

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 Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Dorte Moeskær Larsen, Syddansk Universitet
Ole Goldbech, Københavns Professionshøjskole
Sebastian Horst, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet
Magnus Boye, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
Charlotte Krog Skott, Professionshøjskolen Absalon
Jette Reuss Schmidt, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Marianne Achiam, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet
Martin Niss, Institut for Naturvidenskab og Miljø, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, Anvendt Forskning i Pædagogik og Samfund, UCL
Tinne Hoff Kjeldsen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

MONA's kritikerpanel, som sammen med redaktionskomitéen varetager vurderingen af indsendte manuskripter, fremgår af www.science.ku.dk/mona.

Manuskripter

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

Abonnement

Abonnement kan tegnes via www.science.ku.dk/mona. Årsabonnement for fire numre koster p.t. 225,00 kr., for studerende 100 kr. Henvendelser vedr. abonnement, adresseændring, mv., se hjemmesiden eller ring til tlf 70 25 55 13 (kl. 9-16 daglig, dog til 14 fredag) eller mail til mona@portoservice.dk

Produktionsplan og deadlines for indsendelse af bidrag til MONA

MONA udkommer fire gange om året, normalt på onsdagen nærmest 5. marts, 5. juni, 5. september og 5. december.

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.

For kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder er deadline normalt 2 måneder før officiel udgivelsesdag.

Omslagsbillede skabt via ChatGPT af tekst-til-billede-modellen DALL-E, efterfølgende udvidet i Photoshop.

Billede på mellemsider: MONAs klassiske blå fjer gentænkt af DALL-E via ChatGPT.

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2023

Citat kun med tydelig kildeangivelse



Udledningen af drivhusgasser fra fremstillingen af denne tryksag er beregnet til: 0,22 kg CO₂eq i henhold til www.climatecalc.eu
Cert.nr. CC-000159/DK
www.narayana.dk

Indhold

4	Fra redaktionen
6	Artikler
7	Matematiklærernes didaktiske brugsmønstre og elevhandlinger når læremidlet MatematikFessor anvendes i undervisningen <i>Troels Gannerup Christensen, Dorte Moeskær Larsen, Stig Toke Gissel og Louis Køhrsen</i>
29	Tekstarbejde i sciencefag på STX <i>Esben Nedenskov Petersen, Helene Thise og Katja Sørensen Vilien</i>
45	Natur/teknologi og nordiske elevers miljø- og klimabevidsthed <i>Jacob Højgaard Christensen og Rune Müller Kristensen</i>
65	Aktuel analyse
66	Hvad får eleverne til at vælge de naturvidenskabelige studieretninger i gymnasiet? <i>Brian Krog Christensen</i>
78	Kommentarer
79	Science i dagtilbud: Pædagoger er ikke naturfagslærere <i>Liv Kondrup Hardahl og Annika Foxby</i>

Fra redaktionen

For mange elever er det næsten daglig kost at lave opgaver i adaptive læremidler som MatematikFessor. Programmerne har potentialet til at fungere som digitale tutorer ved at give personlig feedback, tilpasse opgavernes sværhedsgrad og i det hele tage give eleverne en skræddersyet læringsoplevelse.

Men trods det høje potentiale er det ikke hensigtsmæssigt at læreren overlader det til læremidlet at give eleven feedback og vejledning uden at involvere sig. Sådan skriver Troels Gannerup Christensen, Dorte Moeskær Larsen, Stig Toke Gissel og Louis Køhrsen i dette nummer af *MONA*.

I artiklen "Matematiklærernes didaktiske brugsmønstre og elevhandlinger når læremidlet MatematikFessor anvendes i undervisningen" beskriver forfatterne deres observation af at nogle lærere overlader for meget af undervisningen til det digitale læremiddel. Og det kan gå ud over både højt- og lavtpræsterende elever, elevernes evne til at samarbejde og deres forståelse af fællesskabet, skriver de.

I dette juni-nummer af *MONA* får du tre artikler, en aktuel analyse samt en kommentar til et tidligere bidrag. På forsiden fortsætter vi vores tema med AI-generede omslag. Denne gang har vi bedt modellen DALL-E om en bjørn af krystal.

Det har begrænset værdi at læse de faglige tekster i fag som biologi og fysik. Det er i hvert fald opfattelsen som STX-elever udtrykker i artiklen "Tekstarbejde i sciencefag på STX" af Esben Nedenskov Petersen, Helene Thise og Katja Sørensen Vilien.

I gruppeinterviews fortæller flere elever at de ikke læser fagenes tekster, er skeptiske over for læringsudbyttet af læsning i fagene og opfatter læsekompetencer som irrelevante for deres faglige udbytte. Hvis elevernes faglige læsekompetencer i sciencefagene skal styrkes, skal det stilladserede tekstarbejde derfor prioriteres af fagenes lærere, lyder det fra forfatterne.

I artiklen "Natur/teknologi og nordiske elevers miljø- og klimabevidsthed" dykker Jacob Højgaard Christensen og Rune Müller Kristensen ned i data fra TIMSS 2019 for at undersøge sammenhænge mellem undervisning i natur/teknologi og miljø- og klimabevidsthed blandt 4.-klasseelever i de nordiske lande. Miljø- og klimabevidsthed – her associeret til viden og kognitive færdigheder inden for emnet – viser sig bl.a. at hænge positivt sammen med om elever kan lide at lære natur/teknologi og har høj faglig selvtilid.

Forfatterne finder desuden en markant forskel på elevers miljø- og klimabevidsthed afhængigt af deres socioøkonomiske baggrund. Den sociale ulighed ser på den måde ud til at slå igennem i skolen i forhold til at lære eleverne om miljø og klima, skriver de.

Andelen af STX-studenter der dimitterer fra en naturvidenskabelig studieretning med matematik på A-niveau, er dalende. Samtidig vokser andelen fra studieretningen

med biologi A og kemi B, hvori der indgår matematik B. Netop matematik indtager en væsentlig rolle når der skal vælges studieretning, skriver Brian Krog Christensen i den aktuelle analyse “Hvad får eleverne til at vælge de naturvidenskabelige studieretninger i gymnasiet?”.

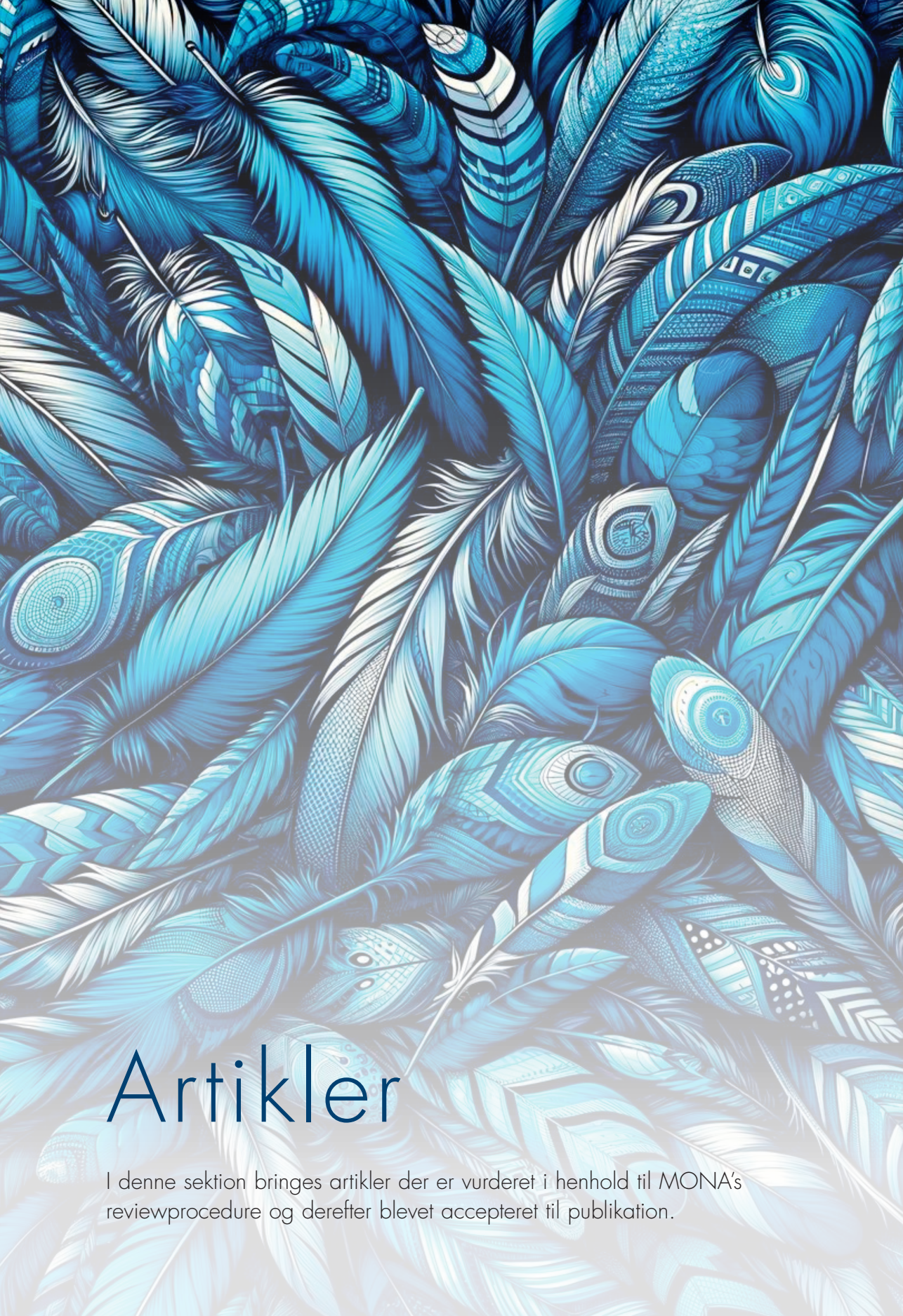
I en spørgeskemaundersøgelse foretaget blandt 1. g-eleverne på Silkeborg Gymnasium fremgår elevernes matematiske kompetencer som et vigtigt parameter for valg og fravalg af naturvidenskabelig studieretning. Og for en del af de elever der faktisk vælger en naturvidenskabelig studieretning, lader det også til at matematik indtager en væsentlig rolle når der skal vælges mellem studieretningen med biologi A og kemi B og de øvrige naturvidenskabelige studieretninger, der alle rummer matematik på A-niveau, skriver Brian Krog Christensen.

Mie Christiansen, Dorte Stokholm, Camilla Bech Blomgreen & Niels Ejbye-Ernst skriver i artiklen “Børns perspektiver på science – en undersøgelse af hvordan børn oplever science i det pædagogiske arbejde i daginstitutioner” fra *MONA*, 2024(1) at det kan være en udfordring for pædagoger at inddrage børns idéer inden for naturvidenskaben, hvor mange pædagoger ikke føler sig fagligt kompetente. Men manglende naturvidenskabelig viden skal ikke ses som en barriere for science i dagtilbud, skriver Liv Kondrup Hardahl og Annika Foxby i en kommentar.

Sciencepædagogik kræver ikke en særlig naturvidenskabelig viden hos pædagogerne, men derimod lyst til og mod på at gå på opdagelse i naturen og naturfænomenerne med børnene, hvor pædagogerne ikke på forhånd ved om det vil lykkes eller ej, skriver de.

Hvis du har lyst til at bidrage til *MONA* eller komme med feedback eller idéer, er du som altid velkommen til at skrive til mona@ind.ku.dk. Og hvis du er interesseret i at skrive en artikel til *MONA*, kan du tilmelde dig vores skriveworkshop for aspirerende *MONA*-forfattere. Den næste finder sted i Aarhus den 22. oktober.

God læsning.



Artikler

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

Matematiklærernes didaktiske brugsmønstre og elevhandlinger når læremidlet MatematikFessor anvendes i undervisningen



Troels Gannerup Christensen, UCL og Nationalt Videncenter for Læremidler



Dorte Moeskær Larsen, SDU og Nationalt Videncenter for Læremidler



Stig Tøke Gissel, UCL og Nationalt Videncenter for Læremidler



Louis Køhrsen, UCL og Nationalt Videncenter for Læremidler

Abstract: I denne artikel undersøger vi læreres og elevers brug af det digitale, adaptive læremiddel MatematikFessor med særligt fokus på lærernes brugsmønstre og rammesætning, læremidlets feedback og hvordan denne anvendes, samt elevernes handlinger og deres motivation i forhold til arbejdet med læremidlet. Vores datagrundlag udgøres af seks cases med observation af undervisningen, interviews med lærerne og interview og skærmoptagelse med to elever fra hver klasse. I artiklen beskriver vi dels hvordan lærernes og elevernes brugsmønstre tager sig ud i vores cases, men også hvordan vi vil anbefale at lærerne i højere grad rammesætter og støtter elevernes brug af læremidlet.

Læremiddelbrug – digitale, trænende og adaptive formater

Matematikfaget forbindes i tidligere forskning både nationalt og internationalt med en høj grad af læremiddelstyring, dvs. at matematiklærere ofte følger deres (analoge) grundbog tæt (Remillard, 2005; Niss et al., 2006; Mogensen, 2012; Alseth et al., 2003; Gilje et al., 2016). I Danmark har digitaliseringen af undervisningen i grundskolen haft høj prioritet (Gissel & Hansen, 2021), og undersøgelser indikerer at mange danske læreres brug af digitale læremidler på tværs af fag er omfattende (Styrelsen for

It og Læring, 2021). Fælles Mål i matematikfaget i grundskolen består på den ene side af fagligt stof (fx algebra, geometri, statistik) der især vedrører matematik som et system af redskaber. På den anden side består indholdet af seks kompetencer som fx problemløsning, modellering og ræsonnement. Læseplanen opfordrer til at stof- og kompetenceområderne integreres i undervisningen. Der lægges desuden op til at eleverne skal arbejde med opgaver der relaterer sig til omverdenen, ved at være undersøgende i undervisningen (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). I arbejdet med IT lægges der samtidig op til at eleverne skal fokusere på at være kritiske, analyserende og kreative (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019, s. 60). Selvom den danske læreplan for matematikfaget er gennemsyret af et kompetenceorienteret syn på matematikfaget, er det dog ikke ensbetydende med at de didaktiske læremidler er gearede til at understøtte en kompetenceorienteret matematikundervisning (Gissel et al., 2019).

Effekterne af at bruge IT i skolen er tvetydige (OECD, 2015; Bulman & Fairlie, 2016) og har hidtil ikke indfriet beslutningstagernes forventninger om at forbedre elevernes præstationer og effektivitet (Cuban, 2015). Tamim et al. (2011) fandt imidlertid flere undersøgelser der viste positive effekter af didaktisk IT-brug, og konkluderede at effekten af at bruge digitale teknologier i undervisningen afhænger af kontekstuelle faktorer såsom pædagogik, indhold og lærerkompetence (se også Gerick et al., 2014). En fortolkning af disse resultater kunne være at vi er nødt til at undersøge brugen af digital teknologi brugt til specifikke uddannelsesformål i ret specifikke sammenhænge i stedet for at forvente at IT generelt vil have en positiv effekt.

I dette studie undersøges læreres og elevers brug af det digitale læremiddel MatematikFessor (Alinea). Alinea oplyser at ca. 80 % af danske grundskoler har adgang til læremidlet, hvormed det må betegnes som meget udbredt. Undersøgelsen bidrager ikke til vidensbasen vedrørende effekter af brug af IT i undervisningen. Studiet bidrager i stedet til at forstå hvordan den kompleksitet og interaktion der opstår mellem læremidlets potentialer og begrænsninger, lærerens brug og ageren når læremidlet anvendes, samt elevernes brugsmønstre, kan have konsekvenser for undervisningens karakter samt kvaliteten af undervisningen og elevernes læringsudbytte.

Som udgangspunkt kan MatematikFessor karakteriseres som et digitalt, didaktisk læremiddel der primært har potentiale til trænende undervisning, men det indeholder også formidlende træk (Gissel & Skovmand, 2018). De trænende træk ses ved at læremidlet lægger op til at eleverne kan træne færdigheder gennem ensartede aktiviteter, lukkede opgaver på stadigt mere krævende niveauer. Desuden giver læremidlet umiddelbar, automatisk feedback på opgaveniveau, men også på procesniveau, hvilket ikke er prototypisk for trænende læremidler. Læremidlet har også formidlende elementer idet eleven kan tilgå videoer der gennemgår forskellige matematiske metoder/emner.

MatematikFessor er også et adaptivt læremiddel. Adaptive læringsressourcer de-

fineres som teknologi der har til formål at skabe en skræddersyet læringsoplevelse til de enkelte elevers læringsbehov ved at tilpasse læringsveje baseret på sporing af elevernes interaktion og input (Liu et al., 2017; Somyürek, 2015). Adaptive teknologier stræber efter optimale læringsoplevelser ved at forsøge at give øjeblikkelig og relevant assistance, ressourcer og feedback (Kerr, 2016; Walkington, 2013). Derfor er intentionen at de adaptive teknologier har potentiale til at fungere som en digital tutor (Taylor, 1980), dvs. varetage de didaktiske kernefunktioner såsom udvælgelse af indhold, præsentation af indhold på en optimal måde, evaluering, differentiering osv. Du Boulay (2016) viser i et metareview om *intelligent tutoring system* (ITS) at de fleste studier drejer sig om STEM-undervisning, og at ITS performer godt i forhold til læreres klasserumsundervisning, men ikke i så høj grad ved 1:1-undervisning, samt at blendede formater er mest optimale, dvs. at lærerne bruger adaptive læremidler, men orkestrerer et samspil med andre læremidler og undervisningsformer.

I adaptive læringsmiljøer er intentionen at læremidlet skal give feedback baseret på forskellige parametre såsom sværhedsgrad af opgaven, læringstempo og andet (Brusilovsky, 1999; Stoyanov & Kirchner, 2004). Adaptiv feedback kan i modsætning til generisk feedback ansues som en mere dynamisk feedback hvor forskellige elever vil modtage forskellig information (Le, 2016). Undersøgelser om brug og udbytte af adaptive læringsressourcer på grundskoleniveau er begrænsede i både antal og robusthed (Holmes et al., 2018). Disse undersøgelser indikerer positive læringsresultater, men fremhæver, ligesom de generelle studier om effekterne af didaktisk brug af IT, vigtigheden af facilitering og instruktion af undervisere (Kulik & Fletcher, 2016; Verdú et al., 2008; Wang et al., 2020). Med andre ord kan vi vedrørende fx feedback ikke antage at det er hensigtsmæssigt at læreren overlader det til læremidlet at give eleven feedback og vejledning uden at involvere sig.

Da vores undersøgelse ikke er intervenerende, har lærerne valgt hvilke dele af MatematikFessor der skulle arbejdes med, og hvordan der skulle arbejdes med læremidlet. Både elev og lærer har forskellige indgange til at bruge MatematikFessor som på forskellig vis og i varieret omfang udnytter adaptiviteten og de andre funktioner i læremidlet. Læreren kan fx vælge selv at udpege hvilke opgaver eleverne skal arbejde med, hvorved adaptiviteten ikke (eller i begrænset omfang) styrer indholdsvalget. Eller læreren kan sende eleverne ind i SuperTræneren hvor den adaptive motor kan bestemme hvilke indholdsområder eleverne skal arbejde med og på hvilket niveau. Eleverne har mulighed for at deltage i SuperTræner Battle hvor de dystet med tre andre elever om at svare korrekt på så mange opgaver som muligt på tid. Her er feedback-funktionen på procesniveau samt de formidlende elementer i læremidlet sat ud af drift, men det er den adaptive motor der bestemmer hvilke opgaver hver enkelt elev møder og på hvilket niveau.

MatematikFessor indeholder elementer af gamification, dvs. brug af spilelemen-

ter og designteknikker som normalt forbindes med spil (Manzano-León et al., 2021), idet eleverne tildeles stjerner og medaljer for deres præstationer, og ved at eleverne generelt måles på tidsforbrug ved hver opgave. Gamification har vist sig at have positive virkninger i forhold til elevers præstationer og motivation hos *nogle* elever (Manzano-León et al., 2021). MatematikFessor byder imidlertid også på såkaldte PDF-opgaver hvori opgaverne er af mere kompetenceorienteret karakter, og der findes analoge hæfter i serien "Regn med Fessor" hvor eleverne kan møde varierede opgaver. I vores data ser vi imidlertid kun de digitalt interaktive dele af læremidlet anvendt hvorfor vi i artiklen udelukkende fokuserer på disse.

Ovenstående gennemgang af de positive outcomes som potentielt eller realiseret har vist sig ved brugen af digitale læremidler, adaptivitet og gamification, skal holdes op mod pointerne om læreplanens kompetenceorientering samt lærerens faglige autonomi og mulighed for meningsfuldt at rammesætte, følge og samle op på elevernes læreproces. Både det digitalt trænende format og adaptiviteten kan trække i retning af at læreren køres ud på et sidespor i forhold til helt centrale didaktiske valg og handlinger som fx indholdsvalg, vejledning og opsamling (Gissel, 2015; Gissel et al., 2020). Det er derfor relevant at undersøge hvordan både lærere og elever handler når de konkret anvender et læremiddel som MatematikFessor.

Det adaptive læremiddel tilpasser indhold mv. i forhold til en tolkning af elevernes input, adfærd og præstationer. Men lærerens adfærd uden om læremidlet, altså lærerens rammesætning, supplerende vejledning og opsamling, er ukendt for det adaptive læremiddel. Som vi vil vise, er netop lærerens brugsmønster afgørende for hvordan forskellige typer elever og elever med forskellige forudsætninger kan og vil gebærde sig i interaktion med læremidlet.

Dette fører os frem til følgende forskningsspørgsmål:

Hvordan er interaktionen mellem lærerens didaktiske brugsmønster, læremidlets design og elevernes handlinger når MatematikFessor anvendes i undervisningen?

Efter en gennemgang af vores undersøgelsesmetode vil vi gennemgå de enkelte elementer i forskningsspørgsmålet og hvordan vi operationaliserer hver del af spørgsmålet. Dette indebærer begrebsafklaringer samt specificeringer af hvad vi fokuserer på i undersøgelsen.

Metode

For at kunne belyse ovenstående forskningsspørgsmål vil vi overordnet se på samspillet mellem de tre punkter i den didaktiske trekant, nemlig lærer, elev og indhold (Hiim & Hippe, 2002). Studier der kombinerer læremiddelanalyse og undersøgelse af

læreres og elevers aktualisering af læremidlets potentiale, er en mangelvare i læremiddelforskningen (Gissel & Buch, 2020; Knudsen, 2011). Vi vil igennem analyserne af de indsamlede data først se på *lærerens* brugsmønstre, dvs. lærerens introduktion, vejledning og opsamling. Derefter vil vi se nærmere på *indholdet*, dvs. læremidlet MatematikFessor med særligt blik for læremidlets feedback og hvordan denne anvendes i undervisningen. Afslutningsvis vil vi se på *elevernes* handlinger og deres motivation i forhold til arbejdet med læremidlet. De kategorier og det indhold vi præsenterer i analyserne, er fremkommet ved at vi i empirien har set hvordan lærere og elever anvender læremidlet i praksis, men også ud fra både læreres og elevers refleksioner på baggrund af deres anvendelser af læremidlet.

Da vi kombinerer en dokumentanalyse af læremidlet med en empirisk undersøgelse af læreres og elevers brug, opstår den situation at vi i vores læremiddelanalyse kan fremanalysere nogle potentielle og i vores optik mere hensigtsmæssige brugsmønstre. Det betyder at vi i analyserne gør rede for både de brugsmønstre vi finder i vores data, og de brugsmønstre som vi på baggrund af vores fagdidaktiske, analytiske blik finder hensigtsmæssige, men som vi i vores begrænsede udvalg af cases ikke ser udført i praksis. På den måde peger artiklen ud over det observerede idet vi tillader os at anbefale praktikere at bruge læremidlet på bestemte måder.

Undersøgelsen af læreres og elevers brug af MatematikFessor blev gennemført som et kvalitativt studie. Seks grundskoleklasser blev af praktiske årsager rekrutteret af læremiddelproducenten Alinea. Forlaget identificerede således abonnenter der anvendte læremidlet. Dette kan give en selektionsbias idet det kunne tænkes at der blev selekteret lærere som i særlig grad anvender læremidlet hensigtsmæssigt og reflekteret. I så tilfælde bliver vores seks cases til kritiske cases (Flyvbjerg, 2006) hvor vi kan sige at hvis der ikke foregår god undervisning med læremidlet her, så er det ikke sandsynligt at det foregår andre steder. Lærerne fik besked om at vi ville undersøge både deres og elevernes brug af læremidlet. I alt indgik to indskolingsklasser, en mellemtrinnsklasse og tre udskolingsklasser. I tabel 1 ses en oversigt over de involverede skoler og klasser i undersøgelsen.

For hver klasse blev en lektion hvori MatematikFessor var i anvendelse, videoobserveret. Lærerne valgte selv hvordan de ville arbejde med programmet, men intentionen var at de skulle arbejde med programmet som de plejer. Klasserumsobservationerne (Raudaskoski, 2020) blev foretaget med henblik på at se hvordan lærerne varetog introduktion, vejledning og opsamling. Efter hver lektion blev der foretaget et semi-struktureret interview (Kvale & Brinkmann, 2015) med matematiklærerne. Formålet med at interviewe var at få indblik i lærernes refleksioner over undervisning med læremidlet, herunder hvordan de mente læremidlet indgik i deres undervisning, hvilke dele af læremidlet de anvendte, samt hvordan de mente læremidlet skulle rammesættes i undervisningen. Lærerinterviewene blev foretaget direkte i forlængelse af

undervisningens gennemførelse for at informanterne kunne have undervisningen skarpt i erindring.

Efter lektionen blev der desuden foretaget skærmoptagelser af to udvalgte elevers arbejde med MatematikFessor, lavet som en think-aloud-test (Nielsen et al., 2002). Eleverne var af læreren udvalgt som værende henholdsvis en højtpræsterende elev og en lavtpræsterende elev inden for matematikfaget. Det var dermed lærerne selv der vurderede hvad der karakteriserer det at være henholdsvis højtpræsterende og lavtpræsterende. I think-aloud-testen blev eleverne indledningsvis sat til at arbejde selvstændigt i læremidlet med en række udvalgte områder, mens de undervejs skulle forklare deres arbejde i programmet. Sluttelig blev der udført semistrukturerede elevinterviews (Kvale & Brinkmann, 2015) som blev videooptaget. Formålet med think-aloud-testen og elevinterviewene var at få indblik i elevernes handlen i, motivation for og oplevelser med læremidlet. Alle klasserumsobservationer og lærer- og elevinterviews blev efterfølgende transskriberet.

