

Med blikket mot naturfag

Trude Nilsen og Hege Kaarstein (red.)

Med blikket mot naturfag

Nye analyser av TIMSS 2019-data og trender 2015–2019

Universitetsforlaget

Redaksjonelt arbeid, utvalg og introduksjon © Trude Nilsen og Hege Kaarstein 2021.

Hvert enkelt kapittel © den respektive forfatter 2021.

Boken ble første gang utgitt i 2021 på Universitetsforlaget.

Materialet i denne publikasjonen omfattes av åndsverksloven og er utgitt med åpen tilgang under Creative Commons-lisensen CC BY 4.0.

Denne lisensen gir tillatelse til å kopiere, distribuere eller spre materialet i hvilket som helst medium eller format, og til å mikse, endre eller bygge videre på materialet til et hvilket som helst formål, inkludert kommersielle. Disse frihetene gis med følgende forbehold: Du må oppgi korrekt kreditering, oppgi en lenke til lisensen, og indikere om endringer er blitt gjort. Du kan gjøre dette på enhver rimelig måte, men uten at det kan forstås slik at lisensgiver bifaller deg eller din bruk av materialet. Du kan ikke gjøre bruk av juridiske betingelser eller teknologiske tiltak som lovmessig hindrer andre i å gjøre noe som lisensen tillater.

NB: Lisensen gir deg ikke nødvendigvis alle de tillatelser som er nødvendig for din tiltenkte bruk. For eksempel kan andre rettigheter, som reklame-, personvern- eller ideelle rettigheter, sette begrensninger på hvordan du kan bruke materialet.

Den komplette lisensteksten kan leses på <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legal-code.no>.

TIMSS 2019 er finansiert og utført på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.

ISBN trykt utgave: 978-82-15-04509-2

ISBN elektronisk utgave: 978-82-15-04510-8

DOI: 10.18261/9788215045108-2021

Henvendelser om denne utgivelsen kan rettes til:
post@universitetsforlaget.no

www.universitetsforlaget.no

Omslag: Universitetsforlaget
Sats: Tekstflyt AS

Innhold

Forord	8
1. Introduksjon	9
<i>Hege Kaarstein og Trude Nilsen</i>	
1.1 Bakteppe: Realfagssatsingen i Norge	9
1.2 Om TIMSS	10
1.3 Kort oppsummering av hovedfunn i kortrapporten for TIMSS 2019 ..	11
1.4 Hvorfor søkelys på naturfag på 9. trinn i denne antologien?	13
1.5 Strukturen i antologien	15
Referanser	17
 Del 1 Naturfag i TIMSS 2019	
2. Elevenes muligheter til å lære	23
<i>Trude Nilsen og Hege Kaarstein</i>	
2.1 Innledning	23
2.2 Teoretisk bakgrunn	25
2.3 Metode	30
2.4 Resultater	32
2.5 Diskusjon	37
Referanser	43
3. Gir utforskende arbeidsmåter i naturfag bedre læringsutbytte?	46
<i>Nani Teig, Ole Kristian Bergem, Trude Nilsen og Bas Senden</i>	
3.1 Innledning	46
3.2 Utforskende arbeidsmåter	48
3.3 Metode	55
3.4 Resultater	59
3.5 Diskusjon	63
Referanser	68
4. TIMSS 2019: Hverdagsspråk og naturfaglig diskurs i elevenes svar på åpne oppgaver	73
<i>Anne-Catherine W.G. Lehre, Tove Stjern Frønes og Hege Kaarstein</i>	
4.1 Naturfaglig diskurs og hverdagsspråk	74
4.2 Språk og vitenskapelig resonnering i naturfag	76
4.3 Naturfaglig diskurs: Generell og fagspesifikk språkferdighet	78
4.4 Metode	80
4.5 Resultater	87
4.6 Diskusjon	92

4.7 Avsluttende kommentar	96
Referanser	97
Vedlegg 4.1 Vurderingsveiledning («Virveldyr» og «Hager på tak»)	101
5. Norske 9.-trinnselevers motivasjon for naturfag og matematikk – en latent profilanalyse av TIMSS 2019	103
<i>Jelena Radišić og Fredrik Jensen</i>	
5.1 Innledning	104
5.2 Bakgrunn	105
5.3 Metode	113
5.4 Resultater	118
5.5 Diskusjon	125
5.6 Begrensninger og videre forskning	129
5.7 Implikasjoner og konklusjoner	130
Referanser	131
Vedlegg 5.1 Oversikt over forskjellene mellom elevprofiler i forhold til prestasjoner i naturfag og matematikk, SØS, kjønn og innvandrerbakgrunn	138
Vedlegg 5.2 Oversikt over forskjellene mellom elevprofiler mht. skole og læringsmiljø	139
Del 2 Fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019	
6. Skolemiljø, motivasjon og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019	143
<i>Trude Nilsen og Hege Kaarstein</i>	
6.1 Innledning	144
6.2 Teoretisk bakgrunn. Skolemiljø og motivasjon	145
6.3 Metode	150
6.4 Resultater	154
6.5 Diskusjon	157
Referanser	160
7. Språk i hjemmet og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019	165
<i>Anne-Catherine W.G. Lehre og Trude Nilsen</i>	
7.1 Innledning	166
7.2 Viktigheten av språkkunnskaper	167
7.3 Metode	170
7.4 Resultater	172
7.5 Diskusjon	174
Referanser	179

8. Lærerkompetanse, undervisningskvalitet og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019	183
<i>Hege Kaarstein og Trude Nilsen</i>	
8.1 Introduksjon	184
8.2 Teoretisk bakgrunn	186
8.3 Metode	189
8.4 Resultater	194
8.5 Diskusjon	195
Referanser	200
9. Et kritisk og konstruktivt blikk på naturfaget i norsk skole	207
<i>Førsteforfattere: Trude Nilsen og Merethe Frøyland</i>	
<i>Medforfattere: Ellen Karoline Henriksen, Stein Dankert Kolstø, Doris Jorde, Majken Korsager, Erik Knain, Marianne Ødegaard, Nani Teig, Fredrik Jensen, Marit Kjærnsli, Berit Bungum, Marianne Løken, Matthias Gregor Stadler</i>	
9.1 Introduksjon og kort sammendrag av kapitlene	208
9.2 Naturfagets egenart, verdi og relevans	210
9.3 Systemnivå og politikk	219
9.4 Læreres kompetanse og undervisning i naturfag	228
9.5 Elevers kompetanse og motivasjon i naturfag	245
9.6 Konklusjon – veien videre	250
Referanser	252
Forfatteromtaler	261

Forord

Denne vitenskapelige antologien handler om naturfag på 9. trinn og er den andre norske publikasjonen fra prosjektgruppens side i etterkant av TIMSS 2019-undersøkelsen. Den første publikasjonen var rapporten som ble offentliggjort i desember 2020, hvor målet var å gi en kort oversikt over resultatene fra undersøkelsen i en mer beskrivende form.

I motsetning til matematikk har elevenes naturfagprestasjoner på 9. trinn over tid ligget under for eksempel de andre nordiske landene. Kortrapporten viste i tillegg at de norske prestasjonene også hadde en stor nedgang fra 2015 til 2019, hvilket samstemmer med PISA-resultatene. Antologien går derfor dypere inn i disse resultatene om naturfag ved å undersøke hva som er viktig for elevenes læringsutbytte i naturfag. I tillegg undersøker vi om viktige faktorer har endret seg over tid, og om disse endringene har sammenheng med nedgangen i naturfag.

Vi vil gjerne få rette en stor takk til alle skolelederne, elevene, lærerne og de foresatte som deltok i undersøkelsen. Videre vil vi også påskjønne alle som bidro til gjennomføringen av undersøkelsen og arbeidet med denne antologien. Sist, men ikke minst, vil vi gjerne få takke vår redaktør i Universitetsforlaget, Helge Årsheim, og de anonyme fagfellene som har bidratt til å heve kvaliteten på kapitlene i antologien med sine konstruktive tilbakemeldinger.

Blindern, august 2021

På vegne av forfattergruppen,
Trude Nilsen og Hege Kaarstein

1. Introduksjon

Hege Kaarstein og Trude Nilsen

Formålet med denne antologien er å gå i dybden på resultatene fra TIMSS 2019, å supplere kortrapporten med nye, dypere analyser og med analyser som ser på utvikling over tid, såkalte trendanalyser. Tidligere TIMSS-publikasjoner har blitt utgitt som rapporter, altså i en sjanger som tillater en bred målgruppe. Denne antologien er derimot en vitenskapelig publikasjon. Det vil i etterkant av antologien bli publisert populærvitenskapelige sammendrag av hvert kapittel som vil være tilpasset en bredere målgruppe. Målgruppen for denne antologien er forskere innen skoleforskning. Selv om antologien er en vitenskapelig publisering, kan den være interessant også for lærerutdanningen, skoleeiere, lærere og politikere.

Videre er dette en antologi hvor kapitlene kan leses uavhengig av hverandre, men for å spare noe plass i hvert kapittel refererer alle til dette introduksjonskapitlet for en bredere beskrivelse av TIMSS-undersøkelsen (se under). I tillegg vil det være enkelte deler i noen av kapitlene som er like (f.eks. analysemetode) og kan derfor oppleves gjentakende for de som leser mer enn ett kapittel.

1.1 BAKTEPPE: REALFAGSSATSINGEN I NORGE

Realfag har lenge vært et satsingsområde i Norge med tanke på de teknologiske og miljømessige utfordringene vi står overfor nå og i fremtiden. Siden starten på 2000-tallet har det vært flere strategier hvor alle har hatt som målsetting å øke norske elevers og læreres kompetanse i realfag i tillegg til å øke rekrutteringen til fagene, spesielt jenter: Realfag, naturligvis (2002–2007), Realfag for framtida (2010–2014), Tett på naturfag: Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnopplæringen (2015–2019), Lærerløftet: På lag for kunnskapsskolen (2014) og Kompetanse for kvalitet (2005–2008, 2009–2012, 2012–2015 og 2016–2025). Det er mange tiltak som er knyttet til disse strategiene, for eksempel regionale vitensenter; nasjonale senter for matematikk, naturfag og rekruttering til realfagene; den naturlige skolesekken; realfagskommuner; og Lektor2-ordningen, for å nevne noen. I tillegg har timetallet for matematikk og naturfag økt på barnetrinnet.

I løpet av det første tiåret etter 2000 fikk matematikk på 1.–4. trinn økt timetallet med omtrent fire timer, mens naturfag fikk 0,75 timer. Etter 2010 har det bare vært økning av timetallet i naturfag. Skolene fikk én time ekstra, og skolene fikk selv velge om timen skulle legges til 5., 6. eller 7. trinn.

Nåværende regjering har valgt å ikke videreføre den nasjonale realfagssatsingen «Tett på realfag» (Dagsavisen, 2019), men å satse videre på blant annet kompetanseløft for lærerne. I tillegg er det laget en strategi for digitalisering i grunnopplæringen for perioden 2017 til 2021, «Framtid, fornyelse og digitalisering», hvor et av tiltakene er «Den teknologiske skolesekken».

1.2 OM TIMSS

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) er en internasjonal undersøkelse som har blitt gjennomført hvert fjerde år siden 1995, og Norge har deltatt hver gang bortsett fra i 1999. Undersøkelsen administreres av den uavhengige, internasjonale organisasjonen *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA)¹. Et av målene med undersøkelsen er å skaffe data av høy kvalitet som kan benyttes til å følge med på utviklingen av elevenes kompetanse i de to skolefagene matematikk og naturfag over tid, men også å kunne sammenligne landets prestasjoner med andre utdanningssystemer det er naturlig å sammenligne med.

Målgruppene for undersøkelsen er elever på 4. og 8. trinn internasjonalt, mens i Norge deltar elevene på 5. og 9. trinn. For mer om bakgrunnen for forskjellen i trinn, se kapittel 1 i Bergem, Kaarstein og Nilsen (2016). Undersøkelsen benytter et representativt utvalg elever fra populasjonen på de to trinnene. Først trekkes det ut skoler og deretter trekkes en til to hele klasser innen de utvalgte skolene. Dataene er derfor hierarkiske, elevene hører til i én klasse, klassen(e) tilhører én skole. For mer om hvordan utvalget trekkes, se Nilsen og Kaarstein (2016) eller LaRoche, Joncas og Foy (2020).

I tillegg til elevene deltar også elevenes foresatte (bare på 5. trinn), matematikk- og naturfaglærere og skolenes rektorer ved å svare på undersøkelsens spørreskjemaer. Disse skjemaene samler opplysninger om bakgrunnsfaktorer som er viktige for gode læringsresultater.

Et av formålene med undersøkelsen er som nevnt å følge med på utviklingen over tid, trenden. For å oppnå dette benytter undersøkelsen seg av den samme måleskalaen hver gang. Det vil si at resultatene fra alle TIMSS-undersøkelser settes

1 For mer informasjon om IEA, se <https://www.iea.nl/>.

på samme måleskala som resultatene i 1995. For å kunne sette resultatene på samme måleskala er halvparten av alle oppgavene i én gjennomføring trend-oppgaver, hvilket vil si at de er helt like som for den forutgående gjennomføringen av undersøkelsen. Trendoppgavene holdes hemmelige. For mer om skalering, se Foy, Fishbein, von Davier og Yin (2020).

Alle oppgavene utformes på bakgrunn av rammeverket til TIMSS. Rammeverket definerer hvilke kompetanser elevene skal testes i (se f.eks. Mullis & Martin, 2017). Det er ett rammeverk for faglig innhold og ett for kognitivt innhold. Det faglige rammeverket for naturfag på 9. trinn deles inn i emnene biologi, kjemi, fysikk og geofag, og det kognitive rammeverket deles inn i kategoriene *å kunne*, *å anvende* og *å resonnere* (Kaarstein, Radišić, Lehre, Nilsen & Bergem, 2020; Mullis & Martin, 2017). Det er et mål at rammeverkene skal ligge så tett opptil deltakerlandenes læreplaner som mulig.

For å dekke det faglige rammeverket må TIMSS-undersøkelsen inneholde relativt mange oppgaver. For eksempel, i naturfag på 9. trinn i TIMSS 2019 ble det benyttet 220 oppgaver. Det ideelle hadde vært om hver elev besvarte alle oppgavene, men det ville tatt for lang tid. Derfor fordeles oppgavene på 14 mindre oppgavesett, og elevene får ett sett hver og 45 minutter på å svare. Omtrent halvparten av oppgavene er flervalgsoppgaver, den andre halvdel er oppgaver hvor elevene selv må formulere et svar. At ikke alle elevene løser alle oppgavene, kompenseres ved å beregne fem såkalte plausible verdier (Rubin, 1987; Yin & Fishbein, 2020), og dette er grunnen til at det ikke er mulig å gi tilbakemelding til elevene på individnivå. En beskrivelse av hvordan plausible verdier brukes, finnes eksempelvis i Rutkowski, Gonzalez, Joncas og von Davier (2010) eller i Rutkowski, von Davier og Rutkowski (2010).

1.3 KORT OPPSUMMERING AV HOVEDFUNN I KORTRAPPORTEN FOR TIMSS 2019

I perioden mars–mai i 2019 deltok omtrent 4000 norske elever på 5. trinn og 4700 elever på 9. trinn i den sjuende runden av TIMSS-undersøkelsene. I desember 2020 ble de første resultatene for TIMSS 2019 offentliggjort både internasjonalt (Mullis, Martin, Foy, Kelly & Fishbein, 2020) og nasjonalt (Kaarstein et al., 2020). Den nasjonale rapporten inkluderte i all hovedsak deskriptiv statistikk og kunne melde om stabilt gode prestasjoner på 5. trinn for både matematikk og naturfag. På 9. trinn presterte de norske elevene på et middels høyt nivå, men for begge fag var elevenes prestasjoner signifikant lavere i 2019 enn i 2015. Nedgangen i denne fireårsperioden var størst i naturfag og ble beregnet til å utgjøre omtrent et halvt

skoleår. De norske elevenes matematikkprestasjoner på 9. trinn ligger på samme nivå som for de andre nordiske elevene, mens de ligger langt under i naturfag. Videre viste resultatene i begge fag, på begge trinn, at det ikke er kjønnsforskjeller, hvilket er svært positivt med tanke på likeverd i skolen. En annen faktor i et likeverdsperspektiv er språk, og elevenes språkferdigheter ser ut til å ha en større betydning for elevenes naturfagprestasjoner enn matematikkprestasjoner (Bergem et al., 2016; Kaarstein et al., 2020).

Skolemiljø, elevenes faglige motivasjon og selvtillit er alle faktorer som har en relativt sterk sammenheng med elevenes prestasjoner, derfor inkluderes spørsmål knyttet til disse faktorene i elevenes spørreskjemaer – blant annet for å kunne følge med på endringer over tid. Selv om det har vært en nedgang fra 2015 til 2019, rapporterer de norske elevene fremdeles om et godt skolemiljø. Når det gjelder motivasjon og selvtillit, viste TIMSS 2019-resultatene blant annet at andelen elever som meldte om høy indre motivasjon for matematikk, bare gikk ned for 5. trinn, og sammenlignet med 2015 var det færre elever på begge trinn som rapporterte om høy selvtillit i naturfag i 2019.

Ut fra data hentet inn gjennom spørreskjemaene til lærere og rektorer pekte den nasjonale kortrapporten på relativt store ulikheter i antall timer til naturfag på ungdomstrinnet. Norge er blant de deltakerlandene med færrest timer til naturfag på ungdomstrinnet, og i en nordisk sammenheng er Norge sammen med Island de eneste landene som underviser naturfag som et integrert fag. Videre viste det seg at det var flere elever på 5. og 9. trinn i 2019 som ble undervist av lærere med mastergrad uansett fagspesialisering enn i 2015, og at andelen elever som undervises av lærere med spesialisering i matematikk, hadde økt på begge trinn. For naturfag var det ingen endring siden 2015 med tanke på spesialisering, og det innebærer at omtrent halvparten av elevene fremdeles undervises av lærere uten spesialisering i faget.

I alle gjennomføringer av TIMSS har det vært inkludert spørsmål til lærerne om deltakelse i etter- og/eller videreutdanningsaktivitet (EVU) knyttet til undervisning i matematikk og naturfag. I nesten alle undersøkelsene har de norske lærerne rapportert om lav deltakelse sett i et internasjonalt perspektiv, så også i TIMSS 2019. Aktiviteten er lavest for naturfag, og spesielt lav på barnetrinnet. I 2019 fikk lærerne for første gang også spørsmål om behov for EVU, og ut fra disse resultatene kan det virke som om behovet er relativt stort. Av de inkluderte temaene står kurs som handler om utvikling av elevenes kritiske tenkning og utforskende ferdigheter, høyt på lista, og når naturfaglærerne ble spurt om hvor fagdidaktisk trygge de føler seg i en undervisningssituasjon, er det nettopp å bruke utforskende arbeidsmåter i undervisningen de relativt sett føler seg minst trygge på. Når dette er sagt, må det også sies at de norske lærerne i utgangspunktet generelt melder om

høy grad av fagdidaktisk trygghet i matematikk og naturfag i tillegg til at de er tilfredse med jobben som lærer.

1.4 HVORFOR SØKELYS PÅ NATURFAG PÅ 9. TRINN I DENNE ANTOLOGIEN?

Med tanke på at elevenes prestasjoner på barnetrinnet var stabile fra TIMSS 2015 til 2019, og at de norske elevene på 5. trinn presterer på et høyt nivå internasjonalt sett, er det naturlig å vende blikket mot ungdomstrinnet, hvor prestasjonene beskrives som middels gode og det i tillegg ble rapportert om nedgang for både matematikk og naturfag (Kaarstein et al., 2020). Av de to fagene var nedgangen i naturfag størst, og i kortrapporten for TIMSS 2019 ble nedgangen i naturfag estimert til omtrent et halvt skoleår.

Selv om PISA-undersøkelsen² ikke har samme utvalg av elever som TIMSS, kartlegger begge undersøkelsene elevenes kompetanse i matematikk og naturfag på ungdomstrinnet (hhv. 15-åringer, som stort sett går på 10. trinn, og elever på 9. trinn). Når så begge de siste rapportene fra disse undersøkelsene (Jensen et al., 2019; Kaarstein et al., 2020) rapporterer om nedgang i elevenes naturfagprestasjoner, men ikke for matematikk, er det derfor naturlig å fokusere på naturfag. I tillegg har tidligere TIMSS-resultater vist at de norske naturfagprestasjonene på ungdomstrinnet har vært lave over lang tid, og de har vært lavere enn sammenlignbare lands prestasjoner (se f.eks. Bergem et al., 2016; Grønmo & Onstad, 2009; Grønmo et al., 2012). Med dette som utgangspunkt kan det stilles følgende spørsmål:

1. Hvilke rammebetingelser eller muligheter får elevene til å lære naturfag?
2. Dersom alle rammebetingelsene er til stede / gode (f.eks. elevenes mulighet til å lære, lærernes undervisningskvalitet, skolemiljø), hva er da viktigst for elevenes læring i naturfag?
3. Hvilke variabler i TIMSS-undersøkelsen har endret seg fra 2015 til 2019, og har endringene eventuelt en sammenheng med nedgangen i elevenes naturfagprestasjoner?

Temaene for kapitlene i antologien er valgt ut med tanke på disse tre spørsmålene. I kapittel 2, som behandler det første spørsmålet, handler det om elevenes rammebetingelser i form av hva de har fått mulighet til å lære i naturfag. Gode rammebetingelser har positiv sammenheng med elevenes læringsutbytte (Scheerens, 2017).

2 Se pisa.no for mer informasjon om undersøkelsen.

Spørsmål 2 handler om hva som bidrar spesielt til elevers læring i naturfag der- som man ser bort fra kontekstuelle faktorer som for eksempel skolemiljø. Flere store litteraturgjennomganger og håndbøker i naturfagdidaktikk peker spesielt på utforskende metoder, begrepsforståelse og forståelse for det faglige språket eller diskursen som essensielle for læring i naturfag (Bøe & Henriksen, 2013; Duschl, 2003; Knain & Kolstø, 2019; Lederman & Abell, 2014; Mortimer & Scott, 2003; Treagust & Duit, 2008). Dette er nøkkelbegreper innen feltet naturfagdidaktikk (Lederman & Abell, 2014) og utgjør kjernen i det som omtales som *naturfagets egenart* (eng. Nature of Science, NOS, se f.eks. Lederman, 2007). I den norske lære- planen anerkjennes nøkkelbegrepene viktighet for opplæringen i faget: «Når elev- ene tar i bruk naturfaglig språk og naturfaglige metoder, praksiser og tenkemåter i arbeid med faglige emner, vil de få grunnlag for å forstå hvordan naturfaglig kunn- skap brukes og utvikles» (Utdanningsdirektoratet, 2020). Derfor tar to av kapitlene i antologien opp temaer som er relatert til spørsmål 2. Kapittel 3 tar for seg utforskende metoder, mens kapittel 4 ser nærmere på begrepsforståelse og naturfaglig diskurs.

Elevenes læring involverer også i stor grad deres motivasjon. Motivasjon er spe- sielt viktig i naturfag, da dette har vist seg å ha stor innflytelse på rekruttering til videre studier og arbeidsliv innen naturvitenskap, teknologi, ingeniørfag og mate- matikkrelaterte områder, de såkalte STEM-fagene (science, technology, engine- ering, mathematics) (Bøe & Henriksen, 2013; Osborne, Simon & Collins, 2003). Videre har elevenes motivasjon sterk sammenheng med prestasjoner i naturfag (Kaarstein & Nilsen, 2018; Liou, 2017; OECD, 2017; Osborne et al., 2003), og det er derfor naturlig å inkludere et kapittel om motivasjon (kapittel 5).

For å kunne svare på spørsmål 3, som handler om hvorfor det har vært en ned- gang i naturfagsprestasjoner på 9. trinn, var det to kriterier som måtte bli oppfylt. For det første måtte faktorene ha endret seg over tid. Analyse og resultater fra den norske kortrapporten om TIMSS 2019 ga indikasjoner på hvilke variabler som hadde endret seg siden 2015 (Kaarstein et al., 2020). For det andre må disse fakto- rene ha betydning for elevenes prestasjoner. Forskning på hvilke faktorer som har betydning for elevers læringsutbytte, er et felt som på engelsk kalles *educational effectiveness* (Kyriakides & Creemers, 2008; Reynolds et al., 2014). Innen dette, og flere andre felt, ligger systemiske teorier til grunn. Dette er teorier som tar for seg samspillet i hele utdanningssystemet, på alle nivåer. En slik modell er fremsatt av Kyriakides og Creemers (2008). Denne modellen heter på engelsk «The dynamic model» og blir ofte blir benyttet i dette feltet. Den inkluderer de ulike nivåene i et utdanningssystem fra det helt overordnede systemnivået ned til elevene og deres bakgrunn. Modellen søker å fange kompleksiteten, men også endringer i et utdan- ningssystem. Figur 1.1 viser en svært forenklet utgave av modellen, hvor pilene

viser sammenhenger både på tvers og innenfor nivåer. De faktorene som har størst betydning for elevers læringsutbytte på skole-/institusjonsnivå, er rammebetingelse (se kapittel 2), og skolemiljø (Wang & Degol, 2016). På klassenivå er lærerens kompetanse og undervisning viktigst for elevenes læringsutbytte (Baumert et al., 2010; Klieme, Pauli & Reusser, 2009; Neumann, Kauertz & Fischer, 2012; Nilsen, Scherer & Blömeke, 2018). På elevnivå er elevenes hjemmebakgrunn og karakteristikk viktig, og spesielt sosio-økonomisk status (SØS), kjønn og minoritetsbakgrunn (OECD, 2012). SØS har ikke endret seg for 9. trinnselever siden 2015 (Kaarstein et al., 2020), og det er ingen kjønnsforskjeller i TIMSS. Videre viser tidligere forskning at språkbeherskelse er spesielt viktig i naturfag (Mortimer & Scott, 2003; Nilsen & Bergem, 2016). På bakgrunn av en litteraturgjennomgang, samt resultater fra 2015, var det derfor naturlig å undersøke hvorvidt følgende faktorer kunne ha sammenheng med nedgangen i naturfag: skolemiljø og elevers motivasjon (kapittel 6), beherskelse av norskspråket (kapittel 7), og lærernes kompetanse og undervisningskvalitet (kapittel 8).

Det er en mengde andre faktorer som er viktige for elevers læring i naturfag, men utvalget av temaene i denne antologien er altså valgt ut fra både tidligere forskning og tidligere TIMSS-resultater. I tillegg er det ingen undersøkelser som klarer å dekke alle faktorer i et utdanningssystem, heller ikke TIMSS.

I det videre presenteres strukturen av antologien og en noe mer omfattende beskrivelse av kapitlene.

1.5 STRUKTUREN I ANTOLOGIEN

Bortsett fra antologiens introduksjons- og avslutningskapittel kan antologiens øvrige kapitler deles inn i to deler med utgangspunkt i hvilke data som inngår i analysene. I den første delen tar alle kapitlene utgangspunkt i data fra TIMSS 2019 for sine sekundæranalyser (kapitlene 2–5). De tre neste kapitlene utgjør den andre delen, hvor alle tre ser nærmere på endringen i elevenes naturfagprestasjoner på 9. trinn fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019.

Del 1 Naturfag i TIMSS 2019

Kapittel 2 behandler det første spørsmålet gitt over (se 1.4). Det handler om elevenes muligheter til å lære (eng. opportunity to learn, OTL) ut fra de rammene som er gitt. En læreplan er en typisk ramme, og den beskrives på tre ulike nivåer: 1) det intenderte (en overordnet plan/ramme på systemnivå), 2) det implementerte (hva

lærerne gjør og tar inn i undervisningen sin), og 3) det oppnådde nivået (elevenes faktiske læringsutbytte).

