og autenticitet (Canonigo, 2024; Barana et al., 2023).

Fra et elevperspektiv åbner AI muligheder for individualiseret læring og selvstændig progression. Dalsgaard og Prilop (2025) viser, at elever i gymnasiet i Danmark primært bruger AI til forklaringer, idéer, overblik og vejledning i opgaveløsning. International forskning peger på, at AI kan bruges til at give målrettet feedback samt fremmer refleksion over og variation i arbejdsformer (Contel & Cusi, 2024; Rutherford et al., 2024). AI kan øge motivation og engagement, da systemerne tilpasses forskellige niveauer og tilbyder kontinuerlig støtte, hvilket understøtter fastholdelse i matematik (Hwang, 2022). Samtidig skaber udbredt AI-brug udfordringer i forhold til vurdering, risiko for ukritisk brug og mindre udvikling af selvstændige problemløsningskompetencer (Barana et al., 2023; Infante et al., 2025). Endelig fremhæver flere studier, at det vigtigste er, at AI ikke må erstatte udviklingen af solide matematiske grundkompetencer, som fortsat er det vigtigste (Kelleher, 2019).

Samlet viser forskningen, at AI har et stort potentiale til at styrke læringen og undervisningen, men at det samtidig kræver kritisk refleksion, opkvalificering og en afbalanceret integration.

Metode

For at undersøge, hvordan AI integreres i gymnasimatematik, bygger denne artikel på to undersøgelser udført af matematikstuderende ved Syddansk Universitet. Den første, anvendt i en projektopgave (Petri, 2025), omfatter kvalitative interviews med ni gymnasimatematiklærere om deres erfaringer med og perspektiver på AI i undervisningen. Den anden, et masterspeciale (Svendsen, 2025), består af en spørgeskemaundersøgelse blandt 153 elever fra tre gymnasier om deres brug af AI og de muligheder og udfordringer, de oplever. De to undersøgelser belyser henholdsvis lærernes og elevernes perspektiver og er sammenbundet her for at give et nyt, sammenholdende perspektiv på AI i undervisning og læring. Ved at binde data fra de to undersøgelser sammen i en fælles analyse får artiklen her et nyt perspektiv, idet den ikke kun belyser lærernes og elevernes erfaringer hver for sig, men også muliggør en sammenlignende forståelse af, hvordan AI påvirker undervisning og læring på tværs af de to niveauer. Denne integration fremhæver både potentialer og udfordringer ved AI i matematikundervisningen og skaber et mere nuanceret billede af, hvordan teknologien kan og ikke kan understøtte læring i praksis.

I forhold til lærerperspektivet blev ni undervisere fra fem forskellige gymnasier interviewet af forfatter tre gennem semistrukturerede interviews (Kvale & Brinkmann, 2009). Udvalgelsen begyndte med, at 15 tilfældige gymnasier blev kontaktet af forfatteren, hvilket førte til, at fem gymnasier meldte tilbage og deltog i undersøgelsen. På hvert af disse gymnasier blev én lærer rekrutteret som primær deltager, hvorefter fire af disse lærere hver henviste til en kollega, som ligeledes blev interviewet. Denne tilgang, der kombinerer tilfældig udvælgelse og en mini-snowball-metode, sikrede variation i skolernes kontekst, men det skete samtidig på grund af en praktisk tilgængelighed. Interviewene varede omkring 30-45 minutter. Fire interviews blev gennemført online med videooptagelse, og fem blev afholdt fysisk med lydoptagelse. Udarbejdelsen af interviewguiden blev baseret på Kellehers (2019) introduktion til dyb læring og kunstig intelligens. Interviewguiden omfattede spørgsmål om deltagernes forståelse af og holdninger til kunstig intelligens, deres erfaringer med AI i undervisningen samt deres syn på AI-literacy for både elever og lærere. Derudover adresserede guiden sammenhængen mellem kritisk tænkning, matematikfaget og brugen af AI samt håndtering og validering af svar fra potentielt mere avancerede AI-systemer. Alle optagelser er transskriberet og anonymiseret: Deltagerne er benævnt med bogstaverne A til I. Lærerne har alle flere års undervisningserfaring, og fire af dem (C, E, H og I) har mange års undervisningserfaring (mere end 10 år). Samtlige deltagere gav informeret samtykke til brug af deres data under betingelse af anonymitet. En anden analyse af disse data fremgår af et bogkapitel af Zhou, Petri og Bhattacharyya (2025). I denne artikel er der særligt fokus på, hvad en AI-literacy indeholder.

I forhold til at forstå elevernes perspektiv blev der gennemført en spørgeskemaundersøgelse, der omfattede 153 elever fra tre gymnasier. De tre gymnasier var valgt på grund af forfatterrelationer. Undersøgelsen blev gennemført anonymt i marts 2025 og omhandlede elevernes anvendelse af og erfaringer med samt holdninger til AI i matematik. Spørgeskemaet startede med køn og klassetrin efterfulgt af anvendelse af AI. Elever, der ikke bruger AI, afsluttede spørgeskemaet tidligt, mens AI-brugere blev ført videre til spørgsmål om anvendelse og holdninger. Flere svarmuligheder var mulige, men eleverne kunne også springe spørgsmål over. 14 % påbegyndte, men gennemførte ikke spørgeskemaet. Fordelingen mellem elevernes tre niveauer var: 69 % i 1. g, 25 % i 2. g og 6 % i 3. g.

Analysen af lærerinterview-dataene samt de statistiske resultater fra spørgeskemaet blev gennemført ved en induktiv tematisk tilgang, som beskrevet af Brown og Clarke (2006). Først blev der gennemført en familiarisering med data, hvor forfatterne foretog en indledende gennemlæsning af interviewmaterialet og survey-svarene for at få et overblik over indholdet. Herefter fulgte en generering af temaer, hvor to af forfatterne sammen identificerede interessante mønstre og tendenser i dataene. Det var vigtigt i denne fase at sikre, at udvælgelsen af temaer fremviste alle de forskellige perspektiver, som kunne udledes af empirien, så dataene blev præsenteret nuanceret og med plads til både elev- og lærerperspektiver. I næste fase søgtes efter de fælles temaer, der var på tværs af de to forskellige empiriske datasæt, og nu blev de enkelte temaer organiseret i samlende potentielle nye temaer, der kan bidrage til en fælles forståelse på tværs af elev- og lærerperspektivet. På tværs af de to perspektiver blev der konstrueret tre temaer, der tilsammen svarer på forskningsspørgsmålet:

Tema 1: Begrundelser for AI i undervisningen

Tema 2: Konkret anvendelse af AI i matematikundervisningen

Tema 3: Fremtidsperspektiver og konsekvenser ved brug af AI i matematikundervisningen.

Det skal understreges, at undersøgelsen bygger på et relativt begrænset datamateriale bestående af ni lærerinterviews og elevspørgeskemaundersøgelser på tre udvalgte gymnasier. Resultaterne skal derfor ikke opfattes som repræsentative for hele gymnasiesektoren, men snarere som et indblik i nogle få læreres og elevers perspektiver på AI i matematikundervisningen i Danmark. Dette er vigtigt at have for øje ved læsningen og forståelsen af artiklens pointer.

Empiri fra matematikundervisningen i Danmark

Lærerperspektiver på anvendelsen af AI i matematikundervisningen

Matematikgymnasielærerne (A-I) udtrykker en nuanceret og til tider ambivalent tilgang til anvendelsen af AI i matematikundervisningen. Lærernes AI-kompetencer fremstår generelt som begrænsede, idet de fleste havde svært ved at præcisere, hvad AI indebærer, og ofte gav diffuse eller upræcise beskrivelser af, hvad AI er. Enkelte lærere, såsom B og H, udviste dog en relativt høj teknisk forståelse, hvor B eksempelvis anvendte et begreb som "neural network" og også havde udviklet et undervisningsforløb med lineær algebra anvendt i ChatGPT, mens H havde erfaring med programmering i Python og havde gennemført et kursus i maskinlæring. Lærerne B, D og G havde derfor eksperimenteret med AI, og de udviste samtidig en større villighed til at integrere teknologien, mens lærere uden praktisk erfaring med AI, som A og E, udviste skepsis, ofte begrundet i bekymringer om forstyrrelse af eksisterende pædagogiske praksisser eller manglende teknisk fortrolighed (læs mere om dette i Zhou et al., 2025).

Begrundelser for AI i undervisningen (tema 1):

Et gennemgående tema i lærernes udsagn er behovet for at ruste eleverne til at begå sig i et samfund præget af AI. A, B, F, H og I er af den opfattelse, at det at kunne anvende en AI er en vigtig kompetence, som bør indgå i undervisningen på ungdomsuddannelserne. En enkelt lærer (F) kommer ind på, at matematikfaget har et specielt ansvar for at lære elever om, hvordan fx de store sprogmodeller er opbygget: "Altså, ja, især hvis man kan vise sådan, at man kan gå i gang med at forklare, hvordan AI egentlig virker [...] Så hvis man kunne lave et forløb og sådan noget [...] hvor man rent faktisk kommer ind og forklarer, jamen sådan her virker de rent faktisk, så ville det i hvert fald for nogle elever [...] være interessant at kunne være med til at præge dem i den retning" (F). Samtidig mener lærerne, at eleverne generelt har en så dårlig digital dannelse, at de ikke er i stand til kritisk at vurdere information (A, B, H), og at de mangler den nødvendige selvstændighed til på egen hånd at kunne tilegne sig disse færdigheder (F). Her understreges vigtigheden af kritisk sans, teknologiforståelse og refleksion: "Det handler om opmærksomheden på: Hvad er det? Hvad er formålet med den? Hvordan kommer den frem til de svar, den giver dig? Hvad er det, du skal være kritisk over for?" (D). Flere lærere fremhæver, at gymnasiet netop har et ansvar for at skabe et fundament for elevernes evne til at handle kompetent i en AI-præget fremtid: "Når de er færdige på gymnasiet, skal de være i stand til at træffe velovervejede beslutninger fremadrettet" (A).

Anvendelsen af AI i matematikundervisningen (tema 2):

Der er ikke enighed blandt lærerne om, hvordan AI bedst indgår i undervisningen. Nogle lærere fremhæver behovet for systematiske beslutninger fra regeringen og en

mere struktureret implementering, fx som et selvstændigt fag (G). Andre understreger, at AI-brugen står i kontrast til bevægelsen mod færre hjælpemidler og et øget fokus på manuelle udregninger (F), og er derfor mere skeptiske. Lærerne B, D, F og G har forsøgt at bruge AI til at generere matematikopgaver. Resultaterne var i nogle tilfælde utilfredsstillende (B, D), men i andre tilfælde beskrives de som brugbare (F, G). Nogle lærere oplevede fejlbehæftede eller pensum-uoverensstemmende resultater (B, D, C), hvilket gjorde anvendelsen mindre optimal. En lærer eksperimenterede med AI som en adaptiv træningspartner, men teknologien foreslog løsninger uden for pensum, som kunne forvirre eleverne (C). B anvendte AI som en form for "studiekammerat" for eleverne, hvilket viste sig at fungere godt for de fagligt stærke, men i mindre grad for de lavt præsterende. AI nævnes af flere lærere som en mulighed for at reducere rettebyrden og frigive tid til relationelt arbejde: "Det kan selvfølgelig være meget rart at få lettet rettebyrden en gang imellem." (A); "Så kan man flytte lærerne fra at sidde derhjemme ved et skrivebord og arbejde til at arbejde sammen med eleverne." (H). Alligevel fastholder flere lærere, at teknologi ikke kan erstatte deres dømmekraft og pædagogiske skøn: "Jeg kender mine elever godt nok til at sige: Jamen den dygtige elev der kan jeg godt stille nogle højere krav til." (E). Relationen mellem lærer og elev ses som udfordret af AI, især i forhold til trivsel og fastholdelse: "Jeg tror ikke, løsningen er at få mere computer indover. Jeg tror, løsningen bliver mere menneskelig kontakt." (A). D frygter at miste relationen til eleverne og har svært ved at stole på, at AI kan give tilstrækkelig kvalificeret feedback. E understreger, at relationen til eleverne er hendes ansvar og ikke kan outsources, idet evaluering kræver en menneskelig instans. C har blandede følelser: Han bekymrer sig om utilsigtede konsekvenser, fx at eleverne "forvandles" til maskiner, men overvejer samtidig, om AI-aflastning kan give mere tid til indsigt og elevkontakt. Endelig beskrives også lærerens ansvar for at modvirke snyd og sikre faglig integritet: "Vi er også nødt til at holde den store pisk over eleven og sørge for, at han eller hun ikke snyder." (H).

Fremtidsperspektiver og konsekvenser ved AI (tema 3):

Holdningerne til AI er ofte knyttet til graden af erfaring med teknologien. De lærere, der har arbejdet eksperimenterende med AI, udviser generelt større åbenhed over for og interesse for dens anvendelse. Et tilbagevendende kritikpunkt er, at AI ofte begår fejl i matematiske beregninger: "ChatGPT er jo elendig til at udregne tal." (G). Men vigtigere end præcision er bekymringen for, at teknologien kan undergrave selve kernen i matematikfaget – evnen til at tænke. Flere lærere frygter, at eleverne overtager svar ukritisk: "Du lærer ikke at tænke selv ved at udlicitere det til en robot, vel?" (B). "Det er jo min største frygt [...] at eleverne ikke har en jordisk chance for at se, at det her er noget vads." (D). Derfor argumenteres der for, at AI i fremtiden bør anvendes som et redskab, der kan understøtte elevernes tænkning – ikke erstatte

den. Nogle ser et potentiale i at bruge AI som en slags modspiller, der så skal bruges til at skærpe elevernes kritiske sans: "Man kunne arbejde sammen med AI [...] og så træne eleverne i at afkode det." (F)

AI's rolle i forhold til lighed og adgang til støtte fremhæves som et positivt aspekt. Lærerne peger på, at elever uden stærkt fagligt eller socialt netværk muligvis kan drage fordel af teknologien: "De elever, der ikke har så stærkt et netværk [...] har måske bedre adgang til hjælp og information gennem et sted som ChatGPT." (A) og "Dem, der har en voksen derhjemme [...] har jo en fordel. Nu kan de andre så spørge ChatGPT og få lidt hjælp derhjemme." (I).

Dermed kan AI måske bidrage til at udligne nogle af de strukturelle uligheder, der præger elevernes muligheder for at få støtte uden for skoletiden.

Opsummering af lærerperspektivet

Samlet set er gymnasielærernes perspektiver på AI i matematikundervisningen præget af både håb og forbehold. Teknologien anses for at rumme et betydeligt potentiale som pædagogisk støtteværktøj – særligt i forhold til differentiering, individualiseret hjælp og lettelse af rettebyrden – hvilket harmonerer med internationale fund, der fremhæver AI's evne til at skabe mere personligt tilpassede og engagerende læringsforløb (Tahiru, 2021; Bhatt & Muduli, 2023; Hwang, 2022). Lærernes erfaringer peger på, at AI måske kan bidrage til at frigøre tid og understøtte læringsprocesser, men samtidig aktualiserer teknologien et behov for kritisk refleksion og didaktisk bevidsthed. Lærerne udtrykker bekymring for, at elevernes selvstændige tænkning og faglige forståelse kan svækkes, hvis teknologien anvendes ukritisk – en problematik, som også identificeres i forskningen af AI's etiske og pædagogiske implikationer (Canonigo, 2024; Daher & Gierdien, 2024). Den danske empiri understøtter dermed internationale tendenser, men tilføjer nuancer vedrørende lærerens rolle som rammesætter og faglig garant for, at teknologien anvendes i overensstemmelse med matematikfagets mål.

Elevperspektivet på AI

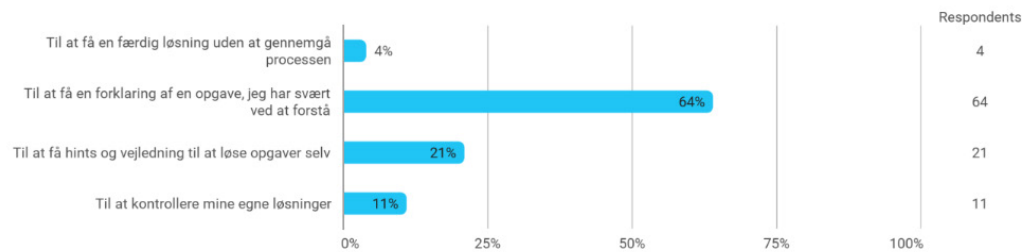
For at få indsigt i, hvordan elever konkret anvender og tænker AI i matematikundervisningen, skal vi nu se på resultaterne fra elevspørgeskemaet fra tre forskellige gymnasier. I det gennemførte spørgeskema angiver 71 % af eleverne, at de anvender ChatGPT eller andre former for generativ AI i forbindelse med matematik, mens 16 % oplyser, at de aldrig benytter AI i sammenhæng med matematik.

Anvendelsen af AI i matematikundervisningen fra et elevperspektiv (tema 2):

I spørgeskemaundersøgelsen blev eleverne spurgt om anvendelsen af AI. De blev bl.a. bedt om at forholde sig til, hvordan de konkret anvender AI i matematikundervisningen. Her var der to elever, der udtalte: "Hvis jeg bruger det, er det både til forklaring

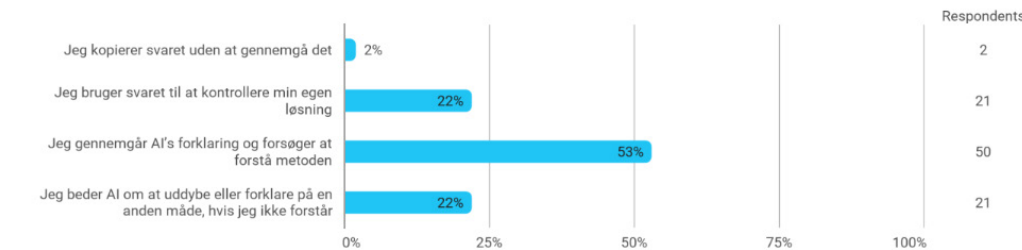
og til at kontrollere, at det, jeg har lavet, er korrekt” og “til forklaring af svære beviser, som den kan gøre nemmere”. Kun 4 % af de adspurgte elever angiver, at de primært benytter AI til “at få en færdig løsning uden at gennemgå processen”. Til gengæld svarer hele 64 %, at de anvender AI “til at få en forklaring af en opgave, jeg har svært ved at forstå” (se figur 1). Disse resultater indikerer, at majoriteten af eleverne ikke blot bruger AI som et redskab til at få hurtige svar, men snarere som et middel til at opnå en dybere forståelse. Denne form for anvendelse af AI kan måske tolkes som en støtte i at bevæge sig fra lavere kognitive niveauer som “at huske” mod højere niveauer såsom “at analysere” og “at forstå”. Dette understøttes yderligere af elevernes svar på spørgsmålet “Når AI giver et svar på en matematikopgave, hvad gør du så oftest?”, hvor svarmønstrene peger på en aktiv bearbejdning af AI’s output snarere end en ukritisk overtagelse (se figur 2).

Hvilken af følgende beskriver bedst, hvordan du bruger AI i matematik?



Figur 1. Elevbesvarelse om anvendelsen af AI

Når AI giver et svar på en matematikopgave, hvad gør du så oftest?



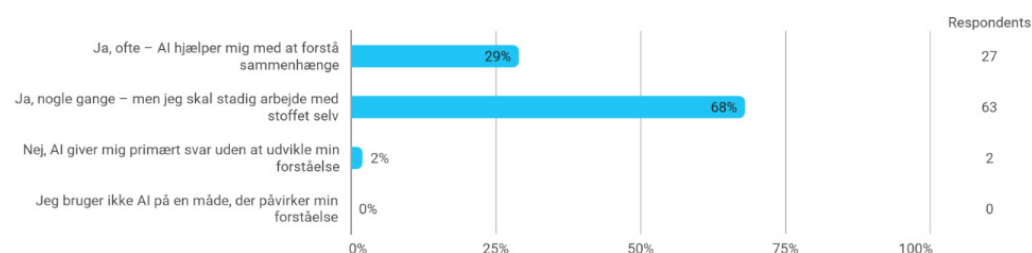
Figur 2. Elevbesvarelse om reaktioner på AI-svar

Kun 2 % af eleverne svarer, at de “kopierer svaret uden at gennemgå det”, 22 % svarer “Jeg bruger svaret til at kontrollere min egen løsning”, mens 53 % svarer “Jeg gennemgår AI’s forklaring og forsøger at forstå metoden”. Disse svar tyder på, at elevernes

primære brug af AI ikke er som en *black box*, men mere som et redskab, som er med til at udvikle en eller anden form for forståelse.

spørgsmålet "Har du oplevet situationer, hvor AI har hjulpet dig med at forstå matematik bedre?" (se figur 3) svarer 29 % af eleverne, at AI ofte bidrager til en bedre forståelse af matematiske sammenhænge. Yderligere 68 % angiver, at AI nogle gange understøtter deres forståelse, men at de stadig selv må arbejde aktivt med stoffet for at opnå dybere indsigt. Kun 2 % af eleverne tilkendegiver, at de ikke oplever, at AI bidrager til deres matematiske forståelse.

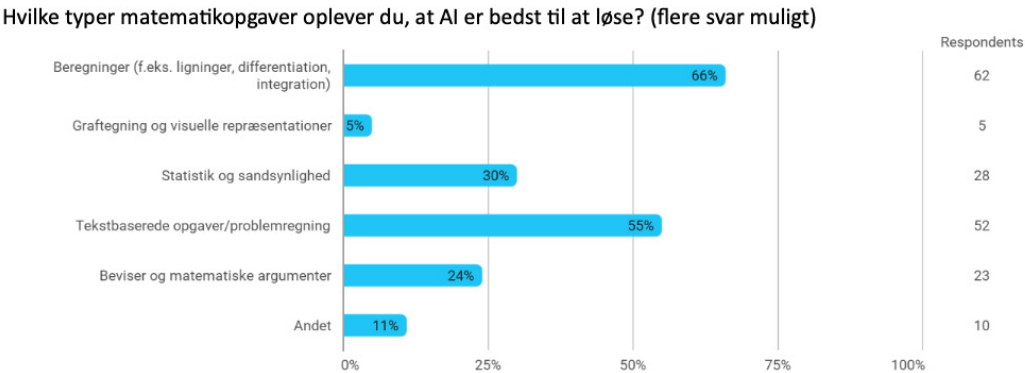
Har du oplevet situationer, hvor AI har hjulpet dig med at forstå matematik bedre?



Figur 3. Elevbesvarelse om, hvornår AI har hjulpet eleverne med at forstå matematik

I spørgeskemaet blev eleverne også bedt om at angive, hvilke typer af matematikopgaver de oplever, at AI egner sig bedst til at løse (se figur 4). Her fremgår det, at 66 % vurderer, at AI er særlig velegnet til beregninger, løsning af ligninger og lignende opgaver, mens 55 % fremhæver tekstbaserede opgaver. Til gengæld er det kun 5 %, der angiver, at AI er god til graftegning og visuelle repræsentationer.

Disse svar tyder på, at eleverne allerede har en differentieret forståelse af AI's styrker og begrænsninger og foretager bevidste valg om, hvilke opgavetyper de vælger at outsource til AI. Det ser ud til, at AI primært anvendes som støtte til algebraiske og tekstbaserede problemstillinger, mens visuelle opgaver i højere grad løses med andre værktøjer. Dette kan måske tolkes som et udtryk for, at eleverne i forvejen oplever at have adgang til hensigtsmæssige redskaber til grafisk repræsentation, eksempelvis GeoGebra.

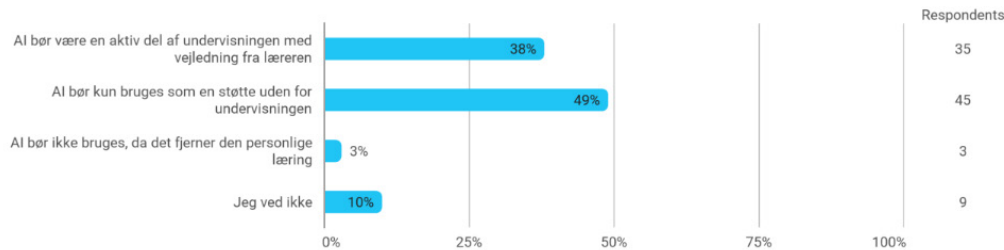


Figur 4. Elevbesvarelse om anvendelse af AI i forskellige typer af matematikopgaver. Eleverne måtte her gerne vælge flere svar.

Fremtidsperspektiver og konsekvenser ved AI fra et elevperspektiv (tema 3):

De elever, der angav i spørgeskemaet, at de anvender AI i matematik, blev efterfølgende spurgt, hvordan de foretrækker, at AI integreres i selve undervisningen (se figur 5). På dette spørgsmål svarer 49 %, at AI bør fungere som et støtteredskab uden for undervisningen, mens 39 % foretrækker, at AI inddrages aktivt i undervisningen under vejledning af en lærer. Kun 3 % mener, at AI ikke bør anvendes. Det er bemærkelsesværdigt, at næsten halvdelen af eleverne foretrækker at anvende AI som en ressource uden for den formelle undervisning.