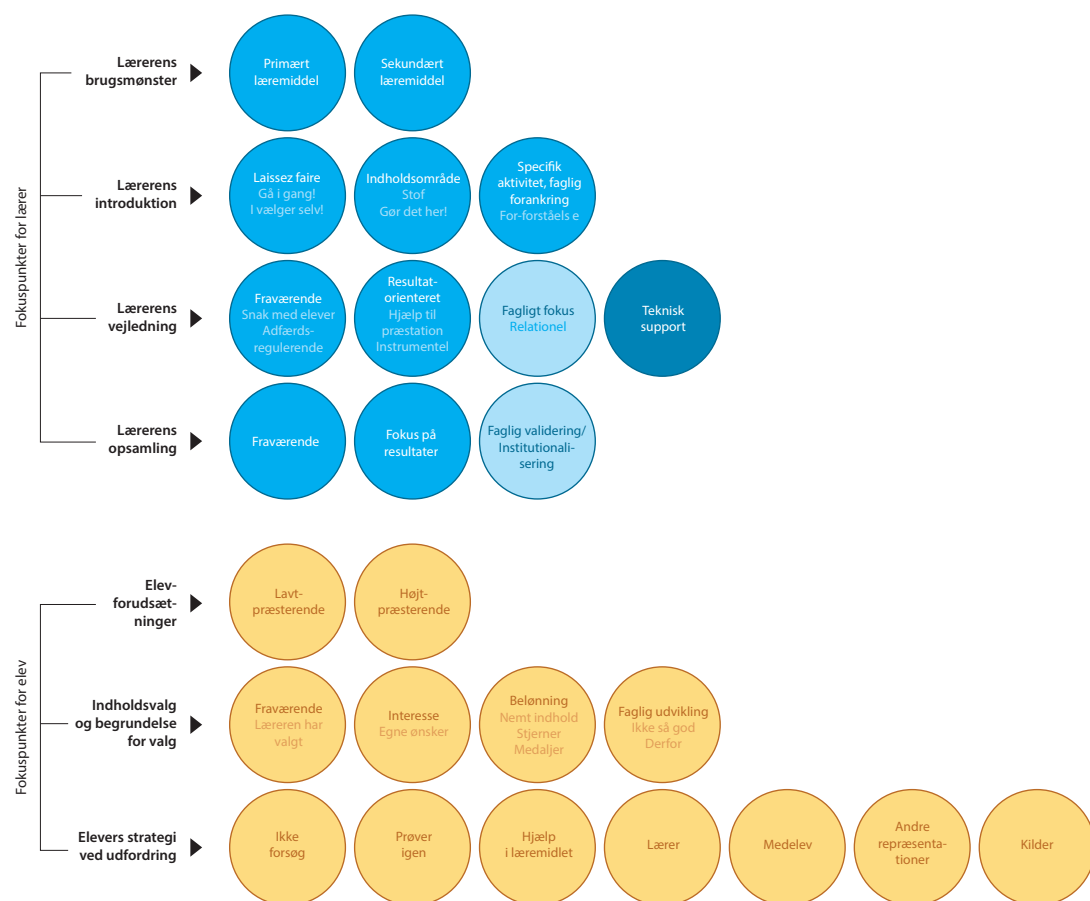
Tabel 1. Oversigt over involverede skoler og trin for eleverne i undersøgelsen. Alle skolerne er her blevet nummereret.

Skole	Elevers trin
1	Udskoling
2	Mellemtrin
3	Indskoling
4	Udskoling
5	Udskoling
6	Indskoling

Som nævnt fokuserer vi i undersøgelsen på både læremidlet (indholdet), eleverne og læreren. For det første gør det en forskel hvilke dele af MatematikFessor eleverne arbejder i, da hver del som beskrevet har forskellige karakteristika og funktioner. For lærerens vedkommende har vi interesseret os både for det brugsmønster læreren i interviewet giver udtryk for at have i forhold til MatematikFessor, for den rammesætning og introduktion til lektionen læreren foranstalter i observationen, for lærerens vejledning af eleverne mens de bruger læremidlet, og endelig for lærerens opsamling. Vi medtager også om læreren har udpeget eleverne som højt- eller lavtpræsterende, da dette er en vigtig variabel i vores analyse af elevernes adfærd. Vedrørende elevernes adfærd i interaktionen med MatematikFessor ser vi på hvilket

indhold eleverne vælger (når de kan vælge), og deres begrundelser herfor, elevernes strategier når de bliver udfordret af aktiviteterne, samt deres brug af læremidlets feedback.

Vi har skabt en model over vores fokuspunkter i undersøgelsen som viser de underkategorier vi opererer med i de analyserende afsnit (figur 1). De øverste blå cirkler i modellen viser lærerens brugsmønstre og handlinger i undervisningen. De lyseblå cirkler er vores bud på lærerhandlinger og valg, dvs. valg og handlinger vi ikke observerede, men gerne havde set. Den mørkeblå cirkel signalerer handling som ikke er matematikfaglig. Nederst ses de gule kategorier der viser elevernes valg og handlemønstre. Alle underkategorier vedrørende elevernes adfærd og type er holdt i samme farve, da vi i data har belæg for dem alle.



Figur 1. Modellen viser undersøgelsens fokuspunkter og underkategorier for hvert fokuspunkt.

I det følgende beskrives hvordan analyserne af empirien munder ud i de forskellige fokuspunkter. Derefter peger vi på nogle stier ned igennem modellen for at tydelig-

gøre at udfald på ét niveau i vores optik hænger tæt sammen med udfald på andre niveauer i modellen.

Lærerens brugsmønster

I lærerinterviewene fortæller lærerne at det er meget forskelligt hvor meget og på hvilken måde MatematikFessor indgår i de forskellige dele af undervisningen. Nogle lærere anvender MatematikFessor som deres primære læremiddel: “Vi lærer alt vores matematik på Fessor” (S3LI)¹, mens andre fortæller at det er ét læremiddel blandt andre. I tabel 2 ses et overblik.

Tabel 2. Omfang af lærernes anvendelse af MatematikFessor.

Skole	Anvendelse af MatematikFessor
1	Primært MatematikFessor, men blandet med andre materialer.
2	MatematikFessor er sekundært materiale.
3	Primært, næsten kun MatematikFessor.
4	MatematikFessor er sekundært og er ét blandt mange forskellige materialer.
5	MatematikFessor er primært materiale.
6	MatematikFessor er sekundært og ét blandt mange forskellige materialer.

På tværs af vores seks cases ses en fin variation i forhold til hvor bredt og hvorledes MatematikFessor anvendes i undervisningen. Hos de lærere der primært anvender MatematikFessor i deres undervisning, ses en forskellighed i hvilke dele af læremidlet der anvendes: “Det er mig der bestemmer hvornår vi gør det, men jeg anvender deres [MatematikFessors] årsplan, og jeg bruger de aktiviteter der er ... Så det er faktisk min retningsssnor” (S3LI).

Af de lærere som anvender MatematikFessor som ét læremiddel blandt flere andre, ses lidt forskellige anvendelser. En indskolingslærer anvender det som en slags repetition af hvad de har lavet i løbet af året (S6LI). En anden lærer fortæller at de bruger læremidlet til “rugbrødsregning og færdighedsregningstræning” (S1LU). Det kan fx være lige efter et fagligt emne som en måde at automatisere et emne på. Det bliver

1 Navngivningen af lærerne og eleverne i artiklen er lavet ud fra følgende model: Hver skole får et nummer, fx S1, og så er det angivet om henholdsvis læreren (L) og eleven (E) er fra udskoling (U), mellemtrin (M) eller indskoling (I). Højtpræsterende elever tilføjes et H (fx EUH), lavtpræsterende et L. S3LI betyder således at læreren fra skole 3 underviser i indskoling.

også brugt som et supplement til undervisningen, fx som brain break eller som en slags “lufter”. MatematikFessor anvendes også som supplement til fx lektier hvor læreren eksempelvis selv har udvalgt noget specifikt som skal trænes hjemme (S4LU). Det kan også være som ekstra støtteopgaver til elever “der har brug for ekstra opgaver” (S3LI).

Vi ser således overordnet to forskellige brugsmønstre. For det første ser vi at der er lærere der anvender materialet som det **primære** og styrende materiale i undervisningen, hvor lærerne har en forventning om at det er dækkende for hele matematikfaget. For det andet ser vi lærere der anvender det mere som et **sekundært** materiale i forskellige roller, fx til træning eller repetition af specifikke fagområder eller til kortlægning af specifikke fagområder.

Lærerens introduktion

I tabel 3 ses hvorledes vi kategoriserer de seks læreres introduktion ud fra klasserumsobservationerne.

Tabel 3. Fordeling på kategorier af introduktion.

Skole	1	2	3	4	5	6
Eleven vælger selv (ingen faglig introduktion)	x		x		x	
Læreren henviser til indhold (ingen faglig introduktion)				x		
Læreren vælger et specifikt indhold (med faglig introduktion)		x				x

I forhold til introduktionen af undervisningen fortæller flere lærere at de ofte på forhånd har udvalgt specifikke opgaver. Selve introduktionen i lektionen går derfor mest ud på at fortælle eleverne hvor opgaverne befinder sig i programmet. To af lærerne fortæller at de ofte i introduktionen starter med en introduktion til emnet (eksempelvis talforståelse eller trigonometri) efterfulgt af en samtale med eleverne om emnet, hvorefter eleverne går i gang med MatematikFessor.

I klasserumsobservationerne er introduktionen i tre ud af de seks observerede klasser ret kort. Her vælger eleverne selv hvad de vil træne i SuperTræneren, eller hvad de vil arbejde med for at få medaljer. Intentionen og forventningen er at eleverne selv vælger det de har svært ved og skal arbejde med for at blive bedre. De sidste tre af de seks lærere havde i forvejen udvalgt emnet. En lærer (S6LI) havde udvalgt fire indholdsområder eleverne skulle arbejde med i SuperTræneren, mens en anden lærer (S4LU) havde udvalgt emnet målestoksforhold som eleverne skulle nå omkring inden de gik videre med det de havde lyst til.

En enkelt lærer gør opmærksom på at eleverne gerne må arbejde sammen, men en elev svarer straks læreren at det jo ikke er nemt når de skal lave forskellige opgaver. Læreren insisterer dog på at de i så fald kan hjælpe hinanden efter behov. I en enkelt klasse (S2LM) er der dog en forholdsvis lang introduktion hvor der først undervises ud fra elevernes grundbog om brøker, og hvor eleverne efterfølgende arbejder med opgaver inden for samme emne i SuperTræneren.

Overordnet kategoriserer vi lærerens rammesætning i halvdelen af de observerede lektioner med at “eleven vælger selv”, hvorved eleverne får frit spil i forhold til at arbejde med det de har lyst til, uden tydelige krav fra læreren, og hvor den faglige introduktion er fraværende. Hos en enkelt klasse ser vi at læreren henviser til indhold uden faglig introduktion, og i de resterende to klasser at læreren udvælger specifikt indhold med faglig introduktion.

En udbredt kritik af trænende læremidler med lukkede opgaver er at de i ringe grad kobler til en skoleekstern virkelighed eller et mere komplekst anvendelsesniveau (Gissel & Skovmand, 2018) og ikke kobler bredt an til faget, fx kompetencemålene i matematikfaget, men primært færdighedsmål. Eleverne vil med MatematikFessor's digitale dele som udgangspunkt øve procedure og har ofte kun mulighed for at få gennemgået et enkelt bud på en mulig procedure hvis de kører fast.

Lærerens vejledning

I tabel 4 ses hvorledes vi kategoriserer de seks læreres vejledning ud fra klasserumsobservationerne.

Tabel 4. Fordeling på kategorier af vejledning, jf. klasserumsobservationer.

	Antal
Fraværende (snakker med elever, adfærdsregulering)	0
Resultatorienteret (hjælp til præstation, instrumentel)	6
Fagligt fokus (relationel)	0

I forhold til lærerens rolle under elevernes arbejde med MatematikFessor beskriver indskolingslærerne i interviewene at det ofte handler om at hjælpe med tekniske udfordringer, fx at forstørre et billede i en opgave, eller hvordan man kommer videre i programmet. Flere af de interviewede lærere giver udtryk for at de er glade for at eleverne hurtigere kan få hjælp i undervisningen gennem læremidlet end hvis de selv skal rundt til eleverne. I MatematikFessor findes “et hjælpelogo ... altså spørgs-

målstegnet ... hvor de får svar med det samme. De får altså forklaringen hvis de svarer forkert” (S4LU) og kan se “små film” (S3LI).

I observationerne ser vi enkelte lærere der mest sidder ved katederet mens eleverne arbejder, og dermed næsten ikke deltager i lektionen. De er i sekvenser **fraværende**, men alle lærerne bevæger sig på et tidspunkt rundt i klassen og hjælper eleverne. Andre lærere går rundt og hjælper eleverne hele tiden. Eleverne stiller oftest opklarende spørgsmål, dvs. hvad de skal gøre i de enkelte opgaver. En lærer (S3LI) hjælper eleverne og fortæller dem hvordan de hurtigt kan komme forbi videoerne hvis de ikke gider se dem, ved blot at trække markøren frem til slutningen i filmfremviseren. Vi vil karakterisere disse læreres vejledning som **resultatorienteret** hvor de hurtigt får eleverne videre så de kan komme til næste opgave. Lærernes vejledning har ofte karakter af IT-teknisk support.

Lærerens opsamling

I tabel 5 ses hvorledes vi kategoriserer de seks læreres opsamling ud fra klasserumsobservationerne.

Tabel 5. *Fordeling på kategorier af opsamling.*

	Antal
Fraværende	5
Fokus på resultater (medaljer, antal opgaver)	1
Faglig validering (institutionalisering, forståelse)	0

I forhold til opsamlingen i undervisningen fortæller de interviewede lærere at de ikke nødvendigvis gør dette ens lektionerne imellem. En lærer fortæller at han ofte i opsamlingen spørger ind til hvad eleverne har arbejdet med (S1LU). En anden lærer fortæller at han spørger eleverne hvad de mener de har fået ud af dagens arbejde (S2LM), mens andre lærere fortæller at oftest løber tiden fra dem så de ikke når opsamlingen (S3LI og S4LU). En udskolingslærer (S5LU) fortæller at han ofte anvender afslutningen af lektionen til at undersøge hvor langt eleverne er nået. Således bliver afslutningen mere individuel, og det er også her læreren tager stilling til om der er nogle af eleverne der skal have lektier for hjemme.

I de seks klasserumsobservationerne er opsamlingerne stort set fraværende. En enkelt lærer (S1LU) spørger som afslutning ind til hvad eleverne har trænet i Super-Træneren. Læreren kommenterer efterfølgende en elev der svarer “addition”, med

at eleven skal vælge noget sværere næste gang. Overordnet ser vi at opsamlingerne mestendels er helt **fraværende**, eller at der er fokus på **gennemførte aktiviteter/opnåede resultater**, fx hvor mange medaljer eleverne har nået i lektionen.

Lærers indholdsvalg og begrundelser

Det er forskelligt hvilke dele af MatematikFessor der bliver anvendt i undervisningen, og hvorledes det begrundes. Lærerne fortæller generelt at de ofte anvender træningsprogrammerne til at kunne træne lidt ekstra eller til at kunne repetere:

“I tredje klasses bog har vi nærmest ingen plus og minus-stykker et helt år, og så kan jeg godt vælge der at sige, at så skal vi altså have noget plus og minus på Fessor for ligesom at holde det ved lige.”

(S2LM)

En indskolingslærer beskriver at han ofte bruger spillene i programmet samt det at eleverne kan se filmene igen og igen. En anden lærer er glad for “test dig selv”-opgaverne fordi den del giver eleverne karakterer (S1LU).

Flere lærere peger på at *medaljejagt* er den aktivitet de er mest glade for fordi eleverne her får forskellige opgaver (fx S4LU), men også fordi eleverne selv kan erfare hvad de er gode til, og samtidig får lynhurtig respons frem for at “der er 83 spørgsmål til du får næste stjerne” (S4LU).

I klasseobservationerne blev der anvendt forskellige dele af MatematikFessor. Det er hovedsageligt SuperTræneren, medaljejagt eller SuperTræner Battle. Der er flere lærere der bruger et klassisk analogt lærebogssystem, men som samtidig anvender MatematikFessor. En af de disse lærere fortæller at undervisningen ofte starter med MatematikFessor hvori eleverne først skal lave et forløb om det specifikke faglige emne, og derefter fortsætter eleverne i deres grundbog. En anden lærer gør det modsatte (S2LM). En tredje lærer fortæller at ud over MatematikFessor anvender de også “muskelopgaver” – dvs. der hentes lidt ekstra træningsopgaver fra matematikbogen.dk (S3LI).

Elevernes indholdsvalg og strategier ved udfordring

I forhold til elevernes adfærd i interaktionen med MatematikFessor ser vi først på hvilket indhold eleverne vælger (når de kan vælge), og deres begrundelser herfor efterfulgt af elevernes strategier når de bliver udfordret af aktiviteterne.

Elevernes indholdsvalg kategoriserer vi på følgende måde, og vi iagttager følgende fordeling for vores case-elever (tabel 6):

Tabel 6. Kategorisering af elevers indholdsvalg samt fordeling blandt eleverne.

	Højtpresterende	Lavtpresterende	Total
Fraværende (læreren har valgt)	3	2	5
Interesse (egne ønsker)	2	3	5
Belønning (nemt indhold, stjerner)	4	2	6
Faglig udvikling (blive bedre)	1	1	2

Eleverne giver generelt udtryk for at arbejdet i læremidlet er sjovt og motiverende. En elev udtrykker med reference til et analogt læremiddel at “det er rimeligt kedeligt i bøgerne. Så det er rimeligt sjovt når man skal lave MatematikFessor” (S1EUL). Eleverne beskriver at de motiveres af de gamificerede og konkurrencefordrende elementer i læremidlet. Det drejer sig her således om stjerner, point, medaljer og levels/titler.

De højtpresterende elever er generelt meget mere optagede af hvilke niveauer/levels de kan nå, antallet af stjerner og konkurrenceelementet: “Fordi der kan man også komme i højere level ...” (S1EUH), “altså jeg vil gerne have sådan mange stjerner ... så jeg vil gerne komme højere opad” (S4EUH), mens de lavtpresterende elever ikke i samme grad er så optagede eller motiveres af det:

“Der er jeg sådan lidt ligeglad med, de der stjerner der ... De der levels, de viser jo ikke om jeg kan finde ud af det eller ej, det er bare hvor meget jeg har lavet af det.”

(S4EUL)

En anden lavtpresterende elev fortæller at det er bedre at kunne arbejde uden tidspres på SuperTræner-delen:

“Der er ikke rigtigt sådan tidsbegrænsning på, at du-skal-være-færdig-inden-i-morgen-agtigt med sådan 50 opgaver. Det er sådan lidt. Det er mere sådan, lav 20 minutter på SuperTræneren, det er bedre.”

(S4EUL)

Nogle elever vælger selv et niveau:

“Ja, altså jeg tager selvfølgelig dem som jeg kan finde ud af, og dem som jeg, altså, jeg tager ikke den nemmeste, men heller ikke sådan de sværeste.”

(S1EUL)

Overordnet er det tydeligt at eleverne har meget forskellige forhold til programmet. Dette har konsekvenser når de skal foretage indholdsvalg i undervisningen. Nogle gange har læreren valgt, og derfor er elevernes valg **fraværende**. For nogle elever handler det om hvad de synes er sjovt at lave – de vælger efter **interesse** – men for andre elever handler det om at være hurtigt færdig og at vælge et nemt indhold og derved opnå en masse stjerner. Her er det **belønningen** der er vigtig. For disse elever er det ikke vigtigt om de har lært noget undervejs. Der er også elever der fortæller at de vælger det de har svært ved, fordi de ønsker en **faglig udvikling**.

Læremidlets feedback og elevernes strategier ved udfordring

Eleverne har i observationerne forskellige tilgange til at få hjælp når de arbejder med programmet. I nogle klasser spørger eleverne hinanden om hjælp. Eksempelvis søger en elev (S5EH) hjælp hos sin makker til en sinus-opgave. Makkeren fortæller derefter hvad hun skal trykke på på sin lommeregner for at løse opgaven. Eleven skriver derefter svaret ind i MatematikFessor. Hun forsøger ikke på anden måde at finde hjælp eller at forstå hvorfor. Når elever hjælper hinanden i MatematikFessor, foregår det i overvejende grad ved at en makker fortæller metoden og/eller resultatet, hvorefter dette indskrives således at eleven kan komme videre i programmet.

Generelt anvender få af eleverne den hjælp som er til stede i læremidlet. Det drejer sig fx om hint-symbolet, videoerne og forklaringerne. Kun i alt tre af de interviewede elever trykkede på hint-knappen undervejs, fem elever læste forklaringen, og fem elever så videoerne. Nogle gange skal eleverne se videoer med forklaringer for at komme videre – her så vi i observationerne flere gange at eleverne blot trækker cursoren frem til slutningen og dermed ikke reelt ser filmen.

Vi finder i elevinterviewene og think-aloud-testene at eleverne har en lang række forskellige strategier når de sidder fast i læremidlet. I tabel 7 ses disse forskellige tilgange og antallet af elever, fordelt på højtpræsterende og lavtpræsterende, der anvender de forskellige tilgange.

Tabel 7. Elevers løsningsstrategier og fordelinger.

Strategi	Højtpræsterende	højtpræsterende i %	lavtpresterende	Lavtpresterende i %	Total	Total i %
1. Ikke-forsøg (går videre, går ud, gætter)	5	83 %	5	83 %	10	83 %
1.1. Gætter	5	83 %	5	83 %	10	83 %
1.2. Går ud	2	33 %	0	0 %	2	17 %
2. Prøver igen, udelukker svarmuligheder	3	50 %	1	17 %	4	33 %
3. Bruger hjælp i læremidlet (hint, forklaring, video eller oplæsning)	2	33 %	5	83 %	7	58 %
3.1. Hint	1	17 %	2	33 %	3	25 %
3.2. Forklaring	1	17 %	4	67 %	5	42 %
3.3. Video	1	17 %	4	67 %	5	42 %
3.4. Oplæsning	2	33 %	2	33 %	4	33 %
4. Spørger lærer	4	67 %	4	67 %	8	67 %
5. Spørger medelev	1	17 %	2	33 %	3	25 %
6. Bruger andre repræsentationer (papir, fingre)	3	50 %	2	33 %	5	42 %
7. Søger andre kilder (internet)	2	33 %	1	17 %	3	25 %

En udpræget strategi hos eleverne når de møder opgaver hvor de sidder fast, er at gætte. Samtidig anvender kun en tredjedel af de højtpresterende elever hjælpen fra læremidlet, mens 83 % af de lavtpresterende gør. Men interviewene og think-aloud-testene viser at til trods for at godt en femtedel af de lavtpresterende elever ser videoerne og får hjælpeteksterne læst op, bliver de ikke nødvendigvis hjulpet heraf.

Der er flere eksempler på at eleverne forsøger at hacke, omgå eller “snyde” systemet. En elev giver fx udtryk for en strategi hvor han går ud af opgaven “som jeg

overhovedet ikke har nogen idé om. Fordi så får man for det meste en ny opgave når man kommer ind igen” (S5EUH).

Når eleverne svarer forkert i deres opgaver, observerer vi forskellige reaktioner på dette. Nogle af de observerede smågriner lidt og går straks videre. Kun to af de observerede elever forsøger at forstå forklaringerne på hvorfor besvarelsen var forkert.

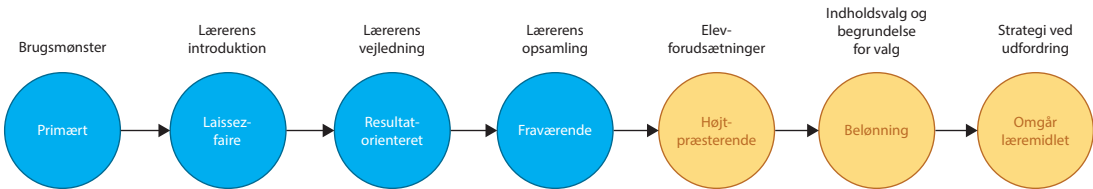
Overordnet kan vi se at eleverne flere gange ikke anvender læremidlets feedback, men blot scroller forbi. De steder hvor eleverne faktisk undersøger feedbacken, fx ved at kigge på hvilke opgaver der er korrekte eller ikke korrekte, anvender de feedbacken på opgaveniveau, dvs. de går ikke videre til at prøve at forstå hvorfor eller hvordan de kunne have lavet dem korrekt. De steder hvor eleverne har anvendt hjælpevideoer, er dette ofte med fokus på proceduren eller forklaringen så de får hjælp til overhovedet at kunne gennemføre opgaven.

Elevernes handlemønstre i lyset af lærerens brugsmønstre

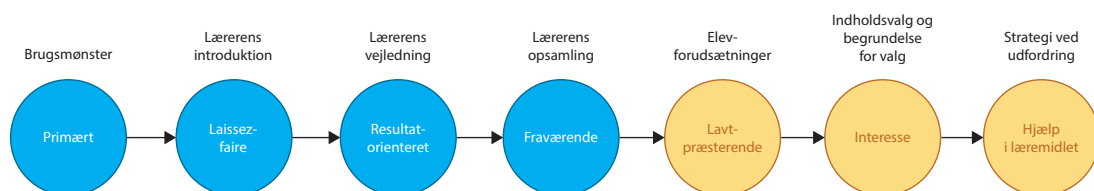
På baggrund af de indsamlede data og ovenstående analyser kan vi tegne fire forskellige handlings- og læringsspor som tager udgangspunkt i hvorvidt lærerne anvender læremidlet primært eller sekundært. Disse fire spor har vi illustreret i figur 2-5 for at samle op og tydeliggøre de enkelte analyser.

Spor 1 og 2

I disse to spor anvender lærerne læremidlet som primært læremiddel. Vi ser her at lærerne har en “eleven vælger selv”-introduktion og således rammesætter undervisningen meget løst og er resultatorienterede i vejledningen, og opsamlingen er fraværende eller med fokus på resultater. Eleverne må således selv vælge indhold i læremidlet. De højtpræsterende elevers indholdsvalg og begrundelser for indholdsvalg orienterer sig her mod belønning i form af stjerner, point og medaljer (figur 2). Til trods for at de har flere strategier, så omgår de hjælpen fra læremidlet, og de søger oftest hjælp uden for læremidlet. De lavtpræsterende elevers indholdsvalg og begrundelser for indholdsvalg orienterer sig mod hvad de interesserer sig for (figur 3). De søger til gengæld hjælp i læremidlet. Disse spor viser sig at være gennemgående ved skole 1, 3 og 5.



Figur 2. Spor 1: primært læremiddel, læreren og de højtpræsterende elever.