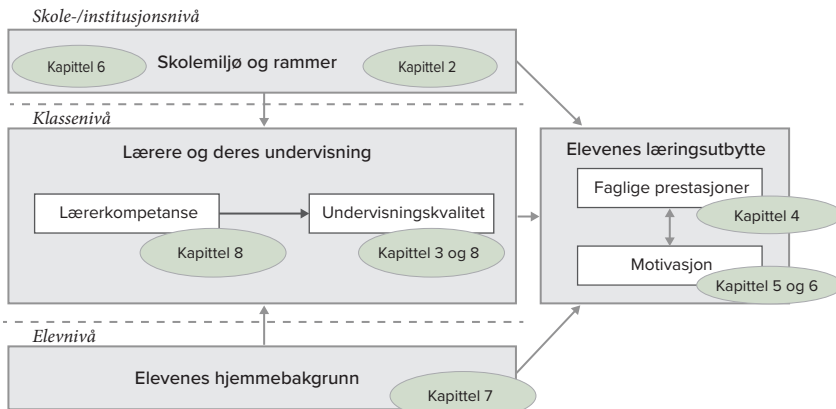
Kapitlene 3–5 diskuterer spørsmål nummer 2: I kapittel 3 handler det om bruk av utforskende arbeidsmåter i naturfagundervisningen, og det stilles spørsmål om slike arbeidsmåter gir bedre læringsutbytte for elevene. Kapittel 3 kan derfor sies å gå inn på det læreplannivået som kapittel 2 omtaler som det implementerte læreplannivået. I kapitlene 4 og 5 settes elevene i fokus, og det handler om læringsutbyttet av undervisningen (det oppnådde læreplannivået), om henholdsvis faglige prestasjoner og faglig motivasjon. I kapittel 4 fokuseres det på et av naturfagets kjennetegn, nemlig den relativt begrepstunge fagdiskursen som er avgjørende for elevenes begrepsforståelse og dermed også for deres faglige prestasjoner. Kapitlet presenterer en dypere analyse av elevenes skriftlige, egenformulerte svar. I kapittel 5 gjennomføres det en profilanalyse for elevene med utgangspunkt i deres motivasjon for og selvtillit i naturfag og matematikk. Ut fra de ulike profilene som fremkommer, ser kapitlet videre på hva som kan predikere profiltilhørighet. Eksempelvis om det er elevenes kjønn eller bakgrunn som spiller inn, og/eller om det er faktorer knyttet til undervisningen eller skolemiljøet som er avgjørende for hvilken profil de ender opp i: Er det større sannsynlighet for en gutt å havne i en profil hvor motivasjon for både matematikk og naturfag er høy, enn det er for ei jente?

Del 2 Fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019

Del 2 tar for seg det siste spørsmålet som ble stilt i kapittel 1.4. I denne delen står endringer i fokus. Kapitlene 6, 7 og 8 ser etter endringer i ulike faktorer tidligere forskning har vist henger sammen med elevers læringsutbytte. I analysene brukes data fra både TIMSS 2015 og 2019 for å identifisere faktorer som har endret seg, og hvordan disse endringene eventuelt henger sammen med elevenes nedgang i prestasjoner. Kapittel 6 fokuserer på faktorer som er knyttet til elevenes motivasjon og selvtillit, og hvordan de opplever skolemiljøet sitt, mens kapittel 7 tar for seg språkets betydning for elevenes prestasjoner, og kapittel 8 konsentrerer seg om faktorer knyttet til lærernes kompetanse og undervisningskvalitet.

På samme måte som for den norske TIMSS 2015-rapporten (Bergem et al., 2016) kan også kapitlene i denne antologien settes inn i den tidligere omtalte modellen til Kyriakides og Creemers (2008), som gir et større bilde av et utdanningssystem. Kapitlene er plassert i denne modellen (se figur 1.1) avhengig av hovedfokuset til kapitlet. For eksempel handler kapittel 5 primært om elevers motivasjon og motivasjonsprofiler og blir derfor plassert ved boksen for motivasjon

under *Elevenes læringsutbytte* i modellen i figur 1.1. Til sammen kan kapitlene sies å dekke de viktigste elementene på hvert nivå i modellen.



Figur 1.1 En forenklet utgave av Kyriakides og Creemers (2008) modell av utdannings-systemets nivåer.

Antologiens siste og viktigste kapittel (kap. 9) kan sies å omfavne hele modellen i figur 1.1. Kapitlet starter med en oppsummering av funn fra antologiens øvrige kapitler, før det deles i fire hoveddeler. Den første delen beskriver og diskuterer naturfagets verdi, relevans og kjennetegn. I del to handler det om naturfaget på systemnivå. Her blir blant annet rammebetingelser som antall timer, læreplan og realfagssatsingen diskutert. Del tre handler om læreres kompetanse og undervisning i naturfag, mens den fjerde delen omhandler elevers kompetanse og motivasjon for faget. Funn fra TIMSS og funn fra andre norske prosjekter og studier inngår i alle delene. Til dette viktige kapitlet inviterte TIMSS-gruppen ved ILS en stor gruppe anerkjente norske naturfagdidaktikere med på laget for å få et bredere syn på og en god diskusjon om veien videre for naturfaget.

Med andre ord, antologiens siste kapittel sammen med de øvrige gir et bredt blikk på naturfag.

REFERANSER

Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. Hentet fra <http://aer.sagepub.com/content/47/1/133.abstract>

- Bergem, O.K., Kaarstein, H. & Nilsen, T. (Red.). (2016). *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Bøe, M.V. & Henriksen, E.K. (2013). Love It or Leave It: Norwegian Students' Motivations and Expectations for Postcompulsory Physics. *Science Education*, 97(4), 550–573. <https://doi.org/10.1002/sce.21068>
- Dagsavisen (2019). Skroter realfagssatsinga. Hentet fra <https://www.dagsavisen.no/nyheter/2019/09/02/skroter-realfagssatsinga-5/>
- Duschl, R.A. (2003). Assessment of inquiry. I J.M. Atkin & J.E. Coffey (Red.), *Everyday Assessment in the Science Classroom* (s. 41–59). Arlington, VA: NSTA Press.
- Foy, P., Fishbein, B., von Davier, M. & Yin, L. (2020). Implementing the TIMSS 2019 scaling methodology. I M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-12.html>
- Grønmo, L.S. & Onstad, T. (2009). *Tegn til bedring: norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. Oslo: Unipub.
- Grønmo, L.S., Onstad, T., Nilsen, T., Hole, A., Aslaksen, H. & Borge, I.C. (2012). *Framgang, men langt fram: norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2011*. Akademika forlag.
- Jensen, F., Pettersen, A., Frønes, T.S., Kjærnsli, M., Rohatgi, A., Eriksen, A. & Narvus, E.K. (2019). *PISA 2018. Norske elevers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The Pythagoras Study: Investigating Effects of Teaching and Learning in Swiss and German Mathematics Classrooms. I J. Tomáš & T. Seidel (Red.), *The Power of Video Studies in Investigating Teaching and Learning in the Classroom* (s. 137–160). Münster/New York/ München/Berlin: Waxmann Verlag.
- Knain, E. & Kolstø, S.D. (Red.). (2019). *Elever som forskere i naturfag* (2. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Kyriakides, L. & Creemers, B.P.M. (2008). Using a multidimensional approach to measure the impact of classroom-level factors upon student achievement: a study testing the validity of the dynamic model. *School Effectiveness and School Improvement*, 19(2), 183–205. <https://doi.org/10.1080/09243450802047873>
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2018). Norske elevers motivasjon for naturfag gjennom 20 år. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 35–56). Oslo: Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehrer, A.-C., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Oslo: Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.
- LaRoche, S., Joncas, M. & Foy, P. (2020). Sample Design in TIMSS 2019. I M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-3.html>
- Lederman, N.G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. I S.K. Abell, K. Appleton & D. Hanuscin (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 831–880). New York: Routledge.

- Lederman, N.G. & Abell, S.K. (Red.). (2014). *Handbook of Research on Science Education* (Vol. II): Routledge.
- Liou, P.-Y. (2017). Profiles of adolescents' motivational beliefs in science learning and science achievement in 26 countries: Results from TIMSS 2011 data. *International Journal of Educational Research*, 81, 83–96. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.11.006>
- Mortimer, E. & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, Philadelphia: Open University Press.
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Red.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Hentet fra Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssand-pirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D.L. & Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. Hentet fra Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Neumann, K., Kauertz, A. & Fischer, H.E. (2012). Quality of Instruction in Science Education. I B.J. Fraser, K.G. Tobin & C.J. McRobbie (Red.), *Second International Handbook of Science Education* (s. 247–258): Springer.
- Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2016). Hjemmebakgrunn. En likeverdig skole. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 158–172). Oslo: Universitetsforlaget.
- Nilsen, T. & Kaarstein, H. (2016). TIMSS og statistiske metoder. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 178–199). Oslo: Universitetsforlaget.
- Nilsen, T., Scherer, R. & Blömeke, S. (2018). The relation of science teachers' quality and instruction to student motivation and achievement in the 4th and 8th grade: A Nordic perspective. In Nordic Council of Ministers (Red.), *Northern Lights on TIMSS and PISA 2018* (s. 61–93). Denmark: Nordic Council of Ministers 2018.
- OECD. (2012). *Equity and Quality in Education. Supporting Disadvantaged Students and Schools*. Hentet fra <https://doi.org/10.1787/9789264130852-en>
- OECD. (2017). PISA 2015 Results (Volume III): Students' Well-Being, OECD Publishing, Paris. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264273856-en>
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Reynolds, D., Sammons, P., De Fraine, B., Van Damme, J., Townsend, T., Teddlie, C. & Stringfield, S. (2014). Educational effectiveness research (EER): a state-of-the-art review. *School Effectiveness and School Improvement*, 25(2), 197–230. <https://doi.org/10.1080/09243453.2014.885450>
- Rubin, D.B. (1987). *Multiple imputation for nonresponse in surveys*. New York: Wiley.
- Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M. & von Davier, M. (2010). International Large-Scale Assessment Data: Issues in Secondary Analysis and Reporting. *Educational Researcher*, 39(2), 142–151. <https://doi.org/10.3102/0013189x10363170>

- Rutkowski, L., von Davier, M. & Rutkowski, D. (Red.). (2010). *Handbook of International Large-Scale Assessment: Background, Technical Issues, and Methods of Data Analysis*: Taylor & Francis Group.
- Scheerens, J. (Red.) (2017). *Opportunity to Learn, Curriculum Alignment and Test Alignment. A Research Review*. Cham: Springer.
- Treagust, D.F. & Duit, R. (2008). Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges of science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 297–328.
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Wang, M.-T. & Degol, J.L. (2016). School Climate: a Review of the Construct, Measurement, and Impact on Student Outcomes. *Educational Psychology Review*, 28(2), 315–352. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9319-1>
- Yin, L. & Fishbein, B. (2020). Creating and Interpreting the TIMSS 2019 Context questionnaire Scales. I M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-16.html>

Del 1

Naturfag i TIMSS 2019

2. Elevenes muligheter til å lære

Trude Nilsen og Hege Kaarstein

Sammendrag Denne studien beskriver elevenes muligheter til å lære (OTL) i naturfag, og undersøker tre læreplannivåer: *det intenderte* (altså hva elevene skal lære), *det implementerte* (altså hva lærerne underviser, OTL) og *det oppnådde* (elevers prestasjoner) nivået. Studien kan utgjøre et sammenligningsgrunnlag av elevers OTL og kompetanse i fremtidige undersøkelser av om endringer i elevers kompetanse og OTL kan ha sammenheng med Fagfornyelsen. Resultater viser god overensstemmelse mellom norsk læreplan og TIMSS' rammeverk, og mellom nedgang i prestasjoner og OTL fra 2015 til 2019.

Nøkkelord OTL | TIMSS' rammeverk | læreplannivåer | dekningsgrad | naturfagprestasjoner

Abstract This study describes students' opportunities to learn (OTL) in science, and examines three levels of the curriculum: the intended (i.e. what students should learn), the implemented (i.e. what is taught, OTL), and the attained (i.e. students' performance). The study can form a basis for comparisons of students' OTL and competence in future investigations of whether changes in students' competence and OTL may be related to the new curriculum, Fagfornyelsen. Results show good agreement between the Norwegian curriculum and the TIMSS framework, and between the decline in performance and OTL from 2015 to 2019.

Keywords OTL | TIMSS framework | curricula levels | coverage | science achievement

2.1 INNLEDNING

TIMSS 2019 måler elevers kompetanse i de forskjellige emnene innen naturfag, og overlapp med norsk læreplan er god (Kaarstein, Radišić, Lehre, Nilsen & Bergem, 2020; Mullis, Martin, Foy, Kelly & Fishbein, 2020). Neste gang TIMSS gjennomføres, er i 2023. Mellom disse to målepunktene har det kommet en ny læreplan, Fagfornyelsen, eller Kunnskapsløftet 2020 (LK20, Utdanningsdirektoratet, 2019).

TIMSS 2019 kan derfor sees på som ett av to målepunkter for å undersøke om endringer i elevers kompetanse mellom 2019 og 2023 kan ha sammenheng med fagfornyelsen¹. Fra et forskningsperspektiv kan innføringen av LK20 altså sees på som et eksperiment, hvor TIMSS-undersøkelsen kan fungere som en pre- og post-test. Dette er mulig fordi TIMSS har et representativt utvalg på nasjonalt nivå, og fordi testen i 2019 og 2023 er på samme skala, hvor halvparten av oppgavene er de samme i 2023 som i 2019 (se kapittel 1).

For å utnytte denne unike muligheten er det viktig å gi en grundig beskrivelse av hva elevene har lært, og hvilke muligheter de hadde til å lære i 2019, for å kunne gi et godt sammenligningsgrunnlag for TIMSS 2023. En slik faglig innsikt vil også være interessant for lærere, for de som utformer læreplan, og for lærerutdanningen.

Elevers muligheter til å lære er i forskningslitteraturen kjent som «Opportunity to learn», forkortet OTL. De mest kjente studiene innen OTL fokuserer på faglig innhold (Scheerens, 2016; Schmidt & Maier, 2012), og det gjør også dette kapitlet.

For å undersøke elevers OTL og faglige kompetanse benytter forskere ofte tre nivåer av læreplanen, *den intenderte* (altså hva elevene skal lære), *den implementerte* (altså hva lærerne underviser, OTL) og *den oppnådde* (altså hva elevene har lært, deres faglige kompetanse) (Daus, 2019; Kelly, 2009; Scheerens, 2016).

I tillegg til å undersøke de tre læreplannivåene, og for å kunne legge grunnlaget for å se fremover, kan det ofte være lurt å også se bakover. En sammenligning av elevers OTL og faglige kompetanse mellom 2015 og 2019 vil derfor kunne bidra til å legge et grunnlag for sammenligning mellom TIMSS 2019 og 2023. Et slikt tilbakeblikk vil også kunne kaste lys på nedgangen i elevers naturfagprestasjoner fra 2015 til 2019 fra et faglig perspektiv. Dersom nedgangen i naturfagprestasjoner på 9. trinn har sammenheng med at elevene ikke har hatt muligheter til å lære fordi en mindre andel av norsk læreplan har blitt dekket i 2019 enn i 2015, er det viktig at denne kunnskapen når utdanningspolitikk og lærerutdanningene.

En god del forskning har vist at elevenes muligheter til å lære har sammenheng med deres prestasjoner, men funnene kan variere veldig på tvers av land og fag (Scheerens, 2016; Schmidt, Burroughs, Zoido & Houang, 2015; Schmidt & Maier, 2012), og det benyttes sjelden representative utvalg på nasjonalt nivå (Daus, 2019). Representative utvalg er nødvendig dersom det skal være mulig å si noe generelt om elever på nasjonalt nivå, i for eksempel Norge. Videre har de fleste studier vært innen matematikk (Scheerens, 2016; Schmidt & Maier, 2012). Det er derfor et behov innen forskningsfeltet for å undersøke elevers muligheter til å lære i naturfag. Dette er også tilfellet i Norge. Behovet forsterkes når man ser dette i sammen-

1 Resultater fra en slik undersøkelse trenger imidlertid å støttes av annen forskning, da TIMSS ikke er designet spesifikt for å måle dette.

heng med behovet for å gi en grundig beskrivelse av elevers OTL og kompetanse i naturfag som et ledd i å undersøke om endringer i elevers kompetanse muligens kan ha sammenheng med innføringen av LK20.

For å imøtekomme disse behovene stilles følgende forskningsspørsmål:

1. For TIMSS 2019:
 - a. I hvor stor grad dekkes naturfagemnene i TIMSS 2019 av norsk læreplan (intendert læreplan)?
 - b. I hvor stor grad dekker lærernes undervisning naturfagemnene i TIMSS 2019 (implementert læreplan)?
 - c. Hvordan presterer elevene på naturfagemnene i TIMSS 2019 (oppnådd læreplan)?
 - d. Hvordan er overensstemmelsen mellom intendert, implementert og oppnådd læreplan?
2. For endringer fra 2015 til 2019:
 - a. Hvordan har den implementerte og oppnådde læreplanen endret seg fra 2015 til 2019?
 - b. Hvordan er overensstemmelsen mellom endringer i implementert og oppnådd læreplan?

Målet med kapitlet er primært å beskrive de forskjellige læreplannivåene for naturfag på 9. trinn ved å undersøke følgende kilder: 1) norsk læreplan, 2) hva lærerne rapporterer at de underviser, og 3) hva elevene har oppnådd. Selv om visse mønstre vil bli påpekt, er hovedmålet å beskrive, ikke å estimere, sammenhenger mellom disse læreplannivåene.

2.2 TEORETISK BAKGRUNN

I denne delen av kapitlet blir OTL definert, og tidligere forskning på OTL og elevers læringsutbytte blir gjennomgått. Deretter beskrives modellen bak den intenderte, den implementerte og den oppnådde læreplanen. Den intenderte læreplanen blir eksemplifisert ved beskrivelser av den norske læreplanen (LK06) som elevene hadde i TIMSS 2019 og 2015, og rammeverket til TIMSS.

2.2.1 OTL og læreplan

På 1960-tallet var OTL et forholdsvis smalt begrep som først ble definert som *tid brukt på læring* (Carroll, 1963), og deretter definert av International Association

for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) som *dekningsgrad av læreplan*, altså i hvor stor grad elevene hadde fått undervisning i de temaene de var forventet å kunne (Daus, 2019; Husén & Postlethwaite, 1996; Scheerens, 2016; Wage-maker, 2020).

OTL er i dag et vidt begrep, og på et vis kan nesten alle skolefaktorer inngå i dette begrepet, for eksempel læreres kompetanse og undervisningskvalitet, antall undervisningstimer, skolemiljø, læreplan, lærebøker, digitale hjelpemidler og hjemmebakgrunn, for å nevne noen.

Begrepet OTL har utviklet seg innen forskningsfeltet «curriculum research», eller «læreplanforskning» (Scheerens, 2016). På engelsk har ordet curriculum en langt videre betydning enn det norske ordet læreplan, fordi det referer til alle ressurser brukt i læringsprosessen, inkludert, for eksempel, lærebøker, nettsteder, digitale hjelpemidler og lærerens undervisning.

Forskning på OTL blir ofte gjort ved å sammenligne den delen av læreplanen som blir dekket i undervisningen, altså den implementerte læreplanen, med elevenes læringsutbytte. Her er det en underliggende forventning om at elevene vil prestere bedre innen et faglig område dersom de har blitt undervist i det (Floden, 2002; Scheerens, 2016). Selvsagt er dette en sannhet med modifikasjoner, for det kommer an på mange faktorer som eksempelvis lærerens undervisningskvalitet og kompetanse (Blömeke & Delaney, 2012; Neumann, Kauertz & Fischer, 2012; Nilsen & Gustafsson, 2016; Praetorius, Klieme, Herbert & Pinger, 2018), og om det er tilstrekkelig med tid til å lære det (Good, Wiley & Florez, 2009; Scheerens, 2013), for å nevne noen. Dersom man skulle tatt hensyn til alle faktorer som spiller inn, ville bildet blitt så komplisert at det ikke ville vært mulig å forske på det. Derfor har mange forskere innen OTL fokusert på det rent faglige aspektet, og ofte konkret på dekningsgrad av pensum (Schmidt & Maier, 2012). Slik defineres også OTL i dette kapitlet.

Tidligere forskning har funnet at elevers prestasjoner innen et fagområde avhenger av i hvilken grad pensumet har blitt dekket (Luyten, 2017; Scheerens, 2016; Schmidt & Maier, 2012). Scheerens (2016) oppsummerte funn og konseptualiseringer av OTL fra mange studier og metaanalyser. Han fant en gjennomsnittlig effektstørrelse på 0,3 for effekten av OTL på elevers matematikkprestasjoner, altså en middels sterk effekt. Men effekten av OTL på naturfagprestasjoner var som regel ikke signifikant. Det kan finnes mange grunner til at sammenhengen mellom det pensumet elevene blir undervist i, og prestasjoner i naturfag er svakere enn i matematikk, blant annet at elevene har bedre muligheter til å lære emner i naturfag (f.eks. astronomi eller bærekraft) utenfor skolen enn i matematikk (Nilsen, 2013; Nilsen & Angell, 2014). Populærvitenskapelige blader, tv-programmer og museer er eksempler på arenaer hvor elever kan tilegne seg mye naturfaglig kunnskap. En

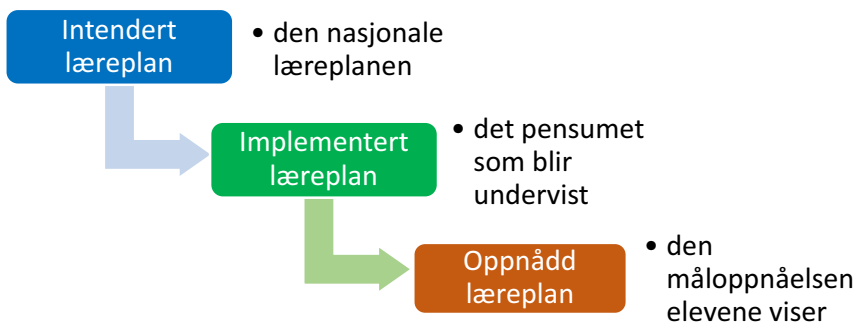
annen forklaring kan være at det rett og slett er få studier på OTL i naturfag, og funnene er derfor mer usikre (Scheerens, 2016). En tredje forklaring er relatert til målingene av OTL, for eksempel hvor gode konstruktene som måler OTL, er. En fjerde forklaring kan knyttes til forskjellen i fagene. Matematikk er i større grad hierarkisk, hvert emne bygger på et annet, mens i naturfag, som består av emner fra biologi, kjemi, fysikk og geofag, er det fullt mulig for en elev å være god på elektrisitet, men dårlig i økosystemer (Daus, 2019, side 47). Derfor kan konstrukter som inkluderer flere emner, ha svak validitet.

Mange andre studier har funnet at det er en sammenheng mellom OTL i matematikk og matematikkkprestasjoner, men svak eller ingen sammenheng for naturfag (Luyten, 2017). Også Daus (2019) fant at relasjonen mellom OTL og naturfagprestasjoner ikke var signifikant for TIMSS 2015 data, men da han tok med to klassetrinn (8. og 9. trinn) i utvalget, ble sammenhengen signifikant. Det var fordi det var mulig å kontrollere for hva elevene hadde lært året før. Det var bare i TIMSS 2015 at både 8. og 9. trinn deltok.

Det finnes flere forklaringer på den svake sammenhengen mellom OTL og naturfagprestasjoner, men alt i alt har tidligere forskning funnet svake eller ikke-signifikante sammenhenger, spesielt ved bruk av TIMSS-data (Daus, 2019; Hansen & Strietholt, 2018; Scheerens, 2016).

2.2.2 Intendert, implementert og oppnådd læreplan

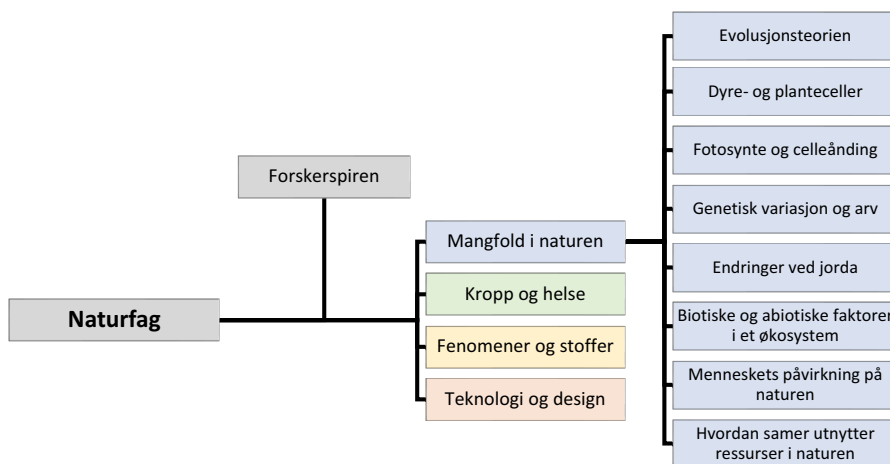
Det finnes mange modeller for læreplannivåer (f.eks. Daus, 2019; Petty & Green, 2007; Scheerens, 2016), men forenklet sett har de tre nivåene til felles den intenderte, den implementerte og den oppnådde læreplan (Daus, 2019). Denne forenklete modellen, som først ble fremmet av IEA (Husén & Postlethwaite, 1996; Kelly, 2009), er illustrert i figur 2.1.



Figur 2.1 Læreplannivåer.

Den intenderte læreplanen beskriver hva elevene skal kunne. I Norge er dette den nasjonale læreplanen (Kunnskapsløftet, K'06, frem til høsten 2020, og deretter Kunnskapsløftet 2020, K'20, Utdanningsdirektoratet (2019)). K'06, som er den læreplanen elevene hadde i 2019, var i naturfag ikke delt opp etter de klassiske fagene fysikk, kjemi og biologi. Figur 2.2 viser hvordan læreplanen i naturfag er strukturert, hvor det overordnede hovedområdet, Forskerspiren, er ment å være et overgripende område på tvers av de faglige hovedområdene Mangfold i naturen, Kropp og helse, Fenomener og stoffer og Teknologi og design. Her er innholdet i Mangfold i naturen inkludert som eksempel. Hvert slikt hovedområde inneholder kompetansemål. På nettsidene til Udir² finnes beskrivelsene av innholdet også i de andre hovedområdene.

Den norske læreplanen er et styringsdokument som skal sikre at elevene oppnår faglig dybde, såkalt dybdelæring, men også bredde (se Udirs nettside³). Forskerspiren er relatert til utforskende arbeidsmåter, fagets egenart, vitenskapelige metoder og kritisk tenkning (Knain & Kolstø, 2019; Teig, Scherer & Nilsen, 2018). Det er altså viktig at alle emner i læreplanen bli dekket slik at elevene blir bedre rustet både til videre læring og til å aktivt delta i et teknologisk samfunn hvor vitenskap, kritisk tenkning og innovasjon står sentralt for å løse utfordringer knyttet til miljø og bærekraft.