Hvordan ville du helst have, at AI blev integreret i matematikundervisningen?



Figur 4. Elevbesvarelse om AI i matematikundervisningen

Alt i alt viser spørgeskemaundersøgelsen, at langt størstedelen af eleverne allerede benytter AI i matematik. Over halvdelen af eleverne angiver, at de bruger AI til at få forklaret opgaver, de har svært ved, og en tilsvarende andel oplyser, at de forsøger at forstå metoden bag AI’s svar frem for blot at kopiere løsninger. Kun en meget lille del bruger AI ukritisk som en “færdig løsning”. Flertallet af de adspurgte elever oplever,

at AI understøtter deres forståelse af matematiske emner, men de betragter det som et supplement, der ikke kan erstatte deres egen indsats eller lærerens rolle. I forhold til hvordan AI ideelt bør integreres i undervisningen, foretrækker lidt over halvdelen, at den bruges som støtte uden for undervisningen. En mindre, men stadig betydelig andel, ønsker, at AI skal indgå mere aktivt i undervisningen med støtte fra læreren.

Begrundelser for AI i undervisningen fra et elevperspektiv (tema 1):

Selvom eleverne ikke direkte blev spurgt om begrundelser for AI, kan det umiddelbart ses, at eleverne begrundet ønsket om at have AI i undervisningen med, at det kan understøtte deres forståelse og læring. Eleverne oplever, at AI hjælper dem med at få forklaret opgaver, de har svært ved, og med at forstå metoderne bag løsningerne. Eleverne ser altså AI som et praktisk redskab til beregninger og tekstbaserede opgaver, hvor man kan spare tid og få hurtig feedback, men uden at det kan erstatte den kritiske bearbejdning af stoffet. Samlet peger elevernes perspektiver på, at AI bør integreres i undervisningen, fordi det kan understøtte forståelse, give adgang til forklaringer på egen hånd og dermed styrke den aktive læringsproces, mens det stadig kræver egen indsats og lærerens støtte for at være effektivt.

Opsummering af elevperspektivet

Elevperspektivet fra spørgeskemaundersøgelsen understøtter – ligesom lærerperspektivet – de internationale studier. Eleverne er i overensstemmelse med Hwang (2022), Canonigo (2024) og Bhatt & Muduli (2023), i forhold til at AI kan fremme forståelse, refleksion og læring på højere kognitive niveauer. Flertallet af eleverne anvender primært AI til at få forklaringer og forstå metoder frem for blot at modtage færdige løsninger, hvilket styrker deres analyse- og problemløsningsevner og viser, at de reflekterer over AI's output (Barana et al., 2023). Samtidig foretrækker mange at bruge AI uden for undervisningstiden, hvilket indikerer en praksisnær skepsis og et behov for kritisk og didaktisk tilrettelæggelse (Daher & Gierdien, 2024).

Lærer- og elevperspektiver i samspil

I undersøgelsen har vi, som beskrevet i indledningen, haft et bredt didaktisk fokus i indsamlingen af data om AI, hvilket gør det muligt ikke blot at belyse, hvordan lærere og elever hver især forstår AI, men også hvordan deres perspektiver komplementerer, udfordrer og påvirker hinanden i en undervisningspraksis.

Både lærere og elever ser klare fordele ved brugen af AI i matematikundervisningen, men empirien viser, at deres perspektiver fremhæver forskellige aspekter, hvilket åbner for nye nuancer i forståelsen af teknologiens rolle. Lærerne lægger vægt på, at eleverne ikke blot skal anvende AI, men også opbygge kompetencer, kritisk sans og

teknologiforståelse, så de kan navigere kompetent i et samfund, hvor AI spiller en stadig større rolle. Flere lærere påpeger samtidig, at mange elever mangler digital dannelse og selvstændighed, og enkelte fremhæver, at matematikfaget har et særligt ansvar for at forklare opbygningen af store sprogmodeller og andre AI-systemer, hvilket styrker forståelsen af teknologiens fundament. Eleverne begrundes og ser derimod primært AI som et konkret læringsværktøj, som skal anvendes som støtte til forståelse af matematik (Dalsgaard & Prilop, 2025; Daher & Gierdien, 2024). Eleverne oplever generelt ikke, at AI kan erstatte lærerens rolle, men ser teknologien som et supplement, især når læreren ikke er tilgængelig. Dette står i kontrast til flere læreres opfattelse af, hvordan de mener eleverne anvender AI, hvilket fører til, at lærerne ofte har en skepsis over for teknologiens rolle i undervisningen (Egara & Mosimege, 2024; Awang et al., 2025). Lærernes villighed til at inddrage AI synes tæt forbundet med deres teknologiske erfaring og forståelse af AI: Lærere med praktisk erfaring udviser større åbenhed og eksperimenterer mere med AI, mens andre udtrykker bekymring for, at teknologien kan underminere den lærerstyrede læring eller fremme overfladisk tilegnelse af viden (Canonigo, 2024; Barana et al., 2023).

En vigtig dimension i denne diskussion er spørgsmålet om insourcing og outsourcing. Ifølge Bang et al. (2017) skal undervisere tage stilling til, hvilke aktiviteter der skal outsources til AI, og hvilke der skal insources, det vil sige fastholdes som elev- eller læreraktiviteter, der kræver faglig refleksion, kritisk tænkning og kreativ problemløsning. Ved at outsource automatiserbare og tidskrævende opgaver til AI kan der frigøres ressourcer, som i stedet kan anvendes til insourcete aktiviteter, hvor eleverne udvikler kompetencer, som AI ikke kan erstatte, såsom modellering af ukendte problemstillinger, strategisk tænkning og kreativitet. På denne måde understøttes både lærernes rolle som vejledere og elevernes AI-dannelse – deres evne til at forstå, vurdere og anvende AI-værktøjer på en meningsfuld og etisk forsvarlig måde.

Mens lærerne således efterspørger en mere bevidst og didaktisk forankret brug af AI i matematikundervisningen, peger data også på, at eleverne selv efterspørger tydeligere retningslinjer for, hvordan de bør arbejde med teknologien. Elevernes perspektiver viser, at de primært anvender AI som et forklaringsværktøj, men de giver i mindre grad udtryk for, hvilke aktiviteter de selv skal udføre, og hvilke der med fordel kan understøttes af AI. For at styrke elevernes læringsudbytte bliver det derfor afgørende, at de udvikler arbejdsformer, der gør dem bevidste om, hvad de aktivt skal arbejde med, når de insourcer eller outsourcer de matematiske kerneprocesser og dermed tager ansvar for den del af læringen, som kræver egen analyse, refleksion og forståelse.

Empirien viser, at eleverne i høj grad allerede har taget AI i brug, ofte uden forankring i den formelle undervisning (Dalsgaard & Prilop, 2025; Daher & Gierdien, 2024), mens lærerne endnu ikke i samme grad har indarbejdet en bevidst insource-/

outsourcemodel i deres planlægning. Dette misforhold kan medføre, at AI-brug uden faglig rammesætning bliver ureflekteret og giver varierende læringsudbytte. Samtidig peger undersøgelsen på et potentiale: Matematiklærere besidder i kraft af deres faglige baggrund i logik, analytisk tænkning og struktureret problemløsning særlig gode forudsætninger for at undervise i kritisk og reflekteret brug af AI, hvilket kan styrke integrationen af insourcete aktiviteter.

Det bør dog tydeligt bemærkes, at undersøgelsen bygger på et relativt begrænset og kontekstspecifikt datagrundlag, og hertil kommer, at elevernes selvrapporterede data kan være påvirket af social ønskværdighed eller selektiv erindring. Elevudsagnene kan eksempelvis være idealiserede i forhold til, hvad der reelt sker i praksis, idet eleverne – selvom surveyen var anonymiseret – måske ikke fuldt ud vil indrømme, hvordan de faktisk anvender AI. Disse forhold tilsiger, at konklusionerne bør tolkes med forsigtighed.

Konklusion

Undersøgelsen peger på en tydelig forskel mellem, hvordan matematiklærere og elever forstår og anvender kunstig intelligens i gymnasial matematikundervisning.

Med hensyn til *lærernes perspektiv* viser empirien, at AI endnu spiller en begrænset rolle i matematikundervisningen. Mange lærere udtrykker skepsis og usikkerhed over for teknologien, både på grund af manglende erfaring og på grund af bekymringer for, hvordan AI kan påvirke elevernes selvstændige læring og den pædagogiske praksis. De lærere, der har praktisk erfaring og teknologisk indsigt, udviser til gengæld større nysgerrighed og ser flere didaktiske muligheder i at inddrage AI som støtte i undervisningen.

Set fra *elevernes perspektiv* fremstår billedet markant anderledes. Eleverne anvender allerede i høj grad AI som en integreret del af deres arbejde med matematik – især til at få forklaringer, forstå fremgangsmåder og få støtte, når læreren ikke er tilgængelig. De udtrykker, at de primært bruger teknologien som et læringsredskab uden for klasserummet frem for et middel til at få færdige svar. Det vidner om en forholdsvis reflekteret tilgang, hvor AI ses som et supplement til lærerens undervisning snarere end en erstatning for den.

Når de to perspektiver sammenholdes, bliver et centralt misforhold tydeligt: Eleverne anvender AI aktivt og på egen hånd, mens lærerne ofte mangler de nødvendige kompetencer og pædagogiske rammer til at støtte og kvalificere denne brug. Det skaber en risiko for, at elevernes læring forbliver uensartet og ureflekteret.

På den baggrund konkluderes det, at hvis der skal være en meningsfuld integration af AI i matematikundervisningen, kræver det en målrettet indsats for at styrke lærernes teknologiske og didaktiske kompetencer. Det er nødvendigt at etablere tydelige

pædagogiske rammer, hvor AI bliver brugt, når det er relevant, og på en måde, som støtter matematikforståelsen hos eleverne.

Selvom udviklingen inden for AI sker med hastige skridt, og meget af det, vi ved i dag, hurtigt kan blive forældet, gør feltets strategiske betydning det afgørende, at vi ikke overlader udviklingen i matematikundervisningen til tilfældighederne eller til store, kommercielle amerikanske AI-platforme, som kontinuerligt videreudvikles uden direkte kobling til danske faglige og pædagogiske behov. Gymnasier og lærere må derfor konstant følge med, reflektere kritisk over nye teknologier og udarbejde strategier for, hvornår og hvordan AI bedst kan integreres i undervisningen. Det understreger samtidig nødvendigheden af en vedvarende dialog mellem forskning, praksis og pædagogisk udvikling, hvor lærere er centrale aktører i at forme rammerne for denne teknologibrug, så AI understøtter læring på en etisk, fagligt funderet og didaktisk meningsfuld måde.

Referencer

- Ambady, N. & Rosenthal, R. (1993). Half a minute: Predicting teacher evaluations from thin slices of nonverbal behavior and physical attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64(3), 431-441. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.64.3.431>
- Awang, L.A., Yusop, F.D. & Danaee, M. (2025). Current practices and future direction of artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(2), em0823. <https://doi.org/10.29333/iejme/16006>
- Bang, H. P., Grønæk, N., & Larsen, C. R. (2017). Out-and in-sourcing, an analysis model for the use of instrumented techniques. *Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Dublin: DCU Institute of Education and ERME. Hentet d. 08.12.25 fra <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01942147>
- Claus R. Larsen. Out- and in-sourcing, an analysis model for the use of instrumented techniques. CERME 10, Feb 2017, Dublin, Ireland. [ffhal-01942147](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01942147)
- Barana, A., Marchisio, M. & Roman, F. (2023). Fostering problem solving and critical thinking in mathematics through generative artificial intelligence. I: D.G. Sampson, D. Ifenthaler & P. Isaías (red.), *Proceedings of the 20th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age (CELDA 2023)* (s. 377-385). IADIS Press.
- Bekendtgørelse af lov om de gymnasiale uddannelser*. (2019). LBK nr. 611 af 28/05/2019. Børne- og Undervisningsministeriet. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/611>
- Bhatt, P. & Muduli, A. (2023). Artificial intelligence in learning and development: A systematic literature review. *European Journal of Training and Development*, 47(7/8), 677-694. <https://doi.org/10.1108/EJTD-09-2021-0143>

- Bonami, B., Piazzentini, L. & Dala-Possa, A. (2020). Education, big data and artificial intelligence: Mixed methods in digital platforms. *Comunicar*, 28(65), 43-52. <https://doi.org/10.3916/c65-2020-04>
- Brown, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Canonigo, A.M. (2024). Levering AI to enhance students' conceptual understanding and confidence in mathematics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(6), 3215-3229. <https://doi.org/10.1111/jcal.13065>
- Cashin, W.E. (1990). Students do rate different academic fields differently. I: M. Theall & J.L. Franklin (red.), *Student ratings of instruction: Issues for improving practice* (s. 113-121). Jossey-Bass.
- Contel, F. & Cusi, A. (2025). Investigating the role of ChatGPT in supporting metacognitive processes during problem-solving activities. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11, 167-191. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00164-7>
- Daher, W. & Gierdien, F. (2024). Use of language by generative AI tools in mathematical problem solving: The case of ChatGPT. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 28(2), 222-235. <https://doi.org/10.1080/18117295.2024.2384676>
- Dalsgaard, C., & Prilop, C. N. (2025). Partnerskaber mellem elever og AI: Nye arbejdsmetoder med generativ AI. *Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM)*, 18(31). <https://doi.org/10.7146/lom.v17i31.150410>
- Egara, F.O. & Mosimege, M. (2024). Exploring the integration of artificial intelligence-based ChatGPT into mathematics instruction: Perceptions, challenges, and implications for educators. *Education Sciences*, 14(7), 742. <https://doi.org/10.3390/educsci14070742>
- Han, X., Hu, F., Xiong, G., Liu, X., Gong, X., Niu, X., Shi, W. & Wang, X. (2018). Design of AI + curriculum for primary and secondary schools in Qingdao. *Chinese Automation Congress*, 4135-4140. <https://doi.org/10.1109/CAC.2018.8623310>
- Hwang, S. (2022). Examining the effects of artificial intelligence on elementary students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Sustainability*, 14(20), 13185. <https://doi.org/10.3390/su142013185>
- Infante, R.N., Corocoto, M.A. & Nobis Jr., M.L. (2025). Students' perspectives, practices, and challenges in AI-driven mathematics education. *Psychology and Education*, 41(6), 687-701. <https://doi.org/10.70838/pemj.410602>
- Jensen, T.W. (2024). Når kunstig intelligens bliver en del af vejledningsrummet. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, 19(36), 25-30. <https://doi.org/10.7146/dut.v19i36.140339>
- Kelleher, J.D. (2019). *Deep learning*. MIT Press.
- Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 298-311. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1754236>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Interview: Introduktion til et håndværk* (2. udg.). Hans Reitzels Forlag.

- Lee, D., Hwang, J., Lee, Y. & Kim, S. (2022). Informatics and artificial intelligence (AI) education in Korea: Situation analysis using the Darmstadt model. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 6(2), 427-444. <https://doi.org/10.30630/joiv.6.2.1000>
- Mohamed, M.Z.B., Hidayat, R., Suhaizi, N.N.B., Sabri, N.B.M., Mahmud, M.K.H.B. & Baharudin, S.N.B. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Ng, D.T.K., Leung, J.K.L., Chu, K.W.S. & Qiao, M.S. (2021). AI literacy: Definition, teaching, evaluation and ethical issues. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 58(1), 504-509. <https://doi.org/10.1002/pra2.487>
- Pepin, B., Buchholtz, N. & Salinas-Hernández, U. (2025). Mathematics education in the era of ChatGPT: Investigating its meaning and use for school and university education – editorial to special issue. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s40751-025-00173-0>
- Petri, S.M.R. (2025). AI Literacy in and for Danish secondary mathematics education [upubliceret kandidatprojekt]. IMADA, SDU.
- Romme-Mølby, M. (21/11-2023). Undervisningen skal afspejle virkeligheden – her bruger de ChatGPT. *Gymnasieskolen*. <https://gymnasieskolen.dk/articles/undervisningen-skal-afspejle-virkeligheden-her-bruger-de-chatgpt>
- Rutherford, T., Rodrigues, A., Duque-Baird, S., Veng, S., Mykyta-Chomsky, R., Cao, Y., Chisholm, K., & Bergwall, E. (2025). “I just think it is the way of the future”: Teachers’ use of ChatGPT to develop motivationally supportive math lessons. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100367. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100367>
- Selwyn, N. (2016). *Is technology good for education?* Wiley.
- Skovhus, S., Dupont, F. & Szocska, H. (12/01-2023a). Hver sjette gymnasieelev benytter chatbot til snyd. *Gymnasieskolen*. <https://gymnasieskolen.dk/articles/hver-sjette-gymnasieelev-benyttter-chatbot-til-snyd>
- Skovhus, S., Dupont, F. & Szocska, H. (23/01-2023b). Ny chatbot udfordrer gymnasier: “Det kommer til at ændre fundamentalt på den læring, der er i undervisningen”. *Gymnasieskolen*. <https://gymnasieskolen.dk/articles/ny-chatbot-udfordrer-gymnasier-det-kommer-til-at-aendre-fundamentalt-paa-den-laering-der-er-i-undervisningen>
- Styrelsen for Undervisning og Kvalitet. (2024). *Generativ kunstig intelligens på gymnasiale uddannelser – anbefalinger til undervisningen*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf25/jan/250113-generativ-kunstig-intelligens-paa-gymnasiale-uddannelser---rettet-051224-tilgaengelig.pdf>
- Svendsen, A.M. (2025) *AI og matematikundervisning* [upubliceret masterprojekt – master i matematik]. IMADA, SDU.

- Sørensen, M.P., Horbach, S.P.J.M., Dorofeeva, O. & Schäfer Bak, M. (2024). *Using generative artificial intelligence (GenAI) across different research phases (DFiR)*. Danish Centre for Studies in Research and Research Policy, Aarhus Universitet. <https://ufm.dk/publikationer/2024/filer/rapport.pdf>
- Tahiru, F. (2021). AI in education: A systematic literature review. *Journal of Cases on Information Technology*, 23, 1-20. <https://doi.org/10.4018/jcit.2021010101>
- Williamson, B. (2017). *Big data in education: The digital future of learning, policy and practice*. Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781529714920>
- Zhou, C., Petri, S.M.R. & Bhattacharyya, S. (2025). AI literacy and professional development in STEM education. I: S. Papadakis (red.), *AI roles and responsibilities in education* (s. 45-58). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-96855-6_3

English abstract

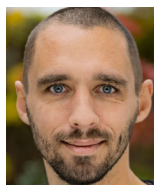
The article explores the use of artificial intelligence (AI) in upper secondary mathematics education, focusing on both teachers' and students' perspectives and the insights that emerge when these perspectives are combined. The study is based on nine qualitative interviews with teachers and a survey of 153 students, analysed using an inductive thematic approach. Results indicate that students primarily use AI to support their mathematics understanding outside the classroom, while teachers express both curiosity and skepticism. The findings highlight the potential for mutual learning, as well as the need for targeted teacher development and a pedagogical framework that could help integrate AI as a disciplinary supplement.



Temabidrag

Denne sektion indeholder bidrag under temaet "Undervisning i en medialiseret virkelighed". Hvert temabidrag er vurderet af MONA-redaktionen med hensyn til relevans, nyhedsværdi og formidlingskvalitet.

Tilsigtet deceleration som didaktisk strategi



Thomas Ziegler Larsen,
Naturcenter Amager
Strand

Abstract: Artiklen undersøger, hvordan bevidste fravalg af teknologi kan styrke nærvær og forbindelser til naturen i en undervisningskontekst præget af medialisering og højt tempo. Med udgangspunkt i Hartmut Rosas begreber om resonans og fremmedgørelse introduceres tilsigtet deceleration som en didaktisk strategi. Gennem eksempler fra undervisning på stranden vises, hvordan langsomhed, gentagelse og reduktion af teknologisk kompleksitet kan skabe mere meningsfulde møder mellem eleverne og omgivelserne – og give plads til sansning, fordybelse og elevernes egne spørgsmål.

Når naturen bliver fjern

Denne artikel udspringer af et oplæg, jeg holdt på Big Bang-konferencen i 2025. Her delte jeg erfaringer fra Naturcenter Amager Strands arbejde med at udvikle naturfagsundervisning, der styrker elevernes forbindelse til naturen, i en tid, hvor teknologi og accelerationslogikker præger både skole og samfund.

Undervisningen på Naturcenter Amager Strand udvikles ikke som afgrænsede projekter, men gennem en emergent og iterativ praksis. Mange af vores forløb er blevet afprøvet, justeret og gentaget op mod 1.500 gange – og er fortsat i bevægelse. Over tid er det blevet tydeligt, at teknologier spiller en stadig mindre rolle i vores undervisning. Det gælder ikke kun digitale teknologier, men også teknologier i bredere forstand – måleinstrumenter, redskaber og hjælpemidler. Vores erfaring er, at dette fravalg skaber mere ro, færre skift og større mulighed for fordybelse.

Artiklen indskrives sig i en bredere diskussion om undervisning i en medialiseret virkelighed, hvor elevernes opmærksomhed, tempo og forventninger præges af digital kultur og konstante stimuli. Den medialiserede hverdag udgør et grundvilkår for skolen – og samtidig en didaktisk udfordring. Der er behov for strategier, der ikke accelererer yderligere, men i stedet tilbyder en modvægt i form af sanselighed, tilstedeværelse og relation.

Artiklen tager afsæt i undervisningen i natur/teknologi for børn i alderen 0-10 år, som er den målgruppe, vi arbejder med på Naturcenter Amager Strand. Det er i disse år, at mange børn første gang stifter bekendtskab med naturfaglige begreber og praktisser – og ikke mindst med naturen som en sanselig og meningsfuld omverden. Erfaringer og perspektiver udspringer af dette konkrete arbejde og skal læses i lyset af, at både teknologiforståelse og naturvidenskabelige metoder introduceres i børnehøjde. Jeg ønsker med artiklen at bidrage til en diskussion om, hvordan natur/teknologi kan danne et rum for langsomhed, nærvær og kropslige erfaringer – og hvordan teknologier kan fravælges med omtanke.

Med afsæt i Hartmut Rosas teori om acceleration og verdensforhold arbejder jeg i denne artikel med begrebet tilsigtet deceleration – ikke som en abstrakt samfundsdiagnose, men som et konkret didaktisk tilvalg. Jeg undersøger, hvordan undervisningen kan give plads til langsomhed, sanser og konkrete erfaringer af verden, og hvordan fravalg af teknologi kan være en vej til at styrke resonans og mindske fremmedgørelse i naturfagsundervisningen.

Jeg skriver ikke dette som maskinstormer. Teknologier er en integreret del af både samfund og skole, og teknologiforståelse er en vigtig del af børns demokratiske dannelse. Det er afgørende, at børn forstår, hvordan teknologier former vores liv og muligheder – og at de lærer at bruge dem kritisk og kreativt. Men netop derfor må vi være varsomme med teknologi i undervisningen. I naturfagsundervisningen risikerer en ukritisk brug af teknologi at flytte opmærksomheden væk fra naturen og hen på selve redskabet. Det kan forstyrre det, vi egentlig ønsker at åbne for – et sanseligt, nysgerrigt og undersøgende møde med verden.

Tempoets pris

Hartmut Rosa beskriver moderne samfund som præget af dynamisk stabilisering – en tilstand, hvor individer og institutioner er nødt til at accelerere blot for at opretholde status quo. Denne acceleration drives af tre indbyrdes forbundne motorer: teknologisk acceleration, social forandringshastighed og livstempoets acceleration (Rosa, 2021). Disse motorer former vilkårene for børns liv – og dermed også for undervisningen.

Den teknologiske acceleration handler om den hastige udvikling af nye redskaber, platforme og infrastrukturer. I undervisningssammenhæng opleves det som et vedvarende pres for at tage nye digitale teknologier i brug – også i undervisningen af de yngste elever. I natur/teknologi-faget viser det sig eksempelvis i forventninger om, at børn skal bruge sensorer, databaser eller måleudstyr (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019) til at indsamle og behandle data. Det teknologiske fremskridt skaber en forestilling om, at undervisningen bør afspejle og inkorporere det nyeste, uanset om det understøtter børnenes oplevelse og forståelse.

Den sociale accelerationsmotor henviser til den stigende forandringshastighed i sociale relationer, identiteter og livsformer. Børns hverdagsliv ændrer sig hurtigt – nye medier, formater og kommunikationsformer skifter karakter, og de sociale koder, de navigerer i, er i konstant bevægelse. Det betyder, at børn allerede i indskolingen er vant til et højt tempo og hurtige skift. Når undervisningen forsøger at matche denne rytme, risikerer den at forstærke oplevelsen af fragmentering og uforbundethed. I stedet for fordybelse og kontinuitet får børnene flere korte og overfladiske møder med faglige pointer – ofte med fokus på aktivitet frem for erfaring.