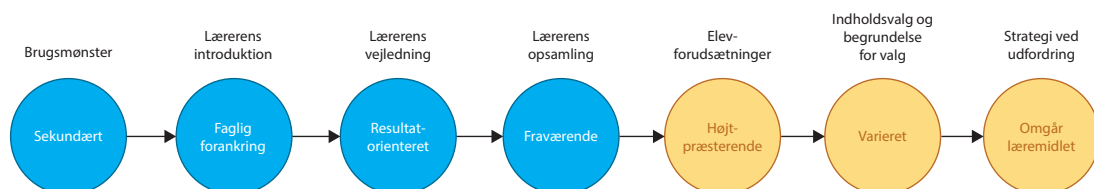


Figur 3. Spor 2: primært læremiddel, læreren og de lavtpræsterende elever.

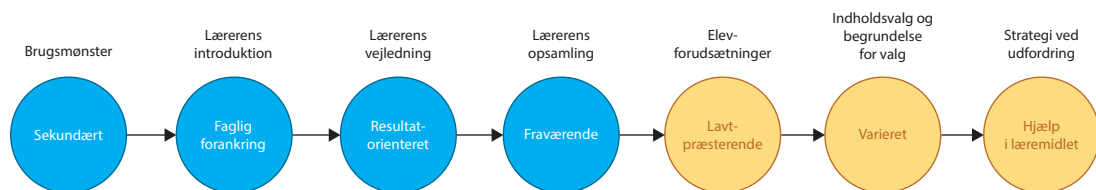
Generelt ser vi i elevinterviewene og i think-aloud-testene at de højtpræsterende elever fx vælger for nemt indhold for at opnå medaljer og status af at være kommet på et højt level. Det betyder at det undervejs i elevernes arbejde mest handler om hvordan de hurtigst får løst udfordringer. Det kan fx handle om at det er hurtigst at gå ud af programmet og få en anden opgave, eller at en kammerat giver dem svaret. At anvende hjælp i programmet tager måske for lang tid. De lavtpræsterende elever vælger oftere et indhold de forestiller sig vil udvikle dem, men det kan være svært for dem at vide præcis hvilket indhold der er passende.

Spor 3 og 4

I disse to spor anvender lærerne læremidlet som sekundært læremiddel. Vi ser her at lærerne i stedet har en mere fagligt forankret introduktion og dermed i højere grad end ved spor 1 og 2 rammesætter undervisningen. Vejledningen er også her resultatorienteret, mens opsamlingen er fraværende. Både de højtpræsterende og de lavtpræsterende elevers indholdsvalg og begrundelser for indholdsvalg orienterer sig *varieret* mod belønning i form af stjerner, point og medaljer, men også mod faglig udvikling. Dog adskiller de sig, som det var tilfældet ved spor 1 og 2, i deres strategier når de sidder fast. De højtpræsterende søger også her hjælp uden for læremidlet, mens de lavtpræsterende søger hjælp i læremidlet. Disse spor viser sig ved skole 2 og 6.



Figur 4. Spor 3: sekundært læremiddel, læreren og de højtpræsterende elever.



Figur 5. Spor 4: sekundært læremiddel, læreren og de lavtpræsterende elever.

Diskussion og konklusion

På basis af denne undersøgelse vil vi konkludere at lærerens didaktiske brugsmønster i forhold til dette adaptive læremiddel er afgørende. På trods af at adaptive teknologier og læremidler beskrives som havende potentiale til at fungere som digital tutor (Taylor, 1980) ved at give personlig feedback, vil vi i tråd med Kulik & Fletcher (2016), Verdú et al. (2008) og Wang et al. (2020) hævde at det ikke er hensigtsmæssigt at læreren overlader undervisningen til læremidlet ved at undlade rammesætning og lade læremidlets feedback være den eneste vejledning.

Tværtimod er det vigtigt at læreren involverer sig og vejleder eleverne i hvordan de bedst muligt kan anvende læremidlets ressourcer, og at læreren supplerer læremidlets feedback med en tydelig faglig vejledning med fokus på elevernes matematiske udvikling. Lærers vejledning kunne i højere grad handle om elevernes relationelle forståelse og ikke kun deres instrumentelle forståelse (Skemp, 1976).

Det indebærer at aktiviteterne i højere grad rammesættes med fokus på de faglige mål for lektionen og elevernes forkundskaber så der sker en faglig forankring. Undervejs skal læreren være mere opmærksom på hvilke udfordringer eleverne har, og på at bruge disse data i opsamlingen. Læreren kunne med fordel i opsamlingen tage det faglige emne som eleverne har arbejdet med i lektionen, op til *refleksion*, *validering* og *institutionalisering*, hvormed læringsindholdet bliver sammenholdt med de mere generelle og alment accepterede forståelser af indholdet (Brousseau, 1997).

I halvdelen af vores cases blev MatematikFessor anvendt som primært læremiddel. Givet at læremidlet må karakteriseres som færdighedstrænende med formidlende træk, bør lærere der anvender det som primært læremiddel, være opmærksomme på at de skal orientere undervisningen mod fagets kompetencemål, og at de digitale dele af læremidlet ikke kan forventes at facilitere en kompetencerettet undervisning. I de fire handle- og anvendelsesspor vi tegnede, var den centrale variation i forhold til om læremidlet blev brugt som primært eller sekundært læremiddel, at lærerne der brugte det som sekundært læremiddel i deres rammesætning, forankrede aktiviteterne med MatematikFessor fagligt. Det undlod de der anvendte det som primært læremiddel, og vi kan være bekymrede for at sidstnævnte lærere forventer at læremidlet knytter

faget sammen for eleven. For begge grupper var vejledningen resultatorienteret, og opsamling blev nedprioriteret.

Blandt de højtpræsterende elever så vi i vid udstrækning at de ikke anvender læremidlets ressourcer når de har brug for hjælp, men tyr til strategier som hacking eller spørger læreren hvor de så får resultatorienteret vejledning. De lavtpræsterende bruger i højere grad læremidlets ressourcer (og andre strategier), men de får ikke tilstrækkelig hjælp af oplæsningsfunktionen i programmet, og videoernes indhold samt læremidlets forklaringer er for ofte ikke relevante i forhold til deres specifikke udfordring. Også her vil vi pege på at læreren har en afgørende rolle for både de højt- og de lavtpræsterende elever.

I flere af de observerede klasser er der næsten helt ro i hele lektioner, og adskillige elever anvender fx hovedtelefoner, hvorfor de naturligvis næsten ikke snakker sammen. Dette kalder på at lærerne overvejer hvordan læremidlets indhold kan rammesættes så eleverne bringes til at samarbejde og udvikle deres forståelser i fællesskab.

Der har i denne undersøgelse kun deltaget seks skoleklasser, hvilket er et relativt lille datagrundlag. Ligeledes har udvælgelsen af klasserne hverken været en tilfældig sampling eller været systematisk udvalgt ud fra specifikke kriterier. Artiklens ærinde er derfor ikke at hævde generaliserende udsagn om matematiklæreres brugsmønstre og elevers handlemønstre i forhold til MatematikFessor. Snarere ønsker vi at kvalificere både læreres og elevers brug af læremidlet baseret på de brugsscenarier vi har observeret i de seks cases.

Givet den store udbredelse af MatematikFessor og andre adaptive læremidler kunne det være relevant at gennemføre en større undersøgelse af hvilke kvaliteter disse adaptive programmer har, men også hvilke udfordringer der er ved at anvende sådanne programmer. Det vil være til stor gavn for de mange elever der næsten dagligt laver opgaver i sådanne programmer.

Referencer

- Alseth, B., Breiteig, T. & Brekke, G. (2003). *Endringer og utvikling ved R97 som bakgrunn for videre planlegging og justering – matematikkfaget som kasus*. Telemarksforskning Notodden.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics: Didactique des Mathématiques, 1970-1990*. (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland & V. Warfield, overs.). Kluwer Academic Publishers.
- Brusilovsky, P. (1999). Adaptive and Intelligent Technologies for Web-Based Education. *Künstliche Intelligenz*, 13(4), 19-25. <https://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/papers/KI-review.html>

- Bulman, G. & Fairlie, R.W. (2016). Technology and Education: Computers, Software, and the Internet. I: E.A. Hanushek, S. Machin & L. Woessmann (red.), *Handbook of the Economics of Education* (5. bind, s. 239-280). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63459-7.00005-1>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019). *Matematik – faghæfte 2019*. https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_Fagh%C3%A6fte_Matematik.pdf
- Cuban, L. (2015). *The Lack of Evidence-Based Practice: The Case of Classroom Technology*. <https://www.larrycuban.wordpress.com/2015/02/05/the-lack-of-evidence-based-practice-the-case-of-classroom-technology-part-1/>
- du Boulay, B. (2016). Artificial Intelligence as an Effective Classroom Assistant. *IEEE Intelligent Systems*, 31(6), 76-81. <https://doi.org/10.1109/MIS.2016.93>
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings about Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Gerick, J., Eickelmann, B. & Vennemann, M. (2014). Zum Wirkungsbereich digitaler Medien in Schule und Unterricht. *Jahrbuch der Schulentwicklung*, 18, 206-238. <https://www.fachportal-paedagogik.de/literatur/vollanzeige.html?FId=3223492>
- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., Dolonen, J.A., Furberg, A., Rasmussen, I., Kluge, A., Knain, E., Mørch, A., Naalsund, M. & Skarpaas, K.G. (2016). *Med ARK&APP – bruk av læremidler og ressurser for læring på tvers av arbeidsformer*. Universitetet i Oslo.
- Gissel, S.T. (2015). Digitale læremidler til læse- og skriveundervisning – hvad skal vi med dem? *Læsepædagogen*, 63(3), 4-9. <https://www.ucviden.dk/da/publications/digitale-l%C3%A6remidler-til-l%C3%A6se-og-skriveundervisning-hvad-skal-vi-m>
- Gissel, S.T. & Buch, B. (2020). A Systematic Review of Research on How Students and Teachers Use Didactic Learning Materials in L1. *Learning Tech*, 7, 90-129. <https://doi.org/10.7146/lt.v5i7.117281>
- Gissel, S.T., Gynther, K., Hansen, T.I., Højgaard, T., Jørnø, R.V.L., Nortvig, A.-M. & Pettersson, M. (2020). *Rhapsode – design, brug og virkning*. <https://laeremiddel.dk/viden-og-vaerktoejer/rapporter-2/rhapsode-design-brug-og-virkning/>
- Gissel, S.T. & Hansen, T.I. (2021). Learning Materials between Didactic Potential and Control. I: M. Roos, K.L. Berge, H. Edgren, P. Hiidenmaa & C. Matthiesen (red.), *Exploring Textbooks and Cultural Change in Nordic Education 1536-2020* (s. 302-317). Brill.
- Gissel, S.T., Hjelmberg, M.D., Kristensen, B.T. & Larsen, D.M. (2019). Kompetencedækning i analoge matematiksystemer til mellemtrinnet. *MONA*, 2019(3), 7-27. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/115580/163893>
- Gissel, S.T. & Skovmand, K. (2018). *Kategorisering af digitale læremidler – en undersøgelse af didaktiske, digitale læremidlers karakteristika*. <https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2018/05/Kategorisering-af-digitale-l%C3%A6remidler.pdf>
- Hiim, H. & Hippe, E. (2002). *Læring gennem oplevelse, forståelse og handling – en studiebog i didaktik*. Gyldendal.
- Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H. & Mavrikis, M. (2018). *Technology-Enhanced Personalised Learning: Untangling the Evidence*. Robert Bosch Stiftung.

- Kerr, P. (2016). Adaptive Learning. *ELT Journal*, 70(1), 88-93. <https://doi.org/10.1093/elt/ccv055>
- Knudsen, S.V. (red.). (2011). *Internasjonal forskning på læremidler – en kunnskapsstatus*. Høgskolen i Vestfold.
- Kulik, J. & Fletcher, J.D. (2016). Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Interview – det kvalitative forskningsinterview som håndværk*. Hans Reitzels Forlag.
- Le, N.-T. (2016). A Classification of Adaptive Feedback in Educational Systems for Programming. *Systems*, 4(2). <https://doi.org/10.3390/systems4020022>
- Liu, M., McKelroy, E., Corliss, S. & Carrigan, J. (2017). Investigating the Effects of an Adaptive Learning Intervention on Students' Learning. *Educational Technology Research and Development*, 65, 1605-1625. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9542-1>
- Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M.A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J.M., Trigueros, R. & Alias, A. (2021). Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education. *Sustainability*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/su13042247>
- Mogensen, A. (2012). Når pointer styrer matematikundervisning. *MONA*, 2012(3), 40-54. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/35969/37323>
- Nielsen, J., Clemmensen, T. & Yssing, C. (2002). Getting Access to What Goes on in People's Heads? Reflections on the Think-Aloud Technique. I: *NordiCHI '02: Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (s.101-110). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/572020.572033>
- Niss, M., Andreassen, M., Hansen, K.F., Matthiasen, J., Mogensen, A., Skånstrøm, M. & Holm, C. (2006). *Fremtidens matematik i folkeskolen – rapport fra udvalget til forberedelse af en handlingsplan for matematik i folkeskolen*. Undervisningsministeriet.
- OECD. (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. OECD Publishing.
- Raudaskoski, P.L. (2020). Observationsmetoder (herunder videoobservation). I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (s.117-135). Hans Reitzels Forlag.
- Remillard, J.T. (2005). Examining Key Concepts in Research on Teachers' Use of Mathematics Curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211-246. <https://doi.org/10.3102/00346543075002211>
- Skemp, R.R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*, 77(1), 20-26.
- Somyürek, S. (2015). The New Trends in Adaptive Educational Hypermedia Systems. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(1), 221-241. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i1.1946>
- Stoyanov, S. & Kirchner, P. (2004). Expert Concept Mapping Method for Defining the Characteristics of Adaptive E-Learning: ALFANET project case. *Educational Technology Research and Development*, 52, 41-54. <https://doi.org/10.1007/BF02504838>

- Styrelsen for It og Læring. (2021). *Lærernes digitale hverdag – kvantitativ kortlægning*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf21/jun/210621-rapporten-laererens-digitale-hverdag.pdf>
- Tamim, R., Bernard, R.M., Borokhovski, E., Abrami, P.C. & Schmid, R.F. (2011). What Forty Years of Research Says About the Impact of Technology on Learning: A Second-Order Meta-Analysis and Validation Study. *Review of Educational Research*, 81(1), 4-28. <https://doi.org/10.3102/0034654310393361>
- Taylor, R.P. (1980). Introduction. I: R.P. Taylor (red.), *The Computer in School: Tutor, Tool, Tutee* (s. 1-10). Teachers College Press.
- Verdú, E., Regueras, L.M., Verdú, M.J., de Castro, J.P. & Perez, M.A. (2008). Is Adaptive Learning Effective? A Review of the Research. I: Q. Li, S.Y. Chen, A. Xu & M. Li (red.), *Advances on Applied Computer and Applied Computational Science* (s. 710-715). WSEAS Press.
- Walkington, C. (2013). Using Adaptive Learning Technologies to Personalize Instruction to Student Interests: The Impact of Relevant Contexts on Performance and Learning Outcomes. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 932-945. <https://doi.org/10.1037/a0031882>
- Wang, S., Christensen, C., Cui, W., Tong, R., Yarnall, L., Shear, L. & Feng, M. (2020). When Adaptive Learning Is Effective Learning: Comparison of an Adaptive Learning System to Teacher-Led Instruction. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 793-803. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1808794>

English abstract

In this article, we examine teachers' and students' use of the digital, adaptive learning material MatematikFessor, with focus on teacher's usage pattern and framing, use of the learning material's feedback, as well as students' actions and their motivation in relation to working with the learning material. Our database consists of six cases with observation of teaching, interviews with the teacher and interviews and screen recordings with two students from each class. We describe how the teacher and students' usage patterns play out, but also how we would recommend that teachers to a greater extent support the students' use of MatematikFessor.

Tekstarbejde i sciencefag på STX



Esben Nedenskov Petersen,
Syddansk Universitet



Helene Thise, Københavns
Professionshøjskole



Katja Sørensen
Vilien, Københavns
Professionshøjskole

Abstract: Projektet Mønsterbrydende Science havde til hensigt at styrke gymnasieelevers faglighed i sciencefagene. Gruppeinterviews med elever viste at flere elever ikke læste fagenes tekster, var skeptiske over for læringsudbyttet af læsning i fagene og opfattede læsekompetencer som irrelevante for deres faglige udbytte. Efter at have identificeret denne didaktiske problematik fremstiller artiklen hvordan en stilladserende tilgang til tekstarbejdet kan bidrage til at løse den. Tilgangen fokuserer bl.a. på at aktivere elevernes for forståelse af et emne forud for læsningen og på læseguider som stilladserende greb.

Introduktion

En del af udgangspunktet for projektet Mønsterbrydende Science var en hensigt om at styrke elevernes faglighed i sciencefagene på STX (Mønsterbrydende Science, 2023; Haugaard, 2022). Blandt flere mulige tilgange valgte projektets deltagende konsulenter, en forsker og to lektorer at arbejde med fagenes sproglige aspekter for at fokusere på grundlæggende betingelser for opbygningen af faglige kompetencer. Opmærksomheden samlede sig dermed om sprogrelaterede læringsudfordringer i fagene. Artiklen her udspringer af arbejdet med udviklingsprojektet og handler dels om elevernes opfattelser af læsning, som de kom til udtryk i to semistrukturerede gruppeinterviews med elever på henholdsvis et biologihold i 2. g og et fysikhold i 1. g, dels om didaktiske tilgange til læsning i sciencefagene.

Samtalerne i de to interviews repræsenterer forskellige synspunkter på de to fag og giver et billede af nogle af de forhold der kan gøre sig gældende i forhold til den faglige læsning. Efter at have fremlagt elevernes syn på læsningens plads og værdi i fagene præsenterer vi bud på hvordan udfordringerne vedrørende læsning i fagene

kan adresseres, på baggrund af indsigter fra forskning i læseforståelse og faglig læsning. Mens udfordringerne med læsning identificeres på baggrund af interviews, bygger anbefalingerne af indsatser der kan adressere udfordringerne, således ikke på en systematisk evalueret afprøvning i forbindelse med projektet. Da en sådan undersøgelse ikke har været mulig inden for rammerne af projektet, bygger forslagene til indsatser i stedet på resultater og teoretiske indsigter fra allerede eksisterende forskning. Indsatserne eksemplificerer en tværgående tilgang til faglig læsning og må derfor antages at kunne tilpasses til brug på tværs af forskellige sciencefag.

Gruppeinterviews

Til begge gruppeinterviews blev de deltagende elever udpeget af de respektive faglærere ud fra en instruks om at sikre spredning i fagligt niveau og at grupperne skulle sammensættes på tværs af køn. Eleverne blev spurgt om de ønskede at deltage i et gruppeinterview om deres fag, og deltog alle frivilligt. De var i forvejen informeret om projektet. Valget af semistrukturerede gruppeinterviews som metode var udtryk for en hensigt om at udnytte interaktionen mellem deltagerne til at få et umiddelbart billede af forskellene og lighederne i deres opfattelser (Morgan, 1997, kap. 3). Samtidig var det naturligt at tale med eleverne som gruppe fordi deres erfaring med undervisningsfagene i høj grad er forankret i klasseundervisningen hvor de deltager i et fag som gruppe.

Den væsentligste forskel på de to interviews angår brugen af tekstmateriale i interviewet med fysikgruppen. Eleverne i fysikgruppen blev i interviewet bedt om at forholde sig til en del af den tekst som de ifølge læreren var blevet bedt om at læse som forberedelse til dagens lektion. Læreren havde ikke givet yderligere instrukser angående læsningen.

Det overordnede forskningsspørgsmål for undersøgelsen drejede sig om hvordan eleverne opfattede fagene og det faglige arbejde i fagene. I begge interviews stillede interviewereren derfor spørgsmål om et bredt udsnit af forhold vedrørende fagene. Efterfølgende identificerede tematiske analyser (Braun & Clarke, 2006) læsning som et centralt tema der gik på tværs af de to interviews. Selvom det faglige tekstarbejde er i centrum i denne artikel, indebærer det brede forskningsspørgsmål samtidig at data fra de to interviews giver mulighed for at opfattelserne af læsning kan betragtes i en bredere faglig sammenhæng.

Læsning i biologi og fysik

Den kvalitative undersøgelse af de omtalte elevgruppers opfattelse af læsning som en ressource i deres egen faglige udvikling i henholdsvis biologifaget og fysikfaget tegner et overordnet billede der kan gengives i form af nedenstående fire hovedpunkter:

1. En del elever læser ikke fagenes tekster i forbindelse med undervisningen.
2. En del elever mener at deres læringsudbytte ved læsning af fagenes tekster er for lavt til at være arbejdsindsatsen værd.
3. En del elever mener at læsning af tekster er unødvendigt fordi de alligevel får det faglige indhold af teksterne præsenteret på anden vis.
4. Eleverne oplever en særlig vanskelighed under læsning i fagene i form af nye fagbegreber der introduceres i fagenes tekster.

I gruppeinterviewet med de syv elever i biologigruppen dukker emnet læsning først op i samtalen da eleverne bliver spurgt hvad der er det sværeste ved faget. Her svarer en af eleverne at det sværeste nok er når man skal læse inden timen, fordi man så "ikke sådan rigtig får det forklaret ordentligt". Lidt efter bekræfter en anden elev den påstand at læsning er svært, og betoner at det særligt er svært når man begynder på et nyt emne. Flere giver udtryk for at dele den erfaring at udbyttet af læsning er ringe eller helt fraværende når man læser om et nyt emne på egen hånd før det er introduceret eller drøftet i klasseundervisningen; det gælder også elever som læser hjemme og ikke har noget imod læsning i faget. En af eleverne nævner som et forslag at man kunne lære om de relevante begreber før man læste om et emne, og peger specifikt på fagbegreberne i biologi som en udfordring i forbindelse med læsningen. To andre tilslutter sig eksplicit det samme synspunkt på udfordringen med læsning og hvordan udfordringen muligvis kan afhjælpes. Den ene af dem siger det på denne måde:

"Ja, det var også det jeg lidt ville sige. Sådan at det ville være nemmere hvis vi ligesom kom ind på emnet sammen og fik sådan, at vi ligesom fik nogle ord og vi skulle fokusere på dem inden vi begyndte at læse."

At der her tales om ord frem for fagbegreber, kan næppe tillægges nogen særlig betydning. Udfordringen er den samme: udvikling af begrebsforståelse i faget. Samtidig er det dog værd at bemærke at eleverne på trods af at være kritiske over for læsningen af fagtekster er åbne for at udbyttet af læsningen muligvis kan forbedres.

En af eleverne giver dog udtryk for slet ikke at læse i faget. Begrundelsen er dels at læringsudbyttet er for lavt til at være indsatsen værd, dels at det ikke er nødvendigt for at lære det faglige stof i teksterne:

"Jeg føler næsten aldrig jeg får noget ud af det. Selv hvis jeg gør det, så føles det meget rarere med sådan en video, men selvfølgelig også når vi så kommer over i klassen og jeg ikke har, og så, så er det også fordi så var det lidt ligegyldigt-agtigt. For så lærte vi alligevel om det på tavlen, og så bliver det sådan lidt, ja, okay? Så ser jeg ikke rigtig nogen grund til at læse hvis jeg alligevel får det hele ovre i klassen."

Eleven fremhæver her andre læringsformer der erstatter læsning, og som eleven foretrækker. Forklaringen afspejler desuden en forståelse hvor evnen til at læse faglig tekst ikke hører med til de kompetencer som skal opbygges i faget. Ud fra den opfattelse kan læsning undværes fordi læsning primært (og måske udelukkende) opfattes som en færdighed med en instrumentel værdi i forhold til at opbygge faglig viden. Hvis den samme viden kan erhverves på andre måder, er der ud fra denne optik ingen særlig grund til at læse.

I interviewet med de otte elever i fysikgruppen spørges der mere indgående til læsningen af den specifikke tekst som eleverne er blevet bedt om at læse som forberedelse til undervisningen. Inden da tales der dog først om læsning i faget mere generelt. Her gentager eleverne i fysikgruppen mange af de betragtninger som blev fremført i interviewet med biologigruppen.

En del af eleverne i fysikgruppen siger at de ikke har læst forberedelsesteksten til dagens fysikundervisning. En siger direkte at vedkommende aldrig læser hjemmefra i nogen fag. En anden elev giver indtryk af at han i tilknytning til fysik aldrig eller kun meget sjældent læser forberedelsesteksterne hjemmefra. Da han påstår at han læser hjemmefra, er der således to af de andre i gruppen der eksplicit benægter det, hvorpå han som respons forsvarer sig med at han kom sent hjem aftenen før på grund af fodboldtræning. Efterfølgende kommer eleven i stedet med en forklaring der går på at læsningen er overflødig.

Andre elever giver udtryk for at dele den holdning at læsningen er overflødig, og et par af dem tilføjer en begrundelse der synes at afspejle en opfattelse af læsning som en uhensigtsmæssig måde at opnå faglig viden på. For en af eleverne indgår begge begrundelser i dennes kritiske syn på værdien af læsning:

“Altså nogle gange så går man også i gang med at læse, og så stopper man med at læse fordi man ikke synes det er vigtigt, for man forstår det alligevel ikke, og man sådan fatter ikke lige hvorfor man skal læse det når man ikke forstår det. For nogle gange er forklaringerne lidt komplicerede og ikke lige det du har brug for, altså sådan så skal du nogle gange ind og google hvis du vil have forståelsen. Fx hvad betyder det her? Hvorfor er det her funktionen for det? Og sådan noget. Så skal du selv ind og google det, og så er det lidt, hvorfor overhovedet gøre det når de gennemgår det i timen?”

Ligesom det var tilfældet med biologigruppen, er det også her nærliggende at betragte gruppens synspunkter som udtryk for at læsningen af fagtekster udelukkende tilskrives instrumentel værdi, og at denne værdi undermineres når læsningen bliver for vanskelig og der er andre måder at lære det faglige stof på.

Drøftelserne af en side af teksten til dagens undervisning dokumenterer derudover at de nye fagbegreber også er en læsemæssig udfordring i fysik. I den introducerende

tekst om potentiel energi fra *Basisfysik C* (Andersen et al., 2016, s. 72) udpegede eleverne flere betegnelser som efter deres opfattelse gjorde teksten svær at læse, uden at de specifikt var blevet instrueret i at forholde sig til teksten på ordniveau. Både "tyngdeaccelerationen", " $E_{\text{potentiel}}$ " og "nulniveau" fremhæves som udtryk der gør teksten vanskelig. Nogle elever udpeger også "beliggenhedsenergi" som et vanskeligt begreb, mens en enkelt elev siger at vedkommende godt forstår udtrykket fordi vedkommende kender det fra folkeskolen.

Samlet set tegner de to gruppeinterviews et billede hvor læsning har en problematisk plads i fagene fordi eleverne hverken oplever den faglige læsning som en hensigtsmæssig læringsressource eller ser læsekompetence som en faglig færdighed de skal opbygge.