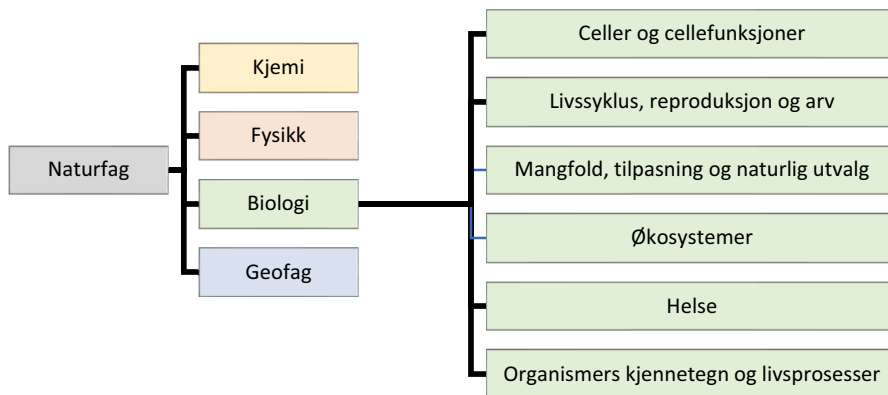
Figur 2.2 Kunnskapsløftet med detaljert informasjon om Mangfold i naturen.

2 <https://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Kompetansemal/kompetansemal-etter-10.-arstrinn>.

3 <https://www.udir.no/kl06/NAT1-03>.

I TIMSS-undersøkelsen fungerer det faglige rammeverket som den intenderte læreplanen. Rammeverket er basert på alle deltakerlandenes læreplaner og gir derfor en omforent beskrivelse av det landene forventer at elevene skal kunne i naturfag – samt hva som er mulig å teste i en skriftlig test (Mullis & Martin, 2017). Her inngår biologi, fysikk, kjemi og geofag som de forskjellige hovedområdene i naturfag. Innen hovedområdene er det beskrivelser av hvert av emnene elevene forventes å kunne. Figur 2.3 viser en forenklet illustrasjon av rammeverket, hvor alle de inkluderte emnene for biologi er vist. Hvert av emnene har igjen underemner. Økosystemer har for eksempel 11 underemner, eller kompetansemål, som beskriver hva elevene skal kunne. Ett av disse kompetansemålene er «Identifisere og gi eksempler på produsenter, konsumenter og nedbrytere; tegne eller tolke næringsnett». For en detaljert beskrivelse av rammeverket hvor også alle emner innen de andre hovedområdene er inkludert, se <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/framework-chapters/science-framework/>.

Figur 2.3 viser bare innholdsdimensjonene av rammeverket. Det finnes også tre kognitive dimensjoner: å kunne, å kunne anvende og å resonnerer (for mer om disse, se kapittel 1 og <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/framework-chapters/science-framework/>). Oppgavene i TIMSS som lages ut fra rammeverket, skal dekke både innholdsdimensjonene og de kognitive dimensjonene.



Figur 2.3 TIMSS' rammeverk med detaljert informasjon om biologi.

Den implementerte læreplanen, også referert til som OTL, handler om hva elevene faktisk blir undervist i, og blir som tidligere beskrevet ofte målt som dekningsgrad av pensum. Man måler altså i hvor stor grad lærerne har dekket den intenderte læreplanen (enten det er den norske læreplanen, rammeverket til TIMSS, rammeverket til en annen undersøkelse, etc.). Den implementerte læreplanen brukes altså

ofte som mål på OTL. Andre faktorer kan som sagt påvirke i hvilken grad elevene får muligheter til å lære pensumet. Likevel, selv om elevene får nok tid til å lære, læreren dekker pensumet, har høy kvalitet på undervisningen og høy kompetanse, så hjelper ikke nødvendigvis det dersom eleven ikke vil lære, eller er trøtt eller sulten (Vik, Nilsen & Øverby, i trykk), blir mobbet (Engel, Rutkowski & Rutkowski, 2009), ikke har kognitive evner eller språklige ferdigheter til å følge undervisningen (se kapittel 7). Men til tross for at mange andre faktorer kan spille inn, har dekningsgrad vist seg å være et nyttig og effektivt mål på den implementerte læreplanen (Scheerens, 2016).

Den oppnådde læreplanen er et mål på elevenes læringsutbytte i faget. Dette er ikke nødvendigvis et mål på hva elevene faktisk har lært, men hva de viser at de kan på en prøve, på en eksamen, eller den karakteren læreren mener reflekterer deres kompetanse. Den oppnådde læreplanen kan også være resultater fra TIMSS-undersøkelsen. Norske elever har lenge ligget på et lavt prestasjonsnivå i naturfag på 9. trinn sett i forhold til andre nordiske land i TIMSS. Både TIMSS 2019 og PISA 2018 (10. trinn) viste en nedgang i naturfagprestasjoner. I TIMSS 2019 var denne nedgangen på 13 poeng, noe som tilsvarer omtrent et halvt år med læring (Kaarstein et al., 2020; Olsen & Björnsson, 2018).

TIMSS samler data hvert fjerde år fra et representativt utvalg på 9. trinn, og designet til studien i kombinasjon med et læreplanbasert rammeverk gjør den velegnet til å undersøke OTL og elevers kompetanse (Luyten, 2017; Scheerens, 2016). Likevel er det få som benytter disse dataene til dette formålet (Daus, 2019). Både dette gapet i forskningen og nedgangen i naturfagprestasjoner fra 2015 til 2019 bygger opp under viktigheten av å undersøke OTL og elevers kompetanse. Og med innføringen av K'20 blir det spesielt viktig å sammenligne elevers OTL og kompetanse før og etter innføringen. Målet for dette kapitlet er derfor å kartlegge de tre læreplannivåene med fokus på OTL (det implementerte læreplannivået) og elevers kompetanse i naturfag (det oppnådde).

2.3 METODE

2.3.1 Data og utvalg

TIMSS er en internasjonal undersøkelse av elevers kompetanse i naturfag og matematikk på 5. og 9. trinn. Undersøkelsen går som nevnt hvert fjerde år, og Norge har deltatt siden første gang undersøkelsen ble gjennomført i 1995. For mer om TIMSS-undersøkelsen, se kapittel 1.

Denne studien inkluderer et representativt utvalg av norske elever på 9. trinn som deltok i TIMSS 2019 (N=4575) og TIMSS 2015 (N=4697), samt deres lærere i TIMSS 2019 (N=240) og TIMSS 2015 (N=224). Den foreliggende studien benytter lærerspørreskjema fra 2019 og 2015, samt elevenes prestasjoner i disse to syklusene.

I tillegg benyttes dokumentene: Kunnskapsløftet for naturfag 10 trinn, LK06 og rammeverket for naturfag på 9. trinn i TIMSS 2019 og 2015.

2.3.2 Variabler og konstrukter

For å måle den implementerte læreplanen benyttes lærerspørreskjema. Lærerne fikk følgende spørsmål:

Følgende liste inneholder hovedemnene i naturfagtesten i TIMSS. Velg det alternativet som best beskriver når elevene i TIMSS-klassen ble undervist i hvert av emnene.

Listen inneholder 7 emner innen biologi (f.eks. «Celler og deres strukturer og funksjoner, inkludert ånding og fotosyntese i celler»), 8 emner i kjemi (f.eks. «Roller til elektroner i kjemiske bindinger»), 7 emner i fysikk (f.eks. «Energioverganger og energioverføring (f.eks. ulike former for energi, energibevaring, varme, temperatur, likevekt)»), og 4 emner i geofag (f.eks. «Jorda i solsystemet og universet (fenomener på jorda: årstider, formørkelser, tidevann, månefaser, legemer i solsystemet, jordas fysiske trekk)»)⁴.

Svaralternativene var: «Hovedsakelig undervist før dette skoleåret», «Hovedsakelig undervist dette skoleåret», «Bare så vidt introdusert», «Ikke undervist (ennå)»

Når det gjelder elevenes prestasjoner i naturfag, måles dette ved elevens svar på til sammen 220 oppgaver hvorav cirka halvparten er flervalgsoppgaver og halvparten er åpne oppgaver. Disse oppgavene dekker de tre kognitive dimensjonene: å kunne, å anvende og å resonnerer, i tillegg til de faglige dimensjonene fysikk, kjemi, biologi og naturfag. Hvordan prestasjonene blir beregnet, blir beskrevet i kapittel 1.

2.3.3 Analysemetode

For å finne dekningsgraden for den intenderte læreplanen ble alle oppgavene i naturfag (220 oppgaver) sammenlignet med norsk læreplan (Kunnskapsløftet, LK06) og kategorisert til å enten være dekket av norsk læreplan eller ikke. Prosent

4 Alle spørsmålene er tilgjengelige på https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/2019/larer_naturfag_9trinn.pdf.

dekningsgrad for de fire hovedområdene fysikk, kjemi, biologi og geofag, samt for alle emnene innen hovedområdene, blir beregnet for å belyse prestasjonsmønsteret til elevene i naturfag.

Denne kategoriseringen ble gjort av Naturfagsenteret og Institutt for lærerutdanning og skoleforskning (ILS). Læreplanen er delt opp i bolker, hvor det beskrives kompetansemål etter 2., 4., 7. og 10. trinn. Siden TIMSS blir gitt til elever på 9. trinn, kunne det av og til være vanskelig å si om TIMSS-oppgavene var dekket av norsk læreplan. I disse tilfellene ble de mest brukte lærebøkene på 9. trinn benyttet for å gi utfyllende informasjon. Dekningsgraden for den intenderte læreplanen angir altså samsvar mellom norsk læreplan og rammeverket til TIMSS.

For å finne dekningsgraden til den implementerte læreplanen benyttes svarene til lærerne i en deskriptiv analyse. Svarkategoriene «Hovedsakelig undervist før dette skoleåret» og «Hovedsakelig undervist dette skoleåret» ble slått sammen for å vise prosentandel elever som har lærere som svarer i disse kategoriene. Grunnen til at elevprosjenter benyttes, er at elevene utgjør et representativt utvalg, men det gjør ikke lærerne. Konfidensintervall ble beregnet for å finne ut om forskjeller mellom hovedområdene var signifikante. Dekningsgraden til den implementerte læreplanen angir altså prosentandel elever som har lærere som svarer at de har dekket rammeverket til TIMSS.

Den oppnådde læreplanen er elevenes skår på de forskjellige hovedområdene kjemi, fysikk, geofag og biologi, som er regnet ut av TIMSS (se kapittel 1).

For å finne endringer i dekningsgrad for implementert læreplan fra 2015 til 2019 ble prosentandel for 2019 trukket fra prosentandel i 2015 og konfidensintervall beregnet for å finne ut om endringene var signifikante. Tilsvarende ble gjort for prestasjoner fra 2015 og 2019.

Til analysene ble IDB Analyzers «Merge Module» (Fishbein, Foy & Yin, 2021) benyttet for å sette sammen elev- og lærerfiler. IDB Analyzer sørger for at elevene knyttes opp mot de lærerne de har, og at de korresponderende elev- og lærervektene inkluderes. Videre benyttes IDB Analyzers analysemodul for deskriptiv analyse tilknyttet forskningsspørsmål 1 og 2. Analysemodulen tar hensyn til blant annet vekter og dataenes hierarkiske struktur i beregningen av estimer.

2.4 RESULTATER

I dette delkapitlet vises først resultatene fra 2019. Resultatene fra analysene knyttet til den intenderte, implementerte og oppnådde læreplanen beskrives først hver for seg, og blir deretter sammenlignet. Deretter vises en mer detaljert beskrivelse av den intenderte læreplanen for å belyse hvilke underemner i hvert av hovedområ-

dene fysikk, kjemi, biologi og geofag som blir dekket. Til slutt vises resultater for endringer i prestasjoner og OTL mellom de to syklusene 2015 og 2019.

2.4.1 Resultater fra 2019

Resultatene fra den dekningsgraden for den intenderte og den implementerte læreplanen, samt den oppnådde læreplanen, er vist i tabell 2.1. For definisjon av dekningsgraden for den intenderte og den implementerte læreplanen, se metode-delen (2.3.3).

Tabell 2.1 Intendert, implementert og oppnådd læreplan i TIMSS 2019. Standardfeil er angitt i parentes. Det er ingen standardfeil for den intenderte læreplanen

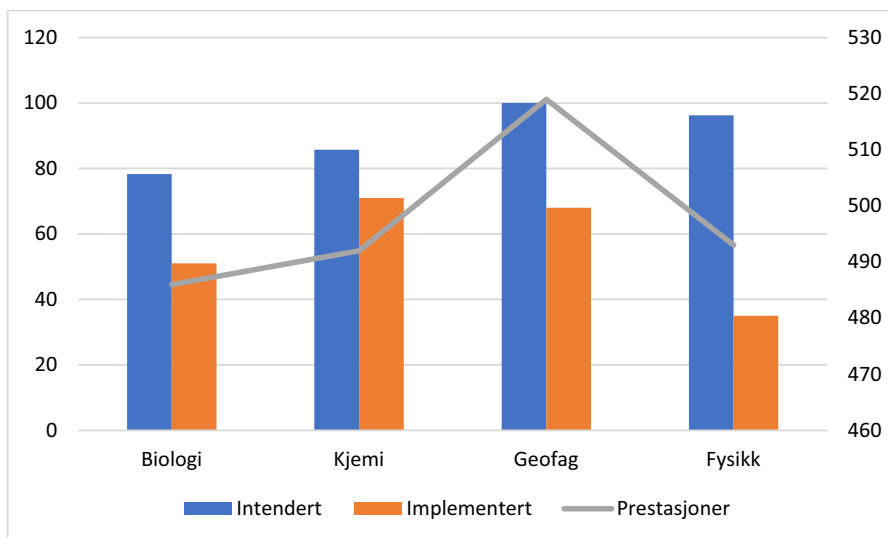
	Intendert (prosent dekningsgrad)	Implementert (prosent dekningsgrad)	Oppnådd (prestasjoner)
Biologi	78	51 (2,2)	486 (2,8)
Kjemi	86	71 (1,5)	492 (3,7)
Geofag	100	68 (2,9)	519 (3,9)
Fysikk	96	35 (2,1)	493 (3,6)

For den intenderte læreplanen viser resultatene av analysen at det har vært svakest dekning av biologi, hvor 78 prosent av oppgavene ble dekket av norsk læreplan. Geofag hadde størst dekning, og alle oppgavene var dekket av den norske læreplanen. Fysikk- og kjemioppgavene hadde en dekningsgrad på henholdsvis 96 prosent og 86 prosent. Alt i alt viser dette at de fleste naturfagoppgavene som ble brukt i TIMSS 2019 på 9. trinn, dekkes av norsk lærerplan. Dette stemmer overens med tidligere undersøkelser av TIMSS (Kaarstein et al., 2020; Martin, Mullis, Foy & Hooper, 2016). Totalt, på tvers av alle hovedområder, var dekningsgraden i naturfag på 87 prosent. Norge skåret 495 poeng (SE 3,1) i naturfag. Dersom dekningsgraden hadde vært på 100 prosent (altså, dersom man fjernet alle oppgaver som ikke er dekket av norsk læreplan), hadde Norge skåret 499 (SE 3,1) se Appendix C i Mullis et al. (2020). Når alle oppgavene inkluderes, endres ikke poengsummen stort. Den blir bare fire poeng lavere (og denne forskjellen er ikke signifikant).

Når det gjelder den implementerte læreplanen, rapportert av lærerne (også kalt OTL), så viser tallene i tabell 2.1 prosentandel elever med lærer som dekker TIMSS' rammeverk. Det var høyest dekningsgrad i kjemi (71 %) og geofag (68 %). Dekningsgraden i biologi var på 51 prosent, og lavest dekningsgrad var det i fysikk, hvor bare 35 prosent av elevene hadde lærere som hadde undervist fysikk (slik det er definert i TIMSS' rammeverk).

Den oppnådde læreplanen, målt ved elevenes prestasjoner, viser at elevene presterte best i geofag (519) og langt bedre enn i noen av de andre hovedområdene. For å kunne sammenligne disse hovedområdene er det viktig å undersøke hvorvidt prestasjonen i hovedområdet er signifikant forskjellig fra den gjennomsnittlige prestasjonen i naturfag. Geofag lå 23 poeng over gjennomsnittsskår i naturfag, og forskjellen er signifikant (Mullis et al., 2020). I biologi skåret elevene dårligst (486) og signifikant lavere (10 poeng) enn gjennomsnittsskår i naturfag, mens det var ingen signifikante forskjeller for kjemi og fysikk, hvor de presterte omtrent likt (henholdsvis 492 i kjemi og 493 i fysikk).

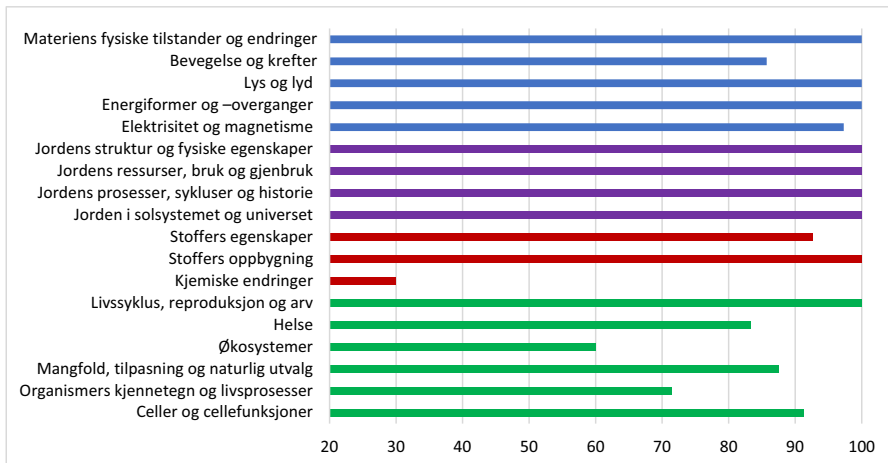
Figur 2.4 viser alle tre læreplannivåer. Y-aksen på venstre side viser prosent dekningsgrad for den intenderte og implementerte læreplanen, mens y-aksen på høyre side viser prestasjoner (poeng). Elevene presterer best i geofag, og her er det størst samsvar mellom dekningsgraden av den intenderte læreplanen og den oppnådde læreplanen, men mindre samsvar mellom den implementerte og den oppnådde læreplanen. I fysikk er det størst gap mellom den intenderte og den implementerte læreplanen, og lærerne rapporterer at de har dekket lite av den intenderte læreplanen i dette hovedområdet. Til tross for å ha fått lite undervisning i den intenderte læreplanen i fysikk presterer elevene bedre enn forventet. Elevene presterer bedre i kjemi enn i biologi, og det samsvarer bra med at det er høyere dekningsgrad i den intenderte og den implementerte lærerplanen i kjemi enn i biologi. Et interessant funn er at elevene presterer omtrent likt i kjemi og fysikk, til



Figur 2.4 Dekningsgrad for den intenderte, implementerte og oppnådde læreplanen i 2019.

tross for at lærerne rapporterer å ha dekket langt mer av kjemi enn fysikk. For den intenderte læreplanen er det motsatt, dekningsgraden er høyere i fysikk enn i kjemi. Disse funnene blir behandlet i diskusjonsdelen.

Totalt sett var det større samsvar mellom den intenderte læreplanen og prestasjoner, enn mellom den implementerte og prestasjoner. Derfor går figur 2.5 i dybden på den intenderte læreplan for å belyse i hvor stor grad de forskjellige delemer innen hvert av hovedområdene fysikk, kjemi, biologi og geofag blir dekket. I geofag presterer elevene veldig bra, og her er det også 100 prosent dekning mellom den norske læreplanen og TIMSS-oppgavene i alle underemner (figur 2.5). Elevene presterte dårligst i biologi, og her er det flere emner med lav dekningsgrad. I *Økosystemer* er bare 60 prosent av TIMSS-oppgavene dekket i norsk læreplan. Det er også mindre god dekning av *Organismers kjennetegn og livsprosesser* (71 %). Emnene *Helse* (83 %) og *Mangfold, tilpasning og naturlig utvalg* (87,5 %) og *Celler og cellefunksjoner* (91 %) er bedre dekket, men ikke 100 prosent. I kjemi er det bare 30 prosent av oppgavene innen emnet *Kjemiske endringer* som er dekket av norsk læreplan. I fysikk er de fleste emnene dekket, men det er lavest dekning av *Bevegelse og krefter* (86 %).



Figur 2.5 Dekningsgrad (%) for intendert læreplan med hovedområder og emner. Fargeforklaring: Blått = fysikk, Lilla = geofag, Rødt = kjemi, Grønt = biologi.

2.4.2 OTL og prestasjoner i 2019 sammenlignet med 2015

For å kunne legge grunnlaget for å se fremover kan det ofte være lurt å også se bakover i tid.

Tabell 2.2 Tabellen viser dekningsgrad av den implementerte læreplanen, eller OTL, i 2019 og 2015, samt differansen mellom 2019 og 2015. Tilsvarende angis prestasjoner og differanse i prestasjoner

	Naturfag	Biologi	Kjemi	Fysikk	Geofag
OTL, 2019	55	51	71	35	68
OTL, 2015	63	55	81	46	71
Differanse i OTL	-8*	-4	-10*	-11*	-3
Prestasjoner 2019	496	486	492	493	519
Prestasjoner 2015	509	502	503	512	523
Differanse prestasjoner	-13*	-16*	-11*	-19*	-4

* angir signifikante forskjeller $p < 0,05$

Tabell 2.2 viser prestasjoner i 2019, i 2015, og differansen i prestasjoner mellom de to syklusene. Den viser også dekningsgraden for den implementerte læreplanen for 2019 og for 2015, samt differansen mellom de to syklusene. Dekningsgraden for den implementerte læreplanen, som tidligere er blitt beskrevet som et mål på elevenes OTL, er her valgt nettopp for å undersøke forskjellen i OTL på tvers av syklusene. Siden verken norsk læreplan eller rammeverket til TIMSS har endret seg i noen vesentlig grad, er den intenderte læreplanen mindre interessant når det gjelder sammenligning på tvers av sykluser.

Resultatene viser at for naturfag som helhet har elevens muligheter for å lære blitt redusert, samtidig som prestasjonene har gått ned med 13 poeng. Dette tilsvarer omtrent halvparten av et skoleår (Kaarstein et al., 2020). Det har også vært en nedgang i OTL for alle fagområder og i prestasjoner på alle fagområder. Mulighetene for å lære i fysikk har blitt redusert mest, og elevene har også størst nedgang i fysikk (21 poeng). I geofag har endringene vært små, og det er også små forskjeller i prestasjoner. I kjemi har mulighetene for å lære blitt redusert, og nedgangen i kjemi er på 8 poeng. Det eneste faget som ikke følger dette mønsteret like klart, er biologi. Her var nedgangen i OTL liten, men elevene hadde en stor nedgang på 15 poeng i prestasjoner.

2.5 DISKUSJON

I denne delen gis først en kort oppsummering av funnene. Deretter diskuteres funnene med et faglig fokus, hvor funnene blir samlet under hvert av hovedområdene fysikk, kjemi, biologi og geofag, tolket og diskutert i lys av tidligere forskning.

2.5.1 Kort oppsummering av funn

I denne studien ble de tre nivåene av læreplanen, den intenderte, den implementerte (OTL) og den oppnådde læreplan, undersøkt. I tillegg ble OTL og prestasjoner på de fire hovedområdene sammenlignet for 2015 og 2019. Resultatene viste at det var stor overensstemmelse mellom norsk læreplan og TIMSS' rammeverk, altså for den intenderte læreplanen. Geofag skilte seg ut for alle tre læreplannivåene. Dette er det hovedområdet med størst overlapp mellom norsk læreplan og TIMSS' rammeverk, lærerne dekker nesten 70 prosent av dette hovedområdet, og elevene presterer best på dette. Elevene presterer dårligst i biologi, norsk læreplan har dårligst overlapp med TIMSS' rammeverk på dette området, og lærerne dekker bare litt over 50 prosent av dette hovedområdet. Elevene presterer omtrent likt i kjemi og fysikk, til tross for at lærerne rapporterer om langt lavere dekningsgrad i fysikk (35 %) enn i kjemi (51 %). Det emnet med dårligst dekningsgrad mellom norsk læreplan og TIMSS' rammeverk er kjemiske endringer innen kjemi. Det var større samsvar mellom den intenderte læreplanen og prestasjoner, enn mellom den implementerte og prestasjoner. Når det gjelder forskjeller mellom 2015 og 2019, viste resultatene at det var en generell nedgang i både prestasjoner og OTL i alle hovedområder. Det var minst endringer i geofag, og størst nedgang i både OTL og prestasjoner i fysikk. Det er samsvar mellom endringer i OTL og endringer i prestasjoner for alle hovedområder utenom biologi, her har elevene en stor nedgang i prestasjoner, men kun en liten nedgang i OTL.

2.5.2 Diskusjon av funn

Den høye totale dekningsgraden på 87 prosent mellom norsk læreplan og oppgavene i TIMSS 2019 stemmer bra med tidligere funn i for eksempel TIMSS 2015 (ref. kortrapport, internasjonal for 2015). I tillegg, dersom man hadde fjernet de oppgavene som ikke er dekket av norsk læreplan, så utgjør det ingen signifikant forskjell for elevenes prestasjoner i 2019 (Appendix C i Mullis et al., 2020).

Det at den implementerte læreplanen har lavere dekningsgrad enn den intenderte, er forventet, lærere vil ikke alltid ha sjansen til å dekke alle deler av pensum, og ikke alle emner i TIMSS er dekket i norsk læreplan. Dette støttes også ved at

mange har påpekt at Kunnskapsløftet er for bredt, slik at dybdelæring er vanskelig, og en av grunnene til at Fagfornyelsen ble innført (Daus, 2019; Gilje, Landfald & Ludvigsen, 2018).

Det er derimot ikke forventet at den implementerte læreplanen skal endre seg over tid, fordi det verken har vært store endringer i TIMSS-rammeverket eller i den norske læreplanen. Elevene ser ut til å ha hatt mindre muligheter til å lære naturfag i 2019 enn i 2015, og prestasjonene har gått ned. Ifølge tidligere forskning har OTL påvirkning på læringsutbytte (Scheerens, 2016). I det videre diskuteres både funnene for endringer over tid og beskrivelser av de tre læreplannivåene mer inngående.

Geofag. Av de fire hovedområdene var det geofag som pekte seg ut på alle måter. I geofag var det ingen signifikante forskjeller mellom prestasjoner eller OTL fra 2015 til 2019. Geofag bidro slik sett ikke til nedgangen i naturfagprestasjoner fra 2015 til 2019. Geofag hadde høyest dekningsgrad i den intenderte læreplanen i 2019, og elevene presterte best i dette hovedområdet i begge sykluser. Selv om rundt 70 prosent av elevene hadde lærere som dekket dette hovedområdet i begge sykluser, er det likevel et gap mellom prestasjoner og den implementerte lærerplanen her. Elevene presterer langt bedre enn hva OTL skulle tilsi. Ut fra tidligere forskning skulle man forventet en sammenheng mellom OTL og prestasjoner (Scheerens, 2016). At elevenes prestasjoner er høyere enn hva som er naturlig å forvente ut fra hva som er undervist, kan skyldes mange faktorer. Lærernes undervisningskvalitet kan ha vært svært bra, hvilket kan stemme godt overens med at lærerne følte seg spesielt trygge i dette hovedområdet (Daus, Nilsen & Braeken, 2019; Martin et al., 2016). Tidligere forskning har også vist at elevene har høy motivasjon innen dette hovedområdet, og at elevene i tillegg ofte tilegner seg kunnskap utenom skolen, for eksempel ved å se på populærvitenskapelige programmer om universet og jorden (Nilsen & Angell, 2014).