Den tredje motor – livstempoets acceleration – angår den subjektive oplevelse af tid og tempo i hverdagslivet. Ikke blot teknologien og de sociale relationer accelererer – det gør selve tempoet i, hvordan vi lever, lærer og handler. For børn betyder det, at deres dage ofte er tæt struktureret og præget af mange skift mellem aktiviteter – i både skole, fritid og familieliv. I undervisningen kan det komme til udtryk som rastløshed, kortere opmærksomhedsspænd og en forventning om konstant stimulering. Når tempoet bliver højt som standard, bliver det sværere at møde verden åbent og lyttende – og lettere at glide hen over den. Her bliver undervisningens mulighed for at sænke tempoet ikke bare en pædagogisk strategi, men et eksistentielt svar.

Rosa argumenterer for, at den samlede acceleration skaber fremmedgørelse – en oplevelse af, at verden bliver tavs, fjern og utilgængelig. Når tempoet stiger, mister vi evnen til at indgå i gensidige og meningsfulde relationer med verden. Uddannelsessystemet – og herunder også natur/teknologi-faget – bliver præget af effektivisering, standardisering og dokumentation, som kan skubbe relation, nysgerrighed og forundring i baggrunden.

Modsvaret er resonans – situationer, hvor verden svarer, og forbindelsen opleves som levende og betydningsfuld. Rosa skriver:

“I og omkring klasseværelset afgøres, hvilke resonans (in)sensibiliteter et ungt menneske udvikler, og hvilket resonansrepertoire, han eller hun kommer til at råde over i omgangen med denne verdens materialiteter, meningsudbud og levende væsener.” (Rosa, 2014, s. 275)

I *Fremmedgørelse og acceleration* (2014) skelner Rosa mellem to former for deceleration:

- Funktionel deceleration, hvor langsomhed og pauser anvendes for at øge effektivitet og ydeevne – fx ved at mindske stress og øge læringskapacitet
- Ideologisk deceleration, hvor langsomhed bliver et kritisk opgør med samfundets accelerationslogik – ofte koblet til en søgen efter autenticitet og enkelhed.

Ingen af disse former dækker fuldt ud den måde, vi arbejder med deceleration på i undervisningen. Her er tilsigtet deceleration en didaktisk strategi – et bevidst valg om

at sænke tempoet, reducere kompleksiteten og give plads til sanselige og meningsfulde møder med verden. Det handler ikke om restitution, effektivitet eller ideologisk modstand, men om at skabe betingelser for resonans. Tilsigtet deceleration er dermed ikke en kritik af teknologi eller acceleration – men et pædagogisk svar på, hvordan undervisning i natur/teknologi kan styrke forbindelsen mellem børn og verden. Det er et konkret didaktisk valg, der sætter opmærksomhed, sansning og relation i centrum.

Det handler om at insistere på forbindelsen til verden som et mål i sig selv. Jeg vil i det følgende undersøge, hvordan tilsigtet deceleration kan omsættes til et konkret didaktisk tilvalg i undervisningen af elever i natur/teknologi – og hvordan fravalg af teknologi kan være en måde at åbne for resonans og mindske fremmedgørelse.

At vælge langsomheden

Vi arbejder med tilsigtet deceleration som et bevidst didaktisk valg – ikke for at skabe pauser til restitution, men for at åbne undervisningen for resonans. Det handler om at skabe betingelser for nærvær og relation ved at begrænse de elementer, der forstyrrer forbindelsen til naturen. Når eleverne mærker vinden på huden i stedet for at aflæse den på en vindmåler, opstår en anden type erfaring – sanselig, kropslig og umiddelbar.

Strategien er ikke et opgør med teknologi, men en invitation til at bruge den med omhu. Vi forholder os kritisk til hver enkelt teknologi, vi bringer ind i undervisningen: Hvad gør bordet, iPad'en, fiskenettet eller papiret ved samspillet mellem børnene, naturen og os som undervisere? Vi fravælger ikke teknologi som sådan, men begrænser antallet af skift, reducerer mængden af udstyr og skærer ned på det, der kræver lange introduktioner. Hvert valg har en pris – i form af tid, opmærksomhed og kompleksitet. Når vi skærer fra, vinder vi ikke blot tid, men også ro.

Denne forenkling frigør tid og rum til elevernes egne undersøgelser, iagttagelser og dialoger. Det er ikke undervisningens intensitet, der afgør dens kvalitet, men i hvilken grad den skaber mulighed for meningsfulde møder mellem børn og verden.

Det er dog vigtigt at understrege, at det ikke er teknologien i sig selv, der skaber fremmedgørelse – men den måde, den anvendes på. Teknologier kan både åbne og lukke for resonans, afhængigt af deres timing, kompleksitet og funktion i situationen. Et mikroskop kan give adgang til en skjult verden og vække undren. En digital artsgenkendelsesapp kan styrke oplevelsen af dialog med naturen. Og lydoptagelser af fuglestemmer kan skærpe sanserne for nuancer, der ellers ville gå ubemærket hen.

Når teknologier understøtter sansning og fordyber forbindelsen til verden, kan de netop blive redskaber til at forstærke resonans. Men hvis de trækker opmærksomheden væk fra omgivelserne og hen mod sig selv, risikerer de at skabe afstand frem for nærhed. Tilsigtet deceleration handler derfor ikke om et generelt fravalg af teknologi, men om en professionel, didaktisk vurdering: Hvilken teknologi tjener formålet?

Hvornår og hvordan introduceres den? Og hvornår er det mere meningsfuldt at lade verden træde frem uden mellemed?

Hvordan dette valg udspiller sig i praksis, bliver tydeligt i de konkrete forløb, hvor teknologien enten skaber forbindelse – eller skaber forstyrrelse.

Forstyrrelser og forbindelser i praksis

Gennem ti års udvikling har vi på Naturcenter Amager Strand erfaret, hvordan teknologi i naturfagsundervisningen kan skabe afstand til det, vi ønsker, eleverne skal møde, især når teknologien ikke opleves som intuitiv. Dette rejser et didaktisk spørgsmål: Hvordan gør vi teknologien intuitiv – eller skal vi nogle gange i stedet begrænse den?

Først et eksempel på et forløb, hvor deceleration handler om at fastholde elevernes opmærksomhed i verden, før den oversættes eller dataficeres. Vi har udviklet et tangforløb, hvor eleverne arbejder sammen to og to i det lave vand, uden indsamling eller digitale redskaber. Den ene elev bliver ved vandkanten og beskriver tangen, præcis som den ligger på havbunden: bevægelse, form, farve. Den anden elev tegner og gengiver det set. Tangen samles ikke op, den måles ikke, og den kategoriseres ikke. Aktiviteten handler udelukkende om at blive i det sanselige møde med naturen, før den oversættes til begreber.

I et forløb om smådyr i lavt vand ser vi ofte, at elever, der for første gang ifører sig waders, bruger størstedelen af deres energi på selve udstyret. Den uvante kropslige fornemmelse, det tætsluttende materiale og bevægelsen i vandet optager al opmærksomhed. I stedet for at rette blikket mod det liv på havbunden, vi ønsker at åbne for, bliver elevernes sanser optaget af kroppen og materialet omkring den.

I Rosas forstand opstår her ikke nødvendigvis en tavshed fra verden, men en særlig type resonansforhold, hvor det er teknologien – her waders – der bliver det primære resonansobjekt. Verden “taler” stadig, men på en måde, der centrerer sig om den sanselige oplevelse af udstyret snarere end om mødet med naturens organismer. Det bliver et teknologimedieret verdensforhold, som i praksis kan virke forstyrrende i forhold til undervisningens formål. Det liv, vi ønsker eleverne skal forbinde sig med – smådyr på havbunden – træder i baggrunden.

Her ser vi, hvordan teknologier ikke nødvendigvis lukker forbindelsen til verden, men kan kanalisere den i en anden retning – en retning, som i første omgang kan være mere kropslig end undersøgende, mere indadvendt end udadvendt. Når eleverne ifører sig waders, rettes opmærksomheden mod det uvante materiale og kroppens bevægelser i vandet. Waders bliver ikke en del af kroppen, men en mellemting – en teknologi, der både muliggør og forstyrrer kontakten til omgivelserne. Først når eleverne bliver fortrolige med udstyret, og det ikke længere kræver opmærksomhed, træder det i baggrunden som en stabil del af situationen. Det er ikke forsvundet, men det er blevet funktionelt

integreret. Deceleration handler her om at reducere kompleksiteten i det, eleverne skal rette deres sanser mod, ikke nødvendigvis om at gøre aktiviteten langsommere. Dermed frigøres mental og sanselig kapacitet til at rette blikket udad – mod havbunden og det liv, de er kommet for at undersøge. I Rosas terminologi ser vi her et skift fra en situation præget af fremmedgørelse, hvor teknologien dominerer erfaringsrummet, til en mulighed for resonans, hvor verden igen begynder at svare.

Denne erfaring blev særligt tydelig, da vi havde besøg af en gruppe udskolings elever, som skulle indsamle bundmateriale og vandprøver til en undersøgelse af næringsstoffer i havet. Eleverne skulle iføre sig waders og bevæge sig ud i det lave vand for at hente prøverne. For mange af dem var det første gang, de havde waders på, og allerede her blev det kropslige og praktiske en udfordring. Flere kæmpede med balancen, følte sig usikre i det tætsluttende udstyr og blev overvældet af den uvante fornemmelse af at stå i havet. Opmærksomheden blev trukket væk fra det omgivende havmiljø og i stedet rettet mod kroppen og udstyret. Det blev tydeligt, at vi havde skabt en situation, hvor mængden af uvante elementer – både kropslige og praktiske – oversteg elevernes overskud. Resultatet var, at vi i forsøget på at arbejde undersøgende i praksis kom til at skabe afstand frem for nærhed til den natur, de skulle undersøge.

Noget lignende gør sig gældende i vores fugleforløb. Vi oplevede, at eleverne brugte uforholdsmæssigt meget tid på at kæmpe med kikkerterne. Intentionen var, at teknologien skulle bringe dem tættere på strandens fugle, men i praksis blev det selve apparatet, der fyldte. Kikkerten stillede sig i vejen for det møde med naturen, vi ønskede at fremkalde – ikke som en forlængelse af elevernes sanser, men som en forstyrrende mellemkomst, der krævede teknisk forståelse, som eleverne ikke havde. Det skabte ikke undren, men frustration.

I modsætning til andre teknologier, som med tiden kan skabe en form for kropslig relation – som vi ser det med waders – oplevede vi her, at kikkerten blokerede for resonans. Den hindrede forbindelsen til omgivelserne i stedet for at åbne for den. Eleverne brugte ikke kikkerten til at sanse fuglene, men kæmpede med dens funktioner uden at opnå kontrol eller udbytte. Verden blev ikke tavs i sig selv, men forblev utilgængelig, fordi teknologien fyldte rummet mellem eleverne og naturen med teknisk modstand.

For at imødegå denne forstyrrelse valgte vi at adskille teknologi og naturoplevelse i tid. Pointen her var ikke at undgå teknologi, men at undgå samtidige skift. Ved at lade eleverne opnå teknisk fortrolighed i et separat rum reduceres mængden af samtidige rettethedsskift i selve mødet med naturen. Vi begyndte med kikkerten isoleret – i en tryk kontekst, hvor eleverne kunne lære at justere pupilafstand, fokus og diopter. Først derefter tog vi den i brug i felten. Når eleverne havde opnået teknisk fortrolighed, trådte kikkerten i baggrunden som et redskab, og opmærksomheden kunne vende tilbage mod omgivelserne. Resonansen med naturen kunne genopstå, ikke på grund af teknologien i sig selv, men fordi den ikke længere stod i vejen.

Når teknologien bliver svær at bruge, opstår der ikke kun teknisk frustration – men også en afkobling fra det sanselige møde med naturen. I en medievirkelighed præget af hastighed er den didaktiske udfordring ikke blot at formidle naturfagligt indhold, men at fastholde elevernes opmærksomhed på noget, der ikke nødvendigvis reagerer, når man rører ved det. Det kræver tilvænning – og tilvalg. Vi må derfor indtænke en tilsigtet deceleration i tilrettelæggelsen af vores undervisning, hvor vi skaber tid og rum til, at både teknologien og naturen kan blive genstand for fortrolighed og forundring – ikke nødvendigvis på samme tid, men måske netop hver for sig.

En undervisning, der giver naturen taletid

Set i et medialiseringsperspektiv er det afgørende at forstå, at teknologi og medier ikke blot er neutrale redskaber i undervisningen, men bærer deres egne logikker med sig – logikker, der påvirker skolens pædagogik, tempo og organisering. Når medier bliver en del af skolens praksis, ændres ikke kun måden, vi formidler viden på, men også de grundlæggende vilkår for relationer og struktur i undervisningen. Som Hjarvard formulerer det:

“Når medierne får en øget tilstedeværelse i skolens rum, kommer de til at påvirke de symbolske og materielle ressourcer samt de formelle og uformelle regler.” (Hjarvard, 2019, s. 54)

I denne sammenhæng bliver tilsigtet deceleration ikke blot et pædagogisk valg, men en måde at tage kritisk stilling til medialiseringens konsekvenser på. Når vi fravælger eller begrænser teknologier, handler det ikke om modstand mod teknologisk udvikling i sig selv, men om at skabe rum for erfaringsformer, der ikke er medieret – møder med naturens materialitet og rytme, som ikke kan indfanges gennem skærme eller data.

Ved at sænke tempoet og reducere antallet af skift forsøger vi at bevare et rum, hvor opmærksomhed, tilstedeværelse og kropslig erfaring får forrang. Det er et forsøg på at modvirke, at undervisningen blot afspejler den medielogik, eleverne i forvejen er omgivet af uden for skolen – og i stedet insistere på undervisningsformer, hvor forbindelsen til verden får lov at folde sig ud i eget tempo.

Denne form for deceleration kræver en særlig opmærksomhed på undervisningens rytme og materielle vilkår. Når vi skærer ned på teknologier og skift, er det ikke for at gøre undervisningen enklere, men for at åbne et rum, hvor sansning og relation kan få plads. I en medialiseret kontekst, hvor meget af elevernes hverdag præges af hurtige interaktioner, algoritmisk feedback og oplevelser gennem skærme, bliver det en didaktisk opgave at tilbyde noget andet: en verden, der ikke svarer straks – men som kræver tilstedeværelse.

Det stiller krav til lærerens professionelle dømmekraft. For det er ikke teknologien i sig selv, der er problemet, men den måde, den indlejres i undervisningen på. Det handler om at kunne vurdere, hvornår medier og redskaber udvider elevernes forbindelser til verden – og hvornår de forstyrrer eller forfladiger dem. I den forstand er tilsigtet deceleration ikke bare en strategi, men en måde at insistere på, at naturfag også kan være et sted for langsomhed, kropslighed og uforudsigelighed – selv i en mediedomineret virkelighed.

Hvad vi vælger, når vi vælger fra

Ved at begrænse brugen af teknologier, der primært har til formål at måle, registrere og dataficere naturen, skaber vi mulighed for, at naturfagene kan handle om mere end kvantificering og kontrol. Vi åbner i stedet for en undervisning, der tager udgangspunkt i nærvær, undren og oplevelsen af naturen som noget levende og uforudsigeligt – ikke som noget, der skal indfanges og oversættes til tal. Denne tilgang skaber ikke nødvendigvis flere aktiviteter, men den giver plads til noget andet – tid, ro og relation. Det gør naturfagene mere tilgængelige for flere elever – også dem, der ikke genkender sig selv i det naturfaglige sprog, men som kan genkende sig selv i oplevelsen af at være i kontakt med verden. Når tempoet sænkes og kompleksiteten reduceres, oplever vi, at elevernes egne spørgsmål, sansninger og iagttagelser træder tydeligere frem.

Tilsigtet deceleration er derfor ikke bare et didaktisk greb, men et syn på undervisningens formål. Det handler om at modvirke fremmedgørelse og styrke muligheden for resonans – både med naturen og med hinanden. I en tid, hvor tempo og teknologi let kommer til at dominere, er det et valg om at insistere på forbindelsen: at naturen ikke blot er noget, vi måler – men noget, vi står i relation til. Derfor rækker dette didaktiske valg ud over det enkelte undervisningsforløb. Det er et bidrag til en større samtale om, hvad naturfagene skal være for en generation, der ikke bare skal forstå verden – men leve i den, forholde sig til den og tage del i den.

Referencer

- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019). *Natur/teknologi – Fælles Mål*. https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_FællesMål_Naturteknologi.pdf
- Hjarvard, S. (2019). Skolens medialisering. In H.-C. Christiansen, G. Rose, O. Christensen & M. Brandt-Pedersen (red.), *Læring med levende billeder – det digitale perspektiv* (2. udg., s. 39-65). Samfundslitteratur.
- Rosa, H. (2014). *Fremmedgørelse og acceleration*. Hans Reitzels Forlag.
- Rosa, H. (2021). *Resonans – en sociologi om forholdet til verden*. Eksistensen.

English abstract

The article explores how conscious abstention from technology can enhance presence and connection to nature in an educational context characterized by medialization and high tempo. Drawing on Hartmut Rosa's concepts of resonance and alienation, intentional deceleration is introduced as a didactic strategy. Through examples from teaching on the beach, the article illustrates how slowness, repetition, and the reduction of technological complexity can foster more meaningful encounters between students and their surroundings – and create space for sensory experience, reflection, and students' own questions.

Fra prompt til praksis: Teknologisk dannelse og generativ AI på læreruddannelsen



Tine Ejdrup, VIA University College



Marianne Erneberg, VIA University College



Michael Jes Vogt, VIA University College



Nanna Villumsen, VIA University College

Abstract: Vi har i et undervisningsforløb undersøgt, hvordan generativ AI (GAI) kan være en ressource for naturfagslærerstuderende i deres kommende lærerliv. Formålet var at styrke deres teknologiske dannelse og self-efficacy i forhold til GAI. Forløbet indeholdt teoretisk viden om sprogmodeller og prompt engineering, praktiske øvelser, hvor de studerende brugte GAI som sparringsværktøj, samt fælles refleksioner over bias, etik og dannelse. Surveydata viser en markant stigning i de studerendes oplevelse af deres kompetence til at bruge GAI efter forløbet samt en øget refleksion over brugen af GAI i grundskolen. Forløbet understreger behovet for systematisk arbejde med og om GAI på læreruddannelsen, så nye lærere udvikler professionel dømmekraft i en digitaliseret undervisningspraksis.

Indledning

I efteråret 2022 blev ChatGPT offentligt tilgængelig for alle med adgang til internet, og man fik nu muligheden for at prompte sig til velformulerede skriftlige svar på alverdens spørgsmål. Siden er udviklingen inden for generativ AI (GAI) kun accelereret med flere udbydere af sprogmodeller og flere funktioner for brugerne. Udviklingen er spændende, men også udfordrende for alle, som arbejder med undervisning, og det har inspireret os til at undersøge, hvordan vi kan arbejde med lærerstuderende og deres teknologiske dannelse med GAI som genstandsfelt. Vores mål var, at de studerende skulle opnå indsigt i GAI som teknologi samt få et blik for de konsekvenser,

GAI's indtog i uddannelsessektoren har, både for dem selv som brugere og i deres rolle som undervisere.

Som kommende lærere i den danske grundskole vil nuværende studerende snart skulle navigere i de muligheder, GAI giver, i form af nem adgang til specifik information, men også sparring i forbindelse med forberedelse og udvikling af forløb og aktiviteter. Med mulighederne følger også udfordringer, da sprogmodellerne har bias og kan hallucinere, hvilket kræver en reflekteret og kritisk tilgang til de genererede svar. Eleverne skal ligeledes klædes på til at bruge sprogmodellerne selektivt og konstruktivt. Da eleverne har forskellige forudsætninger for at anvende værktøjet (Lauridsen, 2023), skal lærerne kunne differentiere undervisningen i brugen af sprogmodeller.

Beskrivelse af forløbet

Vi udviklede et undervisningsforløb med henblik på at styrke de lærerstuderendes teknologiske dannelse og viden om GAI samt deres self-efficacy (Bandura, 1997) i forhold til brugen af GAI. Formålet var at gøre dem mere kompetente til at navigere i en grundskole, hvor både elever og lærere har adgang til GAI. Ud over undervisningsforløbet designede vi også en survey for at undersøge de studerendes brug af og holdninger til GAI. Ved flere af spørgsmålene var der mulighed for fritekstsvar, så de studerende kunne uddybe deres synspunkter. Denne survey blev gennemført både før og efter forløbet for at undersøge, om interventionen havde ændret de studerendes brug og holdninger.

Undervisningsforløbet blev tilrettelagt i fire dele (se tabel 1). Vi ønskede, at de studerende først opnåede viden om teknologien og prøvede at anvende den, før vi tog fat på refleksionerne over brugen af teknologien og dens konsekvenser. I første del var viden om GAI og brug af GAI i fokus. De studerende blev undervist i sprogmodeller, og hvordan man laver en god prompt (prompt engineering). Anden del omhandlede teknologisk dannelse med fokus på teknologi som begreb (Nielsen, 2019) og teknologivurdering af GAI (Future Classroom Lab, 2024). Tredje del fokuserede på lærerens anvendelse af GAI, hvor de studerende med GAI som sparringsværktøj skulle udvikle faglige aktiviteter til brug i grundskolens naturfag og efterfølgende teste aktiviteterne på enten elever eller hinanden. Som afslutning på denne del reflekterede de studerende sammen over deres arbejdsproces, både med hensyn til afviklingen af aktiviteterne og med hensyn til deres promptdialog med GAI. I fjerde og sidste del var der igen fokus på dannelse. De studerende blev introduceret til nogle af de dilemmaer, man som lærer skal forholde sig til, i forhold til brugen af GAI i undervisningen, herunder bæredygtighedsovervejelser, bias, snyd og kognitiv udlicitering. Det dobbeltdidaktiske perspektiv (Iskov, 2020) har været indlejret i hele forløbet, så de studerende fremadrettet kan bruge mange af aktiviteterne sammen med deres kommende elever.

Tabel 1: Oversigt over undervisningsforløb.

Oversigt over forløb		
2 lektioner	Opstart – hvad er GAI, og hvordan bruger du det?	Oplæg om GAI som teknologi: Hvordan fungerer en sprogmodel, og hvordan laver du en god prompt? Her blev vist forskellige tilgange til prompting samt skabeloner til opbygning af prompter.
2 lektioner	Teknologisk dannelse	Oplæg om teknologi og teknologisk dannelse (med udgangspunkt i Nielsen, 2019). TekTjek (værktøj tilgængeligt på futureclassroomlab.dk) af selvvalgt sprogmodel.
4 lektioner	Udvikling og afprøvning af aktiviteter, hvor GAI blev brugt som sparringspartner	De studerende arbejdede i grupper og udviklede aktiviteter ved brug af en selvvalgt sprogmodel. De studerende afprøvede disse aktiviteter på hinanden eller på elever fra grundskolen. Som afslutning reflekterede de studerende over deres egen proces i forbindelse med brugen af GAI som et arbejdsværktøj.
2 lektioner	Afsluttende refleksion og dilemmaer	Oplæg om dilemmaer ved brug af GAI. Bæredygtighed: Hvor meget energi og vand kræver en prompt? Hvad er forskellen i forbrug ved generering af billeder i forhold til tekst? Bias: Vil sprogmodellen give de samme svar, alt efter hvem der spørger? Giver den stereotype svar baseret på køn, etnicitet, alder osv.? Snyd: Hvornår er det snyd at bruge en sprogmodel? Hvordan kan jeg som underviser modvirke/opdage snyd? Kognitiv udlicitering: Hvad sker der med vores evne til at få idéer, hvis vi får en maskine til at give os dem? Hvad sker der med vores evne til at tænke kritisk, når vi lader en maskine tænke for os?

Resultater

Et af vores mål med interventionen var at styrke de studerendes self-efficacy i forhold til brugen af GAI både i deres nuværende studieliv og især i deres kommende virke som grundskolelærere.

En sammenligning af survey-svarene før og efter forløbet viser, at andelen af studerende, der erklærer sig enige eller delvist enige i udsagnet “Jeg føler mig generelt kompetent til at bruge GAI”, er steget fra 58 % til 94 %. Samtidig er andelen af studerende, der erklærer sig enige eller delvist enige i udsagnet “Jeg føler mig kompetent til at bruge GAI i naturfagsundervisningen i grundskolen”, steget fra 25 % til 79 %. Der er altså markant flere studerende efter forløbet, som har en styrket tro på egne evner

til at bruge GAI, både generelt og i deres kommende virke som naturfagsundervisere i grundskolen. I alt 36 studerende svarede på både før- og efter-surveyen.

Fritekstsvarene fra surveyen viser, at både de studerende, som ved forløbets start anså sig selv som værende novicer i forhold til brugen af GAI, og de garvede brugere har fået udbytte af forløbet. Novicernes oplevede udbytte af forløbet kommer både fra en øget viden om GAI og fra deres arbejde med dannelsesaspekterne. De mere garvede brugere fremhæver især dannelsesaspekterne og formidlingsperspektiverne som deres udbytte af forløbet. Langt de fleste studerende udtrykte, at de fandt det vigtigt, at vi beskæftiger os med GAI på læreruddannelsen, så de bliver klædt på til at kunne agere kompetent og kritisk i en verden, hvor alle har adgang til denne form for teknologi.