Faglig læsning og sciencefagenes faglighed

Det forhold at læsekompetencen ikke opfattes som et fagligt kompetencemål, stemmer overens med fagenes ministerielt fastlagte læreplaner. Hverken i læreplanerne for biologi C, B eller A på STX (Undervisningsministeriet, 2017, bilag 85, 86, 87) eller for fysik C, B eller A (Undervisningsministeriet, 2017, bilag 98, 99, 100) på STX figurerer læsning som et eksplicit fagspecifikt kompetencemål. Ligeledes indgår læsning heller ikke i fagenes bedømmelseskriterier. Ganske vist er der i begge fag på samtlige niveauer bedømmelseskriterier som vil være meget vanskelige at opfylde uden faglig læsning, men ingen af stederne er det at kunne læse en faglig tekst et eksplicit, selvstændigt bedømmelseskriterium i forbindelse med fagenes eksamener. Læreplanernes indhold konvergerer dermed med den opfattelse at værdien af den faglige læsning primært er instrumentel.

Toneangivende dansk litteratur om naturfagene og den naturfaglige undervisning i ungdomsuddannelserne afspejler umiddelbart samme opfattelse som læreplanerne. Den grundige diskussion af naturfaglige kompetencer i Dolin et al. (2003) tyder på at fagspecifikke læsefærdigheder heller ikke traditionelt er blevet betragtet som naturfaglige kompetencer. Faglig læsekompetence er således ikke blandt de naturfaglige kompetencer som artiklen oplister. Tilsvarende figurerer læsning kun indirekte i Dolin (2003), hvor naturfagenes undervisningspraksis diskuteres, idet det nævnes at der i høj grad benyttes lærebøger, og at dette kan medvirke til at hele lærebogens indhold gennemgås uden hensigtsmæssige fravalg (Dolin, 2003, s. 257). Samme billede, hvor den faglige læsning er fraværende i opfattelsen af naturfagenes faglighed, genfinder man også i et omfattende litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi, udarbejdet på foranledning af Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling (Nielsen, 2017). Heller ikke her er der nogen diskussion af faglige læsekompetencers betydning i forhold til naturfagene. Selvom der findes projekter med

fokus på læsning med opmærksomhed på den faglige læsnings plads i naturfagernes faglighed (se fx Lützen et al., 2022; Faglig læsning for alle, 2022), ændrer det således ikke ved at læsning overvejende befinder sig i periferien af fagforståelsen når det gælder disse fag.

I forhold til læsningens plads i naturfagene tegner der sig dermed følgende grundlæggende problemstilling, i hvert fald for nogle elever: De oplever den læringsmæssige værdi af at læse naturfagernes tekster som meget begrænset, samtidig med at opbygningen af kompetencer der kan forøge den læringsmæssige værdi af den faglige læsning, tilsyneladende ikke er en del af fagligheden i fagene.

I projektet Mønsterbrydende Science blev den fagsproglige udvikling og tekstarbejdet tværtimod set som en uundværlig løftestang for elevernes aktive deltagelse i undervisningen. I det følgende præsenterer vi derfor projektets syn på læring og nogle bud på hvordan udfordringerne vedrørende læsning i fagene kan adresseres, på baggrund af indsigter fra forskning i læseforståelse og faglig læsning.

Sprogudviklende undervisning i Mønsterbrydende Science

Hvorfor interessere sig for fagtekster i sciencefagene når eleverne foretrækker at tilegne sig viden på andre måder? Filmmediet og andre multimodale tekster kan være gode læringsressourcer, ikke mindst i sciencefag, men mundtlige gengivelser af fagsprog vil typisk være meget mindre sprogligt nuancerede, især ordforrådet vil være stærkt reduceret i forhold til skrevne tekster. Videoer kan ganske vist forberede eleverne på fagteksternes indhold, men de kan ikke træde i stedet for den nuancerede og præcise sprogbrug i fagteksterne eller give den faglige læsekompetence som eleverne skal bruge i videre uddannelse. Fagtekster er ikke kun indhold, de repræsenterer også fagernes skriftlige sprogbrug. Så hvis eleverne skal møde fagets skriftsprogspraksisser, må de også dykke ned i fagets skrevne tekster. Hvis mundtlige fremlæggelser i klasserummet eller på video overtager formidlingen af det faglige indhold på bekostning af tekstarbejdet i et fag, kan det fastholde eleverne i den opfattelse at læsefærdigheder er rent instrumentelle i forhold til at opnå andre faglige kompetencer, og at læsning derfor reelt er en overflødig del af undervisningen, som vi så ovenfor. Teksten kan på den måde fremstå som en omvej til faget, og i værste fald kan det afholde eleverne fra at læse så de ikke udvikler det nødvendige fagsprog til at studere og selv formidle fagets tænkning.

I projektet er vi grundlæggende inspirerede af et socialkonstruktivistisk læringssyn og et funktionelt sprogsyn. At lære noget er en aktiv proces, og samtalen spiller en afgørende rolle, også som en bro til at læse og skrive fagligt. Den der lærer, skal gå i dialog med stoffet på forskellige måder – fx forholde sig til hvordan det nye giver mening, på baggrund af de erfaringer man allerede har, rette sit fokus mod særlige elementer – centrale begreber, systematikker osv. – fastholde nyt stof og selv blive

i stand til at anvende det lærte. Disse processer skal stilladseres af læreren gennem elevaktiviteter som tilrettelægges så eleven gradvist og i samspil med andre udvikler faglighed og sprog i meningsfulde sammenhænge.

Udviklingen af tilgange til tekstarbejde i Mønsterbrydende Science blev derfor indtænkt i forløb som tager afsæt i sprogudviklende elevaktiviteter. Underviserne arbejdede således med aktivitetsrum i tre faser: 1. aktivering af forforståelse og ressourcer, 2. introduktion til fagsprog, 3. arbejde med fagsprog sammen (Mønsterbrydende Science, 2023). De tre faser er baseret på den sprogpædagogiske model "Bromodellen" (Thise & Vilien, 2019), som præsenterer en ramme for planlægning og gennemførelse af sprogudviklende undervisning og elevaktivitet fra hverdagssprog til fagsprog. Traditionelt kunne man forestille sig at læsningen af en fagtekst ville ligge som forberedelse til undervisningen, hvor stoffet så efterfølgende ville blive gennemgået af læreren. I bromodellen er tekstarbejdet imidlertid organiseret anderledes: Eleverne går på opdagelse i emnet, aktiverer erfaringer og er sprogligt aktive på hverdagssprog, inden de præsenteres for faglige systematikker og begreber i faget. De taler sig således ind i stoffet og får støtte til at arbejde fokuseret med teksten og få læringsudbytte af den. Det indebærer også at lærerne producerer læseguides og elevtydelige, evaluerbare læseformål som støtte for den faglige læsning, og at elevernes anvendelse af teksten (frem for blot læsningen eller forståelsen af den) kommer i fokus. Og det betyder for undervisningen at elevaktiviteter bliver en større del af tekstarbejdet og fylder mere i undervisningstiden, mens lærerens rolle i mindre grad bliver forklarende og i højere grad faciliterende og stilladserende.

Læseformål og funktionel læsekompetence

Fagtekster er forskellige fra fag til fag fordi de har forskellige formål (Shanahan & Shanahan, 2012). Fx vil man være meget optaget af forfatterens stemme i tekster i historiefaget, mens man fuldstændig vil ignorere forfatterens stemme i science-tekster hvor udtryk for stemninger, vurderinger og følelser vil være helt irrelevante. I naturfag kan dele af ordforrådsarbejdet desuden tage udgangspunkt i latinske ords fælles oprindelse, mens det vil være uhensigtsmæssigt i andre fag. Et andet særkende ved naturfagene er formidling via modeller og figurer som er helt centrale i fagene, og som kræver multimodale læsemåder af eleverne.

Strukturerne i sciencefagene tekster er også forskellige: I nogle tekster i biologi vil det strukturerende princip være klassificering, mens det i fysik ofte er en proces der er i fokus. Og de sproglige træk som teksterne benytter sig af, vil også være forskellige: I en klassificerende biologtekst skal man være opmærksom på udtryk for over- og underordning, mens man skal navigere efter sammenhængsmarkører for processens led i en forklarende fysiktekst: "først", "derefter", "som følge af" ...

Lærer man fagets sprogbrug at kende, så lærer man altså også hvordan den centrale tænkning i faget er.

Dette kan synliggøres for eleverne med grafiske udtryk for tænkningen og tekstens struktur. Man kan fx bede eleverne om at tage noter i et såkaldt Tænekestort (Thise & Vilien, 2019), som netop visualiserer den faglige systematik. Eller man kan lade tænkningen strukturere undervisningsaktiviteter, hvilket en biologilærer i projektet gjorde ved at lade eleverne bygge en fysisk model af fordøjelsessystemet med "tarme" i en slange ned over alle borde i lokalet og med artefakter som skulle illustrere de centrale biologiske processer. Modellen blev efterfølgende sprogliggjort i elevernes tekstarbejde. Eksemplet understreger også hvorfor de faglige læsefærdigheder skal opbygges i forbindelse med de enkelte fag. Der er brug for faglærers viden om et fags måde at skabe betydning på.

I de gruppeinterviews der blev diskuteret i det ovenstående, efterlader eleverne det indtryk at de ikke oplever fagteksternes formål, opbygning og sproglige træk som noget der er i fokus i undervisningen. Deres refleksioner over behov for støtte i læseprocesserne afspejler både fravær af faglige læseformål og manglende viden om teksternes begreber. De to interview-grupper peger ret præcist på i hvert fald to helt centrale læsefærdigheder (Oakhill, Cain & Elbro, 2015) som kan hjælpes på vej af velkendte læsepædagogiske greb: De savner læseformål og forforståelse før læsning af teksterne, herunder begrebsforståelse.

Eleverne ser dermed ud til faktisk at have en ret god idé om hvad der skal til for at de kan lykkes med deres faglige læsning. Deres ønske om at blive klædt på til mødet med teksterne passer med en væsentlig indsigt fra læsedidaktikken. Det er nemlig et centralt læsedidaktisk greb at sørge for at elever aldrig læser uden forforståelse og et læseformål (Bråten, 2008). Eleverne skal møde teksterne med en viden om verden der sætter dem i stand til at uddrage mening af teksterne. Forskningen i top-down-processer i læseforståelse (se fx Bråten, 2008) ser læsning som et samarbejde mellem tekst og læser: Teksten siger ikke det hele – der skal drages følgeslutninger og læses både på og mellem linjerne, også i en fagtekst (Oakhill, Cain & Elbro, 2015).

Desuden kan en faglig læser ikke nøjes med blot at huske en tekst, hvis dens indhold skal blive en del af læserens faglige kompetencer. Det er helt afgørende for uddannelse gennem læsning at eleverne opnår funktionel læsekompetence (Christensen, 2019). Det betyder at læsekompetencen også skal indebære at eleverne kan anvende den viden som præsenteres i teksterne. Ofte er målet at udvikle en faglig kompetence, ikke kun at kunne gengive tekstens pointer og eksempler. For at opnå funktionel læsekompetence må læseren være aktivt involveret i teksten for at uddrage betydning. Aktivt arbejde med teksten styrker i øvrigt også hukommelsen hvad angår den ny erhvervede viden. Det betyder at læseren må læse teksten af en årsag og altså være på udkig efter noget i teksten for at opbygge sin forståelse af den. Læseren kan fx drage paralleller til sin ek-

sisterende viden, teste hypoteser, tænke egne eksempler ind i forhold til tekstens idéer osv. for at forholde sig aktivt til teksten. Vi mener derfor at det er en læringsmæssig fordel at de opstillede læseformål er rettet mod en produktiv kompetence, fx omsætning af tekstens informationer til handling, skriftlig eller mundtlig aktivitet osv.

Læseguider som didaktisk greb – et eksempel fra kemifaget

Eleverne beder altså om læseformål og forforståelse, herunder et fagligt relevant ordforråd, som afsæt for deres møde med fagteksterne. Det faglige ordforråd er netop en særlig væsentlig delfærdighed (ud af mange) som eleverne skal aktivere under læsning. Ordkendskab er måske den mest drilagtige stopklods i læsning for læring, idet nogle undersøgelser viser at læseren formentlig skal kende betydningen af mindst 90 % af ordene i en tekst for at kunne forstå teksten (Oakhill, Cain & Elbro, 2015).

Som svar på elevernes udfordringer med tekstarbejdet fordybede vi os i udvikling af såkaldte læseguider som et didaktisk greb. Læseguider tydeliggør hvorfor og hvordan elever skal læse en given tekst. Læreren formulerer det faglige udbytte som eleverne skal opnå ved læsning af teksten, og angiver hvad eleverne skal rette deres opmærksomhed og mentale aktivitet mod i teksten for at opnå dette udbytte (Bremholm, Lützen & Buch 2020, s. 60). I Thise & Vilien (2023) er dette omsat til et enkelt lærerværktøj med inspiration til faglærerens guidning af elevernes aktive læsning af fagtekster:

Lærerens værktøjer i forhold til læseguider til eleverne

Lærerens værktøj	Elevers læseguide
Tekst	I skal læse ... (indsæt henvisning til teksten).
Læseformål Gør det tydeligt for eleverne hvad de skal bruge teksten til. De skal gøre noget med den viden de får. Og det skal være et målbart formål, fx “forklar X for en kammerat” eller “tegn en model over XX proces”. Formulér hvad eleverne skal kunne gøre helt konkret (undgå ord som “forstå” eller “vide”).	Når du har læst denne tekst, kan du ...

Læsesti Led eleverne til de vigtigste steder i teksten, og vis dem rækkefølgen i deres læsning. Støt dem i at få øje på relevante modeller, illustrationer osv., og vis dem hvad de kan springe over, eller hvad der kan skimmes i første omgang. <i>Husk at læseguiden også er en tekst. Den skal være så kort og præcis som muligt og støtte – ikke udfordre – eleverne.</i>	<i>Idéer til udformning af en læsesti:</i> • Tegn eller beskriv en “rute” gennem teksten. Giv eleverne vejvisere gennem teksten. <i>Tilføj udvalgte guidende bemærkninger i marginen, fx:</i> • Dette afsnit giver dig den vigtigste viden om ..., og du skal bruge det til at (læseformål). • Her møder du begrebet XX – det er det samme som X, men forklaret på en ny måde. • Det her skal du læse grundigt. • Det her handler om det samme som vi arbejdede med tidligere. • I dette afsnit skal du lægge mærke til ... • Dette kan du springe over (det handler om ...). • Dette afsnit handler om X, og det er interessant fordi ...
Læsestrategier Støt eleverne i at opfylde læseformålet. Eleverne skal læse aktivt – dvs. undre sig, tænke med, forbinde til forhåndsviden, opdage relevante steder i teksten. Kort sagt kvalificere deres faglige forståelser og bringe dem i anvendelse. Hvis eleverne skal forklare noget, så vis dem hvor de kan finde forklaringer i teksten. Hvis de skal beskrive en model/proces, så støt dem i at få øje på de relevante steder i teksten. Undgå fakta-spørgsmål (fx at finde årstal osv.). Hold læseformålet for øje, og støt på den måde eleverne i at bruge tid og kræfter bedst muligt (tænk på den elev som har størst udfordringer).	<i>Formulér FÅ, valgte aktiviteter. Brug fx nogle af forslagene i denne oversigt:</i> • Inden læsning: Hvad tror du X betyder? Gæt! (<i>Vend tilbage efter læsning</i>). • Skriv kort hvad du tror du kan lære af denne tekst. Maks. tre linjer. • Lav en liste med fem underbegreber til et overbegreb. • Forklar X model med egne ord. Du skal bruge disse tre begreber: ... (<i>opsamling i klassen</i>). • Tegn din egen model over den proces der er beskrevet i afsnit X. • Teksten handler om XXX. Find tre steder i teksten hvor der står noget om det. • Udfyld et Tænekort (<i>en relevant organisering i en faglig systematik</i>) ud fra afsnit X/teksten. • Skriv tre udsagn der beskriver X. • Skriv ti ord du kommer til at tænke på når du ser modellen/ læser afsnittet ... • Skriv to spørgsmål til modellen/afsnit X som du vil stille til en kammerat i klassen. Skriv dem her (<i>I kan evt. lave ordkort til quiz-og-byt med spørgsmålene</i>). • Se definitionen på X i den gule boks på side X. Omskriv så din mor kan forstå den. • Vis hvor i teksten du kan finde definitioner på X. • Vis hvor i teksten X proces er beskrevet. • Find to citater i afsnit X/hele teksten som du synes er interessante. Forklar hvorfor. • Hvad var nyt for dig i X afsnit/hele teksten? (Giv et eksempel). • Skriv to ting der kan hjælpe dig med at huske forklaringen/ modellen (<i>læseformålet</i>).

- Hvad betyder X? (*Samme som før læsning-gættet*).
- Efter læsning: Jeg vil gerne have en forklaring på ...
- Jeg har disse spørgsmål nu: ...
- Jeg har styr på ...
- Jeg kan ...

For at lave en læseguide må faglæreren først kende sin fagtekst. Læreren må læse teksten igennem for at formulere et læseformål og opdage irrelevante passager, centrale forudsatte inferenser og dårligt forklarede fagbegreber. Artiklens appendiks viser desuden hvordan en læseguide inspireret af lærerværktøjet kan inkorporeres i selve den tekst som eleverne skal læse.

Som man kan se i lærerværktøjet til udvikling af læseguider, lægger vi desuden op til en opsamling på læseformålet. Eleverne skal gøre det som læseguiden forbereder dem på at kunne med teksten. Det er afgørende at læreren sætter teksten i spil i undervisningen både før og efter læsningen, for at tekstarbejdet hverken nedprioriteres eller opleves som et irrelevant supplement til den øvrige fagundervisning. Den funktionelle faglige læsekompetence opnås med denne tilgang når tekstarbejdet foregår i tæt samspil med undervisningens øvrige aktiviteter. Læseguider er altså kun en del af et samlet sprogudviklende forløb i fagene, men måske et særlig forsømt område af sciencefagenes didaktik?

Konklusion

Gruppeinterviews i tilknytning til projektet Mønsterbrydende Science tegner et billede af at eleverne oplever læsning i sciencefagene biologi og fysik som noget der har meget begrænset værdi for dem. Læsning i fagene opfattes som unødvendigt og uhensigtsmæssigt vanskeligt, og en del undlader helt at læse fagenes tekster i forbindelse med undervisningen. Når man ser på den centrale plads som faglige tekster har inden for fagene, er det problematisk at eleverne på den måde fravælger læsning.

Ved hjælp af indsigter fra forskning i faglig læsning og inspiration fra sprogdidaktiske tilgange er det imidlertid muligt at styrke den didaktiske indsats vedrørende læsning i fagene. Læseforskningen peger bl.a. på at aktivering af læserens forforståelse er afgørende, ligesom klare læseformål også er væsentlige. Faglig læsning kræver derudover også et tilstrækkeligt kendskab til faglige begreber. Hvis eleverne skal udvikle faglige læsekompetencer, er det derfor vigtigt at stilladsere deres arbejde med klare læseformål, aktivere deres forforståelse, visualisere fagteksternes systematik og bearbejde centrale faglige begreber. En af mulighederne er i den forbindelse at arbejde med læseguider. Arbejdet med faglig læsning hviler på lærerens faglige indsigt

og didaktiske kompetencer. Hvis elevernes faglige læsekompetencer i sciencefagene skal styrkes, skal det stilladserede tekstarbejde derfor prioriteres af fagenes lærere.

Tak

Projektet Mønsterbrydende science er støttet af Villum Fonden. Forfatterne vil gerne takke fonden for støtten til projektet som er baggrunden for denne artikel. Samtidig vil vi gerne takke Heidi C. Larsen, Kim Vedel Pedersen, Karl Olaf Christensen, Lisbeth Gødsbøll Jørgensen, Morten Stoklund Larsen, Peter Skaaning Olsen, Jon Schultz Jensen, Camilla Christensen, Thomas Warnar, Jakob Dahm Jensen og Maja Bødtcher-Hansen for det gode samarbejde i forbindelse med projektet. Esben Nedenskov Petersen vil desuden gerne takke Freja Lyngsø Lund for hendes hjælp med transskription af interviews.

Referencer

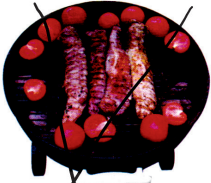
- Andersen, M.C., Jensen, M.A., Alphonse, R., Bergström, L., Gunnvald, P., Ivarson, J., Johansson, E. & Nilsson, R. (2016). *Basisfysik C*. Haase Forlag.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bremholm, J., Lützen, P. H., & Buch, B. (2020). Bedre tekstlæsning på ungdomsuddannelserne: Strategier og læseguides. Dafolo.
- Bråten, I. (2008). Læseforståelse. I: I. Bråten (red.), *Læseforståelse: Læsning i videnssamfundet – teori og praksis*. Klim.
- Christensen, V.T. (red.) (2019). *PISA 2018 – danske unge i en international sammenligning*. Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd. https://edu.au.dk/fileadmin/edu/Udgivelser/PISA/11100_PISA_2018_web.pdf
- Dolin, J. (2003). Undervisningspraksis i de naturvidenskabelige fag i ungdomsuddannelserne. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser* (s. 247-264). Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8. Undervisningsministeriets forlag.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser* (s. 59-140). Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8. Undervisningsministeriets forlag.
- Faglig læsning for alle. (2022). <https://sites.google.com/rosborggymhf.dk/faglig-laesning-for-alle/startside?authuser=0>
- Haugaard, A. (2022). Fold sciencefag ud, og luk gymnasiefremmede elever ind. *Gymnasieforskning*, 25, 10-14.

- Lützen, P.H., Gøttsche, N.B. & Vilien, K.S. (2022). *Læse- og skrivestilladser til udfordrede unge i gymnasiale uddannelser*. Nationalt Videncenter for Læsning. <https://videnomlaesning.dk/viden-og-vaerktoej/vidensunivers/vidensunivers-laese-og-skrivestilladser-til-unge/>
- Morgan, D.L. (1997). *Focus Groups as Qualitative Research*. SAGE Publications. <https://dx.doi.org/10.4135/9781412984287>
- Mønsterbrydende Science. (2023). <https://mbscience.dk/>
- Nielsen, J.A. (red.) (2017). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Oakhill, J., Cain, K. & Elbro, C. (2015). *Læseforståelse – indsigt og undervisning*. Hans Reitzels Forlag.
- Shanahan, T. & Shanahan C. (2012). What Is Disciplinary Literacy and Why Does it Matter? *Topics in Language Disorders*, 32(1), 7-18. <http://doi.org/10.1097/TLD.0b013e318244557a>
- Thise, H. & Vilien, K. (2019). *Broen til fagsproget – 32 idéer til at styrke sproget i alle fag*. Samfundslitteratur.
- Thise, H. & Vilien, K. (2023). *Broen til fagsproget i ungdomsuddannelserne*. Samfundslitteratur.
- Undervisningsministeriet. (2017). *Stx – læreplaner 2017*. <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>

English abstract

The project Mønsterbrydende Science aimed to strengthen the academic competences of upper secondary students in science. Group interviews with students showed that several students did not read assigned texts, were skeptical of the value of reading and perceived reading proficiency as an irrelevant competence in science courses. After identifying this didactic problem, the paper explains how a scaffolding approach may help to solve it. The approach emphasizes the significance of activating the prior knowledge that students have of a subject and how reading guides can provide scaffolding.

Appendiks



Glødende trækul afgiver carbondioxid under tilberedning af mad på en grill.

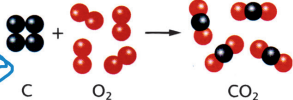
Reaktionsskemaer

Trækul består hovedsageligt af carbon, C. Når glødende trækul forbrændes fuldstændigt, dannes gassen carbondioxid, CO₂. Der er flere måder, hvorpå vi kan beskrive denne reaktion. Vi kunne fx vælge at gøre rede for de bindinger, der brydes og dannes. Eller vi kunne nøjes med sætningen: »Carbon reagerer med dioxygen og danner carbondioxid«. Det er dog ikke tilstrækkeligt, vi vil også kende forholdet mellem antallet af reagerende og dannede partikler.

Ved carbons forbrænding dannes der et molekyle carbon-dioxid af et carbonatom og et dioxygenmolekyle

Figur 6-1

Lige mange carbonatomer og molekyler dioxygen reagerer med hinanden.



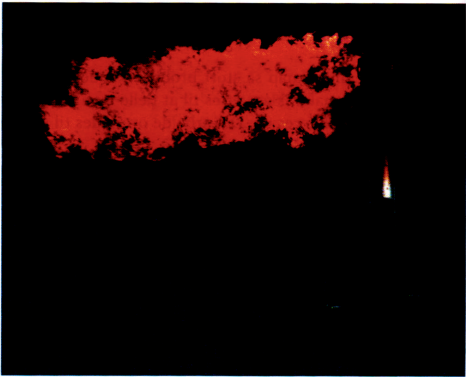
I et reaktionsskema indgår kemiske formler og en reaktionspil

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

reaktant(er) → produkt(er)

Stofferne, der er til stede før den kemiske omdannelse finder sted, kaldes *reaktanter* og skrives til venstre for reaktionspilen. De stoffer, der dannes ved den kemiske omdannelse, kaldes *produkter*. Reaktionspilen angiver, at der finder en reaktion sted. Pilen læses »reagerer og giver«. Et »+« læses som »og«.

Naturgas, der hovedsageligt består af methan, CH₄, brænder let. Ved forbrændingen dannes gasserne carbondioxid og vanddamp.



Methan brænder med blå flamme. Tilføres for lidt dioxygen, bliver flammen gul, og der dannes sodpartikler af carbon.

skal vi ikke

guide til opløsning

eksempel starter

Figur 1 A.

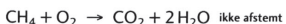
Figur 1 (A-C). Eksempel på læseguide i digital udgave af fagtekst.

Indsætter vi formlerne for reaktanter og produkter, får vi et foreløbigt reaktionsskema



Da atomer hverken kan forsvinde eller opstå ved en kemisk reaktion, skal antallet af hver slags atom være det samme på begge sider af reaktionspilen. Vi ser, at der er lige mange C-atomer på begge sider af reaktionspilen, så antallet af C-atomer stemmer. Men det er ikke tilfældet med hydrogenatomer og oxygenatomer. Reaktionsskemaet er derfor ikke afstemt.

Vi afstemmer nu hydrogenatomerne, idet der skal være 4 af dem på hver side af reaktionspilen. Der må ikke ændres på stoffernes formler, derimod kan antallet af molekyler justeres. Hvis vi skriver to vandmolekyler på højre side ved at sætte et 2-tal foran H_2O , stemmer antallet af H-atomer



Nu mangler vi kun at få afstemt O-atomerne. Der er to på venstre side og fire på højre side af reaktionspilen. Der må altså indgå 2 dioxygenmolekyler i reaktionen, så vi skriver et 2-tal foran O_2 . Resultatet er



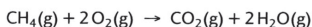
2.