Fysikk. I fysikk var det størst gap mellom den intenderte og den implementerte læreplanen i 2019, og kun 35 prosent av elevene hadde lærere som dekket den intenderte læreplanen i dette hovedområdet. Til tross for å ha fått lite undervisning i den intenderte læreplanen i fysikk presterer elevene bedre enn forventet i 2019. De presterte like bra som i kjemi til tross for å ha fått omtrent halvparten så mye OTL. Det samme fenomenet fantes også i 2015, bare sterkere. Ser man bort fra geofag, presterte de best i fysikk i 2015, men hadde lavest OTL. I tillegg var det i fysikk at både nedgangen i OTL og prestasjoner var størst. Det er derfor nærliggende å spørre 1) om TIMSS måler noe annet i fysikk enn norsk lærerplan, 2) hvorvidt lærerne har mindre kompetanse i fysikk, og om denne kompetansen har hatt en nedgang siden 2015, eller 3) om elevene tilegner seg kunnskaper i fysikk

utenfor undervisningen. Mange har påpekt at norsk læreplan vektlegger fysikk relativt lite i forhold til andre hovedområder som for eksempel biologi eller kjemi (Gaasø, 2019). Likevel er det høy dekning av fysikk i den intenderte læreplanen (96 %), slik at det er godt samsvar mellom norsk læreplan og TIMSS-oppgavene. Dette kan tyde på at læreplanen og lærebøkene dekker fysikk, men at lærerne i sin undervisning legger mindre vekt på fysikk. Til prøver vil jo elevene likevel lese på hele pensumet, selv om læreren ikke har brukt mye tid på det. Her kreves det mer forskning for å komme til bunns i dette.

Det andre spørsmålet handler om lærernes kompetanse i fysikk. I forhold til lærernes kompetanse i kjemi og biologi er kompetansen mye lavere i fysikk i både 2015 og 2019 dersom man måler dette med antall elever som har lærer med 60 studiepoeng eller mer i fysikk (Martin et al., 2016; Mullis et al., 2020). Man kan stille spørsmålet om hvorvidt lav kompetanse i fysikk har sammenheng med den lave dekningsgraden i implementert læreplan, med tanke på at tidligere forskning har vist at kvaliteten på undervisningen har sammenheng med prestasjoner i Norge og andre land (Klieme, Pauli & Reusser, 2009; Neumann et al., 2012; Nilsen, Scherer & Blömeke, 2018). Det har ikke vært signifikante endringer i lærernes fysikk-kompetanse mellom de to syklusene (Martin et al., 2016; Mullis et al., 2020). Likevel er det altså størst nedgang i OTL i fysikk fra 2015 til 2019, hvilket betyr at lærerne rapporterer at de dekker dette hovedområdet i mindre grad i 2019 enn i 2015. Dette kan tyde på at nedgangen i fysikk fra 2015 til 2019 kan knyttes til nedgang i OTL. Det at elevene presterer relativt bra i fysikk i forhold til de andre hovedområdene i hver av syklusene og til tross for lav OTL, er derfor uventet. Men det er høy dekning i den intenderte læreplanen, og det kan være at elevene har lært det tidligere av andre lærere (og at nåværende lærer ikke er klar over det). En annen forklaring kan være at elevene tilegner seg dette hovedområdet utenfor undervisningen, enten når de leser til prøver, eller på annen måte, men her kreves mer forskning.

Kjemi. Kjemi hadde høyest dekningsgrad i den implementerte læreplanen i 2019 og i 2015, så dette er et hovedområde som lærerne rapporterer at de dekker godt. Kjemi hadde også høy dekningsgrad i den intenderte læreplanen. Likevel presterer ikke elevene bedre enn i fysikk i 2019 eller 2015, hvor de hadde halvparten så god OTL. Her trengs det videre forskning for å avdekke hva dette skyldes.

Elevene hadde en betydelig nedgang i prestasjoner i kjemi fra 2015 til 2019, samtidig som nedgangen i OTL var stor. Dette kan tyde på at elevenes nedgang i prestasjoner kan skyldes mindre muligheter til å lære. Sammenhengen mellom OTL og prestasjoner har blitt påvist i tidligere forskning (Scheerens, 2016).

Biologi. Den intenderte læreplanen viste at det har vært svakest dekning av biologi i forhold til norsk læreplan, spesielt gjelder dette *Økosystemer* og *Organismer*

kjennetegn og livsprosesser. Den implementerte læreplanen viste også at bare halvparten av elevene hadde lærere som har dekket biologien fra den intenderte læreplanen. Det var derfor ikke uventet at elevene presterte dårligst i biologi. Det som var uventet, var den store nedgangen i prestasjoner på 16 poeng, til tross for at det ikke var noen signifikante endringer i OTL (altså den implementerte læreplanen). Siden verken norsk læreplan eller TIMSS' rammeverk har endret seg fra 2015 til 2019, må det være andre faktorer som har endret seg. Det er ingen signifikante endringer i lærerens kompetanse (Kaarstein et al., 2020), og undervisningskvaliteten til lærerne har blitt bedre (se kapittel 8). I kapittel 7 i denne antologien antydes det at elevsammensetningen kan ha endret seg, det er flere elever med minoritetsspråklig bakgrunn i 2019 enn i 2015. Naturfag krever høy språklig beherskelse, og begrepsforståelse er sentralt (Evagorou & Osborne, 2010; Knain & Kolstø, 2011; Wellington & Osborne, 2001). Biologi krever muligens større språkbeherskelse enn andre deler av naturfag, og da kan det være at nedgangen i biologi kan skyldes en større andel minoritetsspråklige elever, men her trengs det flere forskningsstudier for å bekrefte dette.

Norsk læreplan og undervisning versus TIMSS' rammeverk

I denne studien har TIMSS-rammeverket fungert som den intenderte læreplan. Dersom man ønsket å gjøre samme type studie for eksamen, ville norsk læreplan fungert som den intenderte læreplanen, og man ville målt alt opp mot denne. Når intendert og implementert læreplan ble sammenlignet, undersøkte en altså samsvaret mellom i hvor stor grad TIMSS' rammeverk ble dekket av norsk læreplan og i hvor stor grad lærerne dekket hovedområdene i TIMSS' rammeverk. Stort sett var det samsvar mellom disse to; dersom dekningen av TIMSS' rammeverk i norsk læreplan var høy, hadde lærerne også dekket mer av TIMSS' rammeverk (med unntak av fysikk).

I og med at TIMSS' rammeverk fungerte som den intenderte læreplanen, som et slags basismål alt annet ble målt opp mot i denne studien, er det betimelig å spørre om TIMSS' rammeverk egentlig burde være et mål Norge burde trakte etter, og som burde påvirke norsk læreplan. For eksempel har det vært store diskusjoner rundt påvirkning av PISA på landenes læreplaner. Her følger noen essensielle perspektiver fra denne diskusjonen.

TIMSS' rammeverk reflekterer alle de deltakende landenes læreplaner (Mullis & Martin, 2017), og kan derfor sies å være et mål på hva elever bør kunne for å klare seg i internasjonal konkurranse i videre studier eller i det fremtidige arbeidsmarkedet. Internasjonalisering har gjort verden mindre, og markedet har

blitt langt mer internasjonalt. Samtidig bør landene ha frihet til å vektlegge de verdiene, den kunnskapen og det kunnskapssynet som er viktig for eget land. For eksempel velger norsk læreplan å ha med kunnskap om lokal natur og historie, for eksempel om samers levemåte. Det bør også nevnes at Norge har høy trivsel blant elever (Mullis et al., 2020; OECD, 2019), og er blant verdens lykkeligste befolkning (Martela, Greve, Rothstein & Saari, 2020), og det finnes en mulighet for at norsk skolesystem er en av grunnene til dette. Spesielt med tanke på at det er hardere konkurranse for elever i mange andre land, større arbeidsbyrde, elevene begynner tidligere på skolen, og mange land differensierer mellom høyt og lavt presterende elever fra tidlig alder (OECD, 2012). Likevel bør ikke Norge lukke øynene for at det finnes noe å lære av andre land, og TIMSS' rammeverk kan således være en inspirasjon og informasjonskilde til hva andre land legger vekt på når det gjelder naturfag.

2.5.3 Svakheter ved studien

Generelt er det en svakhet ved studien at tverrsnittsdata blir benyttet, som betyr at man ikke kan trekke kausale slutninger. Videre er den implementerte læreplanen basert på selvrappotering fra lærerne. Her ville observasjoner (f.eks. video-observasjoner) vært bedre, men da måtte man vært til stede i alle timer for å observere det faglige innholdet av timene over et år.

En mulig svakhet ved denne studien er dekningsgraden til den intenderte læreplanen. Strengt tatt burde flere forskere vært med på å kategorisere alle oppgavene for å undersøke om de har blitt dekket av norsk læreplan. Deretter burde reliabiliteten mellom de som er kategorisert, blitt regnet ut. Grunnen til at dette ikke ble gjort, var den store overensstemmelsen mellom evalueringen utført av Naturfagsenteret og Institutt for lærerutdanning og skoleforskning. Derfor anses feilkildene her for å være neglisjerbare.

Denne studien er beskrivende, og undersøker ikke statiske sammenhenger mellom OTL og elevers prestasjoner. Ytterligere forskning trengs for å slå fast sammenhenger mellom OTL og prestasjoner.

2.5.4 Konkluderende kommentarer, bidrag og hypoteser for videre forskning

Denne studien har bidratt til en «baseline», eller et sammenligningsgrunnlag, for fremtidige undersøkelser av sammenhengen mellom innføring av Fagfornyelsen og endringer i elevers prestasjoner. En slik studie vil ha stor verdi, og TIMSS egner

seg særlig på grunn av det relativt høye samsvaret mellom norsk læreplan og TIMSS' rammeverk og på grunn av målene TIMSS har på OTL.

Denne studien har også bidratt til en dypere forståelse av elevenes muligheter for å lære naturfag og deres prestasjoner innen de forskjellige hovedområdene av naturfag. Dette kan være verdifull kunnskap for lærere, lærerutdanningen og læreplanutvikling generelt.

Fordi storskalaundersøkelser har representative utvalg på nasjonalt nivå, kan funn fra forskning på disse undersøkelsene bidra med hypoteser til videre utdypende forskning.

Med utgangspunkt i denne studien kan det i biologi se ut som om nedgangen i prestasjoner fra 2015 til 2019 ikke skyldes endring i OTL. En hypotese kan være at nedgangen kan knyttes til en økt andel minoritetsspråklige som sliter med språkbeherskelse og begrepsforståelse (se kapittel 4 og 7 i denne boka). Eller svake prestasjoner i biologi i 2019 kan skyldes svak dekning i intendert eller implementert læreplan.

Det kan også være interessant å se videre på resultatet for fysikk. I fysikk er det lav dekningsgrad i implementert læreplan, men høy dekningsgrad fra intendert læreplan og høye prestasjoner. Det kan se ut som om nedgangen i prestasjoner skyldes nedgang i OTL. Kan det være slik at elevene blir overlatt til læreboka eller andre læringsressurser, og av den grunn presterer relativt godt? Eller er den implementert læreplanen lav fordi lærerne i liten grad har spesialisering i fysikk? Her kreves igjen statistiske analyser for å estimere sammenhengen.

I tillegg til statistiske analyser kan forskning med mindre utvalg, og gjerne kvalitative metoder, kaste lys på underliggende årsaker til funnene fra storskalaundersøkelsen. Dette kan være passende med tanke på resultatet i kjemi. Kjemi har god dekning fra både intendert og implementert læreplan, men middels prestasjoner. Her kan det være interessant å se nærmere på hvilke utfordringer elever har i kjemi.

Til slutt understrekes det at læreplanen for naturfag er viktig for fremtiden, den er med på å gi elevene muligheter til å lære viktige kompetanser som naturvitenskapelig tenkemåte og metoder, kritisk tenkning og utforskende arbeidsmåter (Knain & Kolstø, 2011; Teig et al., 2018). Videre blir det spennende å se hvilke kompetanser og OTL elevene har etter Fagfornyelsen, om de for eksempel har mer dybdelæring. OTL i seg selv er viktig å undersøke fordi elevene har rettigheter til å få muligheter til å lære naturfag fra den intenderte læreplanen (Opplæringslova, 1998).

REFERANSER

- Blömeke, S. & Delaney, S. (2012). Assessment of teacher knowledge across countries: a review of the state of research. *ZDM*, 44(3), 223–247. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0429-7>
- Carroll, J. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64(8), 723–723.
- Daus, S. (2019). Profiling and Researching TIMSS by Introducing a Content Lens on Eighth-grade Science (PARTICLES).
- Daus, S., Nilsen, T. & Braeken, J. (2019). Exploring Content Knowledge: Country Profile of Science Strengths and Weaknesses in TIMSS. Possible Implications for Educational Professionals and Science Research. *Scandinavian journal of educational research*, 63(7), 1102–1120.
- Engel, L.C., Rutkowski, D. & Rutkowski, L. (2009). The harsher side of globalisation: Violent conflict and academic achievement. *Globalisation, Societies and Education*, 7(4), 433–456.
- Evagorou, M. & Osborne, J. (2010). The role of language in the learning and teaching of science. I J. Osborne & J. Dillon (Red.), *Good Practice in Science Teaching: What research has to say* (s. 135–157). Open University Press.
- Fishbein, B., Foy, P. & Yin, L. (2021). *TIMSS 2019 User Guide for the International Database*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssand-pirls.bc.edu/timss2019/international-database/>
- Floden, R.E. (2002). The measurement of opportunity to learn. *Methodological advances in cross-national surveys of educational achievement*, 231.
- Gilje, Ø., Landfald, Ø.F. & Ludvigsen, S. (2018). Dybdeløring – historisk bakgrunn og teoretiske tilnærminger. *Bedre skole*, 30(4), 22–27.
- Good, T.L., Wiley, C.R. & Florez, I.R. (2009). Effective teaching: An emerging synthesis. I *International handbook of research on teachers and teaching* (s. 803–816). Springer.
- Gaasø, S.E. (2019). *Fagfornyelsen – Utfordringer og muligheter i naturfag*. (Master). NTNU, Trondheim. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2610311>
- Hansen, K.Y. & Strietholt, R. (2018). Does schooling actually perpetuate educational inequality in mathematics performance? A validity question on the measures of opportunity to learn in PISA. *ZDM*, 50(4), 643–658.
- Husén, T. & Postlethwaite, T.N. (1996). a brief history of the international association for the evaluation of educational achievement (TEA). *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 3(2), 129–141.
- Kelly, A.V. (2009). *The curriculum: Theory and practice*. Sage.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom*, 137–160.
- Knain, E. & Kolstø, S.D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Knain, E. & Kolstø, S.D. (2019). Utforskende arbeidsmåter – en oversikt. I E. Knain & S.D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.-C. W., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kort-rapport*.
- Luyten, H. (2017). Predictive power of OTL measures in TIMSS and PISA. I *Opportunity to learn, curriculum alignment and test preparation* (s. 103–119). Springer.

- Martela, F., Greve, B., Rothstein, B. & Saari, J. (2020). The Nordic exceptionalism: what explains why the Nordic Countries are constantly among the happiest in the world. JF Helliwell et. al., R. Layard, JD Sachs & JE De Neve (Red.), *World Happiness Report*, 128–145.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P. & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <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*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Neumann, K., Kauertz, A. & Fischer, H.E. (2012). Quality of Instruction in Science Education. I B.J. Fraser, K.G. Tobin & C.J. McRobbie (Red.), *Second International Handbook of Science Education* (s. 247–258). Springer.
- Nilsen, T. (2013). Hvorfor norske elever er så flinke i astronomi– og hvilke muligheter det gir oss. *Bedre skole*(2), 84–87.
- Nilsen, T. & Angell, C. (2014). The importance of discourse and attitude in learning astronomy. A mixed methods approach to illuminate the results of the TIMSS 2011 survey. *Nordic Studies in Science Education*, 10(1), 16–31.
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.-E. (2016). *Teacher quality, instructional quality and student outcomes: relationships across countries, cohorts and time*: Springer Nature.
- Nilsen, T., Scherer, R. & Blömeke, S. (2018). 3. The relation of science teachers' quality and instruction to student motivation and achievement in the 4th and 8th grade: A Nordic. *Northern Lights on TIMSS and PISA 2018*, 61.
- OECD (2012). *Equity and Quality in Education: Supporting Disadvantaged Students and Schools*. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1787/9789264130852-en>
- OECD (2019). *PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives*. In OECD (Red.). Hentet fra <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-results-volume-iii-acd78851-en.htm>
- Olsen, R.V. & Björnsson, J.K. (2018). Fødselsmåned og skoleprestasjoner. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge. Trender og nye analyser*. Universitetsforlaget.
- Opplæringslova. (1998). Lov om grunnskolen og den videregående opplæringa (LOV-1998-07-17-61). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/1998-07-17-61>
- Petty, N.W. & Green, T. (2007). Measuring educational opportunity as perceived by students: A process indicator. *School Effectiveness and School Improvement*, 18(1), 67–91.
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B. & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of three basic dimensions. *ZDM*, 50(3), 407–426.
- Scheerens, J. (2016). *Opportunity to learn, curriculum alignment and test preparation: A research review*. Springer.
- Scheerens, J. (Red.) (2013). *Effectiveness of time investments in education: Insights from a review and meta-analysis*. Springer Science & Business Media.

- Schmidt, W.H., Burroughs, N.A., Zoido, P. & Houang, R.T. (2015). The Role of Schooling in Perpetuating Educational Inequality: An International Perspective. *Educational researcher*, 44(7), 371–386. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X15603982>
- Schmidt, W.H. & Maier, A. (2012). Opportunity to learn. I *Handbook of education policy research* (s. 557–575). Routledge.
- Skreftsrud, T.-A. (2010). Evidensbasert praksis i skolen – den vitenskapelige dialogen og lærerrollen. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 17–27.
- Teig, N., Scherer, R. & Nilsen, T. (2018). More isn't always better: The curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56, 20–29.
- Utdanningsdirektoratet (2019). Læreplan i naturfag (NAT01–04). Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Vik, F.N., Nilsen, T. & Øverby, N.C. (i trykk). The importance of sufficient sleep and breakfast intake for student cognitive outcomes – Triangulation across time and subject domains among students and teachers in TIMSS *Scandinavian journal of educational research*.
- Wagemaker, H. (2020). *Reliability and Validity of International Large-Scale Assessment: Understanding IEA's Comparative Studies of Student Achievement*. Springer Nature.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. McGraw-Hill Education (UK).

3. Gir utforskende arbeidsmåter i naturfag bedre læringsutbytte?

Nani Teig, Ole Kristian Bergem, Trude Nilsen og Bas Senden

Sammendrag Flere internasjonale studier har funnet en positiv sammenheng mellom utforskende arbeidsmåter og elevers læringsutbytte, men nesten ingen studier har tidligere undersøkt dette med utgangspunkt i representative norske data. Data fra TIMSS 2019-studien ble analysert med flernivå strukturell ligningsmodellering for å undersøke sammenhenger mellom utforskende arbeidsmåter og prestasjoner og motivasjon på 9. trinn. Resultatene viser en sterk sammenheng mellom utforskende arbeidsmåter og motivasjon for naturfag og en middels sterk sammenheng mellom utforskende arbeidsmåter og faglige prestasjoner.

Nøkkelord læringsutbytte | motivasjon | naturfagdidaktikk | TIMSS | utforskende arbeidsmåter

Abstract Several international studies have found a positive relation between inquiry and student learning outcomes, but almost no studies have examined this using representative Norwegian data. Data from TIMSS 2019 was analyzed using multilevel structural equation modeling to estimate relations between inquiry and student performance and motivation in science in Grade 9. The results show a strong relation between inquiry and student motivation for science, and a medium strong relation between inquiry and student achievement.

Keywords student outcomes | motivation | science education | TIMSS | inquiry

3.1 INNLEDNING

Utforskende arbeidsmåter har fått mye oppmerksomhet i naturfagdidaktisk forskning og er sterkt anbefalt i læreplanreformer, både internasjonalt og i Norge (Abd-El-Khalick et al., 2004; Knain & Kolstø, 2019; Minner, Levy & Century, 2010; Rocard et al., 2007). I læreplanverket Kunnskapsløftet 2006 er utforskende arbeids-

måter lagt til hovedområdet Forskerspiren. Her slås det fast at naturvitenskap både er «et produkt som viser den kunnskapen vi har i dag», og prosesser «som dreier seg om hvordan naturvitenskapelig kunnskap bygges og etableres» (Udir, 2006, s. 2). Elever skal blant annet lære å utvikle hypoteser, bruke systematiske observasjoner, anvende kritisk tenkning, argumentere og begrunne sine konklusjoner (Udir, 2006). Innenfor naturfagdidaktikk benyttes begrepet 'utforskende arbeidsmåter' for å karakterisere en undervisningsmetode som tar utgangspunkt i disse prosessene (Bybee et al., 2006; Crawford, 2014; Duschl, 2003; Rönnebeck, Bernholt & Ropohl, 2016). Knain og Kolstø (2019) definerer utforskende arbeidsmåte som en arbeidsmåte som påkaller og øver opp kompetanser i å stille spørsmål og utvikle forslag til svar som underbygges ved hjelp av ulike bevismidler. Muligheten til å engasjere seg i naturfaglige problemstillinger, konstruere egen forståelse og kommunisere ideer er et sentralt aspekt ved denne arbeidsmåten (Furtak & Penuel, 2019; Minner et al., 2010; Schwab, 1962).

Flere nasjonale forskningsprosjekter har undersøkt hvordan utforskende arbeidsmåter benyttes i norske naturfagklasserom, og hvorvidt dette aspektet ved læreplanen er implementert (se f.eks. Knain, Fredlund & Furberg, 2021; Ødegaard et al., 2021). Ingen av disse studiene har imidlertid hatt representative utvalg av norske elever. Dermed har de ikke hatt mulighet til å kunne generalisere sine funn til hele den angjeldende populasjonen. Den foreliggende studien er basert på data fra TIMSS. TIMSS har et design med utvalg av hele klasser av elever, og gir et nasjonalt representativt utvalg av elever. Dette åpner opp muligheten for ikke bare å komplementere funnene fra de nevnte forskningsprosjektene med generaliserbare funn, men også undersøke sammenhengen mellom bruk av utforskende arbeidsmåter og elevenes læringsresultater på klassenivå.

TIMSS har gjentatte ganger vist at norske lærere i et internasjonalt perspektiv i liten grad benytter utforskende arbeidsmåter i naturfag (Martin, Mullis, Foy & Hooper, 2016; Mullis, Martin, Foy, Kelly & Fishbein, 2020). Sett i lys av at norske elever på ungdomstrinnet lenge har prestert svakt i naturfag sammenlignet med våre nordiske naboland, og at prestasjonene har gått ned i perioden 2015–2019, er det derfor svært interessant å undersøke sammenhengen mellom utforskende arbeidsmåter og elevers læringsutbytte i naturfag på et representativt utvalg av norske elever.

Elevenes svar på TIMSS-oppgaver i naturfag samt svarene som de gir på spørsmålene i spørreskjemaene, danner grunnlaget for analysene som presenteres i dette kapitlet. Målet er å undersøke sammenhengene mellom bruk av utforskende metoder og elevenes læringsutbytte i naturfag, så vel prestasjoner som motivasjon, og dessuten sammenhengen mellom hvor ofte elever gjør eksperimenter i klassen, og læringsutbytte i naturfag.

I dette kapitlet stilles følgende forskningsspørsmål:

1. Hva er sammenhengen mellom bruk av utforskende arbeidsmåter og elevenes læringsutbytte i naturfag?
2. Hva er sammenhengen mellom frekvensen av utforskende arbeidsmåter i klassen og elevenes læringsutbytte i naturfag?

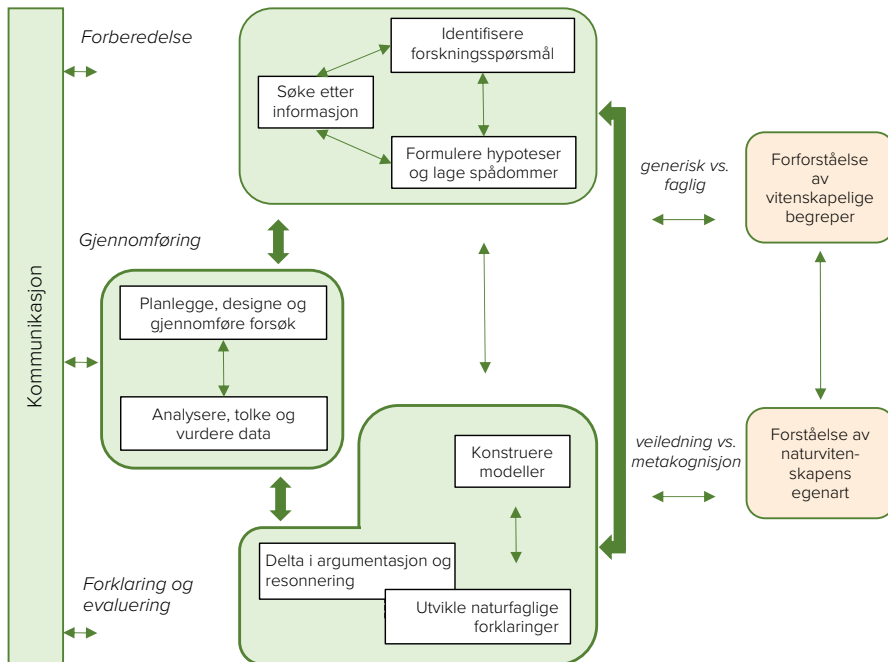
3.2 UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER

3.2.1 Hva er utforskende arbeidsmåter?

Begrepet 'utforskende arbeidsmåter' er mye brukt innenfor naturfagdidaktikk og naturfagdidaktisk forskning, men avgrenses på noe ulike måter i forskjellige studier (Rönnebeck et al., 2016). Likevel synes det klart at en helt sentral idé i denne arbeidsmåten er at elevene skal få mulighet til å tilegne seg egne erfaringer for slik å bygge opp og utvikle sin forståelse av naturfaglige sammenhenger (National Research Council, 2012). Dette skal også gi elevene muligheter til å engasjere seg i kritisk tenkning og verdsette hvordan naturfaglig kunnskap etableres (Crawford, 2014). En lærer kan bidra til å gi elevene denne type erfaringer gjennom å utfordre dem til å observere, stille spørsmål, formulere hypoteser og planlegge forsøk. Slik kan elevene utvikle viktige kompetanser som gjør at de forstår naturvitenskapens egenart (Lederman, 2019; Lee & Brown, 2018). Utforskende arbeidsmåter vil derfor framstå som svært elevsentrert læring, i og med at det er elevene selv som utfører de naturfaglige undersøkelsene og eksperimentene. Gjennom bruk av denne metodikken får elevene stillet sin nysgjerrighet til fenomener i omverdenen og får dessuten anledning til å engasjere seg i drøfting av naturfaglige begreper, ideer og prosesser og delta aktivt i gjennomføringen av forsøk (Crawford, 2014; Knain & Kolstø, 2019). I et klasserom hvor utforskende arbeidsmåter dominerer, vil elevene gjennom sin aktive deltakelse stadig videreutvikle sin naturfaglige kompetanse relatert til hva naturfag er, hva man gjør i naturfag, og hvordan man kommuniserer naturfag (National Research Council, 2000).