“Jeg synes, at det har været rigtig givende at arbejde med AI. Det var et godt oplæg, vi fik som introduktion. Jeg synes, at vi har fået mange gode værktøjer til brug af AI. Derudover har vi også brugt god tid på at snakke om, hvad AI ikke kan – det er vigtigt.”
(Lærerstuderende x i survey)

“Havde stor viden om generativ AI allerede inden forløbet og har derfor ikke lært nyt. Det, jeg tager med, er det formidlende aspekt. At kunne snakke med eleverne om brugen af AI.” (Lærerstuderende y i survey)

Vi undersøgte også de studerendes holdninger til brugen af GAI i grundskolen. Disse holdninger ændrede sig ikke signifikant igennem forløbet. De studerende var meget positive over for GAI's bidrag til deres egen læring og virke som naturfagslærere, men de var mere uenige om effekten af GAI på elevernes læring. Her var 31 % enige/delvist enige, og 31 % uenige/delvist uenige, i udsagnet “GAI kan komme til at begrænse elevers læring i naturfag”. Halvdelen af de studerende var enige/delvist enige i udsagnet “Det er vigtigt, at eleverne i grundskolen kommer til at bruge GAI i naturfag”. De studerende argumenterer i fritekstsvarene for, at eleverne skal rustes til fremtiden og blive kompetente og kritiske brugere af GAI som en vigtig del af deres digitale dannelse i grundskolen. Især udtryk som “dovenskab” og “for nemt” går igen, når de studerende udfolder, hvorfor de tror, GAI kan komme til at begrænse elevers læring. Det er altså den kognitive udlicitering, de studerende her har fokus på. De har dog ikke de samme betænkeligheder i forhold til deres egen brug af GAI ifølge survey-svarene.

Refleksioner

I takt med at GAI udbredes i samfundet, opstår der et behov for at forholde sig til teknologiens rolle i lærerprofessionen. Som læreruddannere har vi et ansvar for at

ruste de studerende til at navigere i en undervisningspraksis, hvor GAI er tilgængelig, og hvor dens betydning kun forventes at vokse.

I et undervisningsforløb introducerede vi GAI som både redskab og genstandsfelt. Erfaringerne herfra viste, at de studerende hurtigt kan tilegne sig tekniske færdigheder, men at det didaktiske og etiske refleksionsniveau kræver længerevarende og systematisk arbejde i undervisningen. Både vi og de studerende har været igennem en fælles læreproces, og forløbet tydeliggjorde vigtigheden af, at vi undervisere løbende udforsker denne teknologis muligheder, udfordringer og potentialer sammen med de studerende.

Der er begyndende forskning og litteratur om GAI i undervisning, men det kræver en veludviklet kritisk sans at navigere i de mange perspektiver og anbefalinger og ikke mindst alle de nye produkter, som udbydes til undervisere. For nye lærere er det en særlig udfordring at vurdere, hvilke teknologiske tilgange der er fagligt og didaktisk bæredygtige. Dette understreger behovet for, at arbejdet med GAI ikke begrænses til enkelte undervisningsmoduler, men integreres som en gennemgående dimension i læreruddannelsens dannelsesopgave.

Et centralt tema i forløbet var den usikkerhed, som mange studerende gav udtryk for. En usikkerhed, der i høj grad skyldes, at lovgivning og institutionelle retningslinjer ikke kan følge med teknologiens hastige udvikling. Dette skaber dilemmaer i forhold til både undervisning og eksamen, hvor spørgsmål om anvendelse, vurdering og retfærdighed ofte står ubesvarede. Samtidig oplever vi, at diskussionen om teknologisk dannelse i høj grad er blevet reduceret til en diskurs om snyd, hvilket risikerer at overskygge de mere konstruktive samtaler om, hvordan GAI kan anvendes til at understøtte læring og faglig udvikling hos elever.

Vi har observeret, at vores studerende har forskellige kompetencer inden for og tilgange til brugen af GAI i undervisningssituationer. For at få det fulde udbytte af GAI's muligheder er det vigtigt, at vi som undervisere ikke kun fokuserer på faglig viden, men også teknologisk forståelse (Lauridsen, 2023). Hovedparten af vores studerende var i stand til at bruge GAI som en konstruktiv sparringspartner, der gav dem idéer til videre selvstændigt arbejde. Andre studerende anvendte GAI ukritisk og ureflekteret og udliciterede dermed deres kognitive arbejde. Det er vigtigt at have fokus på denne gruppe og støtte dem i at bruge teknologien konstruktivt, så vi ikke ender med et A-hold og et B-hold af GAI-brugere i undervisningen. Nogle få studerende var ved forløbets opstart utrygge ved at bruge GAI, men blev i stand til at forholde sig mere rationelt og nysgerrigt til teknologien, i takt med at de fik øget indsigt om emnet. Disse forskellige tilgange til brugen af GAI er også beskrevet i forbindelse med undervisningen af elever (Lauridsen, 2023), og som underviser på en videregående uddannelse er det lige så vigtigt at have blik for disse forskellige tilgange. Ved at have

tilrettelagt vores forløb, hvor vi i fællesskab med de studerende undersøgte GAI og sammen havde nysgerrige og kritiske refleksioner, blev dette muligt.

Når vi som undervisere går i dialog med de studerende om teknologiens muligheder og begrænsninger, giver det mulighed for, at de selv kan udvikle en professionel dømmekraft, der rækker ud over det tekniske. Som vi også erfarede, var der en stor gruppe såkaldt garvede GAI-brugere blandt de studerende, som havde stort kendskab til promptingteknikker før vores forløb, men som ikke havde forholdt sig kritisk til teknologiens ulemper. Diskussionerne i undervisningen oplevede vi også styrkede de studerendes faglige identitet som kommende naturfagslærere. For selvom GAI kan generere undervisningsplaner på få sekunder, er det fortsat lærerens didaktiske viden og kontekstforståelse, der afgør, om undervisningen bliver meningsfuld for eleverne. Vi håber, at denne nysgerrige, kritiske og reflekterende tilgang til emnet i samarbejde med de studerende vil føre til, at de i deres fremtidige undervisning vil benytte den samme tilgang sammen med deres elever.

Referencer

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman.
- Future Classroom Lab. (2024). SkoleGPT: TekTjek. *SkoleGPT*. <https://skolegpt.dk/wp-content/uploads/2024/06/Tektjek-SkoleGPT-edition-1.pdf>
- Iskov, T. (2020). Læreruddannelsens andenordensdidaktik. *Studier i læreruddannelse og -profession*, 5(1), 92-114. <https://doi.org/10.7146/lup.v5i1.116353>
- Lauridsen, P.S. (2023). Forskellige elevtypers brug af kunstig intelligens i undervisningen. Viden. AI. <https://viden.ai/elevernes-brug-af-kunstig-intelligens>
- Nielsen, K. (2019). Engineering og teknologiforståelse. *Liv i Skolen*, 2019(2), 84-99. <https://www.via.dk/-/media/VIA/efter-og-videreuddannelse/paedagogik-og-laering/liv-i-skolen/magasiner-tidsskrifter/2-2019-engineering-hele-magasinet.pdf>

English abstract

In a course module, we examined how generative AI (GAI) can support pre-service primary school science teachers in their future roles. The objective was to enhance their technological literacy and self-efficacy in relation to GAI. The module encompassed theoretical insights into GAI, prompt engineering, hands-on exercises using GAI, and collaborative reflections on bias, ethics, and digital literacy. Survey data indicate a significant increase in students' perceived competence in using GAI, along with a deeper reflection on its role in primary education. The findings emphasize the necessity of a systematic approach to integrating GAI into teacher education, ensuring that future educators develop informed professional judgment within a digitized teaching landscape.

Skolen som ny demokratisk arena: En modvægt til tidens digitale flodbølge af polariserende påvirkning



Stine Eiersholt, Energi & Vand



Jesper Steenberg, Energi & Vand

Abstract: *I en hverdag, hvor de unges politiske holdninger holdes bag hjemmets fire vægge, og hvor sociale medier præger os i højere og højere grad, er skolen ved at spille fallit som ramme for meningsudveksling om kontroversielle emner. Det må der gøres noget ved. I denne artikel præsenterer Energi & Vand en "både-og"-pædagogik, som både skaber en konstruktiv ramme og en metodisk tilgang til elevers meningsudveksling og skaber en databaseret tilgang til faglig fordybelse. "Både-og"-pædagogikken viser en proces, som skal gøre eleverne i stand til at sætte sig i hinandens sted, afveje løsninger i fællesskab og opbygge en kultur for demokratisk dannelse gennem naturfag.*

Indledning

Børn og unge bruger i gennemsnit 2 timer og 40 minutter hver dag på sociale medier (Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen, 2025), og ifølge tal fra 2021 svarer over halvdelen (54 %) af de 15-24-årige, at de bl.a. bruger de sociale medier til at holde sig opdateret om nyheder generelt. Faktisk er de sociale medier nu en større kilde til nyheder end klassiske kilder som TV-stationers hjemmesider (Kulturministeriet, 2021).

Det kan lyde som en demokratisk gevinst, at så mange unge følger med – men virkeligheden er langt mere kompleks. Den digitale offentlighed er ikke neutral. De sociale mediers algoritmer viser os ikke blot, hvad der sker i verden – de viser os, hvad de tror, vi helst vil se. Med andre ord: Nyhedsformidlingen bliver i høj grad personliseret, kurateret og skræddersyet til vores eksisterende præferencer og identiteter.

Når information strømmes til at passe ind i vores verdensbillede, kan det skabe både polarisering og afstandtagen i forhold til at indgå i det offentlige demokratiske rum. På Energi & Vand (E&V) har vi undervist børn og unge i klima, miljø og forsyning

i over 25 år – og vi genkender tendensen til meningspolarisering blandt nogle unge, mens andre tager afstand fra at involvere sig i debatten. Derfor har vi gennem en årrække udviklet en ny “både-og”-pædagogik. En tilgang, hvor vi bl.a. bruger identitetsmæssige navigationskort, der hjælper eleverne med at forstå sig selv og andres perspektiver, og hvor vi giver eleverne redskaber til at forstå en problemstilling og til sidst guider dem til at samarbejde om fælles veje frem.

“Både-og”-pædagogikken er i sig selv en proces, som kan bruges bredt inden for folkeskolens fag, men vi mener, den er særlig relevant i de naturvidenskabelige fag. For det første indeholder naturfag en lang række emner, som kan ligge til grund for polariserende debatter. Nogle af de klima-, miljø- og forsyningsrelaterede spørgsmål, som vi møder på E&V, er bl.a.: Er den grønne strøm det værd, når ingen vil have opstillet vindmøller i deres baghave? Skal vi holde fast i forbuddet mod atomkraft? Skal vi reducere antallet af køer i Danmark for at nå klimamålene? Hvordan balancerer vi højt landbrugsudbytte med beskyttelse af vores grundvand?

For det andet baserer “både-og”-pædagogikken sig på redskaber som factfulness og databaseret historiefortælling, som i sig selv gør brug af matematik og naturfag og derved kan være med til at binde fagene sammen om fælles samfundsrelevante emner.

På E&V oplever vi, at “både-og”-pædagogikken får eleverne til at føle sig anerkendt, fordi deres perspektiver ikke udskammes, men inddrages. Processen mindsker modstand, fremmer nysgerrighed og øger den fælles forståelse – alle tre dele er noget, som kan bruges til at genopbygge det demokratiske samtalerum. I det følgende vil vi dykke længere ned i udfordringen med at undervise i en medialiseret verden samt i vores pædagogiske “både-og”-tilgang til at genskabe skolen som demokratisk arena.

Vi lever i en medialiseret verden

Sociale medier har taget os med storm, og i øjeblikket har de 12-18-årige i gennemsnit en profil på fem sociale medieplatforme (Kulturministeriet, 2021). Meget af denne tid bruges ikke kun på venner, familie og underholdning, men også i høj grad på nyheder, samfundsstof og information om verden omkring dem. Information, som gennem filtre, feeds, algoritmer og online kaninhuller kan blive stadig mere personaliseret.

Identitetsbeskyttende kognition

Personaliserede nyhedsstrømme giver en udfordring, som sjældent fylder nok i skoleverdenens samtale: identitetsbeskyttende kognition. Det fænomen, hvor vi – ofte ubevidst – fravælger informationer, der truer vores verdensbillede, og i stedet søger dem, der bekræfter det. Når algoritmerne samtidig sorterer virkeligheden for os, bliver resultatet et digitalt rum, hvor vi sjældnere møder modstand, og hvor menin-

ger polariseres – uden at vi nødvendigvis opdager det. I en undersøgelse lavet for Digitaliseringsministeriet er 60 % af de adspurgte grund- og folkeskoleuddannede enige i, at sociale medier “forstærker folks allerede eksisterende holdninger og overbevisninger” (Filstrup et al., 2025). Den udvikling stiller ikke kun krav om teknologisk forståelse, men også til vores demokratiske og faktabaserede samtalekultur. For med et voksende nyhedsforbrug på sociale medier følger også en stigende risiko for, at vi kun styres mod det, vi tidligere har vist interesse for – ikke nødvendigvis, hvad der er sandt, balanceret eller vigtigt. Det skaber en slags digital isolation: et ekkokammer, hvor egne holdninger bekræftes frem for udfordres, og hvor nuancer og perspektiver trænges i baggrunden.

Kompleks informationskultur

Sociale medier er mere end blot underholdning. De er også blevet en uformel læringsarena, hvor unge i høj grad danner holdninger. Spørgsmålet er, hvor meget de faktisk lærer her – og hvad de lærer. Når nyheder, personlige holdninger og sensationelle opslag præsenteres side om side, uden tydelige skel, risikerer vi en opløsning af den klassiske nyhedsformidling, hvor principper for bl.a. kildekritik og faktatjek har fungeret som filter for misvisende eller ensidige historier. Som det fremhæves i ICCS-undersøgelsen fra 2022 (Bruun & Lieberkind, 2024), udgør de uigennemskuelige algoritmer, de økonomiske interesser bag de sociale medieplatforme, snævre perspektiver fra grupper, blogs uden redaktionelt ansvar og en til tider brutal debattone en kompleks informationskultur, hvor det kan være svært for unge (og voksne) at skelne mellem fakta, holdninger og misinformation.

Er den hårde tone med til at undertrykke de demokratiske samtaler?

Debatten på sociale medier er ofte præget af en hård tone og mangel på respekt for uenighed. Det kan føre til, at unge vælger ikke at deltage i politiske samtaler online – ikke fordi de ikke har holdninger, men fordi de ikke ønsker at blive mødt med hadske beskeder eller føle sig udstillet. I Digitaliseringsministeriets undersøgelse fra 2024 svarer 62 % af de adspurgte, at de aldrig deltager i debatter og diskussioner i grupper og fora på de sociale medier, mens næsten halvdelen af de adspurgte på månedlig basis eller oftere afholder sig fra at indgå i online diskussioner, selvom de egentlig gerne vil deltage (Filstrup et al., 2025). En stor del af indholdet skabes derfor af en lille, højtråbende gruppe, mens flertallet forholder sig passivt i overensstemmelse med den meget lave grad af tillid, vi har til hinanden online. Det skaber en skævvridning af, hvad der faktisk diskuteres, samt et misvisende billede af, hvor meget et givent emne fylder i den egentlige demokratiske samtale.

Diskussionerne gemmes i højere grad til hjemmets tryghed

I ICCS-undersøgelsen ses en anden interessant tendens, når det kommer til unges engagement i den demokratiske samtale. Selvom de unge ved en masse om samfundsmæssige og politiske områder, peges der på, hvordan samtaler om politik oftere end før foregår i lukkede kredse, fx i hjemmet. Hermed svinder skolens rolle som åbent og tilgængeligt samtalerum ind, da de unge på den måde undgår meningsudveksling i åbne fora, i stil med tavsheden på de sociale medier. Når samtalen holdes til hjemmet eller vennekredsen, vil der typisk være en høj grad af enighed og spejling i hinanden. Det kan give unge et indtryk af, at deres holdninger er normen, hvormed der ikke åbnes op for afvigende eller nuancerede synspunkter.

Det er en bekymrende tendens, for hvis ikke skolen kan fungere som ramme for konstruktive og respektfulde diskussioner, hvor skal unge så lære det?

Skolen som tempereret zone for uenighed

Stefan Hermann har i flere sammenhænge talt om, at vi lever i en "varm tid" (Hermann, 2022). En tid præget af tempo, følelsesladet debat og brud med konsensustænkning. Det stiller nye krav til den måde, vi lærer at være sammen på i samfundet. Når vi ikke længere kan forvente enighed som udgangspunkt, må vi i stedet lære at leve med og håndtere uenighed – måske endda polarisering.

Her bør skolen stadig spille en helt afgørende rolle. Skolen skal være en *tempereret zone*. Et sted, hvor uenighed ikke er farligt, men en mulighed for læring. Et sted, hvor elever kan øve sig i at udveksle holdninger, lytte til hinanden og udvikle respekt for fælles fakta og for den demokratiske samtale.

Men det kræver noget af både elever og lærere. Det kræver, at eleverne lærer at kende sig selv og bliver i stand til at revidere deres egne synspunkter og udvikle kritisk tænkning. Og det kræver, at lærerne og skolen som institution tør åbne op for kontroversielle emner og navigere i det svære, uden at falde i fælden med enten berøringsangst eller moralisering. Det er i dette spænd, at vores "både-og"-pædagogik har sit udspring.

En ny "både-og"-pædagogik i tre faser

Skåret ind til benet består E&V's "både og"-pædagogik af følgende faser:

- Fase 1 – holdningsafklaring: Eleverne undersøger deres egne holdninger samt bredden af sociale identiteter i forhold til klima.
- Fase 2 – faglig fordybelse: Eleverne tilegner sig viden om løsninger, effekter og synergieffekter.

- Fase 3 – samspil og afvejning: Eleverne identificerer, hvordan forskellige løsninger kan kombineres – eller hvornår de må vælge.

Da E&V's hovedfokus er klimaudfordringen og forsyningsområdet, bærer "både-og"-pædagogikken præg af dette, men faserne kan i realiteten generaliseres til alle samfundsmæssige problemstillinger og er derved relevante i de fleste undervisningsforløb, som indeholder debatskabende emner. Herunder følger en grundig gennemgang af de tre faser.

Fase 1 – holdningsafklaring

Polarisering og holdninger på klimaområdet – et pædagogisk blik

På E&V ser vi markante forskelle på, hvordan eleverne forholder sig til klimakrisen. For at få øjnene op for bredden af holdninger arbejder vi i starten af fase 1 ofte med rollespil og personaer, inden vi kigger nærmere på elevernes egne synspunkter. Det skal sikre, at ingen holdninger bliver udskammet, og at eleverne ser, at ikke alle tænker, som de gør. Vi arbejder i øjeblikket på at lave STEM-baserede persona-øvelser, fx ved at lave "levende diagrammer": Eleverne skal stille sig på en skala på gulvet (fx fra "helt enig" til "helt uenig"), alt efter hvad deres persona ville svare på forskellige spørgsmål. Vi kan herefter indsamle disse data og arbejde videre med dem.

Når det kommer til elevernes egne holdninger, er det sjældent, at vi møder egentlig klimabenægtelse. I stedet møder vi forskellige grader af engagement og forståelse. Nogle elever har en pragmatisk tilgang og ser klimakrisen som ét problem blandt mange, der skal løses med effektive, realistiske løsninger. Andre har en idealistisk tilgang og opfatter klimakrisen som det altoverskyggende problem, der bør definere hele vores samfundsudvikling. For denne gruppe er klimaet ikke bare en sag – det er en del af deres identitet.

Det er også meget forskelligt, hvordan eleverne mener klimakrisen bør løses. Nogle hælder mod teknologiske løsninger – andre mod livsstilsændringer og reduktion af forbrug. Her ser vi den velkendte kløft mellem to ideologiske positioner: økomodernister og økoromantikere. Den ene drømmer om balance med naturen, den anden tror på menneskets evne til at kontrollere og optimere gennem teknologi. Problemet er ikke, at disse synspunkter eksisterer – men at de ofte bliver opstillet som modsætninger, der udelukker hinanden.

Denne polarisering er pædagogisk udfordrende og et eksempel på den kognitive bias, vi kan møde, hvor polerne blot forstærkes, fordi vi omgås dem, som tænker det samme som os selv – måske gennem sociale medier, eller fordi vi tager snakken blandt venner eller i familien. Det er netop her, vores arbejde med identitetsmæssige navigationskort har sin styrke.

Et identitetsmæssigt navigationskort

Identitetsmæssige navigationskort kan bygges op på mange måder, alt efter hvilket tema eller område det drejer sig om. Er det fx klimaområdet, sundhed eller måske en geopolitisk situation, som fremkalder polariserede holdninger? På E&V kigger vi specifikt på klimaområdet og har opbygget vores navigationskort herefter med det formål, at vi først skal kende os selv og vores eget ståsted for at kunne gå i dialog med andre og forstå, hvor de kommer fra.

Et typisk forløb begynder med en dialogbaseret samtale om klimadebatten: Hvor tit taler I om klima? Hvordan? Med hvem? Herefter introduceres eleverne til begrebet social identitet og dets betydning for holdninger til klima. Eleverne får mulighed for at samtale med hinanden om, hvad social identitet er for dem. På gulvet lægges et navigationskort med to akser: idealist vs. pragmatiker og økoromantiker vs. økomodernist. Eleverne placerer sig selv i dette koordinatsystem ud fra fire korte tekster, der beskriver de fire klima-akser.

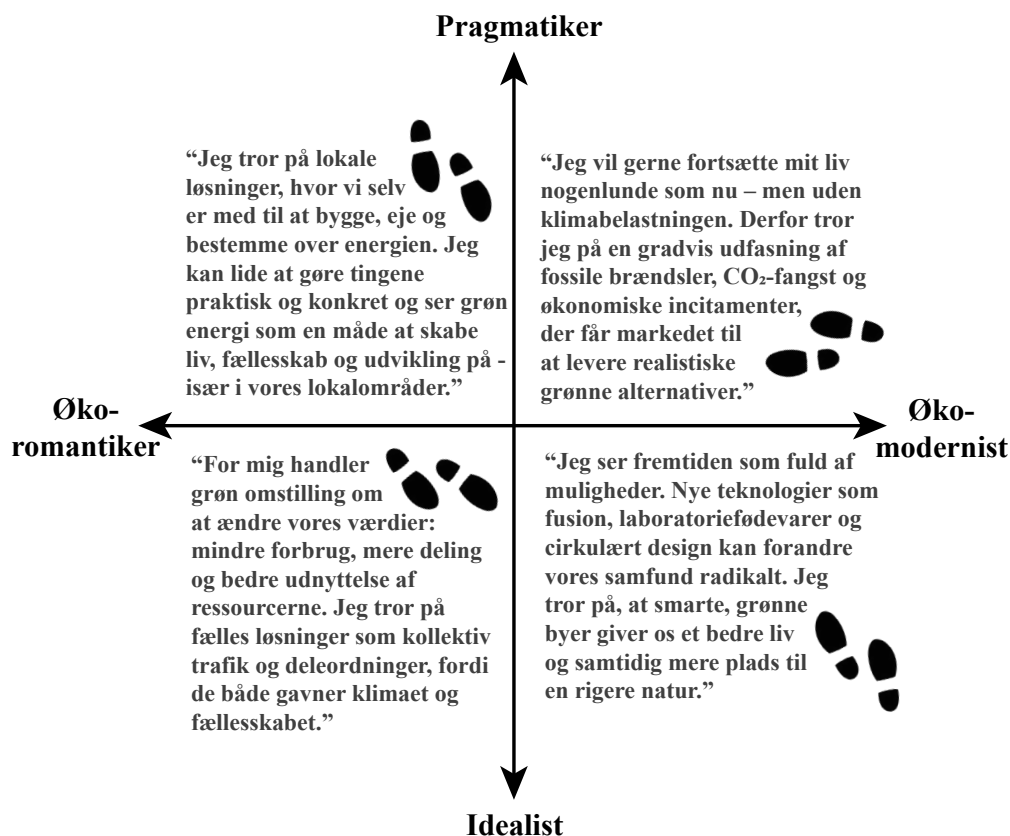
- Pragmatikeren: Fokuserer på realistiske løsninger inden for eksisterende systemer.
- Idealisten: Ser klimakrisen som samfundets største udfordring og ønsker dybtgående forandringer.

Der findes både pragmatikere og idealister, som vil tilbage til en naturlig balance, og andre, som via teknologi vil frem til en ny balance med naturen. Det bringer os frem til akse mellem økoromantikere og økomodernister.

- Økoromantikeren: Ønsker at genetablere en naturlig balance med naturen og ser nye værdier og begrænsninger af forbrug som vejen frem.
- Økomodernisten: Tror på teknologisk innovation og menneskelig udvikling som løsningen.

Eleverne introduceres til, at denne ideologiske kamp har raset i årevis på klimaområdet, og præsenteres for nogle arketyper.

- Pragmatiske økoromantikere ser lokal grøn forsyning, medejerskab, arbejdspladser og lokal produktion i bl.a. landdistrikterne som vigtige.
- De idealistiske økoromantikere har fokus på at udvikle nye værdier, som omfatter lavt materielt forbrug, mere fællesskab og kultur, deleøkonomi, kollektiv trafik og cyklisme.