Tallene foran de kemiske formler kaldes koefficienter, og de skrives normalt som små hele tal. Foran CH_4 og CO_2 kunne vi vælge at skrive et 1-tal. Det gør man bare ikke, da koefficienten 1 er underforstået i begge tilfælde. Ved at ændre koefficienterne foran formlerne har vi afstemt reaktionsskemaet.

4.

Koefficienterne viser forholdet mellem antallet af molekyler, der reagerer med hinanden, eller som dannes ved reaktionen. Til forbrænding af et molekyle methan bruges to molekyler dioxygen, dvs. at de to stoffer reagerer i forholdet 1:2. Vi ser også, at der dannes dobbelt så mange molekyler vand som carbondioxid.

Ved afbrænding af methan omsættes et meget stort antal molekyler. Men det ændrer ikke på forholdet mellem antal reagerende molekyler – og derfor heller ikke på koefficienterne. Derfor er reaktionsskemaet for gassernes reaktion på makroniveau det samme som for de enkelte molekyler, blot med tilføjelse af stoffernes tilstandsform



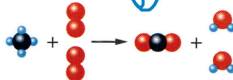
1. eksempel på fuldstændig forbrænding



Marie Anne og Antoine Lavoisier (1743-94)

I strid med den tids opfattelse mente Antoine Lavoisier, at mængder og arten af grundstoffer ikke ændres ved kemiske reaktioner. Han skabte grundlaget for den moderne kemi i sidste tredjedel af det 18. århundrede. Under den Franske Revolution blev han guillotineret, kort tid efter dommerne bemærkede: »Republikken har hverken brug for videnskabsmænd eller kemikere». Matematikeren Laplace skal have udtalt dagen efter henrettelsen: »Et sådant hoved kan hugges af på et sekund, men det tager 100 år, inden vi finder et, der er lige så godt».

Afstemt reaktionsskema på mikroniveau



Figur 6-2

Når et molekyle methan reagerer med dioxygen, dannes et molekyle carbondioxid og to molekyler vand.

eksempel
slut

Fra mikro
til makro

Afstemt reaktionsskema på makroniveau

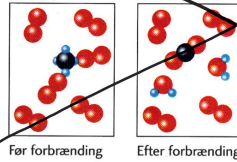
3. små hele tal betyder „så små som muligt“

4. vi ser da også 1:2 betyder dobbelt

Figur 1 B.

Tænk selv 6-1

Tjek om figur 6-3 passer med reaktionsskemaet for methans forbrænding. Stemmer tegningerne overens med reaktionsforholdet 1:2?



Figur 6-3
Methan- og dioxygenmolekyler
i reaktionsbeholder til venstre.

Antallet af atomer af hvert grundstof er uændret ved en kemisk reaktion. Et reaktionsskema er *afstemt*, hvis det opfylder loven om *grundstoffernes bevarelse*:

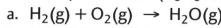
Definition

Antallet af atomer af hvert grundstof er ens på begge sider af reaktionspilen.

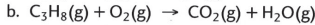
1
0

Tænk selv 6-2

Afstem det ufuldstændige reaktionsskema og læs det højt med navnene på stofferne (C_3H_8 hedder propan og findes i lighter gas).



ikke afstemt



ikke afstemt

Formelmasse

I periodesystemet kan vi finde de forskellige grundstoffers atommasse. Vi har tidligere omtalt, side 45, at atommassen er en gennemsnitsmasse af atomerne i grundstoffets naturlige isotopblanding.

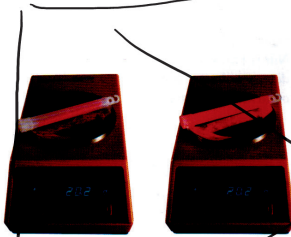
Ved en kemisk reaktion er massen af stofferne efter reaktionen den samme som massen af de stoffer, der var til stede før reaktionen.

Når atomer danner kemiske bindinger med hinanden, er det ikke muligt at måle nogle ændringer i deres masse. Ud fra grundstoffernes atommasser kan vi derfor beregne *massen af en formelenhed* af et hvilket som helst stof, dvs. massen af den mindste mængde af det pågældende stof.

Massen af et vandmolekyle finder vi ved at addere atommassen af de to H-atomer og af O-atomet. Resultatet er

$$2 \cdot 1,008 \text{ u} + 16,00 \text{ u} = 18,02 \text{ u}$$

Denne masse kaldes vands *formelmasse* og angives i enheden u. Da en formelenhed vand er et vandmolekyle, kaldes formelmassen også vands molekylmasse.



Lysskæven ændrer ikke masse ved den kemiske reaktion inde i skålen

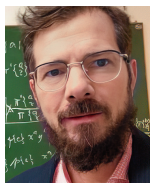
Formelmassen
er massen af en formelenhed

Figur 1 C.

Natur/teknologi og nordiske elevers miljø- og klimabevidsthed



Jacob Højgaard Christensen, DPU, Aarhus Universitet



Rune Müller Kristensen, DPU, Aarhus Universitet

Abstract: Dette studie undersøger sammenhænge mellem undervisning i natur/teknologi og miljø- og klimabevidsthed blandt 4.-klasseelever i de nordiske lande. Analyser gennemføres på data fra TIMSS 2019, hvor der indgår en skala for elevernes miljø- og klimabevidsthed, som er associeret til viden og kognitive færdigheder indenfor emnet. Resultaterne viser en positiv korrelation og fremhæver natur/teknologis potentiale til at øge miljø- og klimabevidsthed. Derudover viser resultaterne at elevers miljø- og klimabevidsthed generelt er højere hvis de kan lide at lære natur/teknologi, og hvis deres faglige selvtillid er høj. Intraklassekorrelationsanalyser viser variation i hvor meget vægt de enkelte skoler og lærere lægger på undervisningen i klima- og miljøspørgsmål. Studiet finder ingen kønsforskelle, men derimod markante forskelle på elevers miljø- og klimabevidsthed afhængigt af socioøkonomisk baggrund.

Introduktion

Miljøforurening og klimaforandringer er for mange aktører centrale udfordringer for det globale samfund (United Nations, 2021; Voulvoulis & Burgman, 2019). Internationale initiativer, herunder FN's konferencer om miljø og bæredygtig udvikling (United Nations, 2023) og FN's 2030-agenda for bæredygtighed (United Nations, 2015), har igennem flere år fremhævet vigtigheden af uddannelse for at fremme bæredygtig udvikling. Dette har medvirket til en global tendens hvor miljø- og klimaundervisning bliver stadig mere integreret i skolars læseplaner (Higgs & McMillan, 2006; Tireli & Jacobsen, 2021; Uitto et al., 2015). Udviklingen ses også i Danmark hvor læseplaner for skolefag som natur/teknologi, biologi, geografi og madkundskab løbende er blevet revideret med henblik på at inkludere målsætninger knyttet til klima, miljø og bæredygtighed. Formålet er at danske elever tilegner sig viden om samspillet mellem mennesker, klima og miljø samt udvikler en ansvarlighed der inspirerer til engagement og handling for en bæredygtig fremtid (EMU, 2023).

Parallelt med udviklingen inden for miljø- og klimaundervisning er der opstået et forskningsfelt som undersøger hvilket udbytte elever opnår af en sådan undervisning. Udbyttet defineres på forskellig vis, fx som “sustainability consciousness” (Gericke et al., 2019), “environmental consciousness” (Sánchez & Lafuente, 2010) eller “environmental awareness” (Waltner et al., 2019). Mens alle disse definitioner er tematisk relateret til miljø og/eller klima, så er der variationer i hvilke indholdsmæssige aspekter der indgår. Der kan indgå både kognitive, affektive, adfærdsmæssige og anvendelses- og curriculum-orienterede aspekter (Gericke et al., 2019). Forskningsfeltet fokuserer dermed på de faktorer der har betydning for samspillet mellem viden, holdninger og adfærd i relation til miljø og klima (Fransson & Gärling, 1999). I denne artikel anvender vi, inspireret af TIMSS-undersøgelsen, begrebet “miljø- og klimabevidsthed”, hvilket bliver yderligere uddybet herunder.

Et studie af Liu & Guo (2018) viser at undervisning i klima, miljø og natur har potentialet til at øge elevers bevidsthed om hvad der påvirker en bæredygtig udvikling. Flere studier har også undersøgt sammenhængen mellem faget natur/teknologi (som internationalt typisk betegnes “science”) og elevers bevidsthed om miljø og klima (Hadzigeorgiou & Skoumios, 2013; Susongko & Afrizal, 2018). Disse studier viser at undervisning i natur/teknologi kan hjælpe elever med at udvikle en positiv holdning over for klima og miljø, samt at natur/teknologiundervisning med fokus på klima og miljø kan skabe bedre forudsætninger for elevernes evne til at træffe oplyste og kritiske valg (Littledyke, 2008; Liu & Guo, 2018). Når faget natur/teknologi tematisk omhandler klima og miljø, så kan undervisningen opleves mere meningsfuld og vedkommende fordi tematikken er yderst aktuel og vigtig for mange af nutidens elever (Hadzigeorgiou & Skoumios, 2013; Monroe et al., 2019; Rogayan & Nebrida, 2019; Sukma et al., 2020). Øget bevidsthed om problematikker relateret til klima og miljø kan også medføre ændringer af individers handlinger i hverdagslivet i retning af mere bæredygtig adfærd (Zsóka et al., 2013). Dog indikerer Rogayan & Nebridás (2019) studie at sammenhængen mellem øget bevidsthed og adfærdsændring er moderat. Således påpeger deres forskning at en styrket bevidsthed om klima- og miljøproblematikker ikke nødvendigvis resulterer i mere bæredygtige adfærdsmønstre. Et studie baseret på indonesiske elever der deltog i PISA-undersøgelsen, viser at elevers miljø- og klimabevidsthed er positivt korreleret med deres interesse for natur/teknologi, deres faglige selvtillid inden for faget samt deres kompetenceniveau i natur/teknologi (Susongko & Afrizal, 2018).

Ovenstående gennemgang viser at den eksisterende viden om sammenhængen mellem elevers miljø- og klimabevidsthed og undervisning i natur/teknologi er baseret på studier som generelt er gennemført uden for en nordisk kontekst. Dette stemmer overens med et studie af Krogh et al. (2022) omhandlende de vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt, hvor det påvises at viden om undervisningen

i naturfagene i Danmark er relativt begrænset og placerer "bæredygtighed" som et område med behov for en udviklingsindsats. Derfor er der også begrænset indsigt i hvad danske elever reelt lærer og kan inden for dette felt. Vi mangler viden om sammenhængen mellem elevernes færdigheder, selve undervisningen og deres interesse for faget, herunder hvordan dette eventuelt adskiller sig fra den generelle natur/teknologiundervisning.

I denne artikel anvender vi data fra TIMSS-undersøgelsen, *Trends in International Mathematics and Science Study* (Kjeldsen et al., 2020; Martin et al., 2020) – herunder skalaen "environmental awareness" som vi har oversat til "miljø- og klimabevidsthed". Dette er en skala som er baseret på de naturfaglige opgaver om klima og miljø der indgår i TIMSS' undersøgelse af elevernes færdigheder i natur/teknologi (Yin & Foy, 2020). Således er der tale om en begrebsforståelse af miljø- og klimabevidsthed der er associeret til viden og kognitive færdigheder og ikke til fx de affektive eller adfærdsmæssige aspekter af begrebet.

Ingen studier har, så vidt vi ved, endnu anvendt nordiske TIMSS-data til at analysere sammenhængen mellem elevernes miljø- og klimabevidsthed og forhold vedrørende undervisning i natur/teknologi. Derfor vil vi i denne artikel undersøge:

- Elevernes dygtighed inden for natur/teknologi generelt sammenlignet med elevernes miljø- og klimabevidsthed og variationen heri
- Karakteristika ved elevernes oplevelse af natur/teknologiundervisningen med betydning for elevernes miljø- og klimabevidsthed
- Elevernes faglige selvtillid og interesse for natur/teknologi og disses relation til elevernes miljø- og klimabevidsthed
- Hvorvidt køns- og socioøkonomiske forholds betydning for natur/teknologi findes i elevernes miljø- og klimabevidsthed.

Analyserne gennemføres med primært fokus på danske elever i komparation med elever fra de øvrige nordiske lande. Studiet bidrager med viden om faget natur/teknologi og dets sammenhæng med elevers miljø- og klimabevidsthed.

Datagrundlag og analysestrategi

Artiklen baseres på data fra den internationale komparative undersøgelse *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) 2019, som gennemføres hvert fjerde år i regi af International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). TIMSS har som overordnet formål at sammenligne elevers faglige præstationer i matematik og natur/teknologi på 4. og 8. klassetrin – i Danmark deltager kun 4. klasse. TIMSS er baseret på et rammeværk for undersøgelsen udviklet

i fællesskab mellem de deltagende lande baseret på de respektive deltagerlandes curricula (Mullis & Martin, 2017) og afspejler generelt bredden i disse (Wagner & Hastedt, 2022). Beskrivelsen i rammeværket af natur/teknologi dækker tre domæner: biologi (life science), geografi (earth science) og fysik/kemi (physical science). Til hvert område udarbejdes en række opgaver af forskellig sværhedsgrad der dækker indholdet inden for domænet. Eleverne besvarer et udsnit af disse opgaver således at det inden for hvert deltagende land undersøges hvorvidt eleverne behersker hele rammeværket. For en mere uddybende beskrivelse af rammeværket for TIMSS 2019 henvises til Mullis & Martin (2017). Opgaverne er udformet som en kombination af multiple choice-opgaver og opgaver med mere åbne svarmuligheder hvor eleverne selv skal skrive et svar. Antallet af rigtige svar i hvert fag omregnes til en sandsynlig elevscore ved brug af item response theory (IRT) og Raschmodellen (von Davier, 2020). TIMSS-undersøgelserne omfatter også spørgeskemaer til elever, lærere, skoleledere og forældre/værger hvorigennem elevernes baggrund, undervisningskarakteristika og skolens praksis undersøges. I 2019 deltog 60 lande i undersøgelsen, herunder de nordiske lande Danmark, Finland, Norge og Sverige.

I TIMSS 2019 indgik der i alt 175 opgaver med natur/teknologi i 4. klasse. Data herfra er omregnet til en skala for elevernes overordnede score i natur/teknologi. Ligeledes er der beregnet en elevscore for hver af de tre underliggende skalaer, hvor opgavemængden fordeler sig således: 1) fysik/kemi baseret på 62 opgaver, 2) biologi baseret på 78 opgaver og 3) geografi baseret på de resterende 35 opgaver. Skalaen for den overordnede score i natur/teknologi blev fastsat i den første runde af TIMSS i 1995 til et gennemsnit på 500 point med en standardafvigelse på 100 point. Underskalaerne er kalibreret til at følge samme skala og er dermed sammenlignelige med hovedskalaen og bagud til tidligere runder af undersøgelsen (Martin et al., 2020).

Fra de to faglige områder biologi og geografi er der i alt 33 opgaver som adresserer en variation af miljø- og klimamæssige udfordringer – lige fra lokal vandforurening til klimaforandringer i globalt perspektiv. I TIMSS' internationale database er data fra disse 33 opgaver anvendt til at udforme en score for elevernes miljø- og klimabevidsthed kalibreret til samme skala som den overordnede natur/teknologi-skala. Skalaen betegnes på engelsk "environmental awareness" (se eventuelt Yin & Foy (2020) for en nærmere beskrivelse af skalakonstruktionen). Mens den overordnede skala inden for natur/teknologi og underskalaerne indholdsmæssigt er bestemt ud fra beskrivelserne i rammeværket defineret ud fra landenes curriculumindhold (jf. beskrivelsen ovenfor) og et item derfor entydigt tilhører en bestemt underskala, adskiller skalaen for miljø- og klimabevidsthed sig ved at være defineret af hvilke items der omhandler miljø og klima (Yin & Foy, 2020).

Analyserne i denne artikel er udført ved hjælp af statistikprogrammet R (R Core Team, 2023) med primær anvendelse af tilføjelsesprogrammet EdSurvey (Bailey et

al., 2023), som er udviklet specifikt til analyser af internationale datasæt som TIMSS, PIRLS og PISA. Håndtering af manglende værdier i data for baggrundsvariablene er håndteret ved at udelade disse observationer fra beregningerne. Opgørelserne her er således sammenlignelige med den generelle afrapportering af TIMSS i dansk sammenhæng (Kjeldsen et al., 2020). TIMSS og andre internationale undersøgelser beregner en række såkaldte plausible values for hver enkelt elev, da elevens færdigheder ikke beregnes præcist. De gør det muligt at estimere ikke-biased populationsparametre selvom den enkelte elevs færdigheder ikke estimeres præcist (Mislevy et al., 1992). Dette og andre mere beregningstekniske forhold berøres ikke nærmere i artiklen her, men vi har inddraget plausible values i vores beregninger ud fra generelle anbefalinger hertil (se eventuelt Martin et al., 2020).

Resultaterne præsenteres i tabelformat ved hjælp af funktionen “edsurveyTable”. Denne funktion viser vægtede resultater for gennemsnitlige elevscorer, opdelt efter en eller flere uafhængige, ordinalt kategoriserede variable. For at vurdere eventuelle statistisk signifikante forskelle mellem resultater i tabellerne anvendes “gap”-funktionen (Bailey et al., 2023) som gør det muligt at beregne gennemsnitsscore, forskelle mellem grupperne samt usikkerheder ved disse forskelle.

Korrelationer mellem variable er beregnet ved hjælp af funktionen “cor.sdf” (Bailey et al., 2018). Denne funktion tager hensyn til datadesignet og brugen af plausible værdier i beregningen af både Pearson- og Spearmankorrelationer mellem variablene. Intra-klasssekorrelationer er beregnet ved anvendelse af “mixed.sdf”-funktionen (Nguyen & Kelley, 2018), hvor beregningerne bygger på en model med elev- og skole-niveauer.

Ud over de ovenfor nævnte skalaer er der anvendt en række variable i analyserne. Det drejer sig om en dikotom variabel for elevernes køn samt et mål for elevernes socioøkonomi der i TIMSS betegnes “ressourcer i hjemmet” og er dannet på baggrund af svar fra elev- og forældrespørgeskemaet om bl.a. bøger i hjemmet og forældrenes uddannelsesniveau. Yderligere inddrager analyserne et indeks for hvor godt eleverne kan lide at lære natur/teknologi, elevernes faglige selvtillid samt elevernes oplevelse af undervisningens formidling. Alle indeks er dikotomiseret på baggrund af internationalt anvendte cut-off-scorer på skalaerne (se eventuelt Martin et al. (2020) for en nærmere beskrivelse af de enkelte variable).

Resultater

Danske elevers miljø- og klimabevidsthed

Tabel 1 viser, som det allerede er kendt (Kjeldsen et al., 2020), at danske elever gennemsnitligt scorer lavere i natur/teknologi (522 point) end elever i de øvrige nordiske lande. Dette gør sig også gældende for miljø- og klimabevidsthed hvor danske elever i gennemsnit scorer 536 point på skalaen mens gennemsnittet for Finland, Norge

og Sverige ligger på mellem 548 og 559 point. Interessant er det imidlertid at mens eleverne i alle fire lande i gennemsnit scorer højere på skalaen for miljø- og klimabevidsthed end på den overordnede natur/teknologi-skala, så er forskellen større for danske elever (+14 point) end den er for eleverne fra de øvrige lande (+4 til +11 point). Dette skal ses i lyset af at danske elever over de år hvor TIMSS-undersøgelsen er gennemført blandt danske 4.-klasseelever, generelt har haft en stigning inden for det faglige domæne geografi, og her ligger de over det overordnede landsgennemsnit, mens scoren har ligget stabilt for biologi og er faldet i relation til fysik/kemi (Kjeldsen et al., 2020). Da items fra geografi-domænet udgør en væsentlig del af miljø- og klimabevidsthedsskalaen, følger det naturligt at scoren på miljø- og klimabevidsthedsskalaen til en vis grad følger danske elevers score på underskalaen for geografi.

Tabel 1. Gennemsnitlig score og spredning for natur/teknologi samt miljø- og klimabevidsthed.

Land	Natur/teknologi, gns.	Miljø- og klima-bevidsthed, gns.	Natur/teknologi, std.afv.	Miljø- og klima-bevidsthed, std. afv.
Danmark	522,2 (2,4)	536,3 (2,7)	73,5 (2,0)	68,4 (1,5)
Finland	554,6 (2,6)	559,2 (3,1)	72,3 (2,1)	70,6 (2,0)
Norge	539,4 (2,2)	549,0 (2,8)	70,7 (3,4)	66,7 (1,9)
Sverige	537,2 (3,3)	547,7 (3,4)	76,0 (2,3)	73,5 (2,4)

Note: std.afv. = standardafvigelse. Standardfejl angivet i parentes.

Ligeledes viser tabel 1 variationen i elevscore i form af standardafvigelsen for henholdsvis natur/teknologi samlet set og miljø- og klimabevidsthed. Omend ikke signifikant mindre, så viser denne at der er mindre variation i elevernes miljø- og klimabevidsthed end der er i den overordnede natur/teknologiscore. Dette er ikke tilfældet for de tre oprindelige underskalaer.

Intraklassekorrelationerne i tabel 2 viser hvor stor en del af variationen i henholdsvis natur/teknologiscoren og scoren i miljø- og klimabevidsthed der kan forklares på skoleniveau. Det fremgår af tabellen at der i Danmark er mindre variation i elevernes præstationer skolerne imellem end der er i Norge og Sverige, mens variationen i Danmark er lidt større end i Finland. Ligeledes ses det at der for Danmark og Norges vedkommende er en lidt større variation på skoleniveau for skalaen for miljø- og klimabevidsthed end der er for natur/teknologiskalaen. Det tyder således på at der er variation i hvor meget vægt de enkelte skoler og lærere lægger på undervisningen

i klima- og miljøspørgsmål, mens den beskrevne variation i tabel 1 på elevniveau indikerer at elevernes udbytte er mere ensartet end det er for natur/teknologi generelt.

Tabel 2. Intraklassekorrelationer for natur/teknologi- og miljø- og klimabevidsthedsscore på skoleniveau.

Land	Natur/teknologi	Miljø- og klimabevidsthed
Danmark	0,137	0,141
Finland	0,127	0,107
Norge	0,190	0,194
Sverige	0,208	0,203

Note: Resultater er beregnet på skoleniveau med anvendelse af vægte for elever og skole.

Elevers faglige dygtighed korreleret med miljø- og klimabevidsthed

De første fem kolonner med korrelationskoefficienter i tabel 3 viser de lineære relationer mellem skalaen for miljø- og klimabevidsthed og skalaerne for elevernes faglige dygtighed i henholdsvis natur/teknologi, underområderne i natur/teknologi og matematik. Den sidste kolonne viser korrelationen mellem elevernes faglige dygtighed i matematik og natur/teknologi. For alle korrelationerne ses stærke statistisk signifikante korrelationer som er ensartede inden for de forskellige fagområder på tværs af landene.

Det er alment kendt at scorer på tværs af fag er stærkt korrelerede (se fx Kjeldsen et al., 2020, s. 187 f.), men tabellen peger alligevel på nogle interessante forhold vedrørende skalaen for miljø- og klimabevidsthed. Mens det er forventeligt at skalaen korrelerer højt med den overordnede skala i natur/teknologi og skalaerne for biologi og geografi, er dette ikke på samme vis gældende for fysik/kemi. Items i miljø- og klimabevidsthedsskalaen er items der også alle indgår i den overordnede natur/teknologiskala, ligesom der er et overlap af items til de to områder biologi og geografi, hvorfor en stærk korrelation kan forventes af rent skalatekniske årsager. Imidlertid er dette ikke tilfældet for fysik/kemi-skalaen hvortil der ikke er noget overlap af items mens korrelationen her kun er lidt mindre. Derimod er korrelationen til elevernes matematikfærdigheder, som også er målt i TIMSS, væsentlig lavere end korrelationen til underområderne inden for natur/teknologi. Det peger på at de stærke korrelationer til natur/teknologi generelt og underkategorierne herunder ikke alene handler om skalatekniske forhold eller generelle kognitive færdigheder. Vi tolker dette som et udtryk for at elevernes dygtighed inden for miljø og klima hænger sammen med

deres generelle naturfaglige færdigheder – og ikke bare deres kognitive færdigheder generelt.

Tabel 3. *Korrelationer mellem elevers miljø- og klimabevidsthed samt fagligt niveau i natur/teknologi.*

Land	Natur/ teknologi	Geografi	Biologi	Fysik/kemi	Matematik	Matema- tik – natur/ teknologi
Danmark	0,76 (0,01)	0,94 (0,01)	0,88 (0,01)	0,83 (0,02)	0,66 (0,03)	0,79 (0,01)
Finland	0,78 (0,01)	0,95 (0,01)	0,87 (0,01)	0,84 (0,01)	0,67 (0,01)	0,79 (0,01)
Norge	0,76 (0,01)	0,92 (0,01)	0,85 (0,01)	0,80 (0,01)	0,66 (0,02)	0,78 (0,01)
Sverige	0,79 (0,01)	0,94 (0,01)	0,88 (0,01)	0,83 (0,01)	0,69 (0,02)	0,81 (0,01)

Note: Standardfejl angivet i parentes.

Disse resultater understøtter hypotesen introduceret tidligere i artiklen om at undervisning i natur/teknologi kan forbedre elevers miljø- og klimabevidsthed (Hadzigeorgiou & Skoumios, 2013; Littledyke, 2008; Susongko & Afrizal, 2018) som den bliver målt i TIMSS-undersøgelsen. Det er dog vigtigt at bemærke at sammenhængen lige så vel kan være modsatrettet, dvs. at elever med en høj grad af miljø- og klimabevidsthed muligvis har en fordel når det kommer til at lære om natur/teknologi. Begge fortolkninger peger på en gensidig fordelagtig forbindelse mellem disse to områder af viden.

Faglig interesse, selvtillid og undervisningens karakteristika

I dette afsnit undersøger vi hvordan natur/teknologiundervisningens karakteristika relaterer sig til elevernes miljø- og klimabevidsthed, samt betydningen af elevernes faglige selvtillid og interesse i natur/teknologi for deres miljø- og klimabevidsthed. Vi har valgt at fokusere på tre specifikke variable fordi disse i forudgående studier har vist sig at være betydningsfulde faktorer for elevers faglige udbytte og engagement (Christensen, 2022; Kjeldsen et al., 2020; Susongko & Afrizal, 2018). Disse variable repræsenterer både de enkelte elevers karakteristika og de pædagogiske metoder anvendt i undervisningen: 1) elevens faglige interesse, 2) elevens faglige selvtillid og 3) elevens oplevelse af undervisningens formidling.