Rönnebeck et al. (2016) utførte en systematisk gjennomgang av 96 empiriske studier innen naturfagdidaktikk med søkelys på hvordan utforskende arbeidsmåter var definert. De syntetiserte den ulike forståelsen av dette sentrale begrepet, og lanserte på bakgrunn av dette et rammeverk som inkluderer de ulike fasene denne arbeidsmåten innbefatter. Disse fasene ble beskrevet og gruppert under betegnelsene: *forberedelse*, *gjennomføring*, *forklaring* og *evaluering*. Modellen som de utviklet, er presentert i figur 3.1. I dette rammeverket forstås kommunikasjon som en

overordnet kompetanse som er relevant for alle disse tre fasene. Kommunikasjon er essensielt både for å forstå vitenskapelige begreper og prosedyrer og for deltakelse i et vitenskapelig samfunn (Rönnebeck et al., 2016, s. 183). I tillegg anerkjenner dette rammeverket viktigheten av å relatere utforskende arbeidsmåter til elevens for forståelse av vitenskapelige begreper og naturvitenskapens egenart (Rönnebeck et al., 2016).



Figur 3.1 Et begrepsmessig rammeverk for utforskende arbeidsmåter i denne studien, oversatt fra Rönnebeck et. al. (2016, s. 189).

Rammeverket for utforskende arbeidsmåter i figur 3.1 er derfor brukt som utgangspunkt for å velge ut de relevante utforskende aktivitetene som analyseres i denne studien. I modellen som Rönnebeck et al. (2016) utviklet, står spørsmålsformulering, datainnsamling og kunnskapsbygging sentralt i alle typer av utforskende arbeidsmåter (Knain & Kolstø, 2019). Det bør også nevnes at dette rammeverket harmonerer godt med hvordan utforskende arbeidsmåter er presentert i de store internasjonale undersøkelsene TIMSS og PISA (Mullis et al., 2020; OECD, 2016), og i norske læreplaner (Utdanningsdirektoratet, 2020) og utdanningsreformer (Kunnskapsdepartementet, 2010, 2015).

TIMSS 2019-undersøkelsen har ikke en eksplisitt konseptualisering av utforskende arbeidsmåter. Dette er derimot bakt inn som en essensiell del av konstruert «undervisningskvalitet», som består av de tre dimensjonene *klasseledelse*, *kognitive utfordringer* og *støttende læring* (Mullis & Martin, 2017). Utforskende arbeidsmåter er spesielt tett knyttet til *kognitive utfordringer*, som handler om å gi elevene mulighet til å engasjere seg i utfordrende aktiviteter. Innen naturfag vil dette for eksempel være å gjennomføre et eksperiment, diskutere resultatene fra eksperimentet, og bruke argumentasjon og bevis for å støtte sine konklusjoner (Mullis & Martin, 2017).

3.2.2 Utforskende arbeidsmåter og elevenes læring og læringsutbytte i naturfag

Utforskende arbeidsmåter er en svært sentral del av naturfagundervisningen og har lenge blitt anbefalt både av forskere og innenfor naturfagets interesseorganisasjoner (Abd-El-Khalick et al., 2004; American Association for the Advancement of Science, 1994; Rocard et al., 2007). Utforskende arbeidsmåter framstår i stor grad som unike for naturfagundervisningen, ettersom de i liten grad brukes i andre fag (Teig, Scherer & Nilsen, 2019). Forskere har argumentert for at utforskende arbeidsmåter harmonerer godt med hvordan elever faktisk lærer naturfag, i og med at denne metodikken i så stor grad vektlegger elevenes for forståelse i utviklingen av deres kunnskap (Crawford, 2014; Rivet & Krajcik, 2008). I tillegg vil klasserom som vektlegger utforskende metoder, forankre læring i spørsmål som er meningsfulle for elevene, legge til rette for muligheter til å knytte sammen vitenskapelige ideer gjennom bruk av varierte representasjoner, og stimulere elevenes engasjement i den vitenskapelige diskurs (Hubber, Tytler & Chittleborough, 2018; Krajcik & Sutherland, 2010). Bruk av utforskende metoder er derfor viktig i relasjon til det overordnede målet om å gi elever en naturfaglig allmenndannelse (scientific literacy). Kjerneelementene er her å stimulere elevenes evner til å tenke kritisk, og til å kunne ta velinformerte beslutninger som aktive deltakere i et demokratisk, globalt fellesskap (Duschl, 2008; Lederman, 2019; Lee & Brown, 2018; Sadler, Barab & Scott, 2007).

Å lære naturfag gjennom å delta i undersøkelser legger vekt på elevenes aktive deltakelse og deres eget ansvar for å konstruere sin kunnskap (Constantinou, Tsi-vitanidou & Rybska, 2018; Lee & Brown, 2018; Rönnebeck et al., 2016). Dette aktive, selvstyrende og elevsentrerte aspektet av utforskende arbeidsmetoder gjør at elevene bidrar som deltakere i kunnskapsbygging, i stedet for bare å være passive observatører. Aktiv deltakelse øker forståelsen av hvordan naturfaglig kunnskap

oppstår (Crawford, 2014; Lederman, 2019; Schwab, 1962). Mer spesifikt kan dette uttrykkes som at utforskende arbeidsmåter stimulerer forståelsen av de ulike domenene av vitenskapelig kunnskap. Disse domenene kan sies å bestå av konseptuell, epistemisk, prosedural og sosial kunnskap (Duschl, 2008; Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012; National Research Council, 2007). *Det konseptuelle domenet* er den kunnskapen som reflekterer den nåværende forståelsen av naturvitenskapelige systemer, inkludert fakta, begreper, lover og vitenskapelige prinsipper. Elever trenger slik kunnskap for å kunne utføre aktiviteter knyttet til forberedelsesfasen av en aktivitet, som for eksempel å formulere forskningsspørsmål, generere hypoteser og planlegge eksperimenter (Rönnebeck et al., 2016). *Det prosedurale domenet* beskriver mangfoldet av prosedyrer og praksiser som brukes til å etablere naturvitenskapelig kunnskap. Dette domenet er spesielt viktig i gjennomføringsfasen av en aktivitet. Elevene må for eksempel lære å manipulere én variabel om gangen for å gjennomføre eksperimenter (Rönnebeck et al., 2016). *Det epistemiske domenet* benyttes til å utvikle og evaluere naturvitenskapelig kunnskap. Dette domenet er integrert i de forskjellige fasene av utforskende arbeidsmåter (Duschl, 2008; Furtak et al., 2012). For eksempel bør elevene lære å reflektere over de ulike trinnene i et forsøk; hvorfor ulike prosedyrer brukes, hva som er gyldig argumentasjon og resonnement, og hvilke evalueringer som kan gjøres i relasjon til bruk av sikre kilder og nettsteder. *Det sosiale domenet* inkluderer interaksjoner som former hvordan naturvitenskapelig kunnskap kommuniseres, representeres, argumenteres og diskuteres (Duschl, 2003, 2008; Furtak et al., 2012). Som vist i figur 3.1 er alle faser av utforskende arbeidsmåter knyttet til vitenskapens sosiale domene gjennom elevenes kommunikasjonskompetanse (Rönnebeck et al., 2016; Rönnebeck, Nielsen, Olley, Ropohl & Stables, 2018). Gjennom deltakelse i de forskjellige fasene av utforskende arbeidsmåter vil elevene opparbeide en dypere forståelse av naturlige fenomener (Blanchard et al., 2010; Haug & Ødegaard, 2014; Rönnebeck et al., 2016). Dette skjer fordi de tar i bruk de ulike domenene av naturvitenskapelig kunnskap og praksiser (Duschl, 2008; Furtak et al., 2012).

I den nye norske læreplanen legges det stor vekt på 'dybdelæring', at elevene gradvis skal 'utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder' (Utdanningsdirektoratet, 2019). Dybdelæring innebærer at elevene skal oppøves til å reflektere over egen læring og bruke det de har lært 'på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre' (Utdanningsdirektoratet, 2019). Å implementere aktiviteter relatert til utforskende metoder i klasserommet vil kunne bidra til bedre læringsresultater gjennom at elevene aktivt tar i bruk dypere læringsforståelse (Chin & Brown, 2000; National Research Council, 2012; Rönnebeck et al., 2018). Elevene blir engasjert i

å løse utfordrende oppgaver som er meningsfulle for dem (Sadler et al., 2007). Evnen til å løse komplekse og autentiske oppgaver gjennom bruk av utforskende arbeidsmåter utvikler en dypere og mer sammensatt kunnskap og forståelse av naturvitenskapelig kunnskap enn pugging av fakta og prosedyrer (Chin & Brown, 2000; Crawford, 2014). Gjennom å knytte de utforskende oppgavene til sin egen erfaring og forkunnskap vil elevene i større grad opparbeide forståelsen av læring som en interpreterende prosess (Rönnebeck et al., 2018; Sadler et al., 2007). På denne måten aktiverer utforskende arbeidsmåter kognitive prosesser som stimulerer og utvikler kritisk tenkning (Crawford, 2014; Lee & Brown, 2018; Teig & Scherer, 2016). Det gjør elevene i stand til å utvikle høyere ordens kognitive evner, og til å benytte sin dypere naturvitenskapelige kunnskap til å forstå naturfaglige fenomener (Chin & Brown, 2000; Constantinou et al., 2018).

I løpet av de tre siste tiårene har det blitt publisert resultater fra en rekke studier som har undersøkt effekten av naturfagundervisning som benytter utforskende arbeidsmåter. Disse studiene kan bli gruppert i to: metaanalyser basert på eksperimentell og kvasi-eksperimentell forskning og studier basert på data fra ILSA-studiene (ILSA-International Large Scale Assessment), spesielt TIMSS og PISA. Metaanalysene viser overveiende moderate, positive effektstørrelser for bruk av utforskende metoder (Alfieri, Brooks, Aldrich & Tenenbaum, 2011; Furtak et al., 2012; Lazonder & Harmsen, 2016). Furtak et al. (2012) analyserte 37 forskjellige studier og rapporterte en effektstørrelse på 0.50. Andre metaanalyser viser også viktigheten av støtte fra læreren i form av for eksempel tilbakemeldinger, støtte-strukturer og gjennomgåtte eksempler for at elevene skal få størst mulig nytte av praksiser basert på utforskende arbeidsmåter (Alfieri et al., 2011; Lazonder & Harmsen, 2016).

Mens oppsummerende metaanalyser indikerer at utforskende metoder har en positiv effekt på elevenes læringsutbytte, har analyser av data fra ILSA-studiene gitt mer sprikende funn. I en studie av PISA 2006-data hvor flere land inngikk, fant man en positiv korrelasjon mellom frekvensen av utforskende aktiviteter og elevprestasjoner når det i hovedsak var lagt vekt på modellering og anvendelse, men derimot tilsvarende negative korrelasjoner når en 'hands-on' tilnærming dominerte aktivitetene (e.g., Gee & Wong, 2012; Lavonen & Laaksonen, 2009). Lignende funn er rapportert fra analyser av PISA 2015-data av Cairns (2019). I sine analyser av norske data fra TIMSS 2015 fant Teig, Scherer og Nilsen (2018) en kurvelineær sammenheng mellom bruk av utforskende metoder med vekt på naturfaglige eksperimenter og elevprestasjoner på klassenivå. På tross av en sterk relasjon mellom klasserommenes sosioøkonomiske status (SØS) og naturfaglige prestasjoner fant man ingen indikasjoner på at utforskende metoder fungerte ulikt

i høy-SØS- og lav-SØS-klasser når det gjelder sammenhenger med elevprestasjoner (Teig et al., 2018).

I tillegg til metastudiene og studiene basert på ILSA-data har flere norske prosjekter undersøkt utforskende arbeidsmåter. LISSI-prosjektet (Ødegaard et al., 2021) er primært en longitudinell videostudie, finansiert med midler fra Udir. Her ble seks klasser på barnetrinnet og fem på ungdomstrinnet filmet med ett års mellomrom. LISSI undersøkte hva som kjennetegner klasseromspraksis i naturfag, med fokus på utforskende arbeidsmåter. I tillegg til en sammenheng mellom elevers motivasjon og prestasjoner fant de at «Faglige prestasjoner hadde også positiv sammenheng med kvaliteten på måten læreren forklarte, oppsummerte og gav feedback på, samt at lærer stilte spørsmål som utfordret elevene» (side 7). Når det gjelder dybdelæring, fant de at: «Lærerne rapporterte at det er en klar sammenheng mellom dybdelæring og utforsking» (side 6).

REDE-prosjektet har også undersøkt bruk av utforskende arbeidsmåter i Norge, med vekt på representasjoner i naturfag (Knain et al., 2021). Dette og flere prosjekter har bidratt med verdifull kunnskap innen naturfagdidaktikk, men ingen av dem har undersøkt hvorvidt utforskende arbeidsmåter har en positiv påvirkning på prestasjoner i naturfag (<https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/rede/>).

Den presenterte oppsummeringen illustrerer den betydelige variasjonen i forskningsfunn knyttet til effektiviteten av bruk av utforskende arbeidsmåter. De sprikende funnene fra analyser av ILSA-data kan ha flere årsaker. *For det første:* Når man skal undersøke effekter av utforskende arbeidsmåter, er det svært viktig å velge det riktige analysenivået. Når det gjelder analyser av effekten av konstrukter på klasseromsnivå, bør klassen benyttes som analysenivå (for en omfattende gjennomgang av denne tematikken, se Marsh et al., 2012). Mange studier tar ikke hensyn til denne analytiske tilnærmingen og analyserer relasjoner mellom utforskende arbeidsmåter og elevers læringsutbytte bare på ett nivå, for eksempel på elev-, skole- eller landsnivå. I den foreliggende studien benyttes derfor en flernivåmodell, slik at bruk av utforskende arbeidsmåter kan analyseres både på elev- og klassenivå. *For det andre:* En stor del av litteraturen om effektiv undervisning bygger på antakelsen om at det er en lineær sammenheng mellom utforskende arbeidsmåter og elevers læringsutbytte (Aditomo & Klieme, 2020; Gee & Wong, 2012; Lavonen & Laaksonen, 2009). Flere nyere studier viser imidlertid at dersom hyppigheten av utforskende metoder med vekt på naturfaglige eksperimenter måles for eksempel i antall uketimer, vil det også kunne finnes ikke-lineære sammenhenger (Cairns, 2019; Oliver, McConney & Woods-McConney, 2019; Teig et al., 2018). På bakgrunn av disse forskningsfunnene vil den foreliggende studien undersøke både lineære og ikke-lineære

sammenhenger mellom frekvensen av naturfaglige eksperimenter og elevers læringsutbytte.

3.2.3 Utforskende arbeidsmåter og elevenes motivasjon for naturfag

Forskning på motivasjon foregår innen flere fagområder og er et bredt og omfattende forskningsfelt. Innenfor utdanningsforskning er interessen for dette temaet særlig knyttet til elevenes motivasjon for å delta i ulike typer fagrelaterte aktiviteter (Eccles & Wigfield, 2002). Indre motivasjon er her et sentralt begrep som defineres som det å delta i en aktivitet på grunn av den tilfredsstillelsen dette gir, og ikke på grunn av utenforliggende faktorer (Ryan & Deci, 2000, 2020). Man deltar altså i aktiviteten fordi dette for eksempel oppleves som positivt, utfordrende, interessant eller tilfredsstillende nysgjerrigheten (Adler, Schwartz, Madjar & Zion, 2018; Palmer, 2009). For en person drevet av indre motivasjon er derfor læring en type bivirkning av å være involvert i den aktuelle aktiviteten (Palmer, 2009). I naturfag vil elever som liker de aktivitetene som tilbys, som synes aktivitetene er interessante, utfordrende og spennende, være drevet av indre motivasjon (Wu & Wu, 2020). På den annen side vil elever som deltar i aktiviteter først og fremst på grunn av en potensiell ekstern belønning, for eksempel gode karakterer eller positiv omtale av lærer, anses for å være drevet av ytre motivasjon. Tidligere forskning har vist at indre motivasjon fremmer læring i større grad enn ytre motivasjon (Zhang & Bae, 2020).

Innenfor pedagogisk og fagdidaktisk teori er det å stimulere elevenes indre motivasjon regnet for å være en sentral oppgave for lærere. Ved å styrke og videreutvikle deres indre motivasjon gjør man elevene i stand til å møte fremtidige utfordringer både i yrkeslivet og som aktive deltakere i samfunnet. Derfor bør styrket indre motivasjon anses for å være en viktig del av læringsprosessene og læringsresultatene i skolens faglige virksomhet (Ryan & Deci, 2000, 2020). I naturfag er bruk av utforskende arbeidsmåter ansett for å bidra til å styrke og utvikle elevenes indre motivasjon for faget (Aditomo & Klieme, 2020; Adler et al., 2018; Palmer, 2009).

Forskning viser en overveiende sterk sammenheng mellom utforskende arbeidsmåter og elevers motivasjon for å lære naturfag (e.g., Aditomo & Klieme, 2020; Adler et al., 2018; Areepattamannil, Cairns & Dickson, 2020; Wu & Wu, 2020). Elevenes motivasjon og holdninger anses som viktige for deres kognitive engasjement i utforskende aktiviteter. Selvbestemmelsesteorien (Deci & Ryan, 2008; Ryan & Deci, 2000, 2020) benyttes ofte for å forstå de avgjørende faktorene for elevers motivasjon for utforskende aktiviteter. Denne teorien hevder at indi-

vider har medfødte psykologiske behov for utvikling (Deci & Ryan, 2008; Ryan & Deci, 2000, 2020). Disse behovene inkluderer: (1) *autonomi*, ønsket om å styre egen adferd og være uavhengig, (2) *kompetanse*, ønsket om mestring gjennom å søke kognitive utfordringer, (3) *tilhørighet*, ønsket om å utvikle tilknytning og oppleve tilhørighet med andre mennesker (Deci & Ryan, 2000). Forskning understreker lærerens avgjørende rolle for utvikling av elevers motivasjon gjennom vektlegging av disse tre aspektene i bruk av utforskende aktiviteter, for eksempel gjennom å tilby utfordrende oppgaver, legge til rette for autonomi og mestring og stimulere til sosial interaksjon (Areepattamannil et al., 2020; Crawford, 2014; Palmer, 2009).

3.3 METODE

3.3.1 Data og utvalg

TIMSS er en internasjonal undersøkelse av elevers kompetanse i naturfag og matematikk på 5. og 9. trinn. Undersøkelsen går hvert 4. år, og Norge har deltatt siden første gang undersøkelsen ble gjennomført i 1995. Av alle internasjonale storskalaundersøkelser er det TIMSS som egner seg best for å undersøke sammenhenger mellom læreres undervisning og elevers prestasjoner. Det er særlig fordi TIMSS velger ut hele klasser av elever. Dette gjør det mulig å undersøke hva som kan forklare variansen mellom klasser, altså hvorfor noen klasser presterer bedre enn andre. I tillegg har TIMSS spørreskjema til både elever, lærere og skoleledere, noe som åpner opp for mange ulike forskningsperspektiver. Blant annet kan elevenes naturfagkompetanse relateres til de deltakende landenes læreplaner. For mer om TIMSS-undersøkelsen, se kapittel 1.

Den foreliggende studien inkluderer et representativt utvalg av elever på 9. trinn som deltok i TIMSS 2019, N= 4575 elever fra 231 klasserom. Den gjennomsnittlige alderen til elevene er 14,7 år, og utvalget består av 49,4 prosent jenter og 50,6 prosent gutter. Prosentandelen av elever som er født utenfor Norge, er 10,8 prosent.

3.3.2 Variabler og konstrukter

Alle variablene fra elevspørreskjemaet som er med i studien, er beskrevet i tabell 3.1. Variablene er kodet slik at den høyeste verdien er relatert til det mest positive svaret. For alle variablene ligger 'missing' (manglende data) i intervallet 7,1–9,5 prosent.

Tabell 3.1 Deskriptiv statistikk av alle variabler i denne studien

Elevspørreskjema	Gjen- nom- snitt	Stan- dard- avvik	Svaralternativer og prosentandel			
			Svært uenig	Litt uenig	Litt enig	Svært enig
Utforskende arbeidsmåter						
<i>Hvor enig er du i disse utsagnene om naturfagtimene?</i>						
1. Læreren ber oss forklare våre egne ideer og tanker (forberedelses-, forklarings- og evalueringsfasen)	1,99	0,85	6,2	19,1	44,6	69,9
2. Læreren knytter nytt stoff til det jeg allerede kan (forberedelses-, forklarings- og evalueringsfasen)	2,15	0,82	3,8	17,2	40,0	39,1
3. Læreren ber oss være med på å planlegge forsøk (gjennomføringsfasen)	1,40	0,96	21,9	32,3	31,9	13,9
4. Klassen diskuterer forsøk vi har gjort (forklarings- og evalueringsfasen)	2,10	0,87	6,5	14,8	40,6	38,0
5. Læreren ber oss tenke over hvilke internettsider om naturfag man kan stole på (forberedelses-, forklarings- og evalueringsfasen)	1,73	1,00	14,8	25,1	34,0	26,0
Frekvensen av eksperiment			Aldri	Noen få ganger i året	En eller to ganger i måneden	Minst en gang i uken
<i>Hvor ofte gjør dere forsøk i naturfagtimene?</i> (gjennomføringsfasen)	1,65	0,77	5,0	38,8	41,5	13,7
Sosioøkonomisk status (SØS)			0–25 bøker	26–100 bøker	101–200 bøker	Flere enn 200
<i>Omtrent hvor mange bøker er det hjemme hos deg? (Ikke tell med blader, aviser eller skolebøker.)</i>	2,17	1,29	39,9	27,7	21,0	21,5
Prestasjoner i naturfag	495,60	84,59				

Elevspørreskjema	Gjen- nom- snitt	Stan- dard- avvik	Svaralternativer og prosentandel			
			Svært uenig	Litt uenig	Litt enig	Svært enig
Motivasjon						
<i>Hvor enig er du i disse utsagnene om naturfag?</i>						
1. Jeg liker å lære naturfag	2,01	0,85	6,6	15,5	46,5	31,4
2. Jeg skulle ønske at jeg ikke var nødt til å lære naturfag	1,85	0,97	10,0	24,5	33,9	31,6
3. Naturfag er kjedelig	1,66	0,96	23,4	31,8	32,3	12,4
4. Jeg lærer mye interessant i naturfag	2,15	0,82	4,4	13,9	43,3	38,4
5. Jeg liker naturfag	1,95	0,90	7,5	20,4	40,4	31,7
6. Jeg gleder meg til å lære naturfag på skolen	1,68	0,94	11,1	32,0	35,2	21,7
7. I naturfag lærer jeg hvordan ting i verden henger sammen	2,20	0,77	3,5	11,4	45,2	39,8
8. Jeg liker å gjøre eksperimenter i naturfag	2,52	0,74	2,9	6,5	26,1	64,5
9. Naturfag er et av de fagene jeg liker best	1,53	1,04	19,4	29,4	28,0	22,9

I tillegg benyttes prestasjoner i naturfag som er basert på resultatene fra TIMSS 2019-studien. TIMSS måler elevenes kompetanser i emneområdene biologi, fysikk, kjemi og geofag. I tillegg måler TIMSS tre kognitive områder: (1) *å kunne*; som innebærer å huske og gjenkjenne fakta, kjenne naturfaglig terminologi og definisjoner, beskrive organismer, stoffer og prosesser, gi eksempler og bruke lab-utstyr, (2) *å anvende*; som innebærer å sammenligne og kategorisere, å anvende naturfaglige modeller, knytte faglige begreper og forklaringer til observerte fenomener og tolke informasjon, og (3) *å resonner*; som innebærer å analysere naturfaglige problemer, kombinere informasjon, formulere og teste hypoteser, se mønstre i data og trekke konklusjoner, generalisere, begrunne påstander og vurdere ulike alternativer.

Siden ikke alle elever svarer på de samme oppgavene (se kap.1), og for å kunne sammenligne elevenes prestasjoner, bruker man Item Response Theory (IRT) for å generere fem plausible verdier for hver elev (se kapittel 1). I den foreliggende studien benyttes alle fem plausible verdiene i analysene, ut fra anbefalingene som gis i von Davier, Gonzalez og Mislevy (2009). Skalaer for plausible verdier ble etablert

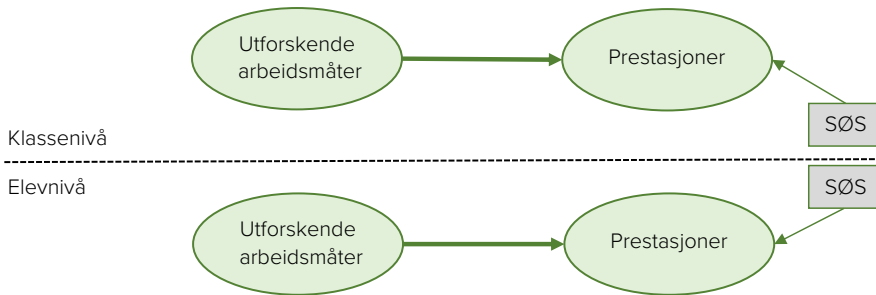
i den første TIMSS-undersøkelsen i 1995, hvor gjennomsnittet ble satt til 500 og standardavviket til 100 poeng. Mer informasjon om designet for denne studien finnes i teknisk rapport fra TIMSS 2019 (Martin, von Davier, Mullis & Foy, 2020).

3.3.3 Analysemetode

For å undersøke sammenhengen mellom utforskende arbeidsmetoder og elevers prestasjoner i naturfag benyttes 2-nivå (elever og klasser) strukturelle ligningsmodeller (Hox, Moerbeek & van de Schoot, 2017). For å undersøke reliabiliteten og validiteten til de latente variablene brukes konfirmatorisk faktoranalyse (confirmatory factor analyses). Analyseprogrammet som benyttes, er Mplus versjon 8.5 (Muthén & Muthén, 1998–2018). Her produseres såkalte faktorladninger, som angir hvor godt hver variabel måler det underliggende konseptet som skal måles av den latente variabelen. Mplus produserer også mål på hvor godt modellen er tilpasset dataene. For å ta høyde for såkalte ‘missing’ eller manglende data anvendes FIML (Full Information Maximum Likelihood).

Elevers opplevelser i klasserom kan være ulike, og følgelig vil noen elever kunne uttrykke seg mer positivt eller negativt enn andre. Der det benyttes elevsvar, blir disse aggregert til klassenivå, samtidig som det kontrolleres for elevenes svar på elevnivå (se figur 3.2). Dette gjøres for å fjerne støy som kommer av at elevene bedømmer lærerne sine ulikt (Marsh et al., 2012). Slik vil resultatene på klassenivå i denne studien reflektere den delte oppfatningen av utforskende arbeidsmåter og frekvensen av eksperimenter etter å ha justert for irregulariteter i enkeltelevers vurdering (Lüdtke, Trautwein, Kunter & Baumert, 2007). Figur 3.2 viser en analytisk modell av forholdet mellom utforskende arbeidsmåter og elevprestasjoner på elev- og klassenivå, og at det her kontrolleres for SØS på begge nivåer. For forskningsspørsmål 1 undersøkes sammenhengen mellom utforskende metoder og elevenes prestasjoner og motivasjon. For forskningsspørsmål 2 erstattes utforskende arbeidsmåter med frekvensen av eksperimenter i klassen, og de tilsvarende sammenhengene med elevenes læringsutbytte undersøkes. Ettersom tidligere forskning har indikert at sammenhengene mellom frekvensen av eksperimenter og prestasjoner er kurvelineært (Cairns, 2019; Oliver et al., 2019; Teig et al., 2018), undersøkes muligheten for både lineære og kurvelineære sammenhenger i denne analysen.

Svarene på forskningsspørsmålene i dette kapitlet vil drøftes på klassenivå. Det betyr at det er variansen i elevenes prestasjoner på klassenivå som er relevant, og at det derfor primært er regresjonskoeffisientene på klassenivå som er interessante.



Figur 3.2 En analytisk modell om relasjoner mellom utforskende arbeidsmåter og elevers prestasjoner i naturfag på elev- og klassenivå, korrigert for SØS på begge nivåene.