Figur 1. Identitetskortet illustreret.

- Den pragmatiske økomodernist vil helst leve som nu, men uden udledninger – det kan klares med atomkraft, sol- og vindenergi samt ved at hive CO₂ ud af atmosfæren og gemme den i jorden. Dette fixes med afgifter og ved at gøre CO₂ til big business.
- De idealistiske økomodernister er teknologioptimister og drømmer om, at fremtiden vil sikre endnu bedre services end i dag. Vi får fx robottaxier, laboratoriekød, elfly, abonnementsordninger på services og produkter med livstidsgaranti.

Kortet bruges nu som dialogværktøj til at snakke om bredden af tilgange til en problemstilling som klimaområdet. Vi fokuserer på at danne en nysgerrig, åben, konstruktiv og tempereret zone blandt eleverne, så de både kan snakke om deres egne holdninger og kan lytte åbent til andres holdninger. Det kan også hjælpe eleverne, hvis lærerne prøver at beskrive, hvor de selv er placeret, eller hvordan de har rykket sig gennem tiden.

Refleksioner over øvelsen sker gennem gruppearbejde: I grupperne skal eleverne beskrive, hvilke overvejelser de havde i forhold til at placere sig der, hvor de gjorde,

samt om de blev påvirket af, hvor de andre placerede sig. Var de overraskede over, hvor de andre placerede sig, og tror de, at der var nogle, som placerede sig et andet sted end det, de mente?

Sessionen slutter med en opsamling, hvor læreren og eleverne i fællesskab reflekterer over, hvorfor det kan være relevant at forstå, hvordan sociale identiteter er knyttet sammen med klimadebatten, både i forhold til ens egen personlige udvikling og udviklingen af den demokratiske samtale om svære emner. Hvordan påvirker det dig at have taget stilling til din egen sociale identitet i klimadebatten? Hvorfor er det vigtigt at forstå de sociale identiteter bag forskellige udsagn? Kan det have nogen betydning for den offentlige klimadebat at kende til sociale identiteter bag de forskellige udsagn? Kan vi finde løsninger på tværs af de forskellige sociale identiteter?

Fase 2 – faglig fordybelse

I denne fase dykker eleverne ned i konkrete problemstillinger eller synspunkter. Formålet er at tilegne sig ny viden, nuancer og forståelse for emnets kompleksitet. Fasen består af tre trin: kortlægning, undersøgelse og positionering.

Et aktuelt klima- og forsyningsrelateret samt debatskabende emne fra E&V er spørgsmålet nævnt tidligere om vindmøller: Er den grønne strøm det værd, når ingen vil have opstillet vindmøller i deres baghave? For at undgå en polariseret debat og for at få et databaseret grundlag for fælles viden begynder vi med en kortlægning: Hvilke emner skal undersøges, før vi kan tage stilling til problemstillingen? Hvilke emner skal undersøges for at kunne nuancere de forskellige argumenter?

På E&V har vi udviklet et vindmøllespil til at hjælpe kortlægningen på vej, hvor eleverne kæmper for at få opsat flest vindmøller på en spilleplade. Eleverne trækker undervejs nogle kort med fordele og ulemper, som viser variationen af interessegrupper inden for vindmølleproblemstillingen (og derved bygger bro til fase 1) samt bredden af de emner, man skal forholde sig til på vindmølleområdet.

Med hjælp fra vindmøllespillet kunne en kortlægning bl.a. vise, at eleverne med fordel kan dykke længere ned i spørgsmål om fx vindmøllers arealanvendelse, forsyningsstabilitet, genanvendelse, økonomi samt natur- og miljøpåvirkning.

Herefter følger selve undersøgelsen, som i virkeligheden følger en modificeret udgave af engineering-designprocessen (Auner, 2018), som består af følgende delelementer: forstå udfordringen, undersøge, få idéer, konkretisere, konstruere, forbedre og præsentere. Modificeringen består i, at vi i stedet for et reelt fysisk produkt ønsker en databaseret repræsentation af det, som eleverne finder frem til i undersøgelsen af deres kortlægningsproblem. Til dette formål anvender vi på E&V en værktøjskasse, som kombinerer databaseret historiefortælling, factfulness og teknologisk dannelse.

- Databaseret historiefortælling er en relativt simpel model, som kombinerer data, datavisualiseringer og narrativer/fortællinger. Når disse tre elementer kombineres, bliver vi i stand til både at forklare, at oplyse og at engagere andre i et givent emne. Datavisualiseringer tænker vi bredere end den traditionelle graf, og vi har haft stor succes med at visualisere data ved hjælp af fysiske objekter som legoklodser, akser/snore spændt ud på gulvet og tredimensionelle kasser for at vise størrelsesforhold.
- Factfulness er et koncept af den afdøde statistiker Hans Rosling, som handler om at se verden, som den virkelig er – ikke som vi tror, den er (Rosling et al., 2018). Rosling præsenterer ti tommelfingerregler, som adresserer nogle af vores iboende instinkter, der forvrænger vores verdensbillede – og viser bagefter, hvordan vi erstatter dem med data. Eksempler på instinkter er “frygtinstinktet”, som får os til at overvurdere farlige situationer, eller “størrelsesordensinstinktet”, som får os til at godtage enkeltstående tal uden at sætte dem i relation til noget andet. Grundsensens er, at vi skal være undersøgende, objektive og kritisk tænkende i vores tilgang til verden og vores eget verdensbillede.
- Teknologisk dannelse hjælper eleverne til at forstå teknologiens rolle i samfundet nu og gennem tiden. Det er et relevant fokusområde, da vi ofte dykker ned i problemstillinger i kortlægningsfasen, som beskæftiger sig med teknologisk udvikling. Hvis vi fx skal belyse problemstillingen vedrørende vindmøllers genanvendelse, er det brugbart at få en forståelse af materialebrug, systemtænkning og teknologisk udvikling. Til dette benytter vi os nogle gange af STEL-modellen (STEL står for Standards for Technological and Engineering Literacy) i det omfang, som giver mening i forhold til at undersøge problemstillingen (ITEEA, u.å.).

Herved bliver “produktet” og dermed præsentationen af den faglige fordybelse fx:

- En databaseret historiefortælling (hvad har eleverne fundet af relevante data? Hvordan visualiserer de dem? Hvilken underliggende fortælling hører til?)
- En factfulness-baseret historiefortælling (hvilke instinkter påvirker den måde, vi tænker om en given problemstilling på? Hvordan kan vi ved hjælp af data, statistikker og tendenser rette op på dette instinkt?)
- En fortælling baseret på teknologisk indsigt (hvordan har den historiske udvikling af teknologien påvirket, hvordan den ser ud i dag? Hvordan spiller materialeegenskaber ind på problemstillingen? Hvordan kunne udviklingen se ud i fremtiden?).

Til sidst i fase 2 kan eleverne prøve en positioneringsøvelse. Her prøver eleverne at indtage forskellige modsatrettede synspunkter, men skal kombinere det med deres viden fra den faglige fordybelse: Hvad sker der, hvis man konsekvent siger ja til at opsætte vindmøller – eller det modsatte? De skal argumentere både for og imod og

udfordres til at argumentere for standpunkter, de ikke nødvendigvis selv havde inden den faglige fordybelse. Fokus er på at nuancere synspunkterne med fakta og forståelse.

Fase 3 – samspil og afvejning

I tredje fase genbesøger eleverne deres egne positioner: Har deres syn ændret sig efter fordybelsen? Det undersøges fx med en ny runde med navigationskortet.

Integrativ tænkning er det centrale redskab i denne fase: Hvis der stadig er mange forskellige holdninger til problemstillingen, hvordan kan vi så finde "både-og"-løsninger, hvor forskellige synspunkter kan sameksistere? Hvis synspunkter står stejlt over for hinanden og det er svært at finde fælles løsninger, hjælper vi eleverne med at se løsningspotentialer fra forskellige vinkler, fx:

- Geografisk: Kan vi blive enige om en løsning, hvis vi adskiller "ønskerne/holdningerne" geografisk? Fx: Hvad nu, hvis Danmark fokuserede på at opsætte havvindmøller i stedet for landvindmøller?
- Skalamæssigt: Kan vi blive enige om en løsning, hvis vi adskiller "ønskerne/holdningerne" i forhold til skala? Fx: Hvad nu, hvis der kun blev opsat x antal vindmøller og resten af den vedvarende vindenergi kom fra resten af Europa? Eller vi fokuserede på at skifte de relativt set lavtproducerende vindmøller ud med store, højtproducerende møller?
- Tidsmæssigt: Kan vi blive enige om en løsning, hvis vi adskiller "ønskerne/holdningerne" i forhold til tid? Fx: Hvad nu, hvis opsætningen af vindmøller optrappes frem mod år x, og vi derved måske vinder noget ved at udvikle teknologien yderligere?

Formålet er ikke nødvendigvis, at eleverne skal opnå enighed – men at vise, at komplekse problemer ofte kræver komplekse, sammensatte løsninger, hvor forskellige synspunkter kan spille sammen.

Oplyst uenighed

Der er også den mulighed, at synspunkterne simpelthen ikke kan mødes. Ingen enighed. Ingen kompromiser. Har alt det arbejde, vi har været igennem med eleverne, så været spildt?

Selvfølgelig ikke. Gennem de beskrevne øvelser har vi ikke blot fået en større viden om et specifikt emne, men også en dybere indsigt i hinandens holdninger og baggrunden for, hvorfor vi hver især mener, som vi gør. Det i sig selv er et mål for den demokratiske samtale – et mål, som Vincent Hendricks beskriver som opnåelsen af "oplyst uenighed" (Henriksen, 2025). Eleverne har øvet sig i at lytte og spørge, at opbygge egne fornuftige og databaserede argumenter, forstå andres argumenter og

måske endda gennemskue ufuldstændige argumenter. Vi har formået at komme ud af de sociale mediers og hjemmets bobler, hvor vi kun omgås dem, vi er enige med. Vi har styrket den demokratiske samtale og lært at snakke sammen – selv når vi er uenige.

Vejen mod det levende demokrati

“Både-og”-pædagogikken handler ikke om at udskamme unges brug af internettet eller de sociale medier som informationskilde, eller at de foretrækker at tage de politiske samtaler bag hjemmets fire vægge. I stedet handler det om at klæde dem på til at forstå de mekanismer, de er en del af. Det kræver undervisning i bl.a. factfulness, databaseret historiefortælling og kildekritik, så vi opnår en større viden om, hvad der præger vores måde at opfatte verden på.

Men det handler også om noget mere grundlæggende: at genopdage samtalen og det gode argument som en bærende pædagogisk praksis. At lære, hvordan man er uenig – uden at være fjendtlig. At kunne sætte sig i hinandens sted og skabe nuancer. At skabe rum, hvor det er muligt at ændre mening uden at miste ansigt. At forstå, at demokratisk dannelse ikke er noget, man har – men noget, man hele tiden øver sig i.

I en tid, hvor de sociale medier har overhalet familien som børns foretrukne hverdagsaktivitet (Børns Vilkår, 2024), og hvor informationsstrømmen er konstant og ufiltreret, har skolen måske aldrig været vigtigere. Skolen skal være en modvægt til tidens digitale flodbølge af polariserende påvirkning. Ikke kun som vidensformidler, men som demokratisk værksted, som rammesætter for faktabaserede samtaler og som en tempereret zone for uenighed. Vi skal have det levende demokrati tilbage, hvor alle tør deltage.

Referencer

- Auner, S., Daugbjerg, P., Nielsen, K. & Sillasen, M.K. (2018). *Engineering i skolen: Hvad, hvordan, hvorfor*. VIA University College.
- Bruun, J. & Lieberkind, J. (2024). *Politisk og demokratisk dannelse i en krisetid. ICCS 2022*. Aarhus Universitetsforlag. https://dpu.au.dk/fileadmin/edu/Udgivelser/IEA-ICCS/ICCS2022_politisk-og-demokratisk-dannelse_05-12-2024.pdf
- Børns Vilkår. (2024). *Børn og unges liv på sociale medier*. Børns Vilkår. https://bornsvilkar.dk/wp-content/uploads/2024/05/Boern-og-unges-liv-paa-sociale-medier_enkeltidet.pdf
- Filstrup, S.H., Kristensen, J.B., Lorenzen, M.S., Andersen, K., de Vreese, C., Just, S.N. & Mayerhöffer, E. (2025). *Indeks for det danske digitale demokrati 2024*. Digitaliseringsministeriet. <https://www.ft.dk/samling/20241/almdel/diu/bilag/73/2994645.pdf>
- Henriksen, C. (2025). Har vi stadig noget at tale sammen om? *Asterisk, 110*. DPU, Aarhus Universitet. <https://dpu.au.dk/asterisk/har-vi-stadig-noget-at-tale-sammen-om>

Hermann, S. (2022). *En varm tid*. Informations Forlag.

ITEEA. (u.å.). *Standards for Technological and Engineering Literacy*. <https://www.iteea.org/stel>

Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen. (2025). *Young consumers and social media*. Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen. <https://kfst.dk/media/egkp201j/20250206-young-consumers-and-social-media.pdf>

Kulturministeriet. (2021). *Mediernes udvikling i Danmark. Internetbrug og sociale medier 2021*. Kulturministeriet. https://kum.dk/fileadmin/_mediernesudvikling/2021/Internetbrug_og_sociale_medier_2021.pdf

Rosling, H., Rönnlund, A.R. & Rosling, O. (2018). *Factfulness: Ten reasons we're wrong about the world – and why things are better than you think*. Hodder & Stoughton.

English abstract

In a time when young people's political views are kept behind closed doors and social media increasingly shapes our perspectives, the school is failing as a framework for exchanging opinions on controversial topics. Something must be done about this. In this article, ENERGI & VAND presents a "both-and"-pedagogy that provides both a constructive framework and a methodological approach to students' exchange of opinions, as well as a data-based approach to academic immersion. The "both-and"-pedagogy presents a process aimed at enabling students to put themselves in each other's place, weigh solutions collectively, and build a culture of democratic formation through science education.

ATOM-modellen som dialog-værktøj om god brug af AI i en medialiseret erhvervsskolehverdag



Marianne Riis, docent,
Professionshøjskolen
Absalon



Morten Walsted,
specialkonsulent, Center
for It i Undervisningen
(CIU)



Jens Dræby,
specialkonsulent, Center
for It i Undervisningen
(CIU)



Jeppe Egendal, lektor, VIA
University College



Marianne Georgsen,
docent, VIA University
College

Abstract: Denne artikel præsenterer ATOM-modellen, der er et dialogværktøj til at fremme ansvarlig brug af generativ AI i undervisningen på tekniske erhvervsuddannelser. Med afsæt i medialiserings-teori samt erhvervs- og STEM-didaktik belyses, hvordan modellen kan anvendes i praksis på tømrer-, smede- og procesoperatøruddannelsen. Artiklen giver konkrete eksempler og viser, hvordan ATOM-modellen kan hjælpe med at understøtte digital teknologiforståelse, faglig integritet og stolthed i en medialiseret undervisningskontekst.

Indledning

“Det er et hjælpeværktøj i mine øjne. Men hvis man bare kopierer direkte fra den uden omtanke, så er det snyd.”

(Elevcitater fra Andersen, 2025, s. 16)

Ovenstående citat stammer fra en elev på en erhvervsuddannelse, der taler om brugen af generativ kunstig intelligens som fx ChatGPT eller Copilot. Generativ kunstig intelligens (herefter blot AI) er hastigt på vej ind i både uddannelsesverdenen og erhvervslivet. For tekniske erhvervsuddannelser rejser dette nye spørgsmål som fx: Hvordan kan vi udnytte AI som en ressource i undervisningen i STEM-fagene uden at gå på kompromis med elevernes faglige integritet og læring?

Denne artikel bygger på erfaringer fra GenAISTEM-projektet, der er et samarbejde mellem Center for It i Undervisningen (CIU) og professionshøjskolerne VIA og Absalon i perioden 2024-2026. I projektet deltager lærere og ledere fra fem erhvervsskoler i kompetenceudvikling med fokus på god brug af AI i undervisning og læreprocesser på tekniske STEM-uddannelser. I projektet har vi arbejdet med at udvikle forskellige didaktiske materialer og modeller. ATOM-modellen, som præsenteres i denne artikel, er tænkt som et dialogværktøj, der kan bruges i undervisningen, men også blandt lærere og ledere. Modellen stiller skarpt på god brug af AI og understøtter ledere, lærere og elever i at drøfte og vurdere, hvordan AI kan bruges ansvarligt og fagligt meningsfuldt i undervisningen på erhvervsuddannelserne.

Især på de tekniske erhvervsuddannelser, hvor STEM-fag og digitale teknologier allerede spiller en stor rolle, er der behov for en ramme, der kan facilitere dialog om teknologiens rolle i undervisning og læring. Artiklen her præsenterer, hvordan ATOM-modellen kan bruges i undervisningen på fx tømrer-, smede- og procesoperatøruddannelsen, og hvordan modellen kan kobles med både medialiseringsteori, erhvervsdidaktik og STEM-didaktik.

Den medialiserede erhvervsskole

Ifølge medieforskeren Stig Hjarvard (2016) er vores samfund og dermed også uddannelser i stigende grad udsat for medialisering, der er et udtryk for, hvordan både massemedier, digitale netværksmedier og senest også AI er blevet en integreret del af kulturelle praksisser og samfundsinstitutioners virke. Det betyder bl.a., at medier ikke blot formidler viden, men former måden, vi tænker, kommunikerer og handler på. For erhvervsuddannelserne betyder det, at både elever, lærere og ledere skal lære at navigere i et nyt medielandskab, hvor AI er allestedsnærværende – og dermed også påvirker rammerne for faglighed, undervisning og læring.

Hjarvard (2019) peger på fem særlige dimensioner af medialisering, der får indflydelse i skolekontekster, og som vi herunder, i tabel 1, har koblet til en erhvervsuddannelseskontekst.

Tabel 1. Hjarvards fem dimensioner af medialisering koblet til AI på erhvervsuddannelser

Hjarvards dimension	Kendetegn ved dimensionen	AI i en erhvervsuddannelseskontekst – mulige koblinger og eksempler
1. Medier som fagligt genstandsfelt	Medier gøres til fagligt indhold og genstand for læring.	AI bliver en del af elevernes faglige forståelse og teknologiske dannelse. Eleverne lærer at forstå og bruge AI-værktøjer, fx i forbindelse med fejlfinding, produktion, energioptimering, design og dokumentation. På mange STEM-uddannelser kan eleverne arbejde med AI som en integreret del af undervisningen.
2. Medier som læringsmiddel	Medier bruges som pædagogisk-didaktiske redskaber i undervisningen.	AI fungerer som et didaktisk værktøj til støtte for læring – fx som en læringsassistent, der kan forklare teorier, simulere scenarier eller give feedback på rapporter og beregninger. Læreren kan fx bruge AI til at differentiere opgaver, generere cases eller skabe visualiseringer. Brugen af AI kan understøtte refleksion og praksisnær forståelse, men kræver kritisk bevidsthed.
3. Medier som uformel skole	Læring og kultur påvirkes af medier uden for skolen.	Eleverne møder AI uden for undervisningen – fx gennem YouTube-tutorials, chatbots og sociale medier. Disse uformelle læringsarenaer påvirker elevernes forventninger, sprog og praksis i skolen. Udfordringen er at bygge bro mellem hverdagens AI-brug og den faglige anvendelse, så eleverne lærer at reflektere over kvalitet, etik og kildekritik.
4. Medier som interaktionsmiljø	Medier skaber nye former for kommunikation og samarbejde.	AI understøtter samarbejde og kommunikation i læringsfællesskaber – fx gennem fælles designplatforme, generative planlægningsværktøjer, chatbots til gruppearbejde eller automatiseret oversættelse. Der opstår nye interaktionsformer mellem elev, lærer og teknologi, hvor AI fungerer som medaktør og sparringspartner.
5. Erhvervsskolen i mediernes offentlighed	Skolen bliver en del af den offentlige mediearena og dens narrativer.	AI påvirker, hvordan erhvervsskolerne fremstilles i offentligheden – fx gennem mediedebatter om snyd, etik og digital dannelse. Samtidig kan skolerne aktivt brande sig som teknologisk fremsynede ved at vise ansvarlig AI-praksis. AI-genereret kommunikation, visualiseringer og storytelling kan også bruges til at formidle skolens mål og aktiviteter til offentligheden.

Ovenstående betyder, at “den medialiserede elev” er vant til at søge svar på nettet (“google”), bruge YouTube som underviser og nu også at prompte – og det stiller krav til undervisningen. Det er ikke længere nok at fokusere på, hvad eleven *ved*, men også på, hvordan viden er blevet til. Medialiseringen ændrer med andre ord selve vidensbegrebet, hvilket igen skaber nye pædagogiske udfordringer. AI sætter fx fokus på forhold vedrørende validering af udsagn og resultater, da AI-genereret tekst kan være fejlbehæftet, og det kræver faglighed at kunne vurdere vidensgrundlaget for teksten. Der ligger derfor en vigtig opgave i at kende forskel på opslag i eksisterende tekst (fx ved at google) og at generere svar ved hjælp af AI. Derfor har vi brug for didaktiske redskaber, der hjælper med at genforhandle, hvad faglighed er, og hvordan den udvikles i et samspil mellem mennesker og maskiner.

Teknologiforståelse kan understøtte god brug af AI

God brug af AI i undervisningen kræver, at både elever og lærere forstår, hvordan teknologien fungerer, og er i stand til at reflektere over den gode brug. I GenAISTEM-projektet er vores udgangspunkt, at inddragelse af AI skal bidrage til at fremme digital teknologiforståelse (se evt. Riis et al. (2021) for en uddybning af digital teknologiforståelse på erhvervsuddannelserne) og styrke den menneskelige vurdering og handlekraft i undervisnings-, lære- og arbejdsprocesser. Mere specifikt baserer vores arbejde sig på en vurdering af, at særligt tre kompetenceområder kan understøtte hhv. elever, lærere og ledere, nemlig AI-myndiggørelse, AI-tankegang og AI-handleevne (se også Riis et al., 2025).

I arbejdet med teknologi, der er specifikt designet til – baseret på kunstig intelligens – at foretage vurderinger og udvise handlekraft, anser vi det som helt afgørende at fokusere på at fremme *menneskelig* vurdering og handlekraft. Vores erfaringer fra praksis viser, at maskinelle processer og output genereret af AI har meget stor forførelseskraft – med risiko for at skubbe det menneskelige ræsonnement i baggrunden, hvis ikke eleverne (eller læreren) forstår og anvender teknologierne hensigtsmæssigt. I en læringskontekst er der derfor også risiko for, at overdreven afhængighed af AI kan spænde ben for elevernes motivation og engagement i læreprocesser og dermed føre til “færdighedsatrofi” og “metakognitiv dovenskab” (Fan et al., 2024).

Men det handler ikke kun om at undgå, at eleverne fristes til kognitiv aflastning. Den overbevisning, hvormed AI er designet til at svare brugeren, kan svække elevernes tiltro til egne faglige evner (herunder også skriftlig fremstilling), vurderinger og handlekraft. Ligeledes sker det, at brugen af AI giver eleverne en oplevelse af at kunne klare opgaver nemt og hurtigt, hvorved deres selvtillid løftes. Faglig usikkerhed kan være en forklaring på, at nogle elever tilsyneladende helt ukritisk vælger at kopiere og anvende AI's output. U hensigtsmæssig brug og decideret misbrug af AI i læreprocesser er så-

ledes et komplekst anliggende, der skal angribes fra flere fronter. Eller sagt med andre ord: God anvendelse af AI kræver, at både lærere og elever forberedes hertil, og at der på skolerne arbejdes aktivt med emnet. Her er det vores vurdering, at et dialogværktøj som fx ATOM-modellen kan understøtte både elever og lærere i denne vigtige proces

Erhvervs- og STEM-didaktik i samspil

Erhvervsdidaktik adskiller sig fra almen didaktik ved sit fokus på de erhvervsfunktioner (fx tømrrer) og erhvervsopgaver (fx materialevurdering), som eleverne skal kunne varetage i deres fremtidige arbejdsliv (Riis & Brodersen, 2023). Det handler ikke blot om at tilegne sig viden, men om at kunne handle fagprofessionelt og kompetent i konkrete arbejdssituationer. Undervisningen skal derfor tage udgangspunkt i autentiske problemstillinger, virkelighedstro opgaver og praksisnære scenarier, hvor eleverne styrker deres faglige dømmekraft og tekniske færdigheder i samspil med andre.

Når AI og andre digitale teknologier integreres i undervisningen, er det derfor afgørende, at det sker på en måde, der giver mening i forhold til de erhverv, eleverne uddannes til (Holmboe & Riis, 2023; Riis et al., 2021). Det betyder, at AI ikke skal introduceres som et isoleret IT-værktøj, men som en del af de faglige praksisser, eleverne skal mestre – fx som støtte til materialeberegning, risikovurdering eller idéudvikling.