Tabel 4. *Sammenhæng mellem, hvor godt eleverne kan lide at lære natur/teknologi, og miljø- og klimabevidsthed.*

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens <i>d</i>
Danmark	Kan godt eller meget godt lide at lære natur/teknologi	541,8 (2,9)	21,3 (5,2)	0,000***	0,16
	Kan ikke lide at lære natur/teknologi	520,4 (4,6)			
Finland	Kan godt eller meget godt lide at lære natur/teknologi	558,9 (2,8)	-2,9 (3,6)	0,421	-0,02
	Kan ikke lide at lære natur/teknologi	561,8 (4,8)			
Norge	Kan godt eller meget godt lide at lære natur/teknologi	551,9 (2,9)	12,1 (6,8)	0,077	0,08
	Kan ikke lide at lære natur/teknologi	539,8 (6,6)			
Sverige	Kan godt eller meget godt lide at lære natur/teknologi	551,9 (3,6)	13,6 (4,9)	0,007**	0,08
	Kan ikke lide at lære natur/teknologi	538,3 (4,6)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Af tabel 4 fremgår en klar tendens for Danmark, Norge og Sverige. Elever der tilkendegiver at kunne lide at lære natur/teknologi, udviser større miljø- og klimabevidsthed end elever der tilkendegiver at de ikke kan lide at lære natur/teknologi. I Danmark er spredningen størst, hvor de elever der ikke kan lide at lære natur/teknologi, scorer 21 point lavere på skalaen for miljø- og klimabevidsthed end de elever der tilkendegiver at de godt kan lide at lære natur/teknologi. Effekten af at kunne lide at lære natur/teknologi på miljø- og klimabevidsthed er, målt med effektstørrelsen Cohens *d*, væsentlig større i Danmark end i de øvrige nordiske lande. Resultatet for de finske elever skiller sig endvidere ud fra de øvrige lande med en relativt lille forskel i score, afhængigt af om eleven kan lide at lære natur/teknologi eller ej. Dette antyder at deres interesse for natur/teknologi ikke, som i de øvrige nordiske lande, påvirker deres score for miljø- og klimabevidsthed.

Tabel 5. *Sammenhæng mellem elevernes faglige selvtillid i natur/teknologi og miljø- og klimabevidsthed.*

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens d
Danmark	Høj eller middel faglig selvtillid i natur/teknologi	545,1 (2,9)	38,8 (7,3)	0,000***	0,25
	Lav faglig selvtillid i natur/teknologi	506,2 (6,4)			
Finland	Høj eller middel faglig selvtillid i natur/teknologi	565,2 (2,8)	33,4 (4,9)	0,000***	0,19
	Lav faglig selvtillid i natur/teknologi	531,8 (5,9)			
Norge	Høj eller middel faglig selvtillid i natur/teknologi	554,8 (2,5)	34,2 (6,1)	0,000***	0,25
	Lav faglig selvtillid i natur/teknologi	520,6 (6,3)			
Sverige	Høj eller middel faglig selvtillid i natur/teknologi	554,9 (3,4)	36,6 (5,9)	0,000***	0,21
	Lav faglig selvtillid i natur/teknologi	518,4 (5,7)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Tabel 5 fremhæver for alle fire nordiske lande at elever med højere faglig selvtillid inden for natur/teknologi også udviser større miljø- og klimabevidsthed. Alle resultater er stærkt statistisk signifikante, og de observerede effektstørrelser er større end dem der blev fundet for faglig interesse ovenfor. Igen er spredningen størst i Danmark, hvor elever der tilkendegiver høj faglig selvtillid, i gennemsnit scorer 545,1 på skalaen for miljø- og klimabevidsthed, hvorimod elever der tilkendegiver lav faglig selvtillid, scorer 506,2 på samme skala. En forskel på 38,8 point og en effektstørrelse på 0,25. Resultaterne for de øvrige lande ligger marginalt lavere end Danmark, men med standardfejlen in mente kan der ikke vises signifikante forskelle mellem landene, og de må derfor betragtes som ensartede.

Tabel 6. *Sammenhæng mellem elevernes oplevelse af undervisningens formidling og miljø- og klimabevidsthed.*

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens d
Danmark	God eller meget god formidling	538.1 (2.8)	7,5 (6,4)	0,248	0,05
	Mindre god formidling	530.7 (5.9)			
Finland	God eller meget god formidling	560.7 (2.9)	13,1 (5,8)	0,025*	0,08
	Mindre god formidling	547.7 (6.9)			
Norge	God eller meget god formidling	549.9 (2.8)	-13,4 (11,7)	0,258	-0,09
	Mindre god formidling	563.3 (10.2)			
Sverige	God eller meget god formidling	550.0 (3.4)	7,7 (8,9)	0,391	0,04
	Mindre god formidling	542.3 (8.6)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Af tabel 6 fremgår det at elever der oplever undervisningen i natur/teknologi som godt eller meget godt formidlet, også har en tendens til at score højere på skalaen for miljø- og klimabevidsthed. Finske elever der oplever god eller meget god formidling, scorer 13 point højere på skalaen for miljø- og klimabevidsthed sammenlignet med elever der oplever en mindre god formidling. Her er det dog bemærkelsesværdigt at der ikke ses en statistisk signifikant sammenhæng for de øvrige lande, herunder Danmark, mellem elevernes oplevelse af undervisningens formidling og elevernes miljø- og klimabevidsthed. Dette mønster genfindes i elevernes overordnede score for natur/teknologi, dog med den forskel at der ses en positiv sammenhæng mellem elevernes oplevelse af god formidling og natur/teknologiscoren i Sverige (Kjeldsen et al., 2020, s. 258).

Sammenhænge mellem elevers miljø- og klimabevidsthed, køn og social baggrund

Resultaterne i tabel 7 indikerer at i alle fire nordiske lande udviser pigerne en marginalt større miljø- og klimabevidsthed end drengene. På tværs af alle lande og begge køn har danske drenge den laveste gennemsnitlige miljø- og klimabevidsthed. Imidlertid

er ingen af resultaterne i tabel 7 statistisk signifikante; de gennemsnitlige scorer er ensartede, og dermed er effektstørrelserne, målt med Cohens *d*, også små. Mens vi for andre fag – fx læsning (Foug et al., 2023) og matematik (Kjeldsen et al., 2020) – ser tydelige kønsforskelle i elevernes udbytte, ser dette ikke ud til at være tilfældet for udviklingen af miljø- og klimabevidsthed, ligesom vi ikke ser det inden for natur/teknologi generelt på 4. klassetrin i Danmark, omend der inden for underområder af faget ses tendenser til forskelle mellem drenge og piger (Kjeldsen et al., 2020).

Tabel 7. Forskelle mellem pigers og drenges miljø- og klimabevidsthed.

Land	Item	Gns. score	Difference	<i>P</i> -værdi	Cohens <i>d</i>
Danmark	Pige	539,2 (3,7)	5,8 (3,7)	0,120	0,04
	Dreng	533,4 (2,9)			
Finland	Pige	559,7 (3,3)	1,1 (5,1)	0,830	0,01
	Dreng	558,6 (4,6)			
Norge	Pige	552,0 (4,3)	5,7 (4,6)	0,211	0,04
	Dreng	546,2 (3,0)			
Sverige	Pige	550,2 (3,3)	5,0 (3,2)	0,129	0,03
	Dreng	545,2 (4,3)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = *p* < 0,05, ** = *p* < 0,01, *** = *p* < 0,001.

På tværs af landene er det entydigt at elever fra hjem med mange hjemmeressourcer scorer højest på skalaen for miljø- og klimabevidsthed, hvilket fremgår af tabel 8. På skalaen scorer danske elever med mange hjemmeressourcer gennemsnitligt 578,3, hvorimod danske elever med nogle eller få hjemmeressourcer scorer 535,4 på samme skala – en forskel på 42,9 point. I alle lande er resultaterne stærkt statistisk signifikante, og forskellene fremstår som relativt store når de udtrykkes som effektstørrelser. Imidlertid er det sammenfaldende med at elever med få hjemmeressourcer også generelt har lav score i natur/teknologi, som det fremgår af tabel 9. Eksempelvis har danske elever med mange hjemmeressourcer en gennemsnitlig score i natur/teknologi på 559,6, hvorimod danske elever med nogle eller få hjemmeressourcer scorer 519,9 på samme skala – en forskel på 39,7 point som ikke er signifikant forskellig fra forskellen mellem de to grupper for miljø- og klimabevidsthed.

Tabel 8. Forskelle mellem socioøkonomisk baggrund og miljø- og klimabevidsthed.

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens d
Danmark	Mange ressourcer	578,3 (5,4)	42,9 (4,9)	0,000***	0,30
	Nogle eller få ressourcer	535,4 (4,3)			
Finland	Mange ressourcer	590,9 (3,2)	44,4 (3,0)	0,000***	0,31
	Nogle eller få ressourcer	546,5 (3,0)			
Norge	Mange ressourcer	589,1 (6,7)	45,6 (9,4)	0,000***	0,24
	Nogle eller få ressourcer	543,5 (4,9)			
Sverige	Mange ressourcer	590,0 (3,7)	56,6 (4,7)	0,000***	0,39
	Nogle eller få ressourcer	533,3 (3,5)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Tabel 9. Forskelle mellem socioøkonomisk baggrund og score i natur/teknologi.

Land	Item	Gns. score	Difference	P-værdi	Cohens d
Danmark	Mange ressourcer	559,6 (2,9)	39,8 (3,2)	0,000***	0,45
	Nogle eller få ressourcer	519,9 (3,1)			
Finland	Mange ressourcer	585,3 (3,2)	41,3 (3,6)	0,000***	0,32
	Nogle eller få ressourcer	543,9 (2,7)			
Norge	Mange ressourcer	578,8 (3,5)	45,6 (4,4)	0,000***	0,38
	Nogle eller få ressourcer	533,2 (3,5)			
Sverige	Mange ressourcer	579,8 (3,2)	57,2 (4,2)	0,000***	0,44
	Nogle eller få ressourcer	522,6 (3,3)			

Note: Standardfejl angivet i parentes, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Diskussion

TIMSS-undersøgelsen er anerkendt for sine høje kvalitetsstandarder og leverer pålidelige, valide og generaliserbare data (Wagemaker, 2020). Men trods den generelt høje kvalitet er data bedst egnet til at undersøge korrelationer mellem de inddragne

variable. De relationer der er fundet mellem på den ene side miljø- og klimabevidsthed og på den anden side elevernes generelle færdigheder i natur/teknologi mv. i studiet her, kan derfor også alene tolkes som korrelationer. De præsenterede resultater indikerer dog at undervisningen af 4.-klasseeleverne, i forhold til at styrke deres miljø- og klimabevidsthed, er mindst lige så vellykket som undervisningen i natur/teknologi generelt, og i visse tilfælde endda mere vellykket. Dette skyldes dels at eleverne præsterer bedre inden for den del af natur/teknologi der omhandler klima og miljø, end de gør generelt i faget, og dels at der er mindre variation i deres præstationer.

Resultaterne, udledt fra korrelationsanalyser, indikerer at stærk viden om natur/teknologi kan øge elevernes miljø- og klimabevidsthed. Dog er det også muligt at en høj grad af miljø- og klimabevidsthed kan forbedre præstationerne i natur/teknologi, idet den observerede sammenhæng kan være gensidig. Samtidig ser vi desværre at nogle af de uligheder der er i skolesystemet angående social baggrund, også slår igennem i forhold til elevernes tilegnelse af miljø- og klimabevidsthed. Men nok så vigtigt ser vi at elevernes egen motivation i form af faglig selvtilid og hvorvidt de kan lide at lære natur/teknologi, spiller ind på deres miljø- og klimabevidsthed.

Blot fordi natur/teknologi har potentialet til at øge elevers miljø- og klimabevidsthed, så er dette ikke ensbetydende med at den øgede bevidsthed også ændrer elevernes handlinger i hverdagslivet og dermed får en reel effekt til gavn for de miljø- og klimaudfordringer som det globale samfund står over for (Wals et al., 2014). Imidlertid er viden og bevidsthed om klima og miljø en grundlæggende forudsætning for at individer kan træffe oplyste og kritiske valg (McKinley et al., 2017; Turrini et al., 2018). Derfor finder vi det også rimeligt at antage at den øgede miljø- og klimabevidsthed som undervisning i natur/teknologi potentielt medfører, kan bidrage til en mere bæredygtig udvikling. Et bidrag der selvsagt ikke kan stå alene hvis verdenssamfundet skal indfri de mange ambitiøse målsætninger der relaterer sig til klima, miljø og bæredygtighed.

Miljø og klima har fået stor bevågenhed de senere år blandt både børn og unge (Jones & Davison, 2021) i undervisningen (Higgs & McMillan, 2006; Tireli & Jacobsen, 2021; Uitto et al., 2015) og også i forskningen heri (Kauffman & Hill, 2021). Det må ses som et centralt element i skolens opgaver fremover at kunne bidrage til at kommende generationer kan agere i forhold til de udfordringer vi som samfund står over for på dette område. Væsentligt for denne udvikling er at der er data som kan belyse området. Skalaen for miljø- og klimabevidsthed, der efter gennemførelsen af TIMSS 2019 blev udviklet og gjort til en del af de offentligt tilgængelige data fra IEA, er et bud på et sådant instrument. Som nævnt i indledningen til artiklen her er skalaen dannet på baggrund af eksisterende items fra andre fagområder (biologi og geografi) og ikke på baggrund af faglige opgaver og survey-spørgsmål udarbejdet målrettet til at undersøge elevernes viden om miljø og klima eller elevernes holdninger og adfærd

i relation til emnet. Med andre ord er der ikke udarbejdet et teoretisk rammeværk for netop dette område, hvilket ellers er den typiske tilgang for udarbejdelse af skalaer for IEA's studier og et af de elementer der bidrager til undersøgelsens høje validitet (Rutkowski et al., 2013).

Vi har i denne artikel valgt at navngive skalaen "miljø- og klimabevidsthed", baseret på en oversættelse der ligger tæt på den engelske betegnelse "environmental awareness". Imidlertid kan det diskuteres hvorvidt skalaen er udtryk for elevernes bevidsthed eller snarere er udtryk for faglige færdigheder og dermed burde associere mere direkte til kognitive færdigheder med relation til miljø og klima fordi det måske er mere retvisende for hvad der faktisk måles (Mullis & Martin, 2017). Ikke-kognitive elementer såsom adfærd og holdninger indgår ikke selvom de ud fra et miljø- og klimaperspektiv kan være mindst lige så væsentlige. Imidlertid er der ikke tegn på at litteraturen har en afgrænset forståelse af hvad skalaer for environmental "awareness" eller "consciousness" dækker over – og spændet er som antydnet i indledningen bredt, dækkende fra viden om klima og miljø til handlekompetence i bæredygtig adfærd (Gericke et al., 2019). Skaladokumentationen for miljø- og klimabevidsthedsskalaen i TIMSS (Yin & Foy, 2021) er meget begrænset angående hvordan den indplacerer TIMSS-skalaen i forhold til den øvrige litteratur på området. I vores vurdering er miljø- og klimabevidsthedsskalaen i TIMSS udelukkende konstrueret ud fra en kognitiv forståelse idet den er baseret på elevernes præstationer i faglige opgaver. IEA, der står bag TIMSS-undersøgelsen, ser imidlertid ud til selv at være klar over denne begrænsning idet spørgerammen er blevet udvidet således at der også indgår spørgeskemaitems omhandlende adfærd og holdninger til miljø og klima i TIMSS 2023. Denne udvidelse tager i højere grad udgangspunkt i et teoretisk defineret rammeværk (Reynolds & Komakhidze, 2022). Data fra TIMSS 2023 forventes at blive offentligt tilgængelige i januar 2025 hvor det vil være oplagt at følge op på de resultater som er præsenteret i nærværende artikel, og undersøge relationerne mellem de her beskrevne kognitive elementer og de mere affektive og adfærdsmæssige aspekter.

De sammenhænge som artiklen her påpeger, giver anledning til yderligere undersøgelser af sammenhænge mellem skolens undervisning og elevernes miljø- og klimabevidsthed. Det vil være relevant dels at undersøge den enkelte elevs udvikling i miljø- og klimabevidsthed over tid, dels at følge udviklingen fra årgang til årgang, for at følge om miljø- og klimabevidstheden ændrer sig med samfundets syn på, debat om og prioriteringer af selvsamme. Resultaterne i denne artikel peger også på at det er relevant at undersøge sammenhængen mellem undervisningen inden for naturfagene og elevernes miljø- og klimabevidsthed nærmere, dels grundet den større variation skolerne imellem end inden for natur/teknologi generelt, dels grundet sammenhængen mellem elevernes oplevelse af og holdninger til undervisningen og deres udbytte med relation til miljø og klima. Selvom resultaterne peger på at der nogle steder

kunne være ligheder mellem elevernes generelle læring inden for natur/teknologi og udviklingen af miljø- og klimabevidsthed, er der også nogle af resultaterne der peger på at der er forskelle på at undervise generelt i natur/teknologi og i miljø og klima.

Et andet underbelyst område for elevernes læring om klima og miljø er samspillet mellem skole og hjem i forhold til elevernes faglige udvikling. Hvilken rolle spiller familiens holdninger og praksis for elevernes miljø- og klimabevidsthed, og hvordan kan skolen understøtte eller endda udfordre på dette område? Disse foreslåede undersøgelser vil kunne udbygge vores nuværende viden og skabe mere forståelse af uddannelsens rolle for miljø og klima.

Konklusion

Resultaterne præsenteret i denne artikel viser at der er en positiv statistisk sammenhæng mellem nordiske elevers score i natur/teknologi og deres miljø- og klimabevidsthed, som denne er målt med den udviklede skala i TIMSS 2019-undersøgelsen. Dette er således en indikation på at en stærk viden inden for natur/teknologi potentielt kan styrke elevers miljø- og klimabevidsthed, mens en høj grad af miljø- og klimabevidsthed også potentielt kan forbedre deres præstationer i natur/teknologi. I alle fire nordiske lande præsterer eleverne gennemsnitligt bedre inden for den del af natur/teknologi der omhandler klima og miljø, end de gør generelt i faget, og forskellen er større for danske elever end den er for finske, norske og svenske elever. Derudover viser resultaterne at nordiske elevers miljø- og klimabevidsthed generelt er højere hvis de kan lide at lære natur/teknologi, og hvis deres faglige selvtilid er høj, mens betydningen af elevernes oplevelse af formidlingen af undervisningen i natur/teknologi er mere uklar.

Artiklens analyser af intraklassekorrelationer viser hvor stor en del af variationen i nordiske elevers miljø- og klimabevidsthed samt natur/teknologiscore der kan forklares på skoleniveau. Resultaterne antyder at der er mindre variation i elevernes miljø- og klimabevidsthed på tværs af skoler i Danmark sammenlignet med Norge og Sverige, mens variationen er lidt større i Danmark end i Finland. Derudover viser resultaterne at der i Danmark og Norge er en lidt større variation på skoleniveau for miljø- og klimabevidsthed end for natur/teknologiscoren. Dette tyder på at der er variation i hvor meget vægt de enkelte skoler og lærere lægger på undervisningen i klima- og miljøspørgsmål. Undersøgelsen indikerer endvidere at køn ikke har nogen signifikant betydning for elevernes miljø- og klimabevidsthed på tværs af de nordiske lande som indgår i analyserne. Derimod fremtræder en markant forskel på elevers miljø- og klimabevidsthed afhængigt af deres socioøkonomiske baggrund, hvorfor vi må konkludere at den sociale ulighed også ser ud til at slå igennem i skolen i forhold til at lære eleverne om miljø og klima.

Referencer

- Bailey, P., Emad, A., Huo, H., Lee, M., Liao, Y., Lishinski, A., Nguyen, T., Xie, Q., Yu, J., Zhang, T., Buehler, E., Lee, S.-J. & Webb, B. (2023). *Package 'EdSurvey'*. <https://cran.r-project.org/web/packages/EdSurvey/EdSurvey.pdf>
- Bailey, P., Emad, A., Zhang, T., Xie, Q. & Sikali, E. (2018). *Weighted and Unweighted Correlation Methods for Large-Scale Educational Assessment: wCorr Formulas. AIR-NAEP Working Paper #2018-01. NCES Data R Project Series #02*. American Institutes for Research.
- Christensen, J.H. (2022). Iagttagelse af tegn på læring via mixed methods – en tilgang for undersøgelse af effektfuldhed. I: J.H. Christensen & L. Qvortrup (red.), *Kausalitet og effektfuldhed i pædagogisk forskning og praksis* (s. 141-178). Aarhus Universitetsforlag.
- EMU. (2023). *Grundskole*. <https://emu.dk/grundskole>
- Fougst, S., Neubert, K., Kristensen, R.M., Gabriellson, R.H., Molbæk, L. & Kjeldsen, C.C. (2023). *Danske elevers læsekompetence i 4. klasse – resultater af PIRLS-undersøgelsen 2021*. Aarhus Universitetsforlag. <https://doi.org/10.2307/jj.3850481>
- Fransson, N. & Gärling, T. (1999). Environmental Concern: Conceptual Definitions, Measurement Methods, and Research Findings. *Journal of Environmental Psychology*, 19(4), 369-382. <https://doi.org/10.1006/jevp.1999.0141>
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T. & Olsson, D. (2019). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The Theoretical Development and Empirical Validation of an Evaluation Instrument for Stakeholders Working with Sustainable Development. *Sustainable Development*, 27(1), 35-49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>
- Hadzigeorgiou, Y. & Skoumios, M. (2013). The Development of Environmental Awareness through School Science: Problems and Possibilities. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(3), 405-426. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1016851.pdf>
- Higgs, A.L. & McMillan, V.M. (2006). Teaching through Modeling: Four Schools' Experiences in Sustainability Education. *The Journal of Environmental Education*, 38(1), 39-53. <https://doi.org/10.3200/JOEE.38.1.39-53>
- Jones, C.A. & Davison, A. (2021). Disempowering Emotions: The Role of Educational Experiences in Social Responses to Climate Change. *Geoforum*, 118, 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.11.006>
- Kauffman, N. & Hill, K. (2021). Climate Change, Adaptation Planning and Institutional Integration: A Literature Review and Framework. *Sustainability*, 13(19), artikel 10708. <https://doi.org/10.3390/su131910708>
- Kjeldsen, C.C., Kristensen, R.M. & Christensen, A.A. (2020). *Matematik og natur/teknologi i 4. klasse – resultater af TIMSS-undersøgelsen 2019*. Aarhus Universitetsforlag.
- Krogh, L.B., Dolin, J. & Petersen, M.R. (2022). De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt. *MONA*, 2022(2), 24-42. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/132756/177878>
- Lee, B.X., Kjaerulf, F., Turner, S., Cohen, L., Donnelly, P.D., Muggah, R., Davis, R., Realini, A., Kieselbach, B., MacGregor, L.S., Waller, I., Gordon, R., Moloney-Kitts, M., Lee, G. & Gilligan, J.