3.4 RESULTATER

To latente variabler ble laget, basert på manifeste variabler (se tabell 3.1) målt på elevnivå: *utforskende arbeidsmåter* og *indre motivasjon*. Den latente variabelen *utforskende arbeidsmåter* hadde en reliabilitet på 0,78 på elevnivå, og 0,92 på klassenivå. Den latente variabelen *indre motivasjon* hadde en reliabilitet på 0,89 på elevnivå, og 0,99 på klassenivå. Intraklasse-koeffisientene for *utforskende arbeidsmåter* var på 0,12 og 0,72, og for *indre motivasjon* var de på 0,11 og 0,71 på henholdsvis elev- og klassenivå. For *utforskende arbeidsmåter* var modelltilpasningene¹ utmerket med RMSEA = 0,30, CFI = 0,988, TLI = 0,976, SRMR på elevnivå = 0,019, og SRMR på klassenivå = 0,036. Modelltilpasningene for *indre motivasjon* var også god med RMSEA = 0,48, CFI = 0,967, TLI = 0,955, SRMR på elevnivå = 0,033, og SRMR på klassenivå = 0,042. For å oppsummere så hadde begge modellene som ble brukt i denne studien, høy reliabilitet og validitet.

3.4.1 Sammenhenger mellom utforskende arbeidsmåter og elevenes prestasjoner og indre motivasjon

Tabell 3.2 viser relasjonene mellom utforskende arbeidsmåter og elevers prestasjoner før det kontrolleres for SØS (nullmodell 1) og etter at det kontrolleres for SØS (modell 1). Tilsvarende viser tabellen relasjonene til indre motivasjon før og etter kontroll for SØS (henholdsvis nullmodell 2 og modell 2). Tabellen inneholder resultater på både elev- og klassenivå. Imidlertid er modellen på elevnivå bare med

¹ Se Hu og Bentler (1999) om kriterier til modelltilpasning (model fit) i strukturell ligningsmodellering. RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation, CFI = Comparative Fit Index, TLI = Tucker-Lewis-Index, SRMR = Standardized Root Mean Square Residual.

for å kontrollere for forskjeller mellom elevers svar innen klassene. Derfor vil det her fokuseres mest på resultatene på klassenivå.

Tabell 3.2 Sammenhenger mellom utforskende arbeidsmåter og elevens prestasjoner og indre motivasjon

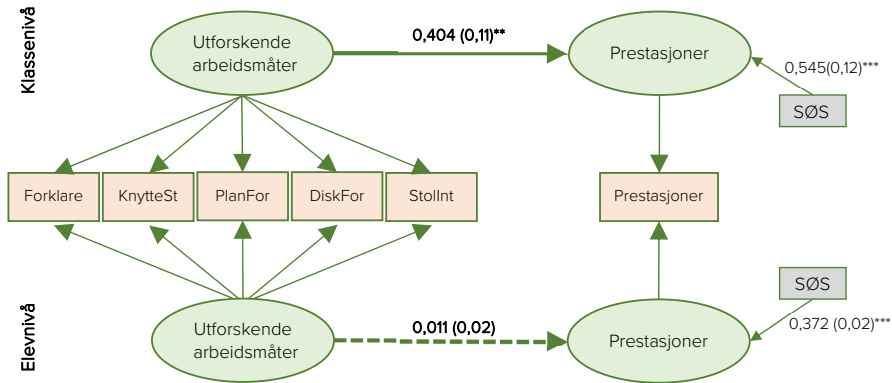
Uavhengige variabler	Avhengig variabel: Prestasjoner		Avhengig variabel: Indre motivasjon	
	Nullmodell 1	Model 1	Nullmodell 2	Model 2
Elevnivå:				
Utforskende arbeidsmåter	0,012 (0,02)	0,011 (0,02)	0,469 (0,02)***	0,461 (0,02)**
SØS	-	0,372 (0,02)**	-	0,100 (0,02)**
Andel av varians (R ²)	0,000 (0,00)	0,139 (0,01)**	0,220 (0,02)***	0,223 (0,02)**
Klassenivå:				
Utforskende arbeidsmåter	0,440 (0,15)**	0,404 (0,11)*	0,817 (0,06)***	0,822 (0,06)**
SØS	-	0,544 (0,12)**	-	0,074 (0,09)
Andel av varians (R ²)	0,194 (0,13)	0,461 (0,14)*	0,668 (0,10)***	0,682 (0,09)**

Standardiserte regresjonsverdier, standardfeil i parentesene *p<0,05, **p <0,001

Sammenhengen mellom utforskende arbeidsmåter og naturfagsprestasjoner på 9. trinn er på 0,440 (standardisert estimat) på klassenivå (tabell 3.2, nullmodell 1). Dette er en middels sterk regresjonskoeffisient, og kan sammenlignes med effektstørrelse i og med at standardavviket er på 100 poeng. Utforskende arbeidsmåter forklarer 19,4 av variasjonen i prestasjoner mellom klasser. Sammenhengen mellom utforskende arbeidsmåter og prestasjoner er ikke signifikant på elevnivå.

Figur 3.3 viser relasjoner mellom utforskende arbeidsmåter og prestasjoner på elev- og klassenivå, etter at det er korrigert for SØS på begge nivåene (tilsvarende tabell 3.2, modell 1). På klassenivå blir relasjonen noe svakere når man kontrollerer for SØS (0,404). Til sammen forklarer utforskende arbeidsmåter og SØS 46,1 prosent av variasjonen i prestasjoner mellom klasser og 13,9 prosent av variasjonen i prestasjoner mellom elever.

Sammenhengen mellom utforskende arbeidsmåter og indre motivasjon er enda sterkere, og standardisert regresjonskoeffisient er på 0,469 på elevnivå og 0,817 på klassenivå, før det kontrolleres for SØS (tabell 3.2, nullmodell 2). Dette er en veldig sterk sammenheng hvor altså utforskende arbeidsmåter forklarer henholdsvis 22 prosent og 66,8 prosent av variasjonen i indre motivasjon mellom elever og klasser.



Figur 3.3 Relasjoner mellom utforskende arbeidsmåter og elevers prestasjoner i naturfag på elev- og klassenivå, korrigert for SØS på begge nivåene. Forklare = Forklare egne ideer, KnytteSt = Knytte nytt stoff til kunnskap, PlanFor = Planlegge forsøk, DiskFor = Diskutere forsøk, Stollnt = Stole på internettsider. Se tabell 3.1.

Standardiserte regresjonsverdier, standardfeil i parentesene. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,001$

Tabell 3.2, modell 2 viser relasjoner mellom utforskende arbeidsmåter og indre motivasjon på elev- og klassenivå, etter å ha korrigert for SØS på begge nivåene. Når det kontrolleres for SØS både på elev- og klassenivå, blir relasjonen mellom utforskende arbeidsmåter og indre motivasjon på elevnivå mindre (0,461), men forskjellen er ikke signifikant. På klassenivå er det motsatt, og relasjonen blir nå sterkere (0,822), men forskjellen er heller ikke her signifikant. Til sammen forklarte utforskende arbeidsmåter og SØS 22,3 prosent av variasjonen i indre motivasjon mellom elever og 68,2 prosent av variasjonen i indre motivasjon mellom klasser.

3.4.2 Sammenhenger mellom frekvensen av eksperimenter og elevers prestasjoner og motivasjon

Sammenhengen mellom frekvensen av eksperimenter og naturfagsprestasjoner på 9. trinn er på 0,180 (standardisert estimat) på klassenivå (tabell 3.3, nullmodell 1). Dette er en svak, men signifikant regresjonskoeffisient. Sammenhengen er ikke-signifikant etter å ha kontrollert for SØS (tabell 3.3, modell 1a, lineær modell).

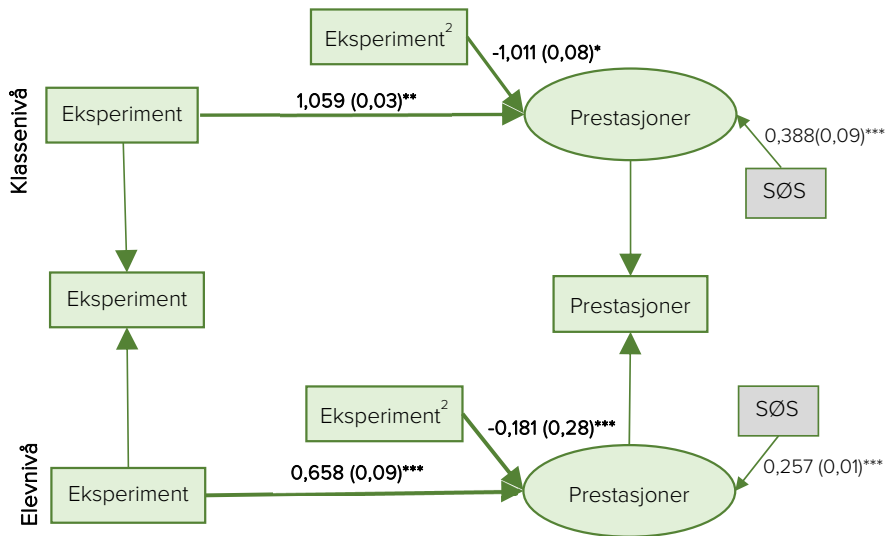
Tabell 3.3 Sammenhenger mellom frekvensen av eksperimenter og elevens prestasjoner og indre motivasjon

Uavhengige variabler	Avhengig variabel: Prestasjoner		Avhengig variabel: Indre motivasjon	
	Nullmodell 1	Model 1	Nullmodell 2	Model 2
Elevnivå:				
Eksperimenter	0,024 (0,03)	0,045 (0,03)	0,152 (0,02)***	0,161 (0,02)**
SØS	-	0,379 (0,02)**	-	0,117 (0,02)**
Andel av varians (R^2)	0,001 (0,00)	0,144 (0,01)**	0,023 (0,01)***	0,037 (0,01)**
Klassenivå:				
Eksperimenter	0,180 (0,09)*	0,066 (0,09)	0,199 (0,10)*	0,196 (0,10)*
SØS	-	0,525 (0,12)	-	0,077 (0,11)
Andel av varians (R^2)	0,024 (0,03)	0,295 (0,13)*	0,040 (0,02)	0,051 (0,02)

Standardiserte regresjonsverdier, standardfeil i parentesene. * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$

Tidligere forskning viser at utforskende arbeidsmåter med vekt på naturfaglige eksperimenter har en kurvelineær sammenheng med elevprestasjoner (Cairns, 2019; Oliver et al., 2019; Teig et al., 2018). Den samme kurvelineære analysen ble utført på dataene i den foreliggende studien, og det ga samme resultat: Etter å ha kontrollert for SØS på elev- og klassenivå (tabell 3.3, modell 1b), følger sammenhengene mellom frekvensen av eksperimenter og prestasjoner en kurvelineær eller invertert U-kurve i større grad enn en rett linje. Dette gjelder for begge analysenivåene (se figur 3.4). Det kvadratiske uttrykket for frekvensen av eksperimenter (Eksperiment^2) reflekterer den kurvelineære sammenhengen mellom eksperiment og prestasjoner. Den negative regresjonskoeffisienten til det kvadratiske estimatet indikerer at den i utgangspunktet positive sammenhengen mellom frekvensen av eksperimenter og prestasjoner minsker. Det betyr at relasjonen etter hvert blir negativ når frekvensen av eksperimenter øker. Økt bruk av eksperimenter er altså positivt korrelert med høyere prestasjoner opptil et visst nivå, deretter svekkes denne sammenhengen og blir etter hvert negativ.

Tabell 3.3, modell 2 viser relasjoner mellom frekvensen av eksperimenter og indre motivasjon på elev- og klassenivå etter å ha kontrollert for SØS på begge nivåene. Den standardiserte regresjonskoeffisienten på klassenivå var på nesten 0,2.



Figur 3.4 En kurvelineær sammenheng mellom utforskende arbeidsmåter og elevers prestasjoner på elev- og klassenivå, korrigert for SØS på begge nivåene.

Standardiserte regresjonsverdier, standardfeil i parentesene * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,001$

3.5 DISKUSJON

Analysene i den foreliggende studien har gitt følgende hovedfunn:

1. Utforskende arbeidsmåter har en positiv sammenheng med elevenes prestasjoner på klassenivå.
2. Frekvensen av eksperimenter har kurvelineær sammenheng med elevenes prestasjoner både på elev- og klassenivå. Dersom frekvensen av eksperimenter blir for høy, svekkes altså sammenhengen med prestasjoner og blir til slutt negativ.
3. Utforskende arbeidsmåter og frekvensen av eksperimenter har positiv sammenheng med elevenes motivasjon for naturfag både på elev- og klassenivå.

I alle analysene som ligger til grunn for disse resultatene, ble det korrigert for SØS.

3.5.1 Diskusjon av funn i lys av teori

Selv om man i studier som benytter tverrsnittsdata fra storskalaundersøkelser, ofte vil være forsiktig med å trekke kausale slutninger (Teig, 2019), viser funnene pre-

sentert i dette kapitlet en klar positiv sammenheng mellom bruk av utforskende arbeidsmåter og elevenes læringsutbytte. Dette harmonerer godt med resultater fra metaanalyser av denne tematikken (f.eks. Estrella, Au, Jaeggi & Collins, 2018; Furtak et al., 2012). Ved å anvende rammeverket for utforskende arbeidsmåter utarbeidet av Rönnebeck et al. (2016) synes konseptualiseringen og utvalget av enkeltspørsmål for å måle denne typen undervisning å være i tråd med det som er blitt benyttet i tidligere studier. Dette var mulig fordi Norge i TIMSS 2019-studien inkluderte spesifikke spørsmål i elevspørreskjemaet knyttet til undervisningskvalitet i naturfag.

I studier som undersøker sammenhengen mellom utforskende arbeidsmåter og elevers læringsutbytte, er det viktig å ha reliable og valide mål for begge disse variablene. I TIMSS får elevene oppgaver som dekker fire sentrale fagområder (fysikk, kjemi, biologi og geofag), og tre kognitive domener (å kunne, å anvende, å resonnerere). Mange av oppgavene er knyttet til bruk av utforskende arbeidsmåter. Disse oppgavene kan derfor sies å være relatert til begrepet 'dybdelæring', slik dette redegjøres for i teoridelen. Funnene som viser at utforskende arbeidsmåter har en positiv sammenheng med elevenes prestasjoner, indikerer at disse arbeidsmåtene fremmer dybdelæring. Dette er i samsvar med tidligere forskning (Chin & Brown, 2000; National Research Council, 2012; Rönnebeck et al., 2018).

Den foreliggende studien knytter funn fra storskalaundersøkelser nærmere sammen med anerkjente teorier og funn innen naturfagdidaktikk og naturfagdidaktisk forskning (se f.eks. metaanalyser fra Estrella et al., 2018 og Furtak et al., 2012). Metaanalyser er ofte basert på eksperimentelle studier hvor lærere har blitt spesielt trent opp til å utføre innovative utforskende arbeidsmåter (Aditomo & Klieme, 2020). I TIMSS måles derimot utforskende arbeidsmåter i vanlige, ordinære timer hvor læreren *ikke* har fått slik ekstra opptrening. De presenterte funnene samsvarer godt med tidligere forskningsresultater som indikerer at utforskende arbeidsmåter har en positiv sammenheng med elevenes prestasjoner og motivasjon for naturfag (Furtak et al., 2012; Palmer, 2009; Wu & Wu, 2020). I tillegg viser den foreliggende studien at naturfagslærere klarer å gjøre utforskende arbeidsmåter meningsfulle og betydningsfulle i vanlige timer, *uten* spesialtrening i slik undervisning.

Utforskende arbeidsmetoder var positivt relatert til prestasjoner til tross for at variasjonen og mengden av slike aktiviteter var lav på 9. trinn (se tabell 3.1). TIMSS-data viser at det er lite bruk av utforskende arbeidsmåter i Norge i forhold til de fleste andre land (Mullis, Martin, Foy, Kelly & Fishbein, 2020). Dette kan muligens skyldes at det er relativt få lærere som mottar etter- og videreutdanning, få undervisningstimer i naturfag samt en rapportert mangel på laboratorier og utstyr. Sammenlignet med for eksempel de andre nordiske landene skårer Norge

lavt på alle disse indikatorene (Kaarstein, Radišić, Lehre, Nilsen & Bergem, 2020; Mullis et al., 2020). En mulig implikasjon av denne studien er derfor at det burde avsettes mer ressurser til etterutdanning av lærere, ikke minst der utforskende arbeidsmåter blir vektlagt. Dessuten burde en opplæring i bruk av utforskende metoder inngå som en sentral del av lærerutdanningen.

På hvilke måter kan så utforskende arbeidsmåter bidra til elevenes læring? Det å aktivisere elevene i de forskjellige fasene av utforskende arbeidsmåter er viktig for å stimulere elevers begrepsforståelse og styrke deres kunnskap om naturfagets egenart (se figur 3.1). Spesifikt vil de ulike fasene hjelpe elevene til å se sammenhengene mellom de fire domenene av vitenskapelig kunnskap (altså konseptuell, prosedural, epistemisk og sosial) (Duschl, 2008; Furtak et al., 2012). *Det konseptuelle domenet* av naturfag består av den kunnskapen som reflekterer den foreliggende forståelsen av naturvitenskapelige systemer. Dette inkluderer fakta, begreper, lover og vitenskapelige prinsipper (National Research Council, 2007, s. 26). For å kunne gjennomføre forberedelsesfasen av utforskende aktiviteter, som for eksempel å formulere forskningsspørsmål, generere hypoteser og planlegge eksperimenter, trenger elevene relevant innholdskunnskap om emnet som utforskes. I målene for bruk av utforskende arbeidsmetoder blir elevene blant annet spurt om de får være med på å planlegge forsøk. Dette er relatert til forberedelsesfasen, og her vil elevenes forkunnskaper også spille inn.

Det prosedurale domenet er fundamentalt for å forstå ulike metoder og praksiser brukt får å etablere kunnskap. Lærere bør ta hensyn til prosedyrene i gjennomføringsfasen av utforskende arbeidsmåter, for eksempel elevenes ferdigheter til å manipulere én variabel om gangen for å gjennomføre eksperimenter. Det finnes en god del slike oppgaver i TIMSS. Det hender at elever kan være i stand til å utføre de nødvendige prosedyrene i et eksperiment uten at de evner å reflektere over hvordan de genererer naturvitenskapelig kunnskap. Dette kan være noe av grunnen til den kurvelineære sammenhengen mellom frekvensen av eksperimenter og prestasjoner. Det å gjøre eksperimenter hver eneste time vil ikke nødvendigvis øke elevenes forståelse. Tid til naturfaglig refleksjon og diskusjon må også prioriteres.

Det å reflektere over hvordan naturvitenskapelig kunnskap genereres, er spesielt adressert i *det epistemiske domenet*. Dette inkluderer forståelse av hvorfor visse prosedyrer brukes til å drive vitenskap, legitimiteten til kunnskapskrav generert fra denne praksisen, og skillet mellom forskjellige typer kunnskapskrav (f.eks. fakta, teori, hypotese og data). Det epistemiske domenet behandles også i de forskjellige fasene av utforskende arbeidsmåter (Duschl, 2008; Furtak et al., 2012), for eksempel i forklarings- og evalueringsfasen. Her kan elevene blant annet inkluderes ved at de får i oppgave å argumentere for sin evaluering av hvilke nettsteder man bør

stole på. Dette er for øvrig inkludert i et av spørsmålene som måler den latente variabelen, «utforskende arbeidsmåter».

Alle faser av utforskende arbeidsmåter representerer vitenskapens *sosiale* domene, gjennom elevenes kommunikasjonskompetanse (Duschl, 2008; Furtak et al., 2012). Under gruppearbeidet deltar studentene i utforskende samtaler for å oppnå delt forståelse, forbedre vitenskapelig resonnement og gi konstruktiv tilbakemelding (Rönnebeck et al., 2016). For eksempel er det viktig for elevene å delta i diskusjoner rundt eksperimenter de har gjort. Dette inngår også som et av spørsmålene som måler den latente variabelen, «utforskende arbeidsmåter». I tillegg kan det å utføre eksperimenter i seg selv være en sosial aktivitet. I utforskende samtaler blir "alle bedt om å gjøre rede for sine begrunnelser" og "utfordringer og alternativer blir gjort eksplisitte og blir forhandlet frem" (Mercer et al., 2004, s. 362). Dette reflekteres også i et av spørsmålene for den latente variabelen «utforskende arbeidsmåter», som dreier seg om hvorvidt læreren ber elevene forklare sine egne ideer og tanker. Ved å engasjere elever i spørsmålsformulering, datainnsamling, og kunnskapsbygging (Knain & Kolstø, 2019) vil utforskende arbeidsmåter benytte seg av alle de fire domene innen vitenskapelig kunnskap som er grunnleggende for læring i naturfag.

Det at de forskjellige domene av vitenskapelig kunnskap blir reflektert i spørsmålene relatert til «utforskende arbeidsmåter», kan være noe av grunnen til at denne variabelen hadde en positiv sammenheng med elevenes motivasjon og prestasjoner i naturfag.

Hvordan kan så utforskende arbeidsmåter bidra til å styrke elevenes faglige motivasjon? Selvbestemmelsesteorien (Deci & Ryan, 2000, 2008), hvor *autonomi*, *kompetanse* gjennom mestring og *tilhørighet* er de sentrale begrepene, ble benyttet som teoretisk rammeverk for å forklare sammenhengene mellom motivasjon og både utforskende arbeidsmåter og frekvensen av eksperimenter. Gjennom å legge til rette for autonomi og mestring og stimulere til sosial interaksjon, noe som inngår i utforskende arbeidsmåter, er læreren med på å motivere elevene (Areepattamannil et al., 2020; Palmer, 2009; Wu & Wu, 2020). I spørsmålene som brukes i den foreliggende studien for å måle utforskende arbeidsmåter og eksperimenter, blir disse tre aspektene ved selvbestemmelsesteorien adressert. Gjennom bruk av utforskende arbeidsmåter blir elevene stimulert kognitivt og får en følelse av mestring (kompetanse). De er dessuten med på å planlegge forsøk (autonomi), de samarbeider under forsøk og diskuterer forsøkene i etterkant (tilhørighet). Tidligere forskning har funnet at utforskende arbeidsmåter har en klar positiv påvirkning på elevers motivasjon (Aditomo & Klieme, 2020; Adler et al., 2018; Palmer, 2009; Wu & Wu, 2020). De presenterte funnene samsvarer godt med dette, og viser at det også gjelder for norske elever.

3.5.2 Begrensninger for analysene

I denne studien ble tverrsnittsdata benyttet, noe som betyr at det ikke kan trekkes kausale slutninger. I tillegg benyttes rapportering fra elevene for å måle lærerens undervisning. Direkte observasjoner av naturfagtimene kunne gitt et mer nyansert bilde. Likevel vil slutningene som trekkes i denne studien, ha høy validitet fordi funnene relateres til tidligere forskning og til vitenskapelige teorier. I tillegg holder både designet og kvaliteten på dataene høy kvalitet, og det benyttes robuste metoder (flernivå strukturell ligningsmodellering) som er teoribyggende og gir reliable og valide resultater (Heck & Thomas, 2015; Hox et al., 2017).

Konstruktvaliditeten av utforskende arbeidsmåter skal være høy i og med at denne bygger på tidligere forskning. Likevel kan det være en mulighet for underrepresentasjon av konstruktet, det vil si at ikke alle aspekter av begrepet er dekket. Begrepet kunne muligens blitt ytterligere dekket og belyst dersom elevene hadde fått flere spørsmål knyttet til utforskende arbeidsmetoder. Dette er imidlertid en utfordring som ikke er spesielt for TIMSS og den foreliggende studien, men som er langt mer generell. Etter hvert som nye forskningsstudier lager nye konstrukt basert på tidligere teori, bygges ny kunnskap om utforskende arbeidsmåter. I dag er det verken enighet om begrepet eller operasjonaliseringen, og det skyldes blant annet at begrepet er svært bredt og inkluderer mange forskjellige aspekter (Knain & Kolstø, 2019). I denne studien bygger konstruktet på en anerkjent, teoretisk modell av Rönnebeck et al. (2016). Hele elevspørreskjemaet har dessuten blitt pilotert og deretter evaluert teoretisk og psykometrisk før gjennomføringen av selve hovedundersøkelsen. Slutningene som trekkes i denne analysen, anses derfor som både valide og reliable.

3.5.3 Implikasjoner, bidrag og videre forskning

Det er gjennomført få studier på utforskende arbeidsmetoder med representative utvalg, og hvor dataene har gjennomgått så mange og grundige kvalitetssjekker som i den foreliggende analysen. Studiens viktigste bidrag til forskningsfronten er at resultatene kan generaliseres til nasjonalt nivå, og at kvaliteten til både dataene, metoden og analysene bidrar til valide slutninger.

Det er videre få studier som har undersøkt påvirkningen av utforskende arbeidsmetoder på både motivasjon og prestasjoner. De fleste studier har hovedsakelig undersøkt relasjonen til motivasjon (Areepattamannil et al., 2020; Wu & Wu, 2020), og et fåtall har undersøkt sammenhenger med prestasjoner (Cairns, 2019; Oliver et al., 2019). Denne studien er derfor med på å bygge kunnskap om betydningen av utforskende arbeidsmåter for både motivasjon og prestasjoner. Derfor

anses funnene som viktige, og som svært interessante og relevante for lærerutdanningen, skoleeiere, utdanningspolitikk, lærere og læreplanutvikling.

Den kurvelineære sammenhengen mellom eksperimenter og prestasjoner har blitt påvist i en tidligere studie basert på TIMSS 2015, med data fra lærerspørreskjemaet (Teig et al., 2018). Studien i dette kapitlet repliserte dette funnet, men er basert på TIMSS 2019, og med data fra elevspørreskjemaet. Dette samsvaret viser at funnet er robust. Fremtidige lignende studier av naturfag bør derfor ta hensyn til dette funnet og undersøke hvorvidt relasjonene mellom eksperimenter og prestasjoner er kurvelineære eller lineære. Funnet bør også være viktig for lærere og for lærerutdanningen. Det viser at selv om det er verdifullt for elever å gjøre eksperimenter, så vil for høy frekvens av eksperimenter kunne påvirke læringen negativt. Dette kan skyldes at eksperimenter tar mye tid, og ofte krever mye forkunnskap.

En utfordring for fremtidige forskningsstudier er å uttype betydningen av eksperimenter. Det er nærliggende å tro at mange andre faktorer kan påvirke relasjonen mellom eksperimenter og prestasjoner, for eksempel lærerens kompetanse, type eksperiment, veiledning og tilbakemelding fra læreren underveis, etterarbeid og diskusjoner relatert til hva man kan lære av eksperimentet (Rönnebeck et al., 2016).

3.5.4 Konklusjon

De viktigste funnene i denne studien var at utforskende arbeidsmåter og frekvensen av eksperimenter hadde en positiv sammenheng med elevenes motivasjon og prestasjoner på klassenivå. Disse funnene er relevante for både forskningsfeltet og skolens virksomhet. Funnene bygger opp om den positive betydningen av bruk av utforskende arbeidsmåter i naturfag og viser at dette fremmer elevers motivasjon og læringsutbytte.

REFERANSER

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R.A., Lederman, N.G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. & Tuan, H.-I. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419.
- Aditomo, A. & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 1–22.
- Adler, I., Schwartz, L., Madjar, N. & Zion, M. (2018). Reading between the lines: The effect of contextual factors on student motivation throughout an open inquiry process. *Science Education*, 102(4).
- Alfieri, L., Brooks, P.J., Aldrich, N.J. & Tenenbaum, H.R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1–18.