Vores mål med ATOM-modellen har derfor været at understøtte denne tilgang ved at gøre det muligt for elever og lærere at tale om, hvordan AI-anvendelse kan være både fagligt meningsfuld og etisk forsvarlig. Ved at forbinde AI med konkrete erhvervssituationer styrkes elevernes faglige dømmekraft, deres forståelse af teknologiens rolle i deres fag og deres ansvar som kommende faglærte.

De danske erhvervsuddannelser opererer med syv STEM-fag: biologi, fysik, kemi, naturfag, matematik, erhvervsinformatik og teknologi. Ifølge Larsen et al. (2022) kan STEM-didaktik forstås som en integreret didaktisk tilgang, hvor undervisningen planlægges og gennemføres ud fra fem centrale elementer: begrundelser og mål, indhold/kontekst, metoder og elevdeltagelse, integrationselementer og definitioner af STEM. Tilsammen udgør disse elementer et helhedssyn på undervisning, hvor viden, kunnen og handling kobles på tværs af fag og praksis.

Begrundelserne for en STEM-tilgang kan være både interne og eksterne. Internt handler det om at skabe mere meningsfuld og sammenhængende undervisning, mens de eksterne begrundelser bl.a. knytter sig til samfundets behov for teknologisk kompetente og kritisk reflekterende borgere. I en erhvervsuddannelses kontekst betyder det, at eleverne arbejder med virkelighedsnære problemstillinger, der både udvikler deres faglige færdigheder og styrker innovation, samarbejde og handlekompetence (Benthien & Hersom, 2023). Som sådan matcher STEM-didaktik i væsentlig udstrækning de centrale aspekter af erhvervsdidaktikken, hvorfor vi ser disse som tæt forbundne.

Christensen et al. (2023) har formuleret fem principper for STEM-undervisning på erhvervsskoler. Den skal:

- 1. Udvikle professionsdannelse
- 2. Sætte deltagerne i centrum
- 3. Understøtte almindannelse
- 4. Være forbundet til omverdenen
- 5. Integrere flere STEM-discipliner på en meningsfuld måde.

ATOM-modellen og dens bestanddele

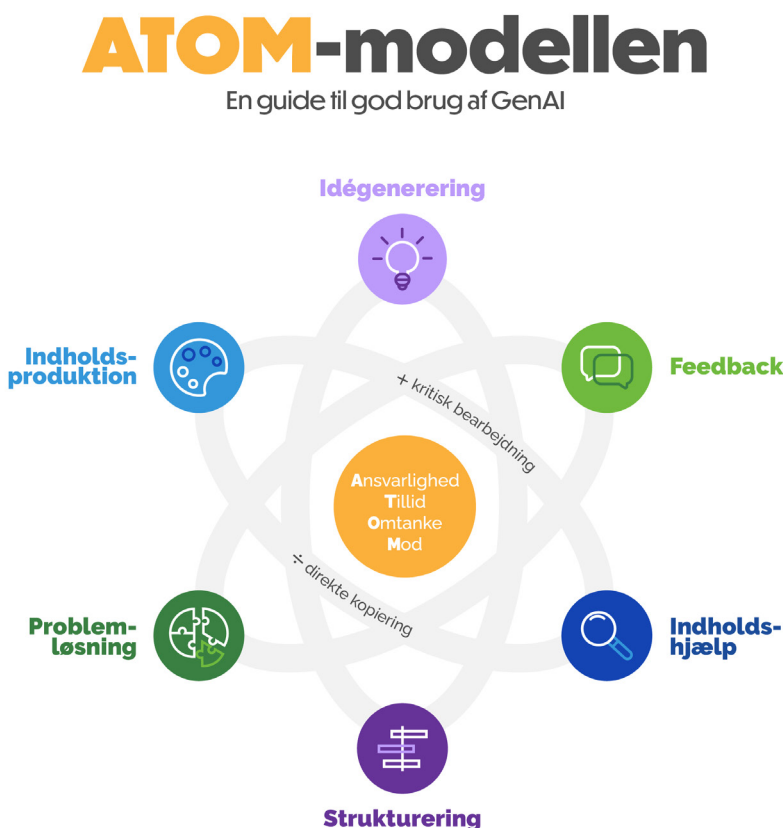
ATOM-modellen består af en kerne, seks elektroner og seks elektronskaller. Kernen udgør det overordnede formål, der handler om *god brug* af AI. I en erhvervsuddannelseskontekst handler god brug også om faglig integritet, og i forlængelse heraf vil vi argumentere for at anlægge et overordnet *etisk* perspektiv på brugen af AI. Dette fokus betyder, at vi ikke betragter brugen af AI som isoleret fra andre elementer i en erhvervsuddannelse, men netop som noget, der skal afspejle de grundlæggende værdier i uddannelse og profession. Den gode brug definerer vi således som den situerede anvendelse og adfærd, hvor brugeren udviser ansvarlighed, tillid, omtanke og mod – disse fire kerneværdier udfoldes i tabel 2 herunder.

Tabel 2. ATOM-modellens fire kerneværdier

Ansvarlighed	Dette betyder, at brugeren er bevidst om sine valg og de konsekvenser, AI-brugen kan have. Det indebærer at bruge AI på en måde, der overholder juridiske, faglige retningslinjer, sikre korrekt kildehenvisning og -anvendelse samt at undgå afhængighed af AI uden refleksion.
Tillid	Dette indebærer, at brugeren handler med ærlighed, åbenhed og kritisk sans, når AI anvendes til opgaveløsning. Det indebærer at stole på AI som et relevant læringsværktøj, men samtidig tage ansvar for at validere, supplere og reflektere over de genererede svar.
Omtanke	Dette handler om at bruge AI med respekt for læringsprocessen, klassekammeraterne og den faglige kontekst. Det indebærer at tænke over, hvordan AI påvirker ens egen og andres læring, ved at bruge teknologien etisk forsvarligt.
Mod	Dette handler om at træffe bevidste og etisk forsvarlige valg i brugen af AI, selv når det kan være udfordrende eller fristende at søge hurtige genveje. Det indebærer at stå ved egne beslutninger, tage stilling til potentielle dilemmaer og turde sige fra over for misbrug eller upålidelig brug af og svar fra AI.

De fire værdier er etiske i den forstand, at de handler om at tage hensyn til andre mennesker og ikke kun til en selv. Værdierne er mellem menneskelige og gensidige. I en undervisnings- og læringskultur med høj faglig integritet praktiseres værdierne som positive pejlemærker i det daglige arbejde mellem alle involverede – fra elever til direktør/rektor og videre ud i de relevante brancher og erhverv.

ATOM-modellen kan bidrage til de fem principper for STEM-undervisning (se ovenfor). Modellen understøtter desuden professionsdannelse ved at tydeliggøre, hvordan AI kan bruges ansvarligt og reflekteret i *fagspecifikke* opgaver. Den sætter eleverne i centrum ved at tage udgangspunkt i deres egne læreprocesser og erfaringer med AI. Den åbner for almindidaktiske samtaler om teknologiens rolle i samfundet og forbindes nemt til aktuelle temaer som datasikkerhed og etik. Og endelig fordrer den en tværfaglig forståelse af AI, hvor flere STEM-fagligheder kan mødes i praksisnære aktiviteter.



Figur 1. ATOM-modellen.

Som beskrevet ovenfor er modellen udarbejdet som et redskab til både lærere og elever. For en lærer vil modellens fokus på aktiviteter i forbindelse med opgaveløsning (de seks elektronskaller) være et muligt afsæt for at vurdere, hvor og hvordan AI kan bruges i undervisningen og i elevernes arbejde. Af modellens elektronskaller fremgår det også, at kritisk bearbejdning af AI-støtte er acceptabel, mens direkte kopiering ikke er. Denne illustration af faglige værdier fungerer både som afsæt for samtaler med elever i undervisningen og som opmærksomhedspunkter for læreren, når denne forbereder opgaver med brug af AI. Rationalet bag dette begrebspar er, at der i et teknologiforståelsesperspektiv er rigtig meget, som eleverne kan og bør forstå og lære om AI, hvilket kan være overvældende – også for lærerne. Men hvis eleverne blot til en start kan vænne sig til at skelne mellem kritisk bearbejdning og direkte kopiering, vil de være godt hjulpet – også når det ikke gælder AI. For eleverne kan dette i sig selv være vanskeligt, og det er derfor lige så vigtigt, at de støttes i dette, som at de støttes fagfagligt og teknologisk.

Figur 2 herunder uddyber de seks læringsaktiviteter fra ATOM-modellen.

Læringsformer med AI



Figur 2. Læringsformer med AI.

Praktiske anvendelsesmuligheder for ATOM-modellen

På baggrund af nogle af de erfaringer, som vi har gjort os med de deltagende lærere i GenAISTEM-projektet, nævner vi her tre eksempler på en erhvervsuddannelsespraksis, som følges op med, hvordan ATOM-modellen mere generelt kan bruges af lærere og elever.

Tømruddannelsen – materialevalg og fugtforhold i byggeri

I denne opgave skal eleverne vurdere og vælge materialer til en indvendig vægkonstruktion i et vådrum. Der indgår overvejelser om fugttransport, risiko for skimmel, bæreevne og bæredygtighed. Undervisningen integrerer naturfag, biologi og teknologi samt kendskab til bygningsreglementet. Eleverne anvender AI til:

- *Idégenerering*: få forslag til relevante materialer og opbygninger, der egner sig til fugtige miljøer
- *Indholdshjælp*: undersøge egenskaber ved fx træsorter, gipsplader og dampspærre i forhold til fugtmodstand
- *Strukturering*: få hjælp til at opstille en sammenligningstabel over materialevalg ud fra kriterier som levetid, miljøpåvirkning og fugtmodstand.

På baggrund af opgaven drøfter eleverne fx følgende spørgsmål: Hvordan kan vi bruge AI til at understøtte vores valg, men stadig selv vurdere materialernes egnethed? Er det acceptabelt at lade AI foreslå en løsning, hvis vi ikke ved, hvordan den er kommet frem til den? Hvordan adskiller vi *kritisk bearbejdning* (fx omskrivning og sammenligning) fra *direkte kopiering* (ukritisk overtagelse af AI's anbefalinger)? Fokus er således på arbejdsprocessen med AI i højere grad end på fx at sammenligne kvaliteten af besvarelser lavet med og uden AI. Med henvisning til Hjarvards kategorier fra tidligere kan dette eksempel siges at omhandle dimension 1 og 2, dvs. AI som genstandsfelt og AI som hjælpemiddel – det første dog mere sekundært.

Smedeuddannelsen – svejseopgave og materialelære

I denne opgave skal eleverne konstruere et beslag til udendørs brug. De skal vælge svejsemetode og materiale under hensyn til miljøpåvirkninger, styrke og økonomi. Opgaven inddrager fysik, kemi og teknologi. Eleverne anvender AI til:

- *Indholdshjælp*: få information om svejsemetoder og metalegenskaber
- *Problemløsning*: bede AI simulere belastningsscenarier og forudsige korrosion under forskellige forhold
- *Feedback*: lade AI analysere deres valg og give forslag til forbedringer eller alternativer.

På baggrund af opgaven drøfter eleverne fx følgende spørgsmål: Hvordan ved vi, at AI's anbefaling om svejsemetode passer til vores specifikke kontekst? Hvornår bliver det fagligt svækkende blot at kopiere AI's vurdering? Hvordan kan vi bruge AI som en slags "second opinion" uden at miste vores egen dømmekraft? Dette eksempel sætter fokus på Hjarvards kategori 1 (AI som genstandsfelt), 2 (AI som læremiddel) og 4 (AI som interaktionsmiljø) – det sidste både i brugen af AI til problemløsningen og til analyse af og feedback på løsningsforslag. Som i det første eksempel sætter diskussionerne af brugen af AI faglig kvalitet og integritet i fokus, hvilket potentielt fører til udvikling af kritisk refleksion over værktøjerne.

Procesoperatøruddannelsen – kemiske processer og produktionsoptimering

I denne opgave skal eleverne arbejde med en case om at optimere en kemisk proces, fx i forbindelse med blanding af væsker ved varierende temperatur og tryk. Målet er en stabil, energieffektiv og sikker produktion. Undervisningen inddrager kemi, fysik, matematik og erhvervsinformatik. Eleverne anvender AI til:

- *Idégenerering*: foreslå procesparametre, der kan ændres for at opnå højere effektivitet
- *Indholdsproduktion*: få hjælp til at skrive en rapport, der forklarer og dokumenterer optimeringsforslagene
- *Strukturering*: udarbejde en fejlsøgningsmodel med beslutningstræ baseret på forskellige procesdata.

På baggrund af opgaven drøfter eleverne fx følgende spørgsmål: Hvordan bliver rapportens indhold mere end blot en gengivelse af AI-output? Hvordan bruger vi AI til at støtte dokumentation og analyse, samtidig med at vores egne faglige overvejelser og argumenter indgår? Hvornår overskrider vi grænsen mellem støtte og snyd? Der sættes således her fokus på AI som læremiddel og på elevernes faglige dømmekraft og integritet.

Lærers brug af modellen sammen med eleverne

I ovennævnte eksempler er fokus på elevernes selvstændige brug af elementer fra ATOM-modellen, hvor AI-brug diskuteres op mod det STEM-faglige indhold. Erfaringerne fra projektet er indtil videre, at netop det at arbejde med udvalgte elementer fra modellen fungerer godt, og det samme gælder, når læreren ønsker at tage bestemte temaer eller problemstillinger op med eleverne (se eksempler nedenfor). Her kan de foreslåede aktiviteter støttes af modellens tilhørende materialer, som bl.a. er dilemmakort og caseeksempler til drøftelse blandt eleverne. Læreren kan fx overveje at bruge modellen til:

- **Klassediskussion som indledning til AI i undervisningen**: Læreren introducerer AI-værktøjer i en klasse og sikrer, at eleverne forstår både potentialet og udfordringerne. Her kan en introduktion af kerneværdierne fx gå forud for elevernes arbejde med dilemmakort.
- **Feedback på AI-genererede opgaver**: En elev har brugt AI til at skrive en opgave uden kritisk bearbejdning af AI's output. I stedet for blot at afvise opgaven bruges ATOM-modellen til at skabe refleksion og dialog med eleven.

- **AI-etisk dilemma i gruppearbejde:** Eleverne får en case, hvor nogle elever opdager, at en elev i gruppen har brugt AI helt ukritisk i forbindelse med en fælles gruppeopgave. Læreren bruger ATOM-modellen til at rammesætte svære drøftelser i klassen.
- **Selvrefleksion over brug af AI:** Læreren vil have eleverne til at reflektere over deres brug af AI i forbindelse med en opgaveløsning. Eleverne skal sætte sig til at skrive eller indtale en kort refleksion baseret på ATOM-modellen, som placeres i deres læringslog.
- **Brug af AI i oplæringen:** Læreren ønsker at sætte fokus på god brug ud over skolekonteksten og anvender ATOM-modellens kerne til fælles drøftelser af brugen af AI i konkrete arbejdsprocesser, når eleverne kommer tilbage med eksempler fra oplæringsperioder (Riis et al., 2025, s. 5).

Lærers rolle

ATOM-modellen fungerer ikke uden lærers aktive facilitering. Læreren skal rammesætte og være en sparringspartner, der guider eleverne i, hvordan AI kan bruges meningsfuldt og etisk forsvarligt. Det indebærer bl.a. at stille spørgsmål, der gør AI-brugen gennemsigtig: Hvordan har du brugt AI her? Hvad er AI-genereret, og hvad er dit eget? Herudover er det væsentligt, at læreren hjælper eleverne med at tydeliggøre koblingen mellem AI-brug og forskellige (STEM-)faglige og didaktiske mål og intentioner.

Læreren skal samtidig være bevidst om de udfordringer, der kan opstå i forbindelse med brugen af AI – fx risiko for afhængighed, tab af faglig forankring eller manglende motivation for at lære. Derfor skal læreren kunne identificere situationer, hvor AI-brugen bliver u hensigtsmæssig, og være i stand til at rette op på det med pædagogisk og faglig støtte. Dette kræver, at læreren selv er i besiddelse af både teknologiforståelse, didaktisk kompetence og faglig dømmekraft. Læreren skal bl.a. kunne:

- Vurdere kvaliteten af AI-output
- Kende til AI-værktøjers funktioner og begrænsninger
- Skabe et læringsmiljø, hvor det er trygt at eksperimentere og fejle
- Sætte brugen af AI ind i et større samfunds-, erhvervs- og dannelsesperspektiv.

Da reflekteret brug af AI i undervisning og læreprocesser stadig er en relativt ny opgave for mange lærere, indikerer ovenstående et behov for kompetenceudvikling, hvis lærerne skal kunne løse denne nye opgave. Det er også i høj grad erfaringerne fra GenAISTEM-projektet, hvor ATOM-modellen er udviklet.

Konklusion

Med ATOM-modellen har vi forsøgt at skabe et konkret og praksisnært redskab til at styrke den faglige dialog om AI på erhvervsuddannelserne. Modellen åbner mulighed for at gøre AI-brug til genstand for didaktisk refleksion frem for blot teknisk anvendelse.

Medialisering handler dog ikke kun om nye teknologier, men også om ændringer i de sociale strukturer, hvor undervisning foregår. Ifølge Hjarvard (2019) indebærer medialisering en forskydning i magt, autoritet og opmærksomhed – fx fra læreren til digitale medier og platforme og fra faglig fordybelse til umiddelbar adgang og visuel præsentation. I denne kontekst kan ATOM-modellen fungere som et modtræk: et dialogisk værktøj, der hjælper med at genetablere lærerens og elevernes roller i forhold til faglig vurdering, ansvar og integritet.

Ved at sætte fokus på processer – og ikke blot produkter – og ved at gøre værdier som ansvarlighed og omtanke eksplicite skaber ATOM-modellen et rum for refleksion midt i det medialiserede undervisningslandskab. Den hjælper med at synliggøre og balancere den autoritet, som AI ellers kan komme til at overtage.

I den forbindelse er det vigtigt at undgå både “mediepanik” og “cyberoptimisme”, der er to yderpunkter, som Hjarvard advarer imod. Mediepanik fører til mistænkeliggørelse og forbud, mens cyberoptimisme skaber ukritisk begejstring og overdreven tillid til teknologiens muligheder. ATOM-modellen tilbyder i stedet et balanceret mellem punkt, hvor teknologiens potentiale undersøges kritisk, men konstruktivt, i fællesskabet mellem elever og lærere.

I en tid, hvor AI forandrer uddannelserne i hastigt tempo, er der brug for didaktiske modeller, der tager disse forandringer alvorligt og samtidig bevarer blikket for faglig integritet og stolthed. Vores erfaring er, at elever på erhvervsuddannelserne ikke kan kvalificere brugen af AI alene. Tværtimod. Eleverne har, måske mere end nogensinde tidligere, brug for den menneskelige lærer og dennes ekspertise i den nye AI-medierede uddannelsesvirkelighed. I en aktuel undersøgelse af erhvervsskoleelevers brug af AI (Andersen, 2025) efterlyses både retningslinjer og læring om *god* brug, som udtrykt af denne elev:

“Jeg synes ikke, man skal pakke det væk. For i sidste ende bliver det en stor ting i fremtiden, og det gør det ligemeget hvad. Så det handler bare om, hvordan man lærer folk at bruge det ordentligt og ikke misbruge det så meget”. (Elevcitater fra Andersen, 2025, s. 22)

Referencer

- Andersen, L. (2025). *Det nationale elevpanel. AI i undervisningen set med elevernes øjne*. Rapport udgivet af Center for It i Undervisningen, CIU. <https://www.flipsnack.com/ciuud/det-nationale-elevpanel-2025/full-view.html>
- Benthien, F.L. & Hersom, H. (2023). Praksisnær helhedsorientering skal styrkes i erhvervsuddannelsernes STEM-fag. *MONA*, 2023(2), 64-74. <https://doi.org/10.7146/mona.v23i2.137583>
- Christensen, M., Svabo, C. & Larsen, D.M. (2023). *LabSTEM – STEM i erhvervsskolen: Aktiviteter og idéer*. Syddansk Universitet. Laboratorium for STEM Uddannelse og Læring. Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling.
- Fan, Y, Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X. & Gašević, D. (2024). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489-530. <https://doi.org/10.1111/bjet.13544>
- Hjarvard, S. (2019). Skolens medialisering. I: H.-C. Christiansen, G. Rose, O. Christensen & M. Brandt-Pedersen (red.), *Læring med levende billeder. Det digitale perspektiv* (s. 39-65). Samfundslitteratur.
- Hjarvard, S. (2016). Medialisering: Teori og historie. I: S. Hjarvard (red.), *Medialisering. Mediernes rolle i social og kulturel forandring* (s. 17-38). Hans Reitzels Forlag.
- Holmboe, P. & Riis, M. (2023). It-didaktik. I: M. Riis & A. Brodersen (red.), *Erhvervsdidaktisk opslagsbog* (s. 173-178). Hans Reitzels Forlag.
- Larsen, D.M., Kristensen, M.L., Hjort, M.F. & Seidelin, L. (2022). STEM-didaktik: Et internationalt, systemisk review om STEM-undervisningens didaktik. *MONA*, 2022(1), 6-22. <https://doi.org/10.7146/mona.v22i1.131923>
- Riis, M. & Brodersen, A. (2023). Fag- og erhvervsdidaktik. I: M. Riis & A. Brodersen (red.), *Erhvervsdidaktisk opslagsbog* (s. 85-90). Hans Reitzels Forlag.
- Riis, M., Hansen, J.J. & Holmboe, P.E. (2021). Teknologiforståelse for alle? Fagdidaktisk analyse af erhvervsuddannelsernes nye grundfag Erhvervsinformatik. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, 10(10), 350-381. <https://doi.org/10.7146/lt.v6i10.125555>
- Riis, M., Walsted, M. & Dræby, J. (2025). *Ansvarlighed, tillid, omtanke og mod i god brug af GenAI i læreprocesser*. Baggrundshæfte. Center for It i Undervisningen. https://www.flipsnack.com/ciuud/atom-modellen_baggrundsh-fte/print-pdf.html

English abstract

This article presents the ATOM model, a dialogue tool designed to promote the responsible use of generative AI in teaching within technical vocational education programs. Drawing on mediatization theory as well as vocational and STEM pedagogy, the article highlights how the model can be applied in practice in the carpentry, blacksmithing, and process operator programs. The article provides concrete examples and shows how the ATOM model can help support digital technological understanding and professional integrity and pride in a mediatized teaching context.



Aktuel analyse

I denne sektion tages aktuelle problemstillinger i relation til matematik- og naturfagsdidaktik op til analyse og diskussion. Teksterne gennemgår ikke peer review, men skal være saglige, analytiske og argumenterende. Kontakt gerne redaktionen med idéer til indhold på mona@ind.ku.dk.

Halter Danmark bagud? En analyse af de nordiske STEM-strategier



Mikkel Bohm, Astra



Dorte Salomonsen, Astra

Abstract: Danmark adskiller sig fra sine nordiske naboer ved fraværet af en national STEM-strategi, trods et stigende behov for naturvidenskabelige og teknologiske kompetencer til at løse globale udfordringer. Artiklen opsummerer politiske udfordringer, der begrundes, at regeringer indfører STEM-strategier, samt analyserer aktuelle nordiske strategier i Norge, Sverige, Finland, Island og Grønland, der alle prioriterer lærerkompetenceudvikling, elevengagement, undervisningsformer og samarbejde med forskning og erhverv. Mens strategierne varierer i form og styringsgrad, er fællesnævneren, at STEM ses som nøglen til innovation, grøn omstilling og digitalisering. Analysen peger på, at Danmark kan hente væsentlig inspiration i Norden, og sætter spørgsmålstegn ved, hvorfor vi endnu ikke handler.

Introduktion

Det har altid været vigtigt at lave god naturfaglig undervisning. Men i disse måneder foregår det på et alvorligt bagtæppe af en helt ny verdensorden, hvor det bliver tydeligt, at Europa selv skal løse problemer inden for klima, sundhed, fødevarer, AI og meget mere. Det kalder på politisk prioritering af STEM-fagene, men hvor vores nordiske naboer er langt fremme med nye uddannelsespolitiske strategier for at styrke STEM-undervisningen, så har vi i Danmark valgt ikke at fortsætte den nationale naturvidenskabsstrategi, der var gældende fra 2018 til 2024.

Artiklen præsenterer et overblik over de nordiske STEM-strategier og analyserer deres forskelle og ligheder. Endvidere belyses, hvordan erfaringer fra nabolandene kan inspirere til udviklingen af en fremtidig dansk STEM-strategi.

Hvorfor STEM-strategier?

I mange af vores nabolande er der de seneste årtier blevet udarbejdet nationale STEM-strategier (STEM står for science, technology, engineering, mathematics) med det formål at styrke undervisningen i naturvidenskab og teknologi. Baggrunden er først og fremmest et voksende behov for arbejdskraft med naturvidenskabelige og teknologiske kompetencer, som kan bidrage til innovation, økonomisk vækst og løsningen af globale samfundsudfordringer, samtidig med et ønske om at styrke befolkningens almindelse inden for naturvidenskab og teknologi.