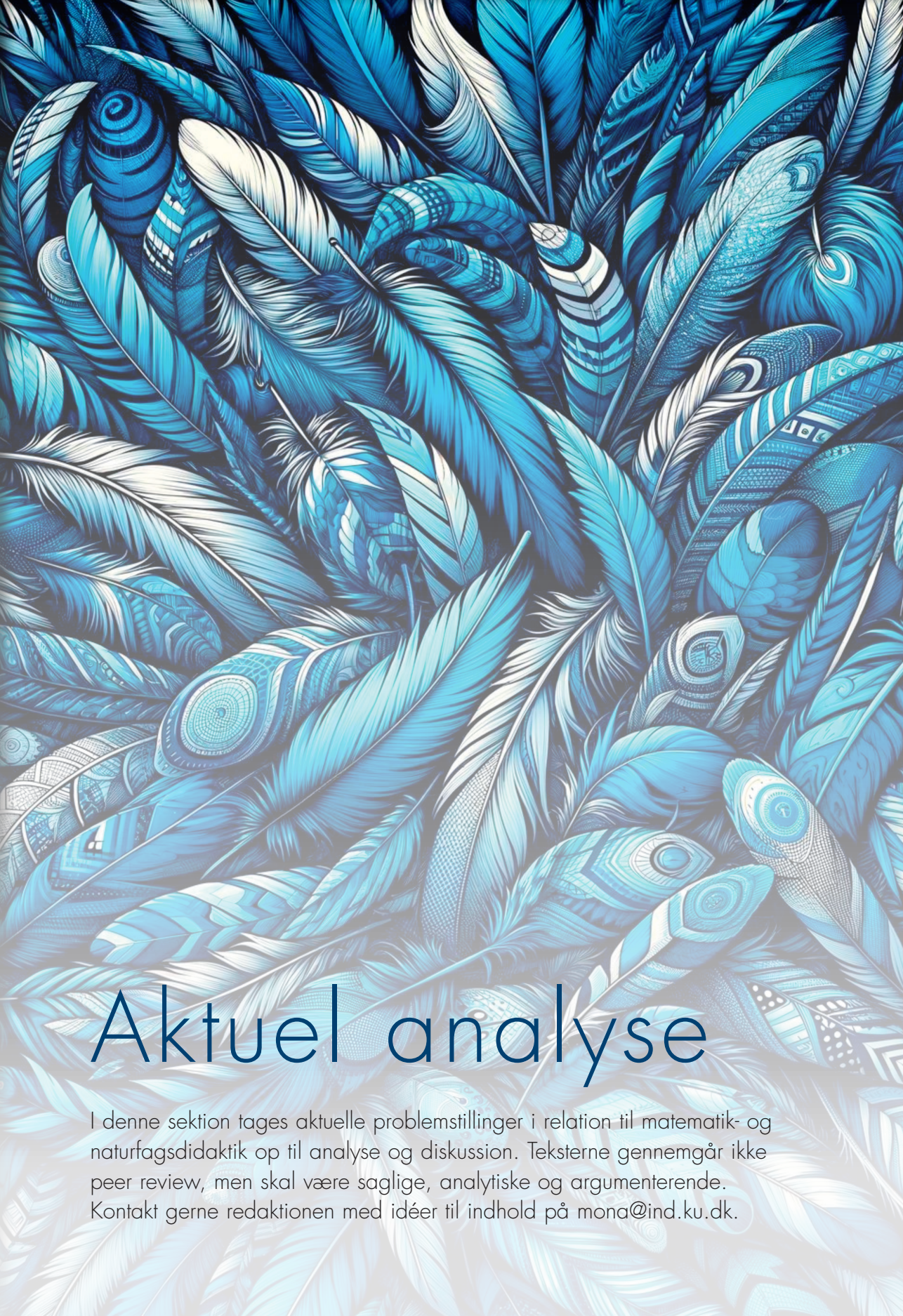
- (2016). Transforming Our World: Implementing the 2030 Agenda through Sustainable Development Goal Indicators. *Journal of Public Health Policy*, 37, 13-31. <https://doi.org/10.1057/s41271-016-0002-7>
- Littledyke, M. (2008). Science Education for Environmental Awareness: Approaches to Integrating Cognitive and Affective Domains. *Environmental Education Research*, 14(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/13504620701843301>
- Liu, S. & Guo, L. (2018). Based on Environmental Education to Study the Correlation between Environmental Knowledge and Environmental Value. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 3311-3319. <https://doi.org/10.29333/ejmste/91246>
- Martin, M.O., von Davier, M. & Mullis, I.V.S. (red.). (2020). *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/pdf/TIMSS-2019-MP-Technical-Report.pdf>
- McKinley, D.C., Miller-Rushing, A.J., Ballard, H.L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S.C., Evans, D.M., French, R.A., Parrish, J.K., Phillips, T.B., Ryan, S.F., Shanley, L.A., Shirk, J.L., Stepenuck, K.F., Weltzin, J.F., Wiggins, A., Boyle, O.D., Briggs, R.D., Chapin, S.F., Hewitt, D.A., Preuss, P.W. & Soukup, M.A. (2017). Citizen Science Can Improve Conservation Science, Natural Resource Management, and Environmental Protection. *Biological Conservation*, 208, 15-28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- Mislevy, R.J., Beaton, A.E., Kaplan, B. & Sheehan, K.M. (1992). Estimating Population Characteristics from Sparse Matrix Samples of Item Responses. *Journal of Educational Measurement*, 29(2), 133-161. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1992.tb00371.x>
- Monroe, M.C., Plate, R.R., Oxarart, A., Bowers, A. & Chaves, W.A. (2019). Identifying Effective Climate Change Education Strategies: A Systematic Review of the Research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791-812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Nguyen, T. & Kelley, C. (2018). *Methods Used for Estimating Mixed-Effects Models in EdSurvey*. American Institutes for Research. https://www.air.org/sites/default/files/EdSurvey-Mixed_Models.pdf
- R Core Team. (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Reynolds, K.A. & Komakhidze, M. (2022). *TIMSS 2023 Assessment Frameworks*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2023/frameworks/pdf/T23-Environmental-Attitudes-and-Behaviors-Framework.pdf>

- Rogayan, J.D.V. & Nebrida, E.E.D. (2019). Environmental Awareness and Practices of Science Students: Input for Ecological Management Plan. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 9(2), 106-119. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1219420.pdf>
- Rutkowski, L., von Davier, M. & Rutkowski, D. (2013). *Handbook of International Large-Scale Assessment: Background, Technical Issues, and Methods of Data Analysis*. CRC Press.
- Sánchez, J.M. & Lafuente, R. (2010). Defining and Measuring Environmental Consciousness. *Revista Internacional de Sociología*, 68(3), 731-755. <https://doi.org/10.3989/ris.2008.11.03>
- Sukma, E., Ramadhan, S. & Indriyani, V. (2020). Integration of Environmental Education in Elementary Schools. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1), artikel 012136. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012136>
- Susongko, P. & Afrizal, T. (2018). The Determinant Factors Analysis of Indonesian Students Environmental Awareness in PISA 2015. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 407-419. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.10684>
- Tireli, Ü. & Jacobsen, J.C. (2021). Klimaaktivisme – for en kritisk pædagogik i skolen. *Nordic Studies in Education*, 41(1), 46-61. <https://doi.org/10.23865/nse.v41.2250>
- Turrini, T., Dörler, D., Richter, A., Heigl, F. & Bonn, A. (2018). The Threefold Potential of Environmental Citizen Science: Generating Knowledge, Creating Learning Opportunities and Enabling Civic Participation. *Biological Conservation*, 225, 176-186. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.024>
- Uitto, A., Boeve-de Pauw, J. & Saloranta, S. (2015). Participatory School Experiences as Facilitators for Adolescents' Ecological Behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 43, 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.05.007>
- United Nations. (2015) Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainable development. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- United Nations. (2021). *The Sustainable Development Goals Report 2021*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/>
- United Nations. (2023). *Conferences | Environment and Sustainable Development*. <https://www.un.org/en/conferences/environment>
- von Davier, M. (2020). TIMSS 2019 Scaling Methodology: Item Response Theory, Population Models, and Linking Across Modes. I: M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report* (s. 11.1-11.25). International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Voulvoulis, N. & Burgman, M.A. (2019). The Contrasting Roles of Science and Technology in Environmental Challenges. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49(12), 1079-1106. <https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1565519>
- Wagemaker, H. (2020). *Reliability and Validity of International Large-Scale Assessment: Understanding IEA's Comparative Studies of Student Achievement*. Springer Nature.

- Wagner, J. & Hastedt, D. (2022). *Valuing Curriculum-Based International Large-Scale Assessments: Ensuring Alignment with National Curricula in IEA Studies*. IEA Compass: Briefs in Education No. 16. IEA. <https://online.flippingbook.com/view/163945639>
- Wals, A.E., Brody, M., Dillon, J. & Stevenson, R.B. (2014). Convergence between Science and Environmental Education. *Science*, 344(6184), 583-584. <https://doi.org/10.1126/science.1250515>
- Waltner, E.M., Rieß, W. & Mischo, C. (2019). Development and Validation of an Instrument for Measuring Student Sustainability Competencies. *Sustainability*, 11(6), artikel 1717. <https://doi.org/10.3390/su11061717>
- Yin, L. & Foy, P. (2020). Constructing the TIMSS 2019 Environmental Awareness Scales. I: M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report* (s. 18.1-18.30). International Association for the Evaluation of Educational Achievement. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-18.html>
- Zsóka, Á., Szerényi, Z.M., Széchy, A. & Kocsis, T. (2013). Greening Due to Environmental Education? Environmental Knowledge, Attitudes, Consumer Behavior and Everyday Pro-Environmental Activities of Hungarian High School and University Students. *Journal of Cleaner Production*, 48, 126-138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030>

English abstract

This study investigates correlations between science education and environmental awareness among 4th-grade students in the Nordic countries. Analyses are conducted on data from TIMSS 2019, which includes a scale assessing students' environmental awareness, associated with knowledge and cognitive skills in the subject area. Findings reveal a positive correlation, highlighting science education's potential in raising environmental awareness. Moreover, students with a strong interest in science and high self-confidence in the subject tend to exhibit greater environmental awareness. Intraclass correlation analyses indicate variation in the emphasis schools and teachers place on climate and environmental education. The study identifies no gender differences but underscores socioeconomic disparities, emphasizing the influence of socioeconomic status on students' environmental awareness.



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.

Hvad får eleverne til at vælge de naturvidenskabelige studieretninger i gymnasiet?



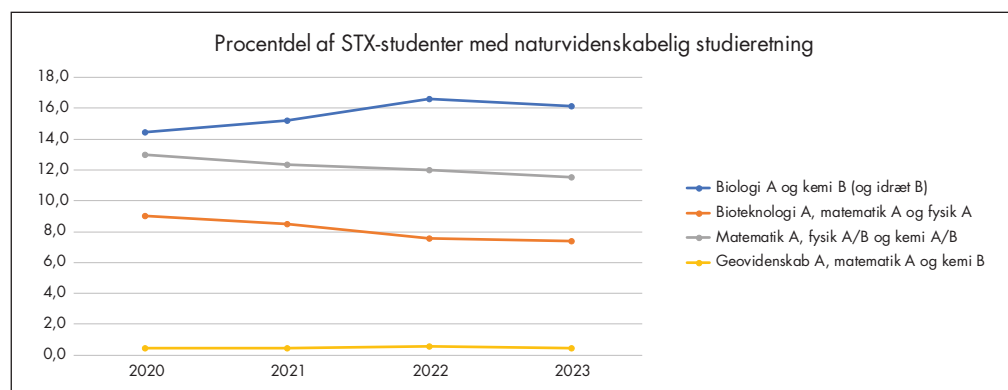
Brian Krog Christensen,
vicerektor, Silkeborg
Gymnasium

Abstract: I disse år aftager andelen af STX-studenter der dimitterer fra en naturvidenskabelig studieretning med matematik på A-niveau, mens andelen fra studieretningen med biologi A og kemi B, hvori der indgår matematik B, er voksende. På baggrund af den observation er der på Silkeborg Gymnasium foretaget en spørgeskemaundersøgelse der bl.a. belyser spørgsmålet Hvordan begrunder eleverne valget af studieretning? Analysen indikerer klart at både matematik og naturvidenskabeligt grundforløb har betydning for studieretningsvalget, og at der i grundforløbet er potentiale til at rekruttere elever til de naturvidenskabelige studieretninger.

Indledning

Hvert af de seneste år er omkring 25.000 unge mennesker dimitteret fra gymnasiet med en STX-eksamen. Andelen af studenter der gennemfører STX-uddannelsen på en naturvidenskabelig studieretning, har gennem de seneste år været nogenlunde stabil på omkring en tredjedel. Der sker dog i disse år en forskydning i typen af naturvidenskabelig studieretning. Dette illustreres i figur 1 der viser andelen på de naturvidenskabelige studieretninger for de første fire årgange efter gymnasireformen i 2017. Det fremgår at andelen af elever på studieretningerne med bioteknologi og forskellige niveauvarianter af matematik, fysik og kemi er vigende, mens andelen på studieretningerne med biologi A og kemi B er voksende. Studieretningsvalget for de årgange der nu er på gymnasiet, og som altså afslutter eksamen fra 2024 og frem, indikerer klart at denne udvikling vil fortsætte (Rønne, 2023). Der forekommer således på nationalt niveau en forskydning fra naturvidenskabelige studieretninger med matematik på A-niveau mod den naturvidenskabelige studieretning med matematik B, nemlig biologi A og kemi B. Sidstnævnte studieretning inkluderer for omkring 10 %

af eleverne også faget idræt B, idet en særlig gruppe af elitesports elever med en Team Danmark-godkendelse kan vælge en særlig studieretningskonstruktion.



Figur 1. Procentdel af den samlede STX-årgang der har afsluttet eksamen på en naturvidenskabelig studieretning. Betegnelsen "Matematik A, fysik A/B og kemi A/B" dækker over at andelen findes som en sum af de andele af eleverne der har studieretningen med matematik A, fysik B og kemi B, studieretningen med fysik A, matematik A og kemi B og studieretningen med kemi A, matematik A og fysik B. Kilde: Børne- og Undervisningsministeriet (2024).

Studieretningsvalget 2023 på Silkeborg Gymnasium

Silkeborg Gymnasium har i skoleåret 2023-24 godt 500 1. g-elever, og de havde mulighed for at vælge seks forskellige naturvidenskabelige studieretninger: biologi A og kemi B; bioteknologi A, matematik A og fysik B; geovidenskab A, matematik A og kemi B; fysik A, matematik A og kemi B; kemi A, matematik A og fysik B samt matematik A, fysik B og kemi B.

Resultatet af studieretningsvalget i efteråret 2023 blev at 38 % af eleverne valgte en naturvidenskabelig studieretning, hvilket var en forøgelse på 5 procentpoint i forhold til 2022 og pænt over det nationale gennemsnit. Tilvæksten på de naturvidenskabelige studieretninger er sket på bekostning af de samfundsfaglige studieretninger. I et samfund hvor der mangler studerende på de videregående STEM-uddannelser, og hvor den naturfaglige dannelse gerne må blive styrket, er det grundlæggende positivt at andelen på naturvidenskabelige studieretninger er vokset. Men for første gang siden 2017 var det ikke muligt at oprette studieretningen med geovidenskab A idet blot fem elever (1%) valgte denne. Samtidig kunne der konstateres en fortsat faldende tendens i søgningen til de tre studieretninger med fagene matematik, fysik og kemi – fra et samlet niveau på omkring 15 % i 2017 til ca. 10 %. Dertil kommer at 27 af de elever der valgte en studieretning med matematik, fysik og kemi, foretrak en særlig international variant som i 2. g inkluderer et studieophold på to måneder i Boston, USA. Af disse 27 var der kun 12 der havde en anden studieretning med matematik, fysik og kemi som andenprioritet.

Dvs. at det måske i højere grad er studieopholdet i USA end fagkombinationen der har været attraktiv. Bioteknologistudieretningen blev valgt i samme omfang som gennem den seneste årrække, hvor elevandelen på Silkeborg Gymnasium har ligget nogenlunde stabilt på omkring 5 %, hvilket er lidt under det nationale niveau. Til gengæld skete der en markant stigning i antallet af elever på studieretningen med biologi A og kemi B, og der blev oprettet fem sådanne studieretningsklasser.

Man kan have mange hypoteser der forklarer udviklingen i elevernes valgmønstre, både nationalt og lokalt på Silkeborg Gymnasium. Derfor blev det besluttet at tilføje et par spørgsmål vedrørende begrundelser for studieretningsvalget i den årlige grundforløbsevaluering, der blev gennemført kort efter afslutningen af grundforløbet. Grundforløbsevalueringen består af en anonym spørgeskemaundersøgelse gennemført i samtlige klasser. Der var 446 respondenter – svarende til 86 % af 1.g-eleverne – og respondenterne var repræsentative for de oprettede studieretningsklasser. Det skal bemærkes at ca. 97 % af eleverne fik den ønskede studieretning.

Eleverne bliver som det første bedt om at begrunde valget af studieretning i form af et åbent spørgsmål: "Fortæl om de tre-fire vigtigste begrundelser for dit valg af den studieretning som du havde som din førsteprioritet". Langt de fleste elever skriver tre-fire punkter som begrundelse. Nogle angiver en-to grunde, mens en lille andel (3 %) undlader at besvare spørgsmålet. Elevernes begrundelser for studieretningsvalget falder i al væsentlighed i syv forskellige kategorier:

1. Interesse for fag eller fagområde

En stor del af eleverne angiver at studieretningsvalget først og fremmest er båret af en faglig interesse. Et par eksempler:

"Jeg har altid syntes at kroppen og det der med helbred har været spændende" (biologi A og kemi B).

"Jeg kan godt lide fysik, kemi og matematik" (matematik A, fysik B og kemi B).

2. Det sociale

En betydelig del af eleverne på visse studieretninger fremhæver betydningen af det sociale miljø, venner og persontyperne som begrundelse for studieretningsvalget:

"Fordi jeg havde kammerater der også skulle gå her" (matematik A, fysik B og kemi B).

"Det er de typer jeg troede at jeg passede med" (samfundsfag A og matematik A).

3. Fremtidsmuligheder

En del af eleverne peger på mulighederne for videregående uddannelse og andre anvendelsesmuligheder af fagene:

“Vil gerne læse medicin, og den har gode forudsætninger for videregående uddannelse” (bioteknologi A, matematik A og fysik B).

4. Faglige kompetencer

For nogle elever har det betydning for studieretningsvalget at de særligt kommer til at arbejde med de fag som de mestrer bedst:

“Jeg er bedst til at lære sprog, og det er også de fag jeg bedst kan lide at deltage i” (engelsk A, spansk A og fransk B).

5. Anbefalet af venner eller familie

For nogle af eleverne har venners og families mening om eller erfaringer med en studieretning betydning:

“Min søster har haft den” (samfundsfag A og matematik A).

6. Rejser

Silkeborg Gymnasium udbyder både en sproglig, en samfundsfaglig og en naturvidenskabelig studieretning med en international profil og ekstra rejseaktivitet, herunder en oversøisk rejse. En betydelig del af eleverne på de internationale studieretninger fremhæver rejseaktiviteten som en af de væsentligste begrundelser:

“Rejsen til Boston lød fed” (matematik A, fysik B og kemi B).

“Jeg elsker at rejse samt opleve verden, så det var derfor jeg valgte den internationale” (samfundsfag A og engelsk A).

7. Fravalg af matematik og/eller naturvidenskab

Langt de fleste begrundelser for studieretningsvalget har primært en positiv karakter i form af tilvalget af bestemte elementer, jf. punkterne ovenfor. Nogle få nævner fravalget af sprog, men en større andel angiver at de fx ikke bryder sig om naturvidenskab (det er svært at vide om nogle af eleverne kategoriserer matematik som et naturvidenskabeligt fag) eller ønsker matematik på et lavt niveau:

“Jeg vil gerne have matematik på C-niveau” (latin A og græsk A).

“Jeg ville ikke have meget naturfaglig undervisning” (samfundsfag A og engelsk A).

“Jeg er ikke fan af naturvidenskabelige fag” (samfundsfag A og matematik A).

I nedenstående tabel 1 er samtlige elevsvar kategoriseret for de forskellige studieretninger. Ved hver type af studieretning er angivet det samlede antal respondenter.

Procenttallene i tabellen angiver andelen af elever på studieretningen der anfører de forskellige typer af begrundelse for valg af studieretning. Bemærk at flere af elevernes begrundelser ofte falder i samme kategori, fx “Jeg har valgt efter interesse” og “Jeg vil gerne have samfunds-fag A”, og derfor bliver summen af procenttallene i kolonnerne ikke højere end tilfældet er.

Tabel 1. Elevernes begrundelsestyper vedrørende valg af studieretning.

Type af begrundelse for studieretningsvalg	Sprog-lige (N =51)	Musik A og eng. A (N =38)	Intern. samf. A og eng. A (N =78)	Samf. A og eng. A (N =47)	Samf. A og mat. A (N =52)	Musik A og mat. A samt mat. A, fy-sik B og kemi B (N =25)	Intern. mat. A, fysik B og kemi B (N =27)	Biote-k. A, mat. A og fysik B (N =20)	Biologi A og kemi B (N = 117)
Fag, interesse	84 %	97 %	90 %	79 %	75 %	100 %	89 %	85 %	74 %
Det sociale, ven-ner	16 %	66 %	24 %	21 %	35 %	28 %	37 %	5 %	30 %
Fremtidsmulig-heder	16 %	3 %	22 %	19 %	50 %	40 %	33 %	80 %	36 %
Faglige kompe-tencer, bedst til	8 %	3 %	12 %	17 %	6 %	20 %	0 %	5 %	2 %
Anbefalet af ven-ner, familie mv.	10 %	13 %	6 %	15 %	17 %	0 %	7 %	0 %	12 %
Rejser	42 % (1)	3 %	71 %	0 %	0 %	0 %	78 %	0 %	1 %
Naturfag eller matematik på la-vere niveau	22 %	8 %	16 %	12 %	17 %	0 %	0 %	0 %	1 %
Andet	20 %	14 %	4 %	19 %	16 %	0 %	7 %	5 %	28 % (2)

Noter til tabel 1:

1) To tredjedele af de sproglige elever er på en international studieretning.

2) De fleste begrundelser peger her på “at gøre noget praktisk” og “at lave eksperimenter”, idet en del af eleverne også har valgt valgfaget idræt B.

For samtlige studieretningstyper gælder at eleverne oftest begrundet valget af studie-retning med en positiv interesse for faget eller fagområdet. Der er også gennemgående en del der peger på sociale forhold og venner, og det gælder særligt for “musikelever”.

Klasserne med en studieretning med samfundsfag A og matematik A ligger også forholdsvis højt mht. at tillægge betydning til persontyper og sociale forhold, hvilket muligvis dækker over fravalget af studieretningen med samfundsfag A og engelsk A, der nogle gange af elever omtales som en studieretning med en anden type af elever. Fx skriver en af de elever der har valgt samfundsfag A og matematik A, som en begrundelse: "Folk der vælger matematik på A-niveau, er også ofte mere ordentlige". Men der er kun én elev der specifikt nævner fravalget af en "slagger-studieretning".

Særligt klasser med matematik A og/eller naturvidenskab som studieretningsfag betoner muligheder for videregående uddannelse. Bioteknologi-klassen skiller sig markant ud ved at næsten alle elever peger på netop kombinationen af fremtidsudsigter og (fag)interesse som begrundelse for studieretningsvalget.

For de internationale klasser har rejserne en fremtrædende plads som begrundelse. Fx angiver næsten 8 ud af 10 elever på den internationale naturvidenskabelige studieretning studieopholdet i USA som en væsentlig begrundelse for studieretningsvalget. Dette er i overensstemmelse med at en stor andel af disse elever ikke har en ikke-international variant af studieretningen med matematik, fysik og kemi som andenprioritet.

Kategorien "Andet" i tabel 1 dækker fx over begrundelser vedrørende udsigten til at få bestemte lærere, at visse fag indeholder mange praktiske aktiviteter, og at der er mange valgfagsmuligheder på den givne studieretning. Særligt de sproglige elever fremhæver valgfagsmulighederne, mens biologi-kemi-eleverne i særlig grad betoner de praktiske elementer.

Forholdsvis få elever peger på egne faglige spidskompetencer som en væsentlig begrundelse for studieretningsvalget. Mere om relationen mellem faglige kompetencer og studieretningsvalget i næste afsnit.

Generelt dominerer positive tilkendegivelser relateret til den tilvalgte studieretning. Den største andel af fravalgstrykninger findes hos de sproglige elever hvor 22 % betoner vigtigheden af ikke at få for meget matematik (14 %) eller naturvidenskab (8 %). Der er 17 % af eleverne i samfundsfag A-matematik A-klasserne som tilkendegiver at de ikke ønsker for meget naturvidenskab. Samfundsfagselevernes begrundelser afspejler sandsynligvis – jf. svarfordelingen i tabel 1 – at en del af eleverne har tilvalgt matematik A på baggrund af en faglig interesse og/eller for at kvalificere sig til videregående uddannelse og derpå har haft oplevelsen af at skulle vælge mellem en samfundsfaglig studieretning og en naturvidenskabelig studieretning.

Særligt om matematik

Relativt få elever anfører som svar på det åbne spørgsmål om baggrunden for studieretningsvalget at det har været en vigtig begrundelse for valget at undgå matematik på et højt niveau. De sproglige med matematik C ligger højest med 14 %, mens det

kun er 4 % af samfundsfag A-engelsk A-eleverne der specifikt begrundet med fravalg af matematik (medmindre matematik indgår når de skriver naturfag).

I forbindelse med grundforløbsevalueringen blev eleverne, efter at de var blevet bedt om at angive de tre-fire væsentlige begrundelser for deres studieretningsvalg, spurgt specifikt til betydningen af matematik:

“Nogle studieretninger har indbygget matematik A, andre matematik B, og nogle matematik C. Hvilken betydning har matematik-niveauet (A, B eller C) i studieretningerne haft for dit valg af den studieretning som du valgte som din førsteprioritet?”

Svarfordelingen for dette spørgsmål fremgår af tabel 2 og figur 1.

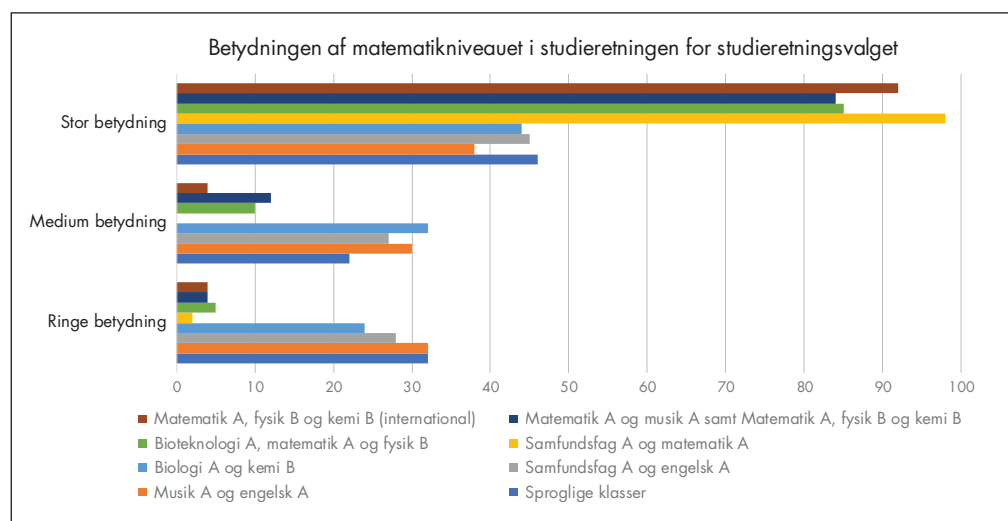
Tabel 2. Nogle studieretninger har indbygget matematik A, andre matematik B, og nogle matematik C. Hvilken betydning har matematik-niveauet (A, B eller C) i studieretningerne haft for dit valg af den studieretning som du valgte som din førsteprioritet?

	Sproglige (N = 49)	Musik A og eng. A (N = 38)	Samf. A og eng. A (N = 125)	Samf. A og mat. A (N = 51)	Biologi A og kemi B (N = 105)	Biotek. A, mat. A og fysik B (N = 19)	Musik A og mat. A samt mat. A, fysik B og kemi B (N = 25)	Mat. A, fysik B og kemi B (N = 26)
1 – slet ingen betydning	6 %	14 %	12 %	0 %	8 %	5 %	4 %	4 %
2	26 %	19 %	16 %	2 %	16 %	0 %	0 %	0 %
3	22 %	30 %	27 %	0 %	32 %	10 %	12 %	4 %
4	32 %	27 %	31 %	23 %	33 %	30 %	36 %	38 %
5 – meget stor betydning	14 %	11 %	14 %	75 %	11 %	55 %	48 %	54 %

Svarene viser at eleverne på studieretninger med matematik på A-niveau tillægger matematikniveauet størst betydning, idet omkring 90 % af eleverne tillægger det stor betydning. Dvs. at matematikniveauet har størst betydning blandt elever der foretager et positivt tilvalg af matematik på det højeste mulige niveau.

Selvom relativt få elever på studieretninger med matematik C eller matematik B som svar på det åbne spørgsmål om begrundelser for studieretningsvalget selv umiddelbart fremhæver matematikniveauet som betydningsfuldt for studieretningsvalget, viser det specifikke spørgsmål om matematikkens betydning at matematikniveauet

i studieretningerne spiller en betydelig rolle. Fx tillægger 44 % af eleverne i biologi A-kemi B-klasserne matematikniveauet stor eller meget stor betydning. Dette er ikke overraskende idet der internationalt er en veldokumenteret sammenhæng mellem hvordan unge mennesker oplever og lærer matematik, og deres tilbøjelighed til at vælge en uddannelse inden for STEM-området (Blotnicky, 2018; Kaleva, 2019).



Figur 2. Nogle studieretninger har indbygget matematik A, andre matematik B, og nogle matematik C. Hvilken betydning har matematik-niveauet (A, B eller C) i studieretningerne haft for dit valg af den studieretning som du valgte som din førsteprioritet? Kategorierne "Ringende betydning" og "Stor betydning" i figuren fremkommer ved at summere henholdsvis række 1 og 2 og række 4 og 5 i tabel 2.