- American Association for the Advancement of Science. (1994). *Science for all americans: Project 2061*. Oxford University Press.
- Areepattamannil, S., Cairns, D. & Dickson, M. (2020). Teacher-Directed Versus Inquiry-Based Science Instruction: Investigating Links to Adolescent Students' Science Dispositions Across 66 Countries. *Journal of Research in Science Teacher*.
- Blanchard, M.R., Southerland, S.A., Osborne, J.W., Sampson, V.D., Annetta, L.A. & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science education*, 94(4), 577–616.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88–89. Hentet fra <http://www.fremonths.org/ourpages/auto/2008/5/11/1210522036057/bscs5efullreport2006.pdf>
- Cairns, D. (2019). Investigating the relationship between instructional practices and science achievement in an inquiry-based learning environment. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2113–2135.
- Chin, C. & Brown, D.E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of research in science teaching*, 37(2), 109–138.
- Constantinou, C.P., Tsivitanidou, O.E. & Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning? I Tsivitanidou O., Gray P., Rybska E., Louca L., Constantinou C. (Red.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning* (s. 1–23). Springer International Publishing.
- Crawford, B.A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. I N.G. Lederman & S.K. Abell (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 529–556). Routledge.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 49(3), 182–185.
- Duschl, R.A. (2003). Assessment of inquiry. I J.M. Atkin & J. Coffey (Red.), *Everyday assessment in the science classroom* (s. 41–59). NSTA Press.
- Duschl, R.A. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132.
- Estrella, G., Au, J., Jaeggi, S.M. & Collins, P. (2018). Is inquiry science instruction effective for English language learners? A meta-analytic review. *AERA Open*, 4(2), 1–23.
- Furtak, E.M. & Penuel, W.R. (2019). Coming to terms: Addressing the persistence of “hands-on” and other reform terminology in the era of science as practice. *Science education*, 103(1), 167–186.
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D.C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
- Gee, K.A. & Wong, K.K. (2012). A cross national examination of inquiry and its relationship to student performance in science: Evidence from the Program for International Student Assess-

- ment (PISA) 2006. *International Journal of Educational Research*, 53, 303–318.
- Haug, B.S. & Ødegaard, M. (2014). From words to concepts: Focusing on word knowledge when teaching for conceptual understanding within an inquiry-based science setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777–800.
- Heck, R.H. & Thomas, S.L. (2015). *An introduction to multilevel modeling techniques: MLM and SEM approaches using Mplus*. Routledge.
- Hox, J.J., Moerbeek, M. & van de Schoot, R. (2017). *Multilevel analysis: Techniques and applications*. Routledge.
- Hu, L.-t. & Bentler, P.M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55.
- Hubber, P., Tytler, R. & Chittleborough, G. (2018). Representation Construction: A Guided Inquiry Approach for Science Education. I R. Jorgensen & K. Larkin (Red.), *STEM Education in the Junior Secondary: The State of Play* (s. 57–89). Springer Singapore.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.-C. W., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.
- Knain, E., Fredlund, T. & Furberg, A. (2021). Exploring student reasoning and representation construction in school science through the lenses of social semiotics and interaction analysis. *Research in Science Education*, 51(1), 93–111.
- Knain, E. & Kolstø, S.D. (2019). Utforskende arbeidsmåter – en oversikt. I E. Knain & S.D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 127–163).
- Krajcik, J.S. & Sutherland, L.M. (2010). Supporting students in developing literacy in science. *Science*, 328(5977), 456–459.
- Kunnskapdepartementet. (2010). Realfag for framtida. Oslo: Utdanningsdirektoratet. Hentet fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/kd/nyh/2006/0014/ddd/pdfv/290281-strategiplan_for_realfagene.pdf
- Kunnskapdepartementet. (2015). *Tett på realfag. Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnsopplæringen (2015–2019)*. Utdanningsdirektoratet. Hentet fra https://www.regjeringen.no/contentassets/869faa81d1d740d297776740e67e3e65/kd_realfagsstrategi.pdf
- Lavonen, J. & Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922–944.
- Lazonder, A.W. & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718.
- Lederman, N.G. (2019). Contextualizing the relationship between nature of scientific knowledge and scientific inquiry. *Science & Education*, 28(3–5), 249–267.
- Lee, E.A. & Brown, M.J. (2018). Connecting inquiry and values in science education. *Science & Education*, 27(1), 63–79.
- Lüdtke, O., Trautwein, U., Kunter, M. & Baumert, J. (2007). Reliability and agreement of student ratings of the classroom environment: A reanalysis of TIMSS data. *Learning Environments Research*, 9(3), 215–230.
- Marsh, H.W., Lüdtke, O., Nagengast, B., Trautwein, U., Morin, A.J.S., Abduljabbar, A.S. & Koller, O. (2012). Classroom climate and contextual effects: Conceptual and methodological issues in the evaluation of group-level effects. *Educational Psychologist*, 47(2), 106–124.

- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P. & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 international results in science*. Boston, MA: Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Martin, M.O., von Davier, M., Mullis, I.V.S. & Foy, P. (2020). *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British educational research journal*, 30(3), 359–377.
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of research in science teaching*, 47(4), 474–496.
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (2017). *TIMSS 2019 Science Framework*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D.L. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Muthén, L.K. & Muthén, B.O. (1998–2018). *Mplus version 8.2*. Muthén & Muthén.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press.
- National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- NOU (2015). *Fremtidens skole – Fornyelse av fag og kompetanser*. Norges offentlige utredninger (NOU).
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Karlsen, S., Kersting, M., Lunde, M.L.S., Olufsen, M. & Sæleset, J. (2021). *Tett på naturfag i klasserommet*. Hentet fra https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/lissi-laring-naturfag/lissi_kortrapport.pdf
- OECD (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Oliver, M., McConney, A. & Woods-McConney, A. (2019). The efficacy of inquiry-based instruction in science: A comparative analysis of six countries using PISA 2015. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09901-0>
- Palmer, D. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of research in science teaching*, 46(2), 147–165.
- Rivet, A.E. & Krajcik, J.S. (2008). Contextualizing instruction: Leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science. *Journal of research in science teaching*, 45(1), 79–100.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Dieter Lenzen, Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of europe*. Hentet fra https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Rönnebeck, S., Bernholt, S. & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground—a literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197.

- Rönnebeck, S., Nielsen, J.A., Olley, C., Ropohl, M. & Stables, K. (2018). The teaching and assessment of inquiry competences. I J. Dolin & R. Evans (Red.), *Transforming assessment: Through an interplay between practice, research and policy* (s. 27–52). Springer International Publishing.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68–78.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101860.
- Sadler, T.D., Barab, S.A. & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371–391.
- Schwab, J.J. (1962). The teaching of science as enquiry. I J.J. Schwab & P.F. Brandwein (Red.), *The teaching of science*. Harvard University Press.
- Teig, N. (2019). *Scientific inquiry in TIMSS and PISA 2015: Inquiry as an instructional approach and the assessment of inquiry as an instructional outcome in science* (Doktoravhandling). Universitetet i Oslo. Hentet fra <https://www.duo.uio.no/handle/10852/71649>
- Teig, N. & Scherer, R. (2016). Bringing formal and informal reasoning together – a new era of assessment? *Frontiers in psychology*, 7. Hentet fra <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01097>
- Teig, N., Scherer, R. & Nilsen, T. (2018). More isn't always better: The curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56, 20–29.
- Teig, N., Scherer, R. & Nilsen, T. (2019). I know I can, but do I have the time? The role of teachers' self-efficacy and perceived time constraints in implementing cognitive-activation strategies in science. *Frontiers in psychology*, 10(1697). Hentet fra <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01697>
- Utdanningsdirektoratet (2006). Læreplan i naturfag (NAT1–03). Hentet fra <https://www.udir.no/kl06/NAT1-03?lplang=http://data.udir.no/kl06/nob>
- Utdanningsdirektoratet (2019). Dybdelæring. Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Utdanningsdirektoratet (2020). Læreplan i naturfag (NAT01–04). Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- von Davier, M., Gonzalez, E. & Mislevy, R. (2009). What are plausible values and why are they useful. *IERI monograph series*, 2(1), 9–36.
- Wu, P.-H. & Wu, H.-K. (2020). Constructing a model of engagement in scientific inquiry: investigating relationships between inquiry-related curiosity, dimensions of engagement, and inquiry abilities. *Instructional Science*, 48(1), 79–113.
- Zhang, F. & Bae, C.L. (2020). Motivational factors that influence student science achievement: a systematic literature review of TIMSS studies. *International Journal of Science Education*, 42(17), 2921–2944.
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Karlsen, S., Kersting, M., Suhr Lunde, M.L., Olufsen, M. & Sæleset, J. (2021). *Tett på naturfag i klasserommet*. Kortrapport fra studien Linking Instruction in Science & Student Impact. Hentet fra: https://www.udir.no/contentassets/0fc2b0772543408f9767bf8a9a146f2f/klassemssstudier-i-naturfag_rapport-ils.pdf

4. TIMSS 2019: Hverdagsspråk og naturfaglig diskurs i elevenes svar på åpne oppgaver

Anne-Catherine W.G. Lehre, Tove Stjern Frønes og Hege Kaarstein

Sammendrag Naturfag kjennetegnes ved begreptung fagdiskurs, og elevers lese- og skriveferdigheter er avgjørende for deres forståelse i faget. I dette kapitlet undersøkes 8470 resonnerende elevsvar på 13 åpne biologioppgaver, som er kodet for i hvilken grad elevene evner å argumentere naturfaglig. En større andel 9.-trinns-elever støtter seg til hverdagsspråk og -forestillinger eller har feil faglig tilnærming i sine svar. Oppgaveeksempler, og oversikt over relatert lese- og naturfagdidaktisk forskning på feltet, er inkludert.

Nøkkelord TIMSS | naturfaglig literacy | begreper | språk i naturfag | vokabular | naturfaglig diskurs

Abstract Students' reading and writing skills are decisive for their understanding of natural sciences due to conceptual subject discourses. Herein, 8470 reasoning student responses to 13 open biology tasks are examined, coded for the extent to which students are able to argue scientifically. A larger proportion of 9th grade students rely on everyday language and ideas or wrong academic approach in their answers. Task examples, and an overview of related reading and science didactic research in the field, are included.

Keywords TIMSS | scientific literacy | concepts | language in science | vocabulary | scientific discourse

4.1 NATURFAGLIG DISKURS OG HVERDAGSSPRÅK

I naturfagene arbeides det ofte med temaer som elever har erfaring med selv – og med fenomener vi kan se rundt oss og ta og føle på: Vi kan gå tur i naturen, se dyr og planter, oppleve variasjonen som forskjellige steder og årstider gir. Barn samler erfaringer fra de er små, og bygger mer og mer komplekse forestillinger om verden, som gradvis rammes inn av skolens fag som setter synlige fenomener inn i større sammenhenger. I naturfagene har det lenge vært forsket på forskjeller mellom slike eleverfaringer og de ønskede faglige tilnærmingene, og også på hva som kjenner tegner avstanden mellom de mest typiske erfaringsbaserte hverdagsforestillingene og fagets innhold (Scott et al., 2007; Driver & Easley, 1978; Duit & Treagust, 2003; Angell et al., 2019). Hverdagsforestillinger kan være et viktig stoppested mellom erfaringer og fag, og disse kan læreren ta fatt i og viderefordre sammen med elevene, men hvis forestillingene beror på konkurrerende feilspor (misconceptions), bør disse korrigeres og noen ganger reverseres for at fagets innhold skal bli en integrert del av elevenes kunnskap (Scott et al., 2007). Lærerens viktigste kilde til elevenes faglige forestillinger er gjennom elevenes skriftlige og muntlige besvarelser, altså gjennom språklige uttrykk. På samme måte kommer eventuelle konkurrerende feilspor eller feilforestillinger til syne i tekstene.

Mange har beskrevet hvordan skolefagenes språk preges av egne fagdiskurser, altså språklige uttrykk på ord-, setning- og systemnivå som elever må tilegne seg (se f.eks. Shanahan & Shanahan, 2008; Moje, 2008; Fang, 2012). For naturfagene er den fagspesifikke språkbruken – fagets literacy – preget av blant annet særlige naturfaglige ord, teknisk vokabular, logiske koblinger og bruken av nominaliseringer (Mortimer & Scott, 2003; Mork & Erlien, 2017). Denne studien kan plasseres i forskningsfeltet fagspesifikk literacy, ved å inkludere og problematisere spesielle krav til elevenes språkferdighet i fagene i tillegg til elevenes faglige prestasjoner. Denne studien tar utgangspunkt i resultatene fra TIMSS-undersøkelsen 2019, der det ble rapportert en nedgang i norske naturfagresultater på ungdomstrinnet (Kaarstein et al, 2020). En nærmere granskning av resultatene viste dels stor avstand mellom andelen norske elever som løste de mest avanserte oppgavene (på høyt og avansert nivå), og det internasjonale snittet. Dette gjorde det interessant å gjøre nye analyser av særlig krevende oppgaver der elevene selv skrev svarene sine.

Selv om elevers språkkompetanse og prestasjoner henger tett sammen, er det få studier som har sett på det rent språklige i naturfaglige prøvesvar. En del av elevers språkkompetanse måles gjennom prøver i leseforståelse, og leseforskningen har de siste 20 årene vist at det er stor spredning i norske elevers leseferdigheter, og at forskjellene øker fra mellomtrinnet og oppover (Frønes & Jensen, 2020). Dette gjelder både forskjellen mellom gutter og jenter, og naturlig nok også mellom elever med

svært lav leseferdighet og de som har svært høy leseferdighet. PIRLS-undersøkelsen som gjennomføres på 5. trinn, viste for eksempel ingen kjønnsforskjeller (Gabrielsen & Hovig, 2017), mens det har vært gjennomgående svært høye og dels økende kjønnsforskjeller blant 15-åringer i PISA-undersøkelsene fra 2000 til 2018 (Jensen et al., 2020). Det er grunn til å betegne de tiltakende forskjellene fra mellomtrinnet og oppover som en stor utfordring for leseopplæringen i norsk skole. På samme måte har mange undersøkelser vist stor variasjon i prestasjoner blant elever med ulik språkbakgrunn (NOU 2019: 3). PISA 2018 viste at både elever som selv er født utenfor Norge, og elever som har foreldre som er det, har lavere leseprestasjoner enn majoritets elevene, men at det først og fremst går et skille mellom elever som snakker norsk hjemme, og de som ikke gjør det (Frønes & Jensen, 2020). Sammenhengen mellom det å snakke norsk hjemme og elevers naturfagprestasjoner er også høy i TIMSS (Nilsen & Bergem, 2016).

Formålet med dette kapitlet er å se nærmere på elevenes framstilling av faglig innhold gjennom å finstudere svarene som elevene selv skrev da de deltok i TIMSS-undersøkelsen i 2019. I stedet for å undersøke bare det faglige innholdet i elevenes svar, kartlegges i tillegg elevenes bruk av naturfaglige begreper – den naturfaglige diskursen – og hverdagsspråk. Dette gjøres uavhengig av om eleven har skrevet et faglig korrekt svar, et svar preget av hverdagsforestillinger eller et feilsvar. Hverdagsforestillingene er interessante, for de kan ofte være besvarelser på vei mot det riktige svaret (Olsen, 2002; Barke et al., 2009), og det vil være spesielt interessant å se på omfanget av slike svar som er på vei mot den naturfaglige diskursen. I denne studien analyseres ikke hverdagsforestillinger direkte, men mange av elevenes godkjente svar i hverdagslig språkdrakt vil være av denne typen.

I kapitlet brukes en åpen, deskriptiv tilnærming for å undersøke forskningsspørsmålet: «Hva karakteriserer ulike elevgruppers besvarelser på åpne resonneringsoppgaver i biologi?» Ved siden av å se i hvilken grad elevene nærmer seg den naturfaglige diskursen i sine svar, analyseres tegn til at oppgavens vanskegrad og tema får betydning for elevenes språklige tilnærming. Med bakgrunn i tidligere forskning på lesing blant elever på ungdomstrinnet undersøkes det også om det er forskjell på gutters og jenters tilnærming – samt ulikheter mellom elever med ulik språklig hjemmebakgrunn. Først i kapitlet presenteres læreplanen, og det etableres en teoretisk ramme for analysene med begrepene *generell språkferdighet*, *fagspesifikk literacy*, *fagdiskurs* og *hverdagsspråk*. I metodedelen gjøres det rede for utvalget av elever og oppgaver, samt den kvalitative analysemetoden som er brukt. Resultatdelen viser norske elevers språklige tilnærming i møte med ulike resonneringsoppgaver og også variasjon mellom ulike typer oppgaver og blant ulike

elevgrupper. Avslutningsvis vises også en oversikt over lese- og naturfagdidaktisk forskning på feltet i diskusjonen av funnene.

4.2 SPRÅK OG VITENSKAPELIG RESONNERING I NATURFAG

Elevers språkferdigheter henger sammen med naturfagskompetanse ved at deres lese- og skriveferdigheter er avgjørende for å lære og formidle egen kunnskap i faget (Mortimer & Scott, 2003; Mork & Erlien, 2017). Naturfagene kjennetegnes ved et språk og en fagdiskurs preget av tunge begreper og elever må beskrive både prosesser og produkter for å kunne faget (Wellington & Osborne, 2001). Mange mener at det å lese og skrive i fagene må læres i tillegg til den generelle lese- og skriveferdigheten, og dette ligger også innbakt i Kunnskapsløftets skille mellom de grunnleggende ferdighetene – lesing, skriving, regning, muntlige og digitale ferdigheter – og den fagspesifikke operasjonaliseringen av disse ferdighetene i fagbeskrivelser, kjerneelementer og kompetansemål. Kunnskapsløftets kompetansebegrep slik det er spesifisert i LK20 etter fagfornyelsen, framhever at:

Kompetanse er å kunne tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter til å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger og situasjoner. Kompetanse innebærer forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning. (Kunnskapsdepartementet, 2017)

Når man *anvender, forstår og reflekterer*, blir fagenes tenkemåter og språkliggjøring av fagets innhold viktig. Elevene som deltok i TIMSS 2019, har hatt Kunnskapsløftet som læreplan i hele sin opplæring, mens den nye revisjonen av læreplanen, LK20, ble innført da disse elevene startet på 10. trinn. Kravene til språklige ferdigheter i naturfag og elevenes integrasjon av naturfaglig språk, tekstkultur og tenkemåte var også sentralt i K06, selv om læreplanen var strukturert annerledes. I den gjeldende læreplanen LK20 er læring om og bruk av naturvitenskapelige metoder og tenkemåter mer vektlagt enn før, og i beskrivelsen av kjerneelementet «Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter» framheves elevenes forståelse av naturfaglig teori og språket de bruker til å kommuniserer fag: (...) *Naturvitenskapene har et spesielt språk og fagspesifikke måter å tenke på for å forklare fenomener og hendelser. Kjerneelementet beskriver fagets uttrykksformer, metoder og tenkemåter.* (...) (Utdanningsdirektoratet, 2019).

En av de viktigste omdreiningene i fagfornyelsen er den gjennomgående vekten på at elevene skal oppøve evne til kritisk tenking og stillingtagen, som

kompetansebegrepet viser. I tillegg finnes det her en arbeidsdeling mellom overordnet del av læreplanen og læreplanen i fagene. I overordnet del av LK20 er nettopp den kritisk, reflekterende eleven framhevet blant annet ved at elever i alle fag skal arbeide med vitenskapelig tilnærming til fag og kritisk tenkning (Kunnskapsdepartementet, 2017), mens det i fagplanen om «Fagets relevans og sentrale verdier» står:

Når elevene tar i bruk naturfaglig språk og naturfaglige metoder, praksiser og tenkemåter i arbeid med faglige emner, vil de få grunnlag for å forstå hvordan naturfaglig kunnskap brukes og utvikles. Kunnskap om samspillet mellom natur, individ, teknologi og samfunn kan fremme elevenes evne til kritisk tenkning og bidra til at de tar bevisste valg i hverdagen.

Evnen til å resonnere på en naturfaglig, vitenskapelig måte går igjen mange steder i LK20, og dette er også en sentral komponent i det faglige rammeverket for TIMSS (Mullis & Martin, 2017). Å *resonnere* er en av tre såkalte kognitive domener ved siden av å *kunne* og å *anvende*. Disse tre domenene er de samme for både naturfag og matematikk, men med egne faglige tilnærminger og beskrivelser. Det er også mange ulike kognitive ferdigheter som er i spill når elever lærer fagbegreper, bruker disse i en læringssituasjon og reflekterer rundt dem (Mullis & Martin, 2017). I selve naturfagprøven som elevene møter i TIMSS, vil resonneringsoppgavene gå ut på å analysere relevante sammenhenger og begreper, å integrere og syntetisere fenomener der faktorer og begreper går på tvers av de naturfaglige områdene, å kunne formulere hypoteser bygd på observasjoner og vitenskapelig forståelse, å planlegge vitenskapelige undersøkelser, å oppdage mønstre og trender i data og trekke konklusjoner, å generalisere, å vurdere prosesser, materialer, resultater, forklaringer og konklusjoner og å begrunne forklaringer og løsninger (Mullis & Martin, 2017). I mange sammenhenger, og også i PISA-undersøkelsen, brukes begrepet *scientific literacy* om det å kunne, anvende og reflektere over naturfaglig kunnskap (se f.eks. Kjærnsli & Jensen, 2016a). Scientific literacy defineres for eksempel av Knain (2006; 2016) og Knain og Prestvik (2006) som et overgripende begrep for de grunnleggende ferdighetene og rommer både språk og kultur, handlinger, erfaringer og refleksjon over og dialog om erfaringene.

Mange av oppgavene som måler elevenes evne til å resonnere naturfaglig og kritisk stillingtaken, plasseres på de mest krevende kompetansenivåene, høyt og avansert nivå. Mange studier finner at oppgaver som måler slike høyere ordens kognitive ferdigheter – å analysere, syntetisere og trekke konklusjoner – ofte er blant de vanskeligste i faglige prøver (se for eksempel Weyergang & Frønes, 2020;

Mullis et al., 2020). Ut fra beskrivelsene av TIMSS-oppgavenes vanskegrad og elevenes kompetansenivå (vedlegg 2 i Bergem et al., 2016) beskrives det avanserte nivået blant annet med at «Elevene viser grunnleggende kunnskap og ferdigheter relatert til utforskende metoder, vet hvordan et enkelt eksperiment planlegges, de kan tolke resultater fra forsøk, resonnerer og trekke konklusjoner fra beskrivelser og figurer/diagrammer, og evaluere og argumentere». Det handler med andre ord om både å ha oversikt over vitenskapelig framgangsmåte og argumentere vitenskapelig for alle deler av prosessen. På de lavere nivåene er det tilsvarende vekt på delprosesser eller enkel anvendelse av kunnskap. Nivåbeskrivelsene i PISA-undersøkelsen viser en tilsvarende progresjon (Kjærnsli & Jensen, 2016b). Resonnerende og reflekterende oppgaver krever ofte åpne oppgaveformater, og slike oppgaver der elevene skriver sine egne svar, kan være vanskeligere for elevene. Det er også kjent at jenter ofte presterer bedre på åpne oppgaver, selv i fag uten særlig stor kjønnsforskjell (Reardon et al., 2018).

4.3 NATURFAGLIG DISKURS: GENERELL OG FAGSPESIFIKK SPRÅKFERDIGHET

Etter den første begynneropplæringen vil elevers læring i de fleste skolefag avhenge av deres evne til å lese, skrive og uttrykke seg muntlig. Denne brede språkbrukskompetansen – tekstkyndighet eller literacy – er ansett som så avgjørende for elevenes læring at det i norske læreplaner (K06 og LK20) er definert et sett med grunnleggende ferdigheter på tvers av fag, og innføringen av Kunnskapsløftet blir ofte sett på som en literacy-reform (Berge, 2005). I Kunnskapsløftet ble lesing og skriving framhevet som nødvendige redskap for å kunne tilegne seg kunnskap, men også som en forutsetning for å kunne delta aktivt på en kritisk og reflektert måte i samfunnet. På den ene siden handler det om fagovergripende perspektiver, der skriving ses som en ferdighet elever og lærere skal arbeide med på tvers av fag. På den andre siden handler det om spesifikke forestillinger om faglighet som løftes fram gjennom beskrivelser av hva slags språk og tekster som verdsettes i de enkelte fagene. Denne studien kan som nevnt plasseres i forskningsfeltet fagspesifikk literacy (se f.eks. Fang, 2012; Moje, 2008; Shanahan & Shanahan, 2008), ved å inkludere og problematisere spesielle krav til elevenes språkferdighet i fagene i tillegg til at selve det faglige innholdet i elevsvar vurderes.

Tekster i naturfag kjennetegnes for eksempel av teknisk vokabular, nominaliseringer (Siljan, 2011), altså prosesser uttrykt som substantiv i stedet for verb – *observasjon, tiltrekning* – og har høy grad av leksikalsk tetthet, altså høy andel sub-

stantiv og andre innholdsord av det totale antallet ord. Tekster i samfunnsfag preges også av tekniske ord og begreper fra fag som statsvitenskap, økonomi og sosiologi, og kan ha høy vanskegrad av den grunn (Halleson et al., 2018). Tekster i ulike fag med ulike særpreg krever at de samme elevene har spesifikke språk- og tekstkompetanser i hvert fag (Shanahan & Shanahan, 2008), i tillegg til de fagovergripende. Det er også et viktig poeng at etter den andre leseopplæringen, fra og med mellomtrinnet, foregår ikke leseundervisningen lenger bare i morsmålsfaget. Både andre språkfag og ikke minst de teksttunge fagene er viktige læringsarenaer. Disse fagene har sin egen fagspesifikke tekstkultur som elevene må tilegne seg og bli en del av (McKenna & Robinson, 1990; Shanahan & Shanahan, 2008).

Flere har vært inne på at naturfaglige kunnskaper er nært knyttet til lese- og skriveferdigheter (Norris & Phillips, 2003). Analyser av PISA-undersøkelsen, der både lesing, naturfag og matematikk inngår, viser at selv om faglig sterke elever tenderer til å prestere godt i alle tre fagområdene, er faktisk sammenhengen mellom gode resultater i lesing og naturfag sterkest ($r = .88^{**}$)¹ (OECD 2011: 74). Wellington og Osbornes utgivelse *Language and Literacy in Science Education* (2001) har vært skoledannende for fagdidaktikken. I boka hevder forfatterne at språk kanskje er den største hindringen for elevers læring i naturfag, og gjør rede for språklige særdrag i naturfaglige tekster. Mortimer og Scott (2003) presenterer en faglig analyseramme for faglig snakk og klasseromsinteraksjon i naturfag, og som kan bidra til å øke bevisstheten om kommunikasjonen mellom lærer og elever (Søvik & Remmen, 2011). På norsk har Sonja M. Mork og Wenche Erlien presentert språklige utfordringer i sitt arbeid om språk i faget (2017 [2010]), og knytter disse til særlige naturfaglige ord – både navnsettende ord (*kråke, kalium*), prosessord (*smelting, evolusjon*) og begreper (*atom, surt*) – størrelsen på det tekniske vokabularet, logiske koblinger (*derfor, så langt, videre*) og bruken av nominaliseringer (*diffusjon, frøspiring*) (2017, s. 26–33). En spesiell utfordring ved siden av det store spesialiserte ordforrådet og de tekniske begrepene er også den type ord som har en presis betydning i naturfaglig sammenheng, men som brukes annerledes i hverdagsspråket, for eksempel *energi* og *salt* (Haug & Mork, 2018; Ødegaard et al., 2016). Erik Knain (2005) bruker tre språklige innganger som åpner for læring i sin artikkel om skriving i naturfag: 1) å lære gjennom språk, 2) å lære om språk og 3) å lære og bruke språk. Oversatt til didaktiske innganger dreier dette seg om å få tilgang til den naturfaglige diskursen og om språket som ressurs for å lære faglige begreper og grammatiske mønstre. Kunnskap om språket som system kan gi innsikt i hva som kjennetegner det naturfaglige språket og egen språkbruk gjen-

1 Pearsons produkt-moment korrelasjonskoeffisient (Pearsons r), signifikans på 0,01-nivå merket **.

nom literacy-aktiviteter som lesing, skriving og presentasjoner tilpasset ulike situasjoner og målgrupper (Knain, 2005, s. 70).