Dr. Bridget Freeman, australsk forsker i uddannelsespolitik, har foretaget en analyse af aktuelle og forhenværende STEM-strategier i fem nordiske lande samt syv lande uden for Norden. På denne baggrund har hun identificeret seks politiske udfordringer, som begrundes, at regeringer indfører STEM-strategier (Freeman, 2023):

1. Faldende elevinteresse og -deltagelse i matematik og naturfag i grundskolen
2. Utilstrækkelig national og international præstation i matematik og naturfag, herunder lave eller stagnerende resultater i PISA og TIMSS
3. Øgede og hastigt skiftende krav til global vidensudveksling mellem forskning, innovation og erhvervsliv
4. Faldende deltagelse i STEM-uddannelser på videregående niveau eller ubalance i, hvilke befolkningsgrupper der søger STEM-uddannelser
5. Manglende videnskabelig og digital almindelse i befolkningen
6. Begrænset kapacitet til at håndtere komplekse globale udfordringer i forhold til samfundets behov for at imødegå kriser inden for klima, miljø og sundhed.

Ikke alene udfordringerne, men også de tilsvarende mål er, ifølge Freeman, genkendelige på tværs af STEM-strategier i Norden såvel som internationalt.

Danmark er omgivet af nordiske nabolande, som har øget deres fokus på STEM og inden for de seneste år har vedtaget nye STEM- eller uddannelsesstrategier, som gennemgås her.

Norge: En mere praktisk skole

I Norge har matematik og naturfag (realfag) været et indsatsområde gennem en årrække, uden at elevernes resultater eller motivation, ifølge landets regering, er blevet væsentlig forbedret (Kunnskapsdepartementet, 2024). Strategierne omfatter bl.a. "Realfag, naturligvis" (2002-2007), "Realfag for fremtida" (2010-2014) og "Tett på realfag" (2015-2019) (Utdannings- og Forskningsdepartementet, 2002; Kunnskapsdepartementet, 2010; Kunnskapsdepartementet, 2015). I Stortingsmeldingen *En mer praktisk skole. Bedre læring, motivasjon og trivsel på 5.-10. trinn*, fra den norske regering til Stortinget i

2024 (Kunnskapsdepartementet, 2024), fokuseres på en mere praktisk og udforskende undervisning i grundskolen som et middel til, at eleverne oplever mestring, bedre faglig læring og øget trivsel. Indsatsen er motiveret af en negativ udvikling i læringsresultater, øgede sociale forskelle og større diversitet i elevgruppen, kønsforskelle i forhold til trivsel og læring samt øget brug af sociale medier blandt børn og unge.

Inden for realfagsområdet (matematik og naturfag) er behovet for udvikling bl.a. begrundet i dårlige PISA-resultater og en faldende andel af elever, der præsterer på et højt niveau i matematik, en faldende motivation for realfagene ved overgangen til ungdomstrinnet (8.-10. klassetrin) samt forskning, der viser, at undersøgende arbejdsmetoder anvendes relativt lidt i naturfagene i Norge.

Norges regering ønsker at styrke elevernes kompetencer i matematik og naturfag ved at investere i bedre udstyr, opgradere lærernes kompetencer, styrke faglige støttecentre, fremme lærere og ledes professionelle læringsfællesskaber, sikre en balanceret brug af digitale læremidler samt at udvide talentcentrenes indsats. Staten øger kommunale tilskud til investering i naturfagslaboratorier, materialer og praktisk undervisningsudstyr samt styrker kapaciteten hos de nationale fagcentre Naturfagscenteret og Matematikksenteret med henblik på at gennemføre flere lærerkurser og støtte lærerne i at tilrettelægge praktisk, undersøgende undervisning. Dermed bidrager centrene til skolernes arbejde med at implementere de nye læreplaner, der trådte i kraft i efteråret 2020 (LK20). For at fremme praktisk og virkelighedsnær undervisning opfordres skolerne i Stortingsmeldingen til at fremme udeskoleundervisningen og brugen af læringsarenaer uden for skolen.

Regeringen i Norge vil udvikle prøver og værktøjer, som støtter lærernes faglige og pædagogiske arbejde og understøtter evaluering for læring. Desuden udvikles bedre karriere- og kompetencesystemer for at tiltrække og fastholde lærere, og endelig øges fokus på talentfulde elever, ved at alle lokale talentcentre kan udbyde lærerkurser og hjælpe lærerne med at udvikle undervisningsoplæg til denne gruppe af elever (Kunnskapsdepartementet, 2024).

Sverige: En ny STEM-strategi fra 2025

Hvor den norske Stortingsmelding bl.a. tager udgangspunkt i elevmotivation, undervisningsformer og lærerkompetencer, har den svenske *En STEM-strategi för Sverige* (Regeringskansliet, 2025) i højere grad fokus på at styrke Sveriges innovationskraft og konkurrenceevne ved at forbedre elevernes præstationer og øge rekrutteringen til STEM-uddannelser og -erhverv. Den svenske regering opstiller i strategien en række konkrete målsætninger, herunder at hæve elevernes matematikniveau, så 15 % præsterer højt i PISA senest i 2033, at øge andelen af unge, der vælger STEM i gymnasiet til 25 % i 2035, samt at øge antallet af STEM-studerende på de videregående uddannelser

fra de nuværende godt 80.000 til 90.000 i 2035 for at sikre STEM-kompetencer til at løse samfundets store udfordringer. Derudover skal de videregående uddannelser tiltrække flere kvindelige studerende, og der er et særskilt fokus på at få piger med gode matematikkompetencer fra gymnasiet til at vælge en videregående STEM-uddannelse.

For at nå disse mål vil regeringen i Sverige bl.a. stimulere den tidlige interesse for STEM hos eleverne, og i forlængelse af strategien har regeringen besluttet at indføre en tiårig obligatorisk grundskole fra 2028, med fokus på at styrke tidlig læsning, skrivning og matematik (Sveriges Riksdag, 2025). I den forbindelse har Skolverket fået til opgave at igangsætte et forberedende arbejde for at udvikle nye læreplaner med virkning fra 2028. Derudover bliver forsøgsordninger for højtpræsterende elever nu permanente.

Der er et særligt fokus på at løfte kvaliteten af undervisningen på førskoleområdet gennem tilskud og kompetenceudvikling for pædagogisk personale. Den svenske regering indfører desuden et nationalt kompetenceudviklingsprogram for rektorer, lærere og førskoleundervisere for at styrke STEM-didaktikken og fremme brugen af teknologiske og praktiske metoder i undervisningen. Samtidig igangsættes tiltag, der skal tiltrække og fastholde kvalificerede lærere.

På det gymnasiale område skal Skolverket undersøge, hvordan interessen for gymnasiernes naturvidenskabs- og teknikprogrammer kan øges blandt eleverne, samt kortlægge udbuddet af adgangsgivende kurser til STEM-uddannelser. Desuden bliver der afsat midler til fire måneders lønnet praktik i en teknologivirksomhed for elever, der har fuldført en gymnasial STEM-linje, samt mulighed for et fjerde teknisk år i gymnasiet, der leder til en erhvervsrettet gymnasial ingeniøreksamen.

Erhvervsuddannelserne skal tilpasses efterspørgslen i industrien og den tekniske sektor, bl.a. rettet mod energi- og klimaomstilling, og desuden er der fokus på at øge gennemførelsesgraden og skabe fleksible muligheder for voksnes videreuddannelse og omstilling inden for STEM-området.

Strategien omfatter også forslag om en betydelig øgning af forskningsbudgettet til STEM med 1,5 mia. SEK i 2025 stigende til 6,5 mia. SEK i 2028. Forslaget er under behandling (Sveriges Riksdag, 2024). Der tildeles frie forskningsmidler til et excellence-center og banebrydende forskning. Desuden prioriteres rumforskning, forskningsinfrastruktur samt nationale forskerskoler og fx banebrydende teknik, polarforskning og bioøkonomi.

For at koordinere indsatserne i den svenske STEM-strategi har regeringen udpeget en STEM-delegation, der skal samle aktører fra uddannelse, erhvervsliv og forskning for at nå målene. Strategien er uden en fast udløbsdato, men de konkrete målsætninger er sat med sigte mod 2033 og 2035.

Finland: Ekspert i naturvidenskab, teknologi og matematik

Finlands STEM-strategi og handleplan *Finnish National STEM Strategy and Action Plan: Experts in Natural Sciences, Technology and Mathematics in Support of Society's Welfare and Growth* (Ministry of Education and Culture, 2023) dækker perioden 2023-2030, omfatter hele uddannelseskæden fra barndom til videregående uddannelse og indgår i en opdateret national køreplan for forskning, innovation og udvikling (Ministry of Education and Culture & Ministry of Economic Affairs and Employment, 2021).

Strategien sigter mod at skabe et stærkt bæredygtigt fundament for STEM i Finland gennem forbedret undervisning, en højere andel af STEM-talenter i samfundet samt velinformerede og engagerede borgere. Visionen for 2030 er, at borgerne kontinuerligt kan udvikle deres STEM-kompetencer gennem livslang læring, og at de har den nødvendige dannelse til at deltage aktivt i samfundet, samtidig med at der vil være tilstrækkeligt med STEM-eksperter i det finske samfund. Samlet set skal dette bidrage til inklusion, velfærd og bæredygtig udvikling. Behovet for en finsk STEM-strategi og handleplan er bl.a. begrundet i faldende PISA-resultater inden for matematik og naturfag. Ligesom Sverige og Norge oplever Finland et fald i andelen af elever, der præsterer på et højt niveau i matematik og naturfag, og en øget andel af elever, der præsterer på et lavt niveau (Ministry of Education and Culture, 2023). Et andet argument for en national strategi er et ønske om at fremme inklusion og lige muligheder for eleverne gennem et bredt fokus på at styrke underrepræsenterede grupper i STEM, herunder piger, ligesom finnerne oplever udfordringer med at tiltrække og løbende udvikle lærerkompetencer. Et yderligere incitament for en strategisk indsats er et stigende behov for STEM-uddannede, både i forskning og i den private og offentlige sektor – bl.a. for at styrke forsyningssikkerhed, kriseberedskab og national sikkerhed.

Den finske STEM-strategi fra 2023 opstiller et overordnet mål om at fremme bæredygtig vækst og velfærd gennem en styrkelse af STEM-kompetencer både i uddannelsessystemet og på arbejdsmarkedet. Centralt i strategien står ambitionen om at øge interessen for STEM blandt elever, hvilket søges opnået gennem elevinddragelse, forbedret karrierevejledning og mere relevante undervisningsformer. For at realisere målsætningerne frem mod 2030 er der udarbejdet en konkret handlingsplan bestående af 31 initiativer, hvor ansvar og tidsrammer er tydeligt defineret.

Handlingsplanen er struktureret i tre hovedtemaer: udvikling af undervisning og uddannelse, indsats for monitorering og vidensudvikling samt kommunikation og interesseudvikling. Et centralt kvantitativt mål er at løfte elevernes færdigheder i naturvidenskab og matematik til niveauet fra begyndelsen af 2000'erne. De øvrige mål er primært kvalitative, som fx at styrke interessen for matematik allerede i dagtilbud, at opkvalificere lærere samt at styrke samarbejdet mellem ungdomsuddannelser og videregående uddannelser på både det erhvervsrettede og det akademiske område.

De mest målbare ambitioner i planen er ikke specifikt rettet mod STEM-området, men hænger sammen med bredere nationale målsætninger. Disse inkluderer bl.a. ønsket om, at halvdelen af alle unge opnår en videregående uddannelse, samt en ambition om en stigning i antallet af internationale studerende i Finland til 15.000.

Ansvar for realiseringen af handleplanen er fordelt på undervisningsministeriet med tilhørende styrelser samt kommuner, organisationer, sciencecentre og andre aktører, herunder forældre. LUMA Centre Finland er ansvarlig for otte handlingspunkter, herunder undervisningsudvikling og -ressourcer, STEM-didaktik, kompetenceudvikling, samarbejde mellem skoler og forskning, regional koordinering og netværk, synliggørelse af STEM samt kontinuerlig monitorering, evaluering og udvikling af STEM-undervisning på baggrund af forskning og data (Ministry of Education and Culture, 2023).

De øvrige nordiske lande mangler STEM-strategier

De øvrige nordiske lande har ingen specifikke STEM-strategier, men STEM indgår i varierende grad som et element i de enkelte landes uddannelsespolitikker og -planer.

Island: Tiårig uddannelsespolitik, som omfatter science og forskning

Island har i 2020 vedtaget en uddannelsespolitik, "EP2030", for perioden 2020-2030, som skal implementeres i tre faser over ti år (Ministry of Education, Science and Culture, 2020). Politikken indeholder fem søjler, som bl.a. sætter fokus på at understøtte lærernes faglige kompetenceudvikling og undgå lærermangel samt prioritering af erhvervsrettede og tekniske uddannelser og introduktion af de unge til disse uddannelsesretninger. STEM indgår i underpunktet "Science and research", som fremhæver, at videnskab og forskning betragtes som fundamentet for et vidensbaseret samfund, og at søgen efter viden er afgørende for fremskridt og samfundsudvikling, hvorfor effektiv formidling af videnskabelig viden til alle aldersgrupper skal styrkes og prioriteres. Den islandske uddannelsespolitik konkretiseres i tre handleplaner. Her omhandler et af tiltagene i den første, *Education Policy 2030: First Action Plan 2021-2024* (Ministry of Education and Children, 2021), naturvidenskab og innovation, hvor skolemyndighederne sammen med universiteter, lærere, kommuner og forskningsmiljøer skal styrke naturvidenskabelig undervisning i grundskolen ved at integrere innovation, kreativitet og tværfaglige arbejdsformer. Fokus er på at gøre undervisningen mere eksperimenterende, relevant og engagerende for eleverne, bl.a. gennem samarbejde med samfundet og brug af aktuelle problemstillinger (oversat af ChatGPT fra islandsk). Det har ikke været muligt at finde den efterfølgende handlingsplan gældende fra 2025.

Grønland: Uddannelsesstrategi med fokus på kvalitet og geografiske udfordringer

Grønlands regering, Naalakkersuisut, har med *Uddannelsesstrategi 2024-2030* (Naalakkersuisut, 2024) udarbejdet en strategi for at styrke kvaliteten og relevansen af det samlede uddannelsessystem. Strategien suppleres af årlige uddannelsesplaner, der skal operationalisere de overordnede mål (Naalakkersuisut, 2025). Et centralt fokus i strategien er at øge andelen af undervisningstimer varetaget af uddannede lærere – enten gennem fysisk tilstedeværelse eller via fjernundervisning – hvilket afspejler en differentieret tilgang til lærermangel og geografiske udfordringer. I den grønlandske forskningsstrategi lægges der også vægt på koblingen mellem uddannelse og forskning, herunder tilbud om pædagogisk efter-/videreuddannelse af undervisere i folkeskolen fra Institut for Læring på Grønlands Universitet, Ilisimatusarfik (Naalakkersuisut, 2023).

Et konkret mål i uddannelsesstrategien er at styrke overgangen fra grundskole til ungdomsuddannelse. Her anvendes elevernes karakterer i udvalgte fag, herunder matematik, som indikator. Målsætningen er, at en stigende andel af eleverne opnår minimum karakteren E ved folkeskolens afsluttende prøve, hvilket kvalificerer dem til en ungdomsuddannelse. I faget matematik skal andelen, der opnår dette niveau, løftes fra under 50 % i skoleåret 2021/22 til 67 % i 2029/30. Derudover lægger strategien op til en målrettet indsats for at støtte elever med matematikvanskeligheder (Naalakkersuisut, 2024).

Åland og Færøerne: Ingen STEM-strategier

Åland har opdaterede læreplaner for dagtilbud og grundskole (Ålands landskapsregering, u.å.) samt det almene gymnasium og den grundlæggende erhvervsuddannelse (Ålands landskapsregering, 2025), men ingen tilgængelig STEM-strategi eller uddannelsesstrategi. Det samme er tilfældet på Færøerne, selvom sidstnævnte lider under mange af de samme udfordringer som de øvrige nordiske lande. I den seneste PISA-undersøgelse faldt den gennemsnitlige færøske score i matematik til 446, hvilket var et fald på 45 point i perioden 2018-2022. Det gav anledning til debat i de færøske medier (Poulsen & Nolsøe, 2023) og efterfølgende initiering af projektet "Matematik i praksis", som er et forsøg på at forbedre praksis med udgangspunkt i PISA-resultaterne (H.V. Warberg, personlig kommunikation, 15. august 2025).

Et fælles nordisk STEM-landskab med nationale nuancer

På tværs af de nordiske lande ses en fælles bekymring for faldende resultater (bl.a. PISA-score) og lærermangel samt et fokus på rekruttering til naturfag og matematik. Fælles for strategierne er også, at de adresserer STEM som nøglen til innovation,

grøn omstilling og digitalisering gennem fokus på STEM-kompetencer og -interesse, samarbejde mellem uddannelse, erhvervsliv og forskningsmiljøer samt øget udbud og opkvalificering af STEM-arbejdskraft. Derudover er der opmærksomhed på social og geografisk inklusion samt kønsbalance inden for STEM.

Et gennemgående træk i de nordiske strategier i Norge, Sverige, Finland, Island og Grønland er erkendelsen af, at kvaliteten af STEM-undervisning står og falder med lærerne. Derfor har de ovennævnte lande alle prioriteret efteruddannelse og kompetenceløft af lærere og fokus på didaktiske greb og undervisningsmetoder, og flere lande har desuden fokus på inddragelse af forskningsmiljøer og læreruddannelser i STEM-implementeringen.

Alle de nordiske lande lægger vægt på, at STEM skal engagere eleverne og forbinde deres lærings- og livsverden gennem pædagogiske metoder som undersøgelsesbaseret læring, virkelighedsnære problemstillinger samt tværfaglig undervisning.

De nordiske STEM- eller uddannelsesstrategier er alle forankret på nationalt niveau. Der er dog en række centrale forskelle på styringsdokumenterne, som bl.a. omfatter strategiform, styringsgrad og talenttilgang. Hvor Sverige og Finland har selvstændige STEM-strategier, har Norge, Island og Grønland indlejret STEM i bredere uddannelsesreformer. Den svenske STEM-strategi indeholder bindende, tidsfastsatte KPI'er, hvorimod Finland lægger vægt på netværk, partnerskaber og monitorering frem for kvantitative mål. I forhold til talent versus bredde kombinerer Sverige og Norge, som noget relativt nyt for begge lande, talentspor med brede løft, mens Finland og Island i højere grad fokuserer på lighed og livslang læring.

Endelig er det interessant at bemærke, at de nationale centre spiller en central rolle i implementeringen af strategierne. I Norge er Naturfagscenteret og Matematikksenteret ansvarlige for gennemførelse af de STEM-relaterede indsatser, mens LUMA Centre Finland skal både monitorere og effektuere en række af de strategiske indsatser. I Sverige, som savner en central aktør på STEM-området, oprettes en national STEM-delegation, der skal samle aktørerne, herunder lokale sciencecentre, og koordinere indsatserne.

Hvad med en national STEM-strategi i Danmark?

Danmark skiller sig ud fra sine nordiske nabolande ved fraværet af en gældende national STEM-strategi, hvilket er bemærkelsesværdigt i en nordisk kontekst. Inspirationen fra de øvrige nordiske lande samt erfaringerne fra den forrige danske naturvidenskabsstrategi tilsiger, at politisk forankring, klare mål og stærk professionel understøttelse er afgørende, men at strategier kan skrues forskelligt sammen. Der er behov for en helhedsorienteret, langsigtet strategi, og den ovenstående analyse har vist, at der er rig mulighed for at lade sig inspirere af vores nordiske nabolande i

forhold til både ministeriel forankring, klare pejlemærker, effektiv organisering og en bred inddragelse af offentligheden i strategiprocessen. Hvad venter vi på?

Referencer

- Freeman, B. (2023). *Building the evidence base for a Swedish STEM policy: Objectives & prevalence in comparator countries*. Confederation of Swedish Enterprises. https://www.researchgate.net/publication/370978162_Building_the_evidence_base_for_a_Swedish_STEM_policy_Objectives_prevalence_in_comparator_countries
- Kunnskapsdepartementet. (2010). *Realfag for framtida: Strategi for styrking av realfag og teknologi 2010-2014*. Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2015). *Tett på realfag: Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnsopplæringen (2015-2019)*. Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2024). *Meld. St. 34, 2023-2024. Melding til Stortinget: En mer praktisk skole. Bedre læring, motivasjon og trivsel på 5.-10. trinn*. Kunnskapsdepartementet.
- Ministry of Education and Children. (2021). *Education policy 2030: First action plan 2021-2024*. Government of Iceland. <https://www.government.is/library/01-Ministries/Ministry-of-Education/Education-Policy-2030-1-Action-Plan.pdf>
- Ministry of Education and Culture. (2023). *Finnish national STEM strategy and action plan: Experts in natural sciences, technology and mathematics in support of society's welfare and growth*. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164953/OKM_2023_22.pdf
- Ministry of Education and Culture & Ministry of Economic Affairs and Employment. (2021). *Updated national roadmap for research, development and innovation*. <https://tem.fi/documents/1410877/2095051/Updated+RDI+Roadmap+2021.pdf/550bffa3-331b-b94c-ebff-8b442fe7b184/Updated+RDI+Roadmap+2021.pdf?t=1700744071817>
- Ministry of Education, Science and Culture. (2020). *Education policy 2030 – Iceland: Motion for a parliamentary resolution on an education policy for the period 2020 to 2030 from the Minister of Education, Science and Culture*. Government of Iceland. <https://www.stjornaradid.is/library/02-Rit--skyrslur-og-skrar/MRN/Education-Policy-2030-Iceland-2%20-%20Copy%20%281%29.pdf>
- Naalakkersuisut. (2023). *Forskning – vejen til fremdrift: Grønlands nationale forskningsstrategi 2022-2030*. Naalakkersuisut. <https://arctichub.gl/da/wp-content/uploads/sites/2/2025/04/Forskning-vejen-til-fremgang.pdf>
- Naalakkersuisut. (2024). *Uddannelsesstrategi 2024-2030*. Naalakkersuisut. https://aqqu.gl/wp-content/uploads/2025/02/Uddannelsesstrategi-2024-2030_DK.pdf
- Naalakkersuisut. (2025). *Uddannelsesplan 2025*. Naalakkersuisut. <https://naalakkersuisut.gl/-/media/publikationer/uddannelse/2025/uddannelsesplan-2025kal.zip?la=da>

- Poulsen, R.W. & Nolsøe, J.A.S. (2023). Pupils stumble in PISA test, falling two years behind. KVF. <https://kvf.fo/node/167011>
- Regeringskansliet. (2025). *En STEM-strategi för Sverige*. Regeringen. <https://www.regeringen.se/contentassets/074ae44c1f0846ceb845c9aa62848114/en-stem-strategi-for-sverige.pdf>
- Sveriges Riksdag. (2024). *Forskning och innovation för framtid, nyfikenhet och nytta* (Regeringslovforslag 2024/25:60). https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/proposition/forskning-och-innovation-for-framtid-nyfikenhet_hc0360/html/
- Sveriges Riksdag. (2025). *Utbildningsutskottets betänkande 2024/25:UbU17: En tioårig grundskola*. <https://data.riksdagen.se/fil/560DC513-198D-48FF-9540-3A35C6F8D692>
- Utdannings- og Forskningsdepartementet. (2002). *Realfag, naturligvis: Strategi for styrkning av realfagene 2002-2007 – tiltaksplan*. Utdannings- og Forskningsdepartementet.
- Ålands landskapsregering. (2025). *Läroplansgrunder för den allmänbildande utbildningen och grundläggande yrkesutbildningen (reviderad 2024)*. <https://www.gymnasium.ax/dokument/laropplansgrunder-utbildningar-vid-alands-gymnasium-2021-reviderad-2024>
- Ålands landskapsregering. (u.å.). *Läroplan för grundskolan*. <https://www.laroplan.ax/laroplan-grundskolan>

English abstract

Denmark stands out among its Nordic neighbours by lacking a national STEM strategy, despite the growing need for scientific and technological skills to address global challenges. This article outlines the policy drivers behind governments' adoption of STEM strategies and analyses current Nordic approaches in Norway, Sweden, Finland, Iceland, and Greenland, all prioritising teacher competence, student engagement, innovative pedagogy, and collaboration with research and industry. While differing in form and governance, these strategies share a view of STEM as key to innovation, green transition, and digitalisation. The analysis highlights Nordic inspiration and questions Denmark's continued inaction.



Kommentarer

I denne sektion bringes kommentarer til tidligere bragte artikler. Kommentarerne skal være saglige, samt fagligt og analytisk funderede. Kontakt gerne redaktionen forinden indsendelse af kommentar. Indsendte kommentarer vurderes af redaktionen og er ikke genstand for peer-review.

Fra at vide til at undre sig – elevernes vej til at føle sig kompetente i natur og teknologi



Mette Lindorff Hejn,
natur og teknologi-lærer,
Lille Værløse Skole, og
naturfagskoordinator,
Furesø Kommune

Kommentar til Katia Bill Nielsen: "Hvordan er man en god elev i natur/teknologi?", MONA, 2025(3).