Betydningen af matematik for valget af studieretning kommer ligeledes til udtryk gennem en sammenhæng mellem elevernes matematikkompetencer og matematik-niveauet tilknyttet studieretningerne. Sidst i grundforløbet gennemfører alle elever i overensstemmelse med læreplanen for matematik en screeningstest. På Silkeborg Gymnasium anvendtes samme screeningstest for samtlige 18

grundforløbsklasser, og øverste række i tabel 3 viser gennemsnitsscoren for elever i forskellige typer af studieretningsklasser. Desuden fremgår gennemsnitskaraktererne i matematik fra folkeskolens afgangsprøve, henholdsvis uden og med hjælpemidler, af tabel 3. Tallene i tabellen viser at der er en klar sammenhæng mellem elevkompetencer udtrykt ved forskellige testscoregennemsnit i matematik og valget af en studieretning med matematik på henholdsvis A-, B- og C-niveau. Altså således at de elever der har klaret sig bedst ved forskellige prøver, i højere grad vælger matematik på et højere niveau. Det fremgår også at blandt eleverne på studieretninger med matematik på B-niveau (samfundsfag A og engelsk A; musik A og engelsk A samt biologi

A og kemi B) har eleverne på den naturvidenskabelige studieretning gennemsnitligt klaret sig bedst ved matematikprøverne.

Tabel 3. *Prøveresultater i matematik for elever på forskellige studieretninger. De sproglige studieretninger inkluderer matematik på C-niveau. Studieretningerne med musik A og engelsk A og med samfundsfag A og engelsk A inkluderer matematik på B-niveau.*

	Sprog-lige (N = 49)	Musik A og eng. A (N = 38)	Samf. A og eng. A (N = 125)	Samf. A og mat. A (N = 51)	Biologi A og kemi B (N = 105)	Biotek. A, mat. A og fysik B (N = 19)	Musik A og mat. A samt mat. A, fysik B og kemi B (N = 25)	Mat. A, fysik B og kemi B (N = 26)
Gennemsnit i matema- tikscreening (maks. 50 point)	29,2	30,4	31,7	40,8	34,3	36,0	hhv. 40,2 og 44,2	39,4
Gennemsnitskarakter ved folkeskolens af- gangs-prøve i matema- tik <i>uden</i> hjælpemidler	7,4	8,3	8,0	10,3	8,8	9,3	10,2	10,4
Gennemsnitskarakter ved folkeskolens af- gangs-prøve i matema- tik <i>med</i> hjælpemidler	7,5	8,1	8,5	10,6	9,3	9,9	10,5	10,4

Valg af studieretning sammenlignet med forventning

I grundforløbsevalueringen bliver eleverne spurgt om de forud for gymnasiet havde en “klar forestilling” om en specifik studieretning som de ville vælge. Derpå spørges der til det faktiske valg i forhold til denne forestilling. I 2023 var der 308 elever der på forhånd havde en klar forestilling om studieretningsvalget, og som besvarer spørgsmålet “Valgte du den studieretning som du forud for gymnasiet havde forestillet dig at du ville vælge?”

Samlet tilkendegiver 43 % af eleverne at de faktisk valgte en anden studieretning end de havde forestillet sig. Mere præcist valgte 18 % “en studieretning der ligner” den de havde forestillet sig at vælge, mens 25 % valgte “en helt anden studieretning”.

Der er 92 elever i de helt naturvidenskabelige klasser (dvs. uden matematik-fysik-kemi-eleverne i den blandede klasse hvor der også er musik-matematik-elever) som før starten på gymnasiet havde en klar forestilling om et påtænkt studieretningsvalg. For dem gælder at 58 % har skiftet studieretning i forhold til forestillingen forud for gymnasiestarten, og 42 % har valgt “en helt anden studieretning”. Tabel 4 viser svar-

fordelingen for forskellige studieretningsklasser. Det er klart elever i samfundsfags- og musikklasser der var mest tilbøjelige til at fastholde den studieretning som de havde forestillet sig at vælge. Den lave andel (9 %) af eleverne på de samfundsvidenskabelige studieretninger der svarer at de valgte “en helt anden studieretning” end forventet, indikerer at der på grundforløbet ikke flytttes mange elever fra fx naturvidenskabelige til samfundsvidenskabelige studieretninger. Særligt elever i sproglige klasser og i biologi-kemi-klasser tilkendegiver at have valgt “en helt anden studieretning” end de havde forestillet sig. Samlet indikeres at der gennem grundforløbet rekrutteres elever til de sproglige og de naturvidenskabelige studieretninger – og særligt blandt sidstnævnte til studieretningen med biologi A og kemi B. I perioden 2005-2016, hvor eleverne ved optagelse til gymnasiet kom med en forhåndstilkendegivelse om studieretningsvalg, var valgmønsteret på Silkeborg Gymnasium således at de sproglige studieretninger mistede elever under grundforløbet, mens der blev rekrutteret elever til naturvidenskab.

Tabel 4. Om valgt studieretning i forhold til forestilling før gymnasiet.

Valgte du den studieretning som du forud for gymnasiet havde forestillet dig at du ville vælge?	Sproglige (N = 38)	Musik A og eng. A (N = 27)	Samf. A og eng. A (N = 96)	Samf. A og mat. A (N = 41)	Biologi A og kemi B (N = 65)	Biotek. A, mat. A og fysik B (N = 10)	Musik A og mat. A samt mat. A, fysik B og kemi B (N = 14)	Mat. A, fysik B og kemi B (N = 17)
Ja	39 %	81 %	64 %	71 %	42 %	50 %	64 %	35 %
Nej, jeg valgte en helt anden studieretning	45 %	15 %	10 %	7 %	46 %	30 %	36 %	35 %
Nej, men jeg valgte en studieretning der ligner	16 %	4 %	26 %	22 %	12 %	20 %	0 %	29 %

Valg af studieretning i lyset af naturvidenskabeligt grundforløb

Det er i forlængelse af ovenstående oplagt at påpege at naturvidenskabeligt grundforløb (NV) har potentiale til at påvirke elevernes valg af studieretning. Det bekræftes af tallene i tabel 5 der viser fordelingen af elevernes svar på spørgsmålet: “På hvilken måde har undervisningen i NV påvirket din interesse for naturvidenskab?”

Mens 56 % af den samlede elevgruppe har fået påvirket deres interesse for naturvidenskab “i positiv retning” eller “meget i positiv retning”, så gælder det for de helt

naturvidenskabelige klasser for henholdsvis 77 % (de fem biologi-kemi-klasser), 90 % (bioteknologi-klassen) og 80 % (matematik-fysik-kemi-klassen).

Tabel 5. På hvilken måde har undervisningen i NV påvirket din interesse for naturvidenskab?

	Alle elever (N=438)	Sprog-lige (N=49)	Musik A og eng. A (N=38)	Samf. A og eng. A (N=125)	Samf. A og mat. A (N=51)	Biologi A og kemi B (N=105)	Biotek. A, mat. A og fysik B (N=19)	Musik A og mat. A samt mat. A, fysik B og kemi B (N=25)	Mat. A, fysik B og kemi B (N=26)
Meget i negativ retning	3 %	8 %	5 %	5 %	2 %	1 %	0 %	0 %	0 %
I negativ retning	10 %	22 %	24 %	12 %	8 %	1 %	11 %	4 %	0 %
Uændret	31 %	43 %	45 %	34 %	31 %	21 %	0 %	48 %	19 %
I positiv retning	44 %	14 %	24 %	42 %	57 %	56 %	58 %	28 %	65 %
Meget i positiv retning	12 %	12 %	3 %	6 %	2 %	21 %	32 %	20 %	15 %

Sammenfatning og perspektivering

Generelt betoner eleverne positive forhold ved fag, sociale forhold, studierejser, fremtidsmuligheder mv. når de umiddelbart skal begrunde studieretningsvalget. Mht. vægtningen af de sociale forhold og venner adskiller de naturvidenskabelige studieretninger sig ikke som helhed fra de øvrige. Men undersøgelsen på Silkeborg Gymnasium indikerer ret klart at i forhold til valg eller fravalg af de naturvidenskabelige studieretninger har elevernes matematikkompetencer betydning. Og for en del af de elever der faktisk vælger en naturvidenskabelig studieretning, lader det også til at matematik indtager en væsentlig rolle når der skal vælges mellem studieretningen med biologi A og kemi B og de øvrige naturvidenskabelige studieretninger der alle rummer matematik på A-niveau.

Det er ligeledes tydeligt at gymnasiets grundforløb for en betydelig andel af eleverne kan gøre en forskel i forhold til valg af studieretning. Undersøgelsen indikerer således at der gennem naturvidenskabeligt grundforløb reelt kan rekrutteres elever der ellers havde forestillet sig at vælge en samfundsvidenskabelig studieretning, til de naturvidenskabelige studieretninger. Dette forhold bør medtænkes når man diskute-

rer om grundforløbet i gymnasiet skal opretholdes i sin nuværende form, og hvordan gymnasieforløbet og overgangen fra grundskolen alternativt skal struktureres.

Ovenstående er baseret på en lille og lokal undersøgelse på ét gymnasium. Hvis man skal have et dækkende og mere præcist billede af hvorfor eleverne vælger eller fravælger de naturvidenskabelige studieretninger, og hvordan der eventuelt kan rekrutteres flere elever til de naturvidenskabelige studieretninger hvor matematik indgår på A-niveau, så kræver det nærmere undersøgelser – både ved at inddrage flere gymnasier og ved at bruge mere dybdegående metoder.

Referencer

- Blotnicky K.A., Frantz-Odendaal, T., French, F. & Joy, P. (2018). A Study of the Correlation Between STEM Career Knowledge, Mathematics Self-Efficacy, Career Interests, and Career Activities on the Likelihood of Pursuing a STEM Career among Middle School Students. *International Journal of STEM Education*, 5, artikel 22. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0118-3>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2024). *Studenternes studieretninger og projekter*. <https://uddannelsesstatistik.dk/Pages/Reports/2038.aspx> (data fra den 10. januar 2024).
- Kaleva, S., Pursiainen, J., Hakola, M., Rusanen, J. & Muukkonen, H. (2019). Students' Reasons for STEM Choices and the Relationship of Mathematics Choice to University Admission. *International Journal of STEM Education*, 6, artikel 43. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0196-x>
- Rønne, M. Status for naturvidenskab og matematik i gymnasiet. *LMFK-bladet*, 2023(4), s. 7-9.

English abstract

Through recent years the proportion of students graduating from the general academic Upper Secondary education STX having followed a natural science specialized study programme including mathematics at the highest level, i.e. A-level, has decreased and the proportion of students graduating from a biology A-chemistry B-programme including mathematics at B-level has increased. A survey based on a questionnaire has been carried out to investigate the question: How do students justify the selection of specialized study programme? The analysis clearly indicates the importance of mathematics and a general science subject in the beginning of the education and demonstrates the possibility of recruiting students to science during the basic programme of the STX education.



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.

Science i dagtilbud: Pædagoger er ikke naturfagslærere



Liv Kondrup Hardahl,
Professionshøjskolen
Absalon



Annika Foxby,
Professionshøjskolen
Absalon

Kommentar til Mie Christiansen, Dorte Stokholm, Camilla Bech Blomgreen & Niels Ejbye-Ernsts: "Børns perspektiver på science – en undersøgelse af hvordan børn oplever science i det pædagogiske arbejde i daginstitutioner", MONA, 2024(1).

I artiklen "Børns perspektiver på science – en undersøgelse af hvordan børn oplever science i det pædagogiske arbejde i daginstitutioner" præsenterer Christiansen et al. (2024) ny forskning om børns perspektiver på science i det pædagogiske arbejde. På baggrund af 100 børneinterviews finder forfatterne bl.a. at børn primært møder voksenstyrede science-aktiviteter i dagtilbud, og at dette begrænser deres muligheder for medbestemmelse.

Med sine fund og refleksioner inviterer artiklen til diskussion om ambitionsniveauet i dagtilbuddet. Sat på spidsen inviteres vi til at spørge: Hvilke sciencepædagogiske tilgange er mest hensigtsmæssige i dagtilbud, og hvilke kompetencer skal pædagogerne være i besiddelse af? Dette i lyset af at pædagogerne beskriver en langt større sikkerhed i det øvrige arbejde med natur og udeliv, hvor børnene har større mulighed for at deltage kropsligt og følge med erkendelsesmæssigt (Christiansen et al., 2024), og hvor pædagogerne (måske) mere naturligt falder ind i en udvekslingstone (Palludan, 2005, 2007).

Når vi har valgt at kommentere artiklen, er det ikke fordi vi er uenige i forfatterens behov for at sætte spørgsmålstejn ved ambitionsniveauet i dagtilbud når det kommer til science. Arbejdet med science i dagtilbud har p.t. trange kår (EVA, 2020), og det gøres ikke lettere af at pædagoger kun får begrænsede erfaringer med science under deres uddannelse (Ahrenkiel & Petersen, 2022) og derfor i høj grad må trække på de forståelser af og erfaringer med undervisning i sciencefagene de har fra ungdomsuddannelserne – en kontekst hvor de skulle måles på viden og ikke deres evne til at formidle og omsætte feltet for børn. Men i respekt for pædagogernes udgangspunkt og præmisser kunne det give mening i stedet at rette fokus mod hvordan pædagogerne, gennem særlige tilgange og teknikker, kan udfolde en hensigtsmæssig sciencepæda-

gogisk praksis med udgangspunkt i børnenes verdensbilleder, forståelsesuniverser, initiativer og ejerskab.

Samtalen som vej fremad

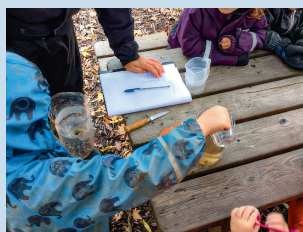
Vores erfaringer fra projektet *Naturlig science i dagtilbud* (Hardahl et al., 2023) peger på at den filosofiske samtale (Grundtvig, 2013) og de produktive spørgsmål (Astra.dk, u.å.; Ejbye-Ernst, 2019; Elstgeest, 2014) kan være en vej væk fra science som noget de voksne bestemmer. I projektet arbejdede vi med tre dagtilbud som alle var kendetegnet ved en tydelig naturpædagogisk profil, men som alle oplevede udfordringer med at gøre science til en integreret og naturlig del af hverdagen. Science blev i høj grad associeret med den klassiske forestilling om hvide kitler og bunsenbrændere og lå derfor langt væk fra de praksisser og relationer der var vigtige for pædagogerne, og som karakteriserede hverdagen. Valget af metode har derfor taget afsæt i et ønske om, sammen med pædagogerne, at finde veje ind i science hvor de ikke skulle indtage en rolle som eksperter. En rolle der med henvisning til Nilsson (2015) bremser det pædagogiske personale i at tage ejerskab over science.

Netop den filosofiske samtale og de produktive spørgsmål har den kvalitet at de fordrer en position væk fra ekspertrollen. Når man møder barnet med en pædagogisk tilgang præget af den filosofiske samtale – en tilgang hvor man beskæftiger sig med nysgerrighed, refleksion, fordybelse og tænkning – samt tager afsæt i de produktive spørgsmål der lægger op til handling og understøtter en undersøgelsesbaseret tilgang, forsvinder ekspertrollen. I stedet opstår der nye samspilsmuligheder hvor pædagogen frem for at anvende en undervisningstone kan anvende en udviklingstone. Her positioneres børnene som ligeværdige samtalepartnere, og ligestillingen i samtalerne giver børnene magt og demokratiserer samspillet (Foxby et al., 2023; Hardahl et al., 2023).

Et styrket børnesyn

I projektet *Naturlig science i dagtilbud* har en sidegevinst ved at arbejde med den filosofiske samtale og de produktive spørgsmål vist sig i tilsynsrapporterne gennem et styrket arbejde med børnesyn og børneperspektiver, herunder også medbestemmelse (Foxby et al., 2023; Hardahl et al., 2023). I projektet ser vi således hvordan børns spontant opståede spørgsmål giver anledning til fælles undersøgelser og projekter, og at science-aktiviteterne dermed planlægges ud fra netop de anbefalinger Christiansen og kolleger (2024) peger på, herunder “en identifikation af børns idéer, undren og spørgsmål” (s. 34), at “børnene er med til at planlægge og forudsige resultaterne af en undersøgelse” (s. 34), samt at “Pædagogen må lade barnet dirigere undersøgelsen” (s. 34). Et eksempel fra projektet ses herunder:

“Hvordan måler man regnen?”



“Man kan måle regnvejret,” sagde et af børnene, og pædagogen greb barnets interesse og svarede “Det er rigtigt – hvordan kan vi gøre det?” Spørgsmålet gav anledning til en fælles opmærksomhed da barnet svarede “Vi kan se det i et glas i haven, det gør vi derhjemme”, hvilket blev startskuddet til Projekt Regnmålere. Børnene fandt plastflasker og gaffatape frem og skulle derefter finde ud af hvor regnmålerne skulle placeres. Nogle børn stillede deres regnmåler ude i det åbne, andre i læ af træerne, og et enkelt barn valgte bålhytten samtidig med at han spurgte om han måtte stille den dér. “Det må du gerne, men hvad sker der med vandet når det regner på taget af hytten?” spurgte pædagogen. Barnet responderede: “Ååh, det kan ikke komme ned i min regnmåler – jeg må finde et andet sted, måske udenfor?” Efterfølgende undersøgte de i fællesskab hvor meget regnvand der var kommet i de enkelte regnmålere, og talte om hvorfor der var forskel på hvor regnmålerne havde stået.

I ovenstående eksempel tegner der sig et billede af sciencepædagogik som en forholdemåde hvor pædagogen og børnene skiftevis tager initiativet. Sciencepædagogik set i dette lys kræver ikke en særlig naturvidenskabelig viden hos pædagogerne, men derimod lyst til og mod på at gå på opdagelse i naturen og naturfænomenerne med børnene, hvor pædagogerne ikke på forhånd ved om det vil lykkes eller ej. Det vigtige er et stærkt fokus på processen frem for målet. Processen kommer helt naturligt i fokus når pædagogen dvæler ved det der sker i samspillet, og forfølger børnenes egne spørgsmål og nysgerrighed. Pædagogens rolle bliver hermed at skabe rammer der opfordrer og inspirerer børnene til at undersøge de omkringliggende fænomener som de bliver optaget af i hverdagen, og opmuntre til disse undersøgelser.

Pædagogisk science i hverdagen

Projektet *Naturlig science i dagtilbud* er nu afsluttet, og det er blevet tydeligt at man ikke behøver at fokusere på pædagogers manglende naturvidenskabelige viden som en barriere. Derimod kan tilgangen med den filosofiske samtale og de produktive

spørgsmål være en mere farbar vej ind i pædagogers sciencepædagogiske praksis, hvor dette kritikpunkt bliver irrelevant, og pædagogerne i stedet kan få "selvtillid, handlekompetence og mod" (Christiansen et al., 2024, s. 29) til at arbejde med science i hverdagen. Herved kan pædagoger i højere grad favne og tage ejerskab over det at udøve en sciencepraksis hvor børnene i et ligeværdigt og aktivt samspil med de voksne kan "nærme sig naturvidenskabelige forståelser og begrunde og forklare egne idéer og forståelser" (Christiansen et al., 2024, s. 29) og derved erobre en "tidligt gryende forståelse for sammenhænge, processer og de store lovmæssigheder i naturen" (Christiansen et al., 2024, s. 29).

I denne optik bliver det mere retvisende at tale om *pædagogisk science* frem for sciencepædagogik, hvilket vil sige at science bliver brugt som indgang til at arbejde med børneperspektiver, medbestemmelse, sprog, nærvær og relationer mv. Det er med andre ord ikke tilegnelse af naturvidenskabelige begreber og viden der er det primære fokus, men gennem oplevelser og erfaringer med anerkendende voksne der i et demokratisk samspil støtter dem i deres nysgerrighed og eksperimenter, styrkes børnene i deres sciencedannelse og på sigt i at tilegne sig viden om den naturlige verden og naturfænomener.

Referencer

- Ahrenkiel, L. & Petersen, M.R. (2022). Hvilke muligheder er der for at arbejde med science på pædagoguddannelsen? *MONA*, 2022(2), 44-57. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/132757/177877>
- Astra.dk. (u.å.). *Produktive spørgsmål på cue cards*.
- Christiansen, M., Stokholm, D., Blomgreen, C.B. & Ejbye-Ernst, N. (2024). Børns perspektiver på science – en undersøgelse af hvordan børn oplever science i det pædagogiske arbejde i daginstitutioner. *MONA*, 2024(1), 27-45.
- Ejbye-Ernst, N. (2019). *Natur, udeliv og science – et nyt læreplanstema*. Hans Reitzels Forlag.
- Elstgeest, J. (2014). Lærerens spørgsmål til eleverne. I: S. Tougaard & L.H. Kofod (red.), *Metoder i naturfag – en antologi* (s. 95-106). Experimentarium.
- EVA. (2020). *Læringsmiljøkvalitet – national undersøgelse*. Danmarks Evalueringsinstitut.
- Foxby, A., Jensen, R.K. & Hardahl, L.K. (2023). Sciencepædagogik – en vej til mere medbestemmelse. *0-14*, 33(4), 56-59. <https://www.ucviden.dk/da/publications/sciencep%C3%A6dagogik-en-vej-til-mere-medbestemmelse-hvordan-kan-scienc>
- Grundtvig, L. (2013). Ny viden: Styrk børns evne til at undre sig. *Børn og Unge*, 44(7), 28-31. <https://bupl.dk/boern-unge/find-artikler/ny-viden-styrk-boerns-evne-til-undre-sig>
- Hardahl, L.K., Foxby, A. & Jensen, R.K. (2023). *Naturlig science i dagtilbud – på vej mod en pædagogisk sciencepraksis*. Professionshøjskolen Absalon, Center for Pædagogik.

- Nilsson, P. (2015). Catching the Moments: Coteaching to Stimulate Science in the Preschool Context. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 43(4), 296-308. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2015.1060292>
- Palludan, C. (2005). *Børnehaven gør en forskel*. Aarhus Universitetsforlag.
- Palludan, C. (2007). Two Tones: The Core of Inequality in Kindergarten? *International Journal of Early Childhood*, 39(1), 75-91. <https://doi.org/10.1007/BF03165949>



Byg videre på din læreruddannelse

BLIV EKSPERT I STEM-UNDERVISNING

Kandidatuddannelsen i STEM-undervisning (Science, Technology, Engineering & Mathematics) gør dig i stand til at bringe den nyeste naturvidenskabelige forskning i øjenhøjde med børn og unge.

Du kan tage uddannelsen uanset hvor i landet du bor. Uddannelsen er gratis, SU-berettiget og kan læses både som kandidat og erhvervskandidat.

Find mere information på studier.ku.dk/stem.

Er du uddannet lærer?

Tag uddannelsen som en erhvervskandidat og få fornyet din faglighed og din undervisning fra dag et. Som erhvervskandidat kan du undervise ved siden af uddannelsen og afprøve dine nye værktøjer med det samme. Du har et kursus per semester i fire år.

Er du lærerstuderende?

Byg videre på din professionsbachelor og giv dig selv flere karrieremuligheder. Hvis du læser kandidaten på fuld tid over to år, har du to kurser per semester.

”

Kandidaten har givet mig en helt anden åben tilgang til fagene. Jeg har lært at se ting på andre måder og prøve nye ting af.

- Simon, færdiguddannet i 2022

”

Det har givet mig venskaber og netværk på tværs af landet, og det kan jeg helt sikkert bruge.

- Anja, færdiguddannet i 2022

”

Jeg har fået rigtig meget med mig, som jeg kan bruge i praksis og som beriger min professionelle hverdag.

- Pia, færdiguddannet i 2022





Vil du udvikle din undervisning?

TAG KURSUS I SCIENCEUNDERVISNING

Kursus efteråret 2024: Evaluering og feedback

Kom i dybden med evalueringsfeltet i teori og praksis. På dette kursus kommer du til at arbejde med at designe og afprøve forskellige formater til formativ og summativ evaluering, som har rod i moderne naturfagsdidaktisk forskning.

Vi kommer både omkring evaluering af elevers læring samt evaluering af din og andres undervisning. Vi tager udgangspunkt i deltagernes forudsætninger og ønsker, og vores ambition er, at de opgaver du skal lave i løbet af kurset, bliver relevante for din undervisningspraksis.

Pris: 10.000 kr.

Tilmeldingsfrist: 1. juli 2024

Har du spørgsmål til uddannelsen?
Kontakt Christine Holm på
cholm@ind.ku.dk eller på tlf. 35320537

Læs mere på www.ind.ku.dk/misu

Master i scienceundervisning

Vores kurser kan læses hver for sig eller indgå i et samlet masterforløb. Uanset hvordan du vil efteruddanne dig, får du nye vinkler på din undervisning og bliver samtidig til en del af et inspirerende netværk af engagerede medstuderende og undervisere.

Kurserne er målrettet undervisere i naturvidenskabelige fag på gymnasialt niveau eller tilsvarende og designet til at gøre erfarne undervisere endnu bedre.

Der udbydes 1 eller 2 kurser hvert semester, og der er undervisning ca. hver anden mandag.

Prisen er 20.000 kr. for et semester eller 110.000 kr. for hele uddannelsen.

Har du en ide til en artikel i MONA?

Tag med på MONAs Skriveworkshop for forfattere. Du får tre timers kickoff og individuel sparring på dine artikeludkast de næste tre måneder.

To erfarne kapaciteter inden for artikel-, opgave- og lærebogsskrivning, Lotte Rienecker og Peter Stray Jørgensen, guider dig igennem fra artikelidé til aflevering til MONA. Få redskaber til strukturering af artiklen, og få feedback på udkast - alt sammen skræddersyet til MONA's profil for udgivne artikler.

Workshop og feedback forudsætter blot at du har en idé - eller et halvt manuskript - til en artikel som du gerne vil i gang med, eller vil have afsluttet, til netop MONA.

Efter workshoppen er der mulighed for i tre måneder at få individuel feedback og vejledning på dine artikeludkast.



Tilmeld dig på
ind.ku.dk/mona/skriveworkshop

Det er gratis at deltage, men du betaler selv transport.

Skriveworkshoppen er gjort mulig via en bevilling fra Novo Nordisk Fonden til MONAs arbejde med kvalitetsudvikling.

22. oktober 2024

13:30-16:30

VIA, Campus Ceres

Ceresbyen 24, 8000 Aarhus.



INDsigt



Kom med til seminar i naturfagsdidaktik

INDsigt er en offentlig seminarrække fra Institut for Naturfagenes Didaktik.

Der afholdes 4 seminarer pr. semester med fokus på hhv. grundskole, gymnasiale uddannelser, universitet og uformelle læringsmiljøer.

Se mere her for program og tilmelding



MONA

Den nyeste viden om matematik- og naturfagsdidaktik findes også online.

Læs de seneste artikler og gå på opdagelse i arkivet på tidsskrift.dk/mona.