Kan natur og teknologi-undervisning overhovedet faciliteres på en måde, som fremelsker elevers naturfaglige selvtillid – og samtidig understøtter formålet i faghæftet for natur og teknologi, hvor undersøgende tilgange og nysgerrighed er drivkraften bag?

Ja, det vil jeg mene, men Katia Bill Nielsens artikel "Hvordan er man en god elev i natur/teknologi?" sætter spot på nogle af de udfordringer, som kan spænde ben for netop dét projekt. Både i hendes forskning og i international forskning vises det, at der er en diskrepans mellem den politiske målsætning om en mere undersøgelsesbaseret tilgang og den reelle praksis i naturfagsundervisningen. Måske er det egentlig her, den største udfordring ligger – men også her, at potentialet for den største udvikling findes?

Første gang, jeg stødte på Katia Bill Nielsen, var til et naturfagskoordinatormøde ved Astra, hvor hun faciliterede en snak, som virkelig satte sig fast hos mig! Nemlig at vi naturfagslærere og -koordinatorer skulle forholde os til: "Hvad er den gode elev i natur og teknologi?"

Den gode elev tør stille spørgsmål, drives af disse spørgsmål, er nysgerrig, har mod på at undersøge – og fejle. Den gode elev tør "pille, rode, rage". Den gode elev er blot et barn, som dukker op til natur og teknologi, og så er det læreren, der skal facilitere, at barnet bliver den gode elev. Det er blot nogle af de ting, som jeg husker fra snakken.

Men mest af alt husker jeg stemningen, da Katia så efterfølgende præsenterede nogle af de elevoplevelser, som også er udfoldet i artiklen "Hvordan er man en god elev i natur/teknologi?" Flere var frustrerede over og en smule skeptiske over for, at det reelt var elevers oplevelser. For vil eleverne også opleve det sådan i *min* undervisning ...? Og hos mine dygtige naturfagskolleger, som var med denne dag?

I artiklen beskrives fire temaer, hvor elevernes oplevelser illustrerer, at det kan være svært at være en god elev. Som en natur og teknologi-lærer, som virkelig brænder for faget og dets potentiale for at plante små frø og tænde store gnister i øjnene på eleverne, gør det mig både frustreret og trist at læse disse elevstemmer, præcis som dengang jeg hørte dem på naturfagskoordinatormødet.

Elevberetningerne åbner også op for muligheden for at reflektere og dele små didaktiske greb, som kan være medskabende til, at vi i morgen måske går ud og rykker lidt ved elevopfattelserne. De præsenteres herunder.

Men jeg tror også, at der er nogle strukturelle og mere generelle udfordringer i skolen, som kan påvirke elevernes forståelse af det at være en god elev i natur og teknologi.

Når forhåndsviden bliver målet – ikke midlet

Artiklen udfordrer os som lærere til at gentænke vores forståelse af, hvordan vi skaber et inkluderende naturfagligt læringsmiljø – hvor alle elever får mulighed for at opleve sig som “gode” uanset forhåndsviden og interesse.

Det ses især i to af de temaer, som Katia beskriver:

At vide noget og at være interesseret. Her fortæller eleverne, at man skal *vide* noget på forhånd for at være god til natur og teknologi, og at det er en fordel, at man er interesseret i faget, for at kunne være god til det. Altså at det er noget *før* undervisningen, som gør, om man er god til faget.

Det står i kontrast til det, som eleverne faktisk skal kunne i faget. For at imødekomme det vil jeg anbefale, at undervisningen, så ofte som muligt, vendes på hovedet, så fokus er på følgende didaktiske greb:

- **Arbejd med elevernes egne undringer:** Opdag, dyrk og fremelsk elevernes spørgsmål, og lad dem prøve at undersøge dem. Hvis noget ikke kan undersøges direkte, kan deres undringer bruges til at facilitere videre undervisning.
- **Giv plads til elevernes egne fortolkninger:** Alt behøver ikke at være korrekt eller forkert. Især i natur og teknologi bør eleverne få plads til egne kategoriseringer, oplevelser og begrebsforklaringer.
- **Arbejd undersøgende:** Fokusér på elevernes egen undren for derigennem at undersøge. Gennem disse undersøgelser vil eleverne så opleve egne begrebsdannelser og forståelsesrammer. Først senere skal vi introducere den “korrekte” videnskabelige forståelse af naturfaglige fænomener.

Hvis natur og teknologi-undervisningen i højere grad tager afsæt i de tre didaktiske greb, kan vi måske imødekomme denne udfordring. Så vil eleverne i højere grad op-

leve, at det at undres, turde undersøge og afprøve egne forklaringer ikke er medfødte evner og ikke nødvendigvis skal være en reproduktion af naturvidenskab – men noget, der kan trænes, udvikles og blive bedre med tiden.

Skolens normer spænder ben for den undersøgende elev. Et andet tema, som Katia beskriver, er *Kan man være god til natur og teknologi?* Her peger elevernes oplevelser på, at det for mange børn ikke er tydeligt, hvad der egentlig skal til for at være god til naturfag.

Det får mig til at spørge: Er det tydeligt for os lærere, hvad der skal til for at skabe natur og teknologi-undervisning, der styrker elevernes faglige selvtillid? Og er de strukturelle rammer omkring faget gode nok til at understøtte det?

“At lytte efter og ikke larme var noget, flere af børnene fremhævede. De mente, det var vigtigt at være stille, række hånden op og lytte efter.”

Det er elevopfattelserne, som fremhæves i den sidste kategori, som beskrives i artiklen: *at være en god elev.*

Her konkluderer Katia også, at denne oplevelse af at være en god elev nok nærmere er en generel tendens for den gode elev i skolen.

Elever trænes meget tidligt i at være stille, række hånden op og lytte efter. Ofte er det også emner, som eleverne skal selvevaluere frem mod elevsamtaler og skole-hjem-samarbejde. Hvorfor disse egenskaber ofte nok vil ende som en forståelse af det at være en god elev, som vil kræve mere end halvanden times anderledes, undersøgende og nysgerrighedsfremmende natur og teknologi-undervisning.

At være en god elev i natur og teknologi handler altså ikke kun om nysgerrighed, undren og undersøgende arbejde, men i høj grad om at navigere efter skolens generelle normer: sidde stille, række hånden op og følge instruktioner. Vi må derfor reflektere over, hvorfor vi lægger så meget vægt på ro og orden frem for at lade eleverne prøve, fejle og opdage.

Skolens rammer og strukturer – barrierer for nysgerrighed

Måske er det tid til at udfordre de traditionelle forestillinger om “den gode elev” – ikke kun i natur og teknologi, men på tværs af alle fag – i skolen som helhed.

Mange af de normer, vi tager for givet i skolen – at eleverne sidder ved deres borde, er stille, følger instruktioner og læser for at lære – har vi haft med os, siden vi begyndte at drive skole. De har været fundamentet for undervisningen i generationer, men samtidig kan de virke som usynlige barrierer for den undersøgende læring, som vi ønsker at fremme. Denne kultur er nemlig begrænsende for den undersøgende læring generelt. Og hvis eleverne overalt lærer, at “det gode” er at tilpasse sig, bliver

det sværere at skabe rum for nysgerrighed, eksperimenter og kritisk tænkning, som netop er kernen i den undersøgende undervisning.

Denne forskel viser, at vores strukturer og fokus i undervisningen kan modarbejde det, vi faktisk ønsker at fremme hos eleverne – deres faglige selvtillid og lyst til at undersøge.

Så hvis vi virkelig ønsker handlekraftige, kritiske og nysgerrige unge mennesker, så er det tid til at sætte spørgsmålstejn ved alt fra skolens normer til de rammer, der er for undervisningen.

Skal undervisningen altid foregå indenfor? Er det rimeligt, at alle elever forventes at nå de samme læringsmål på samme tid? Hvordan kan vi differentiere, så eleverne kan udfolde deres styrker og nysgerrighed på forskellig vis?

Samtidig må eleverne også mærke at få reel indflydelse og blive medskabende af undervisningen. Der skal være plads til at stille spørgsmål, udforske deres undringer, begå fejl – og starte forfra. Undersøgende undervisning kan ikke kun leve i små glimt, det er nødvendigt, at eleverne dagligt møder den undervisning. Hvor deres egne spørgsmål og nysgerrighed er en central del, og læreren træder et skridt tilbage og følger eleverne i den læringsproces, som denne undervisning vil frembringe.

Som lærere må vi altså turde følge denne proces, slippe kontrollen og acceptere rod og usikkerhed. For at skabe disse fleksible og undersøgende rum – både fysisk og didaktisk – hvor eleverne eksperimenterer og reflekterer over egne erfaringer. For herigennem at kunne opleve, at det at være nysgerrig og undersøgende faktisk gør dem til "gode elever".

Alt dette kræver dog både politisk og ledelsesmæssig accept: Det kan betyde, at eleverne ikke nødvendigvis lærer det samme – og det må være OK! De nye fagplaners råudkast (for naturfagene) lægger i hvert fald også op til mere fleksibilitet blandt lærerne, så der kan skabes undersøgende undervisning med fokus på undren og nysgerrighed. Men det virker kun, hvis lærerne føler, at det er tilladt! Og at de ikke alene risikerer at blive bedømt på elevernes vidensniveau.

Fortsætter vi som normalt, risikerer vi, at selv den mest engagerede natur og teknologi-undervisning kun bliver endnu et sted, hvor eleverne lærer at tilpasse sig – snarere end at vokse og opleve sig som kompetente i faget.

Men hvis vi som lærere, skoleledere og politikere tør skabe fleksible og undersøgende rum – både fysisk og didaktisk – præget af elevernes nysgerrighed og egne spørgsmål, så vil vi opleve noget andet. At eleverne vokser fagligt, udvikler kritisk tænkning og tør bruge deres egne undringer. Det vil give dem en oplevelse af, at dét faktisk gør dem til "gode elever".

Mulighederne er her – nu handler det om, at vi griber dem og skaber en skole, hvor nysgerrighed og handlekraft kan blomstre.

Formative, stilladserende spørgsmål: En vej til elevernes forståelse af naturfagenes særkende og oplevelse af mestring



Sanne Schnell
Nielsen, Institut for
Læreruddannelse,
Københavns
Professionshøjskole



Lars Sejersgård
Jakobsen, Institut for
Læreruddannelse,
Københavns
Professionshøjskole

Kommentar til Katia Bill Nielsen: "Hvordan er man en god elev i natur/teknologi?", MONA, 2025(3).

Katia Bill Nielsens artikel "Hvordan er man en god elev i natur/teknologi?" giver et væsentligt indblik i, hvordan elever i 6. klasse oplever faget natur/teknologi.

Gennem elevernes egne fortællinger viser Nielsen, at deres forståelse af faget i høj grad præges af generelle skoleaktiviteter – at være stille, lytte, læse, skrive (af) og følge lærerens anvisninger – aktiviteter, der i princippet kunne knytte sig til et hvilket som helst skolefag. Eleverne fortæller ganske vist, at natur/teknologi også indeholder praktiske undersøgelser, men for dem fremstår disse som løsrevne aktiviteter uden tydelige kriterier eller formål – ud over at man ikke må spilde eller røre, samt at man skal vente på, at læreren har demonstreret aktiviteten først. De mangler oplevelsen af, at der i natur/teknologi – ligesom i dansk og matematik – er noget bestemt, de skal lære at mestre, og som de kan øve sig på at udvikle. Derudover viser Nielsens undersøgelse, at eleverne forbinder det at være en god elev med at vide en masse på forhånd og kunne de "rigtige" ord – og hvis man ikke mestrer dette, føler man sig ikke god til natur/teknologi.

Elevernes fortællinger står i stærk kontrast til intentionerne med natur/teknologi, som netop fremhæves som et fag, hvor man ikke skal kunne alt på forhånd. Det er et fag, hvor man bliver klogere på verden sammen med andre – ved at være nysgerrig,

afprøve idéer, stille spørgsmål, undersøge og forklare med naturfagernes arbejdsmetoder og tankegange.

Udfordringer i natur/teknologi-undervisningen

Nielsens undersøgelse peger altså på to sammenvævede udfordringer i natur/teknologi-undervisningen:

- Det særfaglige perspektiv: Elevernes manglende forståelse af, hvad der kendetegner skolefagets arbejdsmåder og tankegange, og hvad der derfor skal mestres
- Det personlige læringsperspektiv: Elevernes manglende oplevelse af mestring og forståelse for, hvad de konkret skal mestre, og hvordan de kan øve sig og udvikle denne mestring.

Konsekvensen er, at eleverne kan få svært ved at se meningen og retningen i undervisningen, deltage aktivt samt opleve succes, mestring og progression i deres egen læring.

I det følgende præsenterer vi et forslag til, hvordan lærerens brug af formative, stilladserende spørgsmål i forbindelse med elevernes egne naturfaglige undersøgelser kan bidrage til at imødekomme disse udfordringer.

Formative, stilladserende spørgsmål som muligt svar på udfordringerne

I forbindelse med forskningsprojektet *Sammenhængende evaluering af naturfaglige kompetencer* (SENK) under Naturfagsakademiet (NAFA) har vi i samarbejde med lærere udviklet en række *formative, stilladserende spørgsmål*, der kan støtte og kvalificere den formative evaluering, når eleverne arbejder med at designe, gennemføre, forklare og vurdere deres egne praktiske undersøgelser i natur/teknologi eller naturfagene i udskolingen – dvs. når de arbejder med undersøgelseskompetencen. Da spørgsmålene adresserer generelle aspekter af naturfagernes arbejdsmetoder og tankegange, kan de – med aldersspecifikke sproglige og faglige tilpasninger – anvendes i alle skolens naturfag.

Det formative henviser til, at spørgsmålene stilles løbende gennem elevernes undersøgelsesproces og har fokus på at hjælpe eleverne med at forstå, hvad der skal mestres, hvor de befinder sig i deres læreproces, og hvilke næste skridt der kan bringe dem videre (Black & Wiliam, 2009). Det stilladserende peger på, at spørgsmålene gradvist guider eleverne gennem deres undersøgelser og dermed løbende støtter og skaber sammenhæng i deres undersøgelsesproces.

Når eleverne får mulighed for at reflektere over spørgsmålene og handle på dem i deres egne undersøgelser, bliver naturfagernes måder at arbejde og tænke på praksisnære og tydelige – og eleverne får samtidig mulighed for at opleve, at de gradvist kan mestre mere og mere, efterhånden som de arbejder aktivt og undersøgende med spørgsmålene. Vi vil derfor mene, at de formative, stilladserende spørgsmål har et betydeligt potentiale til at synliggøre naturfagernes særkende, skabe bedre sammenhæng i det undersøgende arbejde og styrke elevernes oplevelse af mestring og progression – præcis de udfordringer, Nielsen peger på i sin artikel.

I det følgende beskriver vi baggrunden for samt vores overvejelser i arbejdet med at formulere disse spørgsmål.

Baggrund for de formative, stilladserende spørgsmål

Vores udgangspunkt er, at naturfaglige undersøgelser rummer en række særfaglige kerneelementer, som eleverne gradvist kan lære at mestre. Denne mestring kan stilladseres, når eleverne gennem deres undersøgelsesproces løbende forholder sig til spørgsmål, der knytter sig til evalueringskriterierne for disse kerneelementer.

Kerneelementer i naturfaglige undersøgelser

For at målrette de formative, stilladserende spørgsmål mod det særfaglige har vi, med afsæt i Haug et al. (2021), identificeret en række kerneelementer, som kan indgå i elevernes arbejde, når de selv designer, gennemfører, forklarer og vurderer deres praktiske undersøgelser. Disse kerneelementer omfatter, at eleverne kan:

- Formulere et naturfagligt undersøgelsesspørgsmål
- Opstille et begrundet gæt på, hvad svaret kan være
- Designe undersøgelsen
- Gennemføre undersøgelsen og indsamle data
- Bearbejde og vurdere data
- Konkludere på undersøgelsen
- Argumentere for konklusionen med relevante naturfaglige forklaringer.

Fokus på de enkelte kerneelementer vil variere afhængigt af undersøgelsens type, fag, faglige indhold, klassetrin og elevgruppe – og ikke alle kerneelementer vil nødvendigvis være relevante i alle undersøgelser. Fx kan det være relevant, at eleverne formulerer et begrundet gæt i et eksperiment med variabelkontrol, mens dette kun i meget begrænset grad er relevant, hvis eleverne arbejder med at observere og beskrive fuglelivet i skolens nærområde.

Evalueringskriterier som præcisering af mestringer

For at tydeliggøre, hvad eleverne mere konkret skal mestre inden for hvert kerneelement, har vi – inspireret af Haug et al. (2021) og National Research Council (2013) – udarbejdet evalueringskriterier for de forskellige kernelementer.

Vi har fx valgt følgende tre vurderingskriterier, som eleverne skal mestre, når de skal konkludere og argumentere for deres konklusion:

- Svarer på undersøgelsesspørgsmålet
- Kobler og begrunder data med naturfaglig teori, tidligere erfaringer og/eller anvender naturfagligt ræsonnement
- Fremstiller en model, der illustrerer centrale processer eller forklarer resultatet af undersøgelsen.

Dermed bliver det klart, hvilke aspekter af mestring eleverne skal udvikle, samtidig med at kriterierne udgør grundlaget for de spørgsmål, vi efterfølgende har formuleret.

Fra kriterier til spørgsmål

På baggrund af vurderingskriterierne har vi formuleret en række spørgsmål, som specifikt adresserer dem. Eksempelvis har vi formuleret følgende spørgsmål, der retter sig mod ovenstående tre kriterier for kerneelementet “konkludere og argumentere”:

- “I har fundet et resultat – hvilket svar giver det på jeres spørgsmål?”
- “Jeg kan se, I har en konklusion – hvordan hænger den sammen med det, I har målt eller set?”
- “Jeres forklaring er spændende – hvordan hænger den sammen med noget, I har oplevet, hørt eller læst noget om?”
- “Hvordan kan I lave en model, der viser, hvad der sker i jeres undersøgelse, eller som forklarer det resultat, I har fået?”

Når spørgsmålene kobles direkte til vurderingskriterierne – og dermed også til kerneelementerne – bliver det tydeligere for eleverne, hvad der kendetegner denne type af naturfaglige undersøgelser, og hvad de forventes at mestre. Spørgsmålene fungerer hermed som klare faglige holdepunkter, der – på samme måde som i matematik og dansk – synliggør, hvad man gør i faget, og hvad man som elev mestrer på et givent tidspunkt.

Samtidig fungerer spørgsmålene som et særfagligt stillads, der giver konkret, rettidig og handleorienteret støtte gennem undersøgelsens faser. Det er ikke nødvendigvis alle spørgsmål, der er relevante for en given undersøgelse eller elevgruppe, men spørgsmålene giver en systematisk og genkendelig tilgang til arbejdet med naturfagets særkender

og til at udvikle elevernes forståelse af, hvordan man arbejder og tænker naturfagligt. Flere eksempler på formative, stilladserende spørgsmål findes i tabel 1.

Tabel 1. *Eksempler på særfaglige kerneelementer og formative, stilladserende spørgsmål, som eleverne kan arbejde med, når de designer, gennemfører, forklarer og vurderer deres egne undersøgelser i skolens naturfag. Hvilke elementer og spørgsmål der bringes i spil, afhænger af undersøgelsens type, lærerens vægtning og den konkrete undervisningskontekst.*

Særfaglige kerneelementer	Eksempler på formative, stilladserende spørgsmål
Formulere et naturfagligt spørgsmål	Hvad undrer I jer over? Hvor kommer idéen til jeres spørgsmål fra? Hvad vil I gerne have svar på? Hvordan kan I formulere det som et naturfagligt spørgsmål?
Opstille et begrundet gæt på, hvad svaret kan være	Hvad tror I er svaret på jeres spørgsmål? Hvorfor mener I, at jeres svar er sandsynligt?
Design selv undersøgelsen	Hvordan vil I undersøge jeres spørgsmål? Hvordan kan undersøgelsen give svar på jeres spørgsmål? Hvad skal I særligt holde øje med, hvis I skal have svar på jeres spørgsmål? Hvordan vil I holde styr på det, I skal holde øje med?
Gennemføre undersøgelsen	Hvad er det helt præcist, I undersøger lige nu? Hvad forventer I, der sker, når I går i gang? Hvordan holder I styr på det, I skal måle eller holde øje med? Hvordan vil I sikre, at I kan huske og vise jeres resultater senere? Hvad kan I se ud fra jeres målinger/observationer?
Bearbejdning, analyse og vurdering af data	Hvilket svar giver jeres resultat på jeres undersøgelsesspørgsmål? Hvordan vil I gøre jeres resultater nemmere at overskue? Hvordan vil I vise og forklare jeres resultater til resten af klassen? Var der noget i måden, I arbejdede på, der kunne gøre jeres resultat lidt usikkert? Hvis I skulle lave undersøgelsen igen, hvad ville I så gøre anderledes?
Konklusion	Hvad er svaret på jeres undersøgelsesspørgsmål? Hvordan hænger jeres svar sammen med det, I har set eller målt? Hvordan kan det, I har undersøgt, hjælpe jer med at forklare jeres foreløbige svar (jeres gæt, inden I startede jeres undersøgelse)?
Argumentation for konklusion	Hvordan hænger jeres forklaring sammen med noget, I har oplevet, læst eller hørt om? Hvordan vil I overbevise andre om, at jeres konklusion er rigtig? Hvordan kan I bruge noget fra jeres klassekammeraters forklaring til at gøre jeres egen endnu bedre?

Anvendelse af spørgsmålene i praksis

Vores hensigt med spørgsmålene er, at eleverne løbende skal forholde sig til dem, når de arbejder med deres egne undersøgelser. Rent praktisk kan dette ske ved, at elevernes undersøgelsesproces opdeles i forskellige faser, fx: *Hvad vil vi undersøge? Hvordan vil vi undersøge det? Hvad sker der, når vi undersøger det? Hvorfor sker det?*

I hver fase kan eleverne arbejde med ét eller flere af kerneelementerne, og efter hver fase kan læreren indlægge et stop, hvor eleverne arbejder med de formative, stilladserende spørgsmål, inden de går videre med deres undersøgelse.

Vores tanke er, at eleverne skal møde de formative, stilladserende spørgsmål gentagne gange gennem deres naturfagsundervisning – både i natur/teknologi og i udskolingens naturfag. Når spørgsmålene anvendes kontinuerligt, hjælper de eleverne med at genkende kerneelementerne på tværs af lektioner, aktiviteter og emner. På den måde bliver det tydeligere for dem, at naturfagene bygger på nogle gennemgående arbejdsmetoder og tankegange, som kan overføres fra én lektion til den næste og fra én undersøgelse til en anden – uanset om de arbejder med dyrs tilpasninger, elektriske kredsløb, vandhulsundersøgelser eller materialers isoleringsevne. Den gentagne brug giver samtidig eleverne mulighed for at opleve, at de gradvist udvikler deres mestring af naturfagernes arbejdsmetoder og tankegange, og at de faktisk bliver bedre til dem. Genkendeligheden kan samtidig styrke deres oplevelse af sammenhæng og progression i undervisningen.

Afsluttende bemærkninger

Vi vil påstå, at der allerede foregår meget andet end læsning, skrivning og lytning i natur/teknologi-undervisningen. Eleverne arbejder også undersøgende, praktisk og modellerende med naturfagernes metoder og tankegange – omend variationen i undervisningspraksis er betydelig. Ikke desto mindre viser Nielsens undersøgelse, at dette ikke nødvendigvis afspejles i elevernes oplevelse af faget. For eleverne bliver fagets særkende uklart, og deres undersøgelser fremstår ofte som løsrevne aktiviteter uden tydelig retning eller mulighed for at opleve mestring – uanset om de faktisk arbejder med fagets arbejdsmetoder og tankegange eller ej.

Det er derfor vigtigt, at elevernes stemmer bliver hørt, og det takker vi Nielsen for – særligt fordi de samme udfordringer, herunder et stærkt fokus på faglige begreber og læreroplæg, ser ud til at fortsætte og endda blive forstærket i udskoling (Krog et al., 2025). Vi kan kun håbe, at de nye fagplaner vil gøre det mere tydeligt, hvad natur/teknologi handler om, og hvad eleverne derfor skal mestre.

Referencer

- Black, P. & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21, 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Haug, B.S., Sørborg, Ø., Mork, S.M. & Frøyland, M. (2021). Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter – på vei mot et tolkningsfellesskap. *Nordic Studies in Science Education*, 17(3), 293-310. <https://doi.org/10.5617/nordina.8360>
- Krogh, L.B., Müller Kristensen, R., Andersson, J., Hald, M., Jensen, F., Negendahl, K. & Hede-gaard Rasmussen, M. (2025). *Praksisafdækning i naturfagene – en undersøgelse af under-visningspraksis i naturfagene i grundskolen*. NAFA – Naturfagsakademiet. <https://nafa.nu/wp-content/uploads/sites/46/2025/04/nafa-praksisafdaekning-i-naturfag.pdf>
- National Research Council. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Nielsen, K.B. (2025). Hvordan er man en god elev i natur/teknologi? *MONA*, 2025(3), 7-24. <https://doi.org/10.7146/mona.v25i3.151383>