Ifølge Fang (2012) er det nødvendig å lære fagenes språk og uttryksmåter for å kunne lære faglig innhold. I naturfag innebærer dette blant annet å gjøre elevene kjent med abstrakte ideer, begreper og sjangre som kan ligge langt fra hverdagen deres. Naturfaglige rapporter, forklaringer og utredninger baserer seg gjerne på et fortettet og spesialisert språk, komplekse representasjoner og flere modaliteter. I tillegg til kunnskap om fakta og vitenskapelige begreper handler naturvitenskapelig literacy derfor også om evnen til å kunne kombinere ulike semiotiske ressurser for å produsere, organisere og formidle kunnskap (Lemke, 2004). Moje (2008; 2010) understreker at det er krevende å innlemme elever i fagenes diskurser, men at dette samtidig er en forutsetning for å utdanne elever som både kan forstå og ta kritisk stilling til fagstoffet. Wellington og Osborne (2001) legger vekt på viktigheten av å arbeide med evnen til å reflektere over kunnskapskonstruksjon i lesing av naturfagtekster. Også i PISA-undersøkelsen skilles det mellom såkalt innholds-kunnskap, metodekunnskap og epistemologisk kunnskap – altså hvordan kunnskap etableres. Forskere finner i undersøkelsens naturfagfordypning både i PISA 2006 og 2015 at oppgaver som krever anvendelse av metodekunnskap og epistemologisk kunnskap, ser ut til å være noe vanskeligere for norske elever (Kjærnsli & Jensen, 2016b).

Innledningsvis ble det vist til at mens det ikke er kjønnsforskjeller i elevers leseferdighet på mellomtrinnet, er det store og dels økende kjønnsforskjeller blant elever på 10. trinn (Jensen et al., 2020). Mange undersøkelser har vist stor variasjon i prestasjoner blant elever med ulik språkbakgrunn, også i TIMSS 2015 (Nilsen & Bergem, 2016). Dette er bakgrunnen for at det i denne studien brukes kjønn og hvilket språk som snakkes hjemme, som bakgrunnsvariabler i analysen av elevenes svartendenser.

4.4 METODE

4.4.1 Datasett, utvalg og variabler

Den internasjonale storskalaundersøkelsen *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) er en tverrsnittsundersøkelse som har blitt gjentatt hvert 4. år etter første gangs gjennomføring i 1995 (Kaarstein et al., 2020). Undersøkelsen måler elevers kompetanse i naturfag og matematikk, på 5. og 9. trinn, ut fra et overordnet rammeverk som definerer hvilke kunnskaper og ferdigheter som skal undersøkes (se f.eks. Mullis & Martin, 2017). TIMSS samler også inn data om

undervisningskonteksten ved hjelp av spørreskjemaer til elever, foreldre, lærere og skoleledere. Et representativt utvalg av elever blir trukket ut til hver undersøkelse, og andelen gutter og jenter er jevnt fordelt (Fishbein et al., 2021).

I dette kapitlet analyseres norske data hentet fra TIMSS 2019. Datasettet består av et representativt utvalg av elever på 9. trinn ($n = 4575$). Denne artikkelen ser nærmere på elever som har besvart åpne, resonnerende naturfagoppgaver innenfor emneområdet "biologi". Temaer for biologioppgaver i TIMSS på 9. trinn omfatter elevenes forståelse av organismers kjennetegn og livsprosesser, celler og celledfunksjoner, livssyklus, reproduksjon og arv, mangfold, tilpasning og naturlig utvalg, økosystemer og helse (Mullis & Martin, 2017). De resonnerende oppgavene måler elevenes evne til å bruke bevis og vitenskapelig forståelse for å analysere, syntetisere og generalisere, ofte i ukjente situasjoner og komplekse sammenhenger. Oppgaver der elevene skal formulere sitt eget svar, er ofte vanskeligere for elevene (Cheng, 2004). De resonnerende oppgavene i denne studien befinner seg også hovedsakelig på de høyeste nivåene i skalaen over kompetansenivå i TIMSS: Lavt nivå (400–474 poeng), Middels (475–549 poeng), Høyt nivå (550–624 poeng) og Avansert nivå (625+ poeng) (Mullis & Martin, 2017).

8470 elevsvar, fordelt på 13 oppgaver (tabell 4.1), ble kategorisert med den hensikt å undersøke begrepsforståelsen til norske elever på 9. trinn. Fokuset er å se om elevene nærmer seg den naturfaglige tenkemåten og de språklige vendingene som ventes av dem. Materialet er behandlet med en deskriptiv tilnærming: «Hva karakteriserer ulike elevgruppers besvarelser på åpne resonneringsoppgaver i biologi?» For å vise noe av bredden i kravene som stilles til elevene, og gi innsyn i reelle elevsvar, presenteres to oppgaver fra TIMSS 2019 *Virveldyr* og *Hager på tak* (gjengitt med tillatelse fra IEA). De fleste andre oppgavene som er analysert her, er fortsatt en del av TIMSS-prøven og skal brukes på nytt ved senere gjennomføringer. De kan av den grunn ikke publiseres.

Med bakgrunn i tidligere forskning på lesing blant elever på ungdomstrinnet undersøkes det også om det er forskjell på gutters og jenters tilnærming – samt ulikheter mellom elever med ulik språklig hjemmebakgrunn.

Tabell 4.1 Oversikt over de 13 kategoriserte biologioppgavene, antall elevsvar, nasjonal og internasjonal løsningsprosent, kompetansenivå og tema

NR	Kortnavn	n =	Nasjonal løsningsprosent ¹	Internasjonal løsningsprosent ²	Kompetansenivå	Tema
1	Hager på tak	651	37 (2,3)*	51 (0,5)	Høyt	Økosystemer
2	Virveldyr B	651	3 (0,8)*	17 (0,4)	Avansert	Organismers karakteristika og livsproesser
3	Fiskebestand i tjern A	664	38 (2,3)	40 (0,5)	Høy	Økosystemer
4	Fiskebestand i tjern B	664	31 (2,6)*	24 (0,4)	Høy	Økosystemer
5	Fiskebestand i tjern C	664	24 (2,4)*	19 (0,4)	Avansert	Økosystemer
6	Ørret i fjellvann	642	69 (2,1)*	61 (0,5)	Middels	Økosystemer
7	Krokodillefakta A	642	13 (1,6)*	21 (0,4)	Avansert	Mangfold, tilpasning og naturlig seleksjon
8	Krokodillefakta B	642	62 (2,7)	61 (0,5)	Middels	Mangfold, tilpasning og naturlig seleksjon
9	Flom i framtida A	642	7 (1,2)* ¹	19 (0,4) ³	Høyt	Økosystemer
10	Flom i framtida B	642	36 (2,3)* ²	48 (0,5) ⁴	Høyt	Økosystemer
11	Musebestand	651	18 (1,8)*	22 (0,4)	Høyt	Økosystemer
12	Hule fugleknokler	647	43 (2,5)*	66 (0,5)	Middels	Organismers karakteristika og livsproesser
13	Eldste fossil	668	57 (2,8)	61 (0,5)	Middels	Mangfold, tilpasning og naturlig seleksjon

¹ Prosentandel norske elever som oppnådde full poengskår på oppgaven, standardfeil i parentes;

² Prosentandel elever internasjonalt som oppnådde full poengskår på oppgaven, standardfeil i parentes; * Signifikant forskjellig fra internasjonalt snitt; ³ Andel elever som oppnår 1 poeng; ⁴ Andel elever som oppnår 2 poeng.

4.4.2 Analyserammeverk

Kvalitativ innholdsanalyse

De kvalitative analysene er basert på tematisk innholdsanalyse, som ofte defineres som *en metode for å trekke reproduerbare og valide slutninger fra tekster og til den konteksten der de blir brukt* (Krippendorff, 2004 i Bakken & Andersson-Bakken, 2021). Diskursbegrepet i denne studien er ikke i tråd med slik det f.eks. brukes i kritisk diskursanalyse, men som begrep for den store, pågående fagsamtalen i

naturfagene (Grue, 2015; Mortimer & Scott, 2003). Analysene her er altså ikke en kritisk fundert analyse av elevenes tekster, men koding av diskursive trekk ved svarene som kan spores tilbake til kunnskaper, metoder eller epistemologi i naturfag og naturfagundervisning. En viktig del av analysene er selve teksten i oppgavene elevene skal løse.

De tre forfatterne har kategorisert elevsvar i tre faser:

1. Alle elevsvar er kodet som godkjent/ikke-godkjent i henhold til vurderingsveiledningene for hver enkelt oppgave. Vurderingsveiledningene markerer grensene for hvilke svar som kan godkjennes (eksempler på vurderingsveiledninger i vedlegg 4.1).
2. Alle elevsvar er kategorisert etter tematisk innhold. Eksempler på slike tematiske kategorier er *Pattedyr* og *Virveldyr – begrepsblanding* fra oppgaven *Virveldyr*. Det tematiske innholdet er unikt for hver oppgave, hvilket har medført oppgavespesifikke koder. Eksempler på oppgavespesifikke koder finnes senere i kapitlet.
3. De oppgavespesifikke kodene har i siste fase vært grunnlag for kategorisering på tvers av alle oppgavene (tabell 4.2).

Tabell 4.2 Oversikt over koder på tvers av alle oppgavene

Kode	Beskrivelse av kode
Naturfaglig diskurs	Språket kan spores tilbake til kunnskaper, metoder eller epistemologi i naturfag og naturfagundervisning. Elevsvaret er godkjent.
Erfaringsbasert hverdagsspråk	Språket er hverdagslig og inneholder ikke naturfaglige begreper. Elevsvaret kan både være godkjent og ikke godkjent.
Feil fag / Feil faglig tilnærming	Eleven har gjort et forsøk på å svare på oppgaven og kan ha brukt naturfaglige begreper, men ikke nok til at svaret blir godkjent.
Annet	Elevsvaret er vagt, useriøst eller refererer direkte fra oppgaveteksten; eleven har skrevet «vet ikke / idk».
Ikke besvart	Oppgaven er ubesvart/blank

Alle de tre ovenfor nevnte fasene inkluderte diskusjoner og samkjøring av koder underveis i prosessen. Reliabiliteten fra aller første runde med koding varierte fra 0,58 (*Hager på tak*) til 0,92 (*Krokodillefakta A*), med et gjennomsnitt på 0,77. Etter flere runder med koding satte en av forskerne kodene der det fortsatt var uenighet.

Eksemplifisering av kategoriseringsprosessen (Virveldyr-oppgaven)

Oppgaven kalt *Virveldyr* (figur 4.1) eksemplifiserer kodingen. Selve oppgaven er todelt, der del A måler kompetansen *Anvende* og forbereder elevene på klassifiseringen i del B. Elevene skal først klassifisere de opplistede dyrene etter hvorvidt disse er "Pattedyr" eller "Ikke et pattedyr". I del B er dyrene allerede klassifisert, og eleven skal resonnerer seg fram til hvilke kriterier for inndeling som er brukt. Elevsvar som viser til at dyrene i gruppe 1 er virveldyr, mens gruppe 2 er virvelløse dyr, får poeng. I alt 16 prosent av elevene fikk poeng på del A, mens bare 3 prosent fikk godkjent sine svar på del B (internasjonalt snitt A: 34 prosent og B: 17 prosent). De norske elevenes gjennomsnittlige prestasjoner er med andre ord – og som nevnt innledningsvis – svært lave, og det er god grunn til å undersøke både oppgaven og elevsvarene kritisk.

De vanligste godkjente svarene i del B er ulike varianter av å beskrive forskjellen på virveldyr og virvelløse dyr, enten ved å bruke disse begrepene eller «rygggrad», eller mer avansert «invertebrater/vertebrater» og typiske svar er: «Egenskapen er om de har korsrygg eller ikke. Gruppe 1 er dyr med korsrygg, Gruppe 2 er dyr uten korsrygg» og «Om de har ryggmarg eller ikke». De ikke-godkjente svarene er av mange varianter og gir oss en pekepinn på hva elevene har misforstått – enten i selve oppgaven eller av det faglige innholdet. En del elever arbeider videre med inndelingen i pattedyr/ikke-pattedyr i oppgavens del B også, og får underkjent svarene sine av den grunn. Overraskende mange viser til sammenfallet i forbokstav i gruppe 2 – at dyrene «maur», «meitemark» og «manet» har forbokstaven felles. Andre svar fokuserer på dyrenes forskjeller i størrelse, levealder, føde eller forplantning. Tabell 4.3 under viser en oversikt over de tematiske kodene (fase 2) og eksempler på elevsvar for oppgaven *Virveldyr*. Legg merke til at både godkjente og ikke-godkjente svar (fase 1) er tematisk kodet.

De tematiske, oppgavespesifikke kodene (fase 2) er så rekodet i tråd med nye koder for språklige kategorier (fase 3). De fleste av de underkjente elevsvarene på *Virveldyr*-oppgaven kan samles i kategorien *Feil faglig tilnærming*. Andelen elever som ikke besvarte oppgaven, er 36,9 prosent.

IEA
eTIMSS
 2019
 Tid igjen
 0
 1

1 Her er en liste med dyr.

maur	katt	delfin	meitemark
fisk	frosk	manet	

A. Sett dyrene i to grupper basert på om de er pattedyr eller ikke. Skriv inn dyrene i hver sin gruppe i tabellen.

Pattedyr	Ikke et pattedyr

B. De samme dyrene har blitt delt inn i disse to gruppene.

Gruppe 1	Gruppe 2
katt	maur
delfin	meitemark
fisk	manet
frosk	

Hvilken egenskap ble brukt til å sette dyrene i disse to gruppene?

SE72500

Figur 4.1 Eksempeloppgave *Virveldyr*.

Tabell 4.3 Eksempler på elevsvar og oversikt over kategoriseringen av disse elevsvarene for oppgaven *Virveldyr* del B (n = 651)

Eksempel på elevsvar	Godkjent / ikke-godkjent (fase 1)	Tematisk kode/innhold (fase 2)	Endelig kode (fase 3)
<i>Hvilke som har rygg og hvilke som ikke har rygg. Virveldyr og det andre.</i>	Godkjent	Virveldyr naturfaglig diskurs	Naturfaglig diskurs
<i>Om de har ryggmarg eller ikke</i>	Godkjent	Virveldyr – begrepsblanding	
<i>Gruppe 1 fødar ongar i egg eller på menneskemåte, medan dei andre gjer ikkje det?</i>	Ikke godkjent	Formering	Erfaringsbasert hverdagspråk
<i>Gruppe en er vanlige dyr. gruppe to er Retarded dyr</i>	Ikke godkjent	Hverdagsforestilling	
<i>De dyrene som starter med M er i gruppe 2 og de andre i gruppe 1</i>	Ikke godkjent	Bokstavsammenfall	Feil fag/Feil faglig tilnærming
<i>Pattedyr og ikke-pattedyr</i>	Ikke godkjent	Pattedyr (forrige oppgave)	
<i>Kjøttetere og planteetere</i>	Ikke godkjent	Annen feil faglig tilnærming	
<i>De har forskjellige egenskaper</i>	Ikke godkjent	Vag	Annet
<i>Det er egenskapen som har blitt brukt til å dele i to grupper</i>	Ikke godkjent	Refererer (Svar som gjentar spørsmålet)	
<i>nmodfvd</i>	Ikke godkjent	Ikke adekvat	
<i>Vet ikke</i>	Ikke godkjent	Vet ikke	
	Ikke godkjent	Ikke besvart	Ikke besvart

Kvantitativ innholdsanalyse

For alle oppgavene er det beregnet hvor stor andel av elevsvarene som faller inn under de ulike kategoriene på tvers av alle oppgavene (*Naturfaglig diskurs*, *Erfaringsbasert hverdagsspråk*, *Feil fag / Feil faglig tilnærming*, *Annet* og *Ikke besvart.*). Videre er det beregnet hvor stor andel av elevsvarene i de ulike kategoriene som er tilknyttet gutter (n = 4328) og jenter (n = 4123). For 19 elevsvar er det ikke opplyst om elevens kjønn, og disse er derfor utelatt fra analysen.

For å se på eventuelle ulikheter mellom elever med ulik språklig hjemmebakgrunn, kategoriseres elevsvarene i henhold til TIMSS-variabelen *Hvor ofte snakker du norsk hjemme?*. Variabelen har en skala på fire nivåer (*alltid – nesten alltid – noen ganger – aldri*). De to siste kategoriene er slått sammen i analysen på grunn av lavt antall elevsvar tilknyttet disse kategoriene. Antall elevsvar i hver av grupperingene er

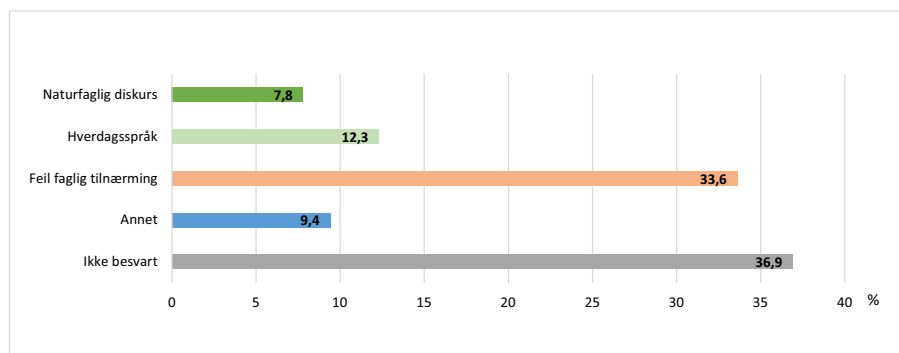
som følger: *alltid* = 5832, *nesten alltid* = 1150, *av og til / aldri* = 919. Det er 569 elevsvar som er utelatt da det ikke finnes opplysninger om språklig hjemmebakgrunn.

4.5 RESULTATER

Først sammenlignes de to eksempeloppgavene: *Virveldyr* og *Hager på tak*. Deretter kommer en sammenstilling av alle elevsvarene for samtlige av de 13 kodede oppgavene. Sammenstillingen visualiserer hvor stor andel av elevene i undersøkelsen som bruker naturfaglig diskurs, som bruker hverdagsspråk, og som har feil faglig tilnærming. Til sist presenteres analyser på elevnivå, etter forskjeller mellom gutter og jenter og hvor ofte eleven snakker norsk hjemme.

4.5.1 Sammenligning på oppgavenivå

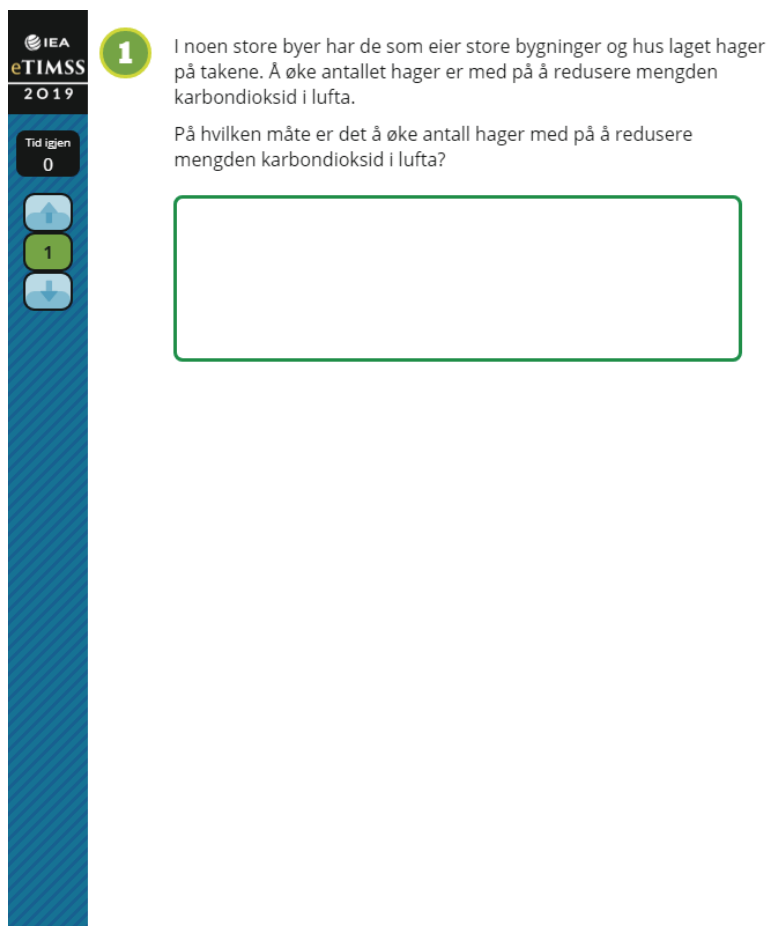
Oppgaven *Virveldyr* er på et avansert kompetansenivå innen temaet *organismers karakteristika og livsprosesser*. De norske elevenes gjennomsnittlige prestasjoner er svært lave på oppgaven. Kun 3 prosent fikk godkjent sine svar på del B om virveldyr (internasjonalt snitt: 17 prosent), mens det i den tematiske kodingen i denne studien vil en noe høyere andel elevsvar aksepteres. De tematisk kodede elevsvarene fra del B viser at flertallet av de norske elevene enten bruker feil faglig tilnærming eller lar være å svare på oppgaven. 12 prosent av elevene svarer på oppgaven i et erfaringsbasert hverdagsspråk mot cirka 8 prosent som bruker en naturfaglig diskurs (figur 4.2).



Figur 4.2 Prosentvis fordeling av kodede elevsvar på oppgaven *Virveldyr* (n=651).

Elevsvarene i kategorien *Naturfaglig diskurs* inneholder to typer svar: *Virveldyr naturfaglig diskurs* (3,8 prosent) og *Virveldyr – begrepsblanding* (4 prosent). Av elevsvar i et erfaringsbasert hverdagsspråk fokuserer 2,8 prosent på *Formering*. Hele 4,6 prosent av elevsvarene tilhører kategorien *Bokstavsammenfall* (tabell 4.3).

Oppgaven *Hager på tak* (figur 4.3) er på et høyt kompetansenivå innen temaet *økosystemer*. Oppgaven handler om at økning i antall hager på hustak i byer vil føre til mindre karbondioksid i lufta. Elevene skal resonnerer seg fram til på hvilke måter en slik økning er med på å redusere mengden karbondioksid i lufta. Elever som nevner at planter og trær binder karbondioksid via fotosyntesen, eller som viser til den indirekte effekten av hagenes temperaturregulerende evne for bygninger, og dermed redusert energiforbruk, får poeng. I alt 37 prosent av elevene fikk godkjent sine svar (internasjonalt snitt: 51 prosent).



The image shows a digital assessment interface for eTIMSS 2019. On the left is a vertical blue sidebar with the IEA eTIMSS 2019 logo, a timer showing 'Tid igjen 0', and navigation buttons (up, down, and a central button with the number 1). The main area contains a question in Norwegian. A green circle with the number 1 is next to the question text. Below the question is a large empty rectangular box for the student's answer.

1 I noen store byer har de som eier store bygninger og hus laget hager på takene. Å øke antallet hager er med på å redusere mengden karbondioksid i lufta.

På hvilken måte er det å øke antall hager med på å redusere mengden karbondioksid i lufta?

Figur 4.3 Eksempeloppgave *Hager på tak*.

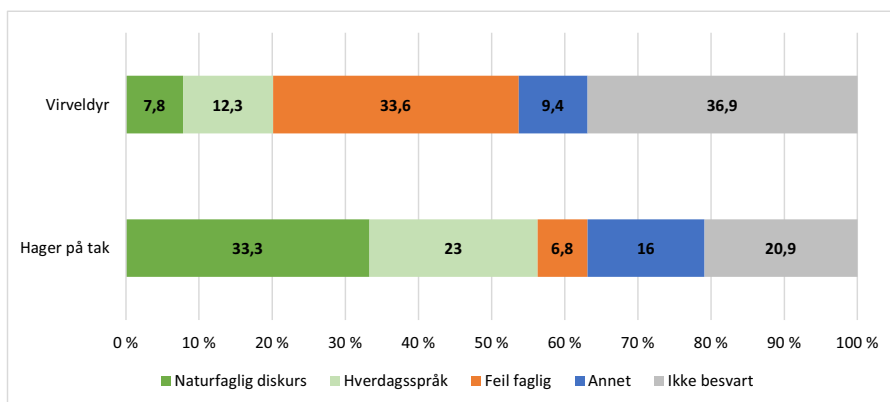
De vanligste godkjente svarene er ulike varianter av å beskrive at planter absorberer eller binder karbondioksid: «Planter tar opp karbondioksid og gjør det om til oksygen», «Fordi planter tar inn CO₂ og gjør det om til O₂ under fotosyntesen.» De ikke-

godkjente svarene gir oss en pekepinn på hva elevene har misforstått, enten i selve oppgaven eller av det faglige innholdet. Mange elever fokuserer på at planter produserer oksygen (feil del av fotosyntesen i forhold til spørsmålet i oppgaven), og får underkjent sine svar av den grunn. Andre svar fokuserer på vern av bier eller plastforurensning. Tabell 4.4 viser eksempler på elevsvar og en oversikt over de tematiske kodene for denne oppgaven. Både godkjente og ikke-godkjente svar er tematisk kodet. De tematiske, oppgavespesifikke kodene er deretter kategorisert i tråd med det etablerte rammeverket for språklige utfordringer (tabell 4.4).

Tabell 4.4 Eksempler på elevsvar, oversikt over kategoriseringen (fase 2 og 3) av disse elevsvarene, samt prosentandel elevsvar innenfor hver tematiske kategori for *Hager på tak*-oppgaven (n = 651).

Eksempel på elevsvar	Tematisk kode/Innhold (fase 2)	Prosentandel	Kode (fase 3)
<i>Planter tar til seg karbondioksid for å gjennomføre fotosyntesen</i>	Binder karbondioksid med fagbegrep	21,2	Naturfaglig diskurs
<i>På grunn av fotosyntesen</i>	«Fotosyntese» uten begrunnelse	2,8	
<i>For planter slepper ut oksygen</i>	Fokuserer på feil del av prosessen	9,4	
<i>Planter puster in co2 og puster ut luft</i>	Prosess uten fagord	18,3	Erfaringsbasert hverdagsspråk
<i>Trær skaper og renser lufta</i>	Hverdagsforestilling	4,8	
<i>Plass til blomster som gjør at biene får nektar</i>	Feil faglig tilnærming	6,8	Feil faglig tilnærming
<i>Fordi det blir lite karbondioksid og da kan man ha større gressflater</i>	Vag	6,1	Annet
<i>Planter reduserer mengden karbondioksid</i>	Refererer	0,3	
<i>Det blir mye weed</i>	Ikke adekvat	3,1	
<i>idk</i>	Vet ikke	6,3	
<i>Det er mye plastikk i innpakningen på tingene de kjøper og da kommer det mere søppel som redusere karbondioksid i lufta</i>	Annet	0,2	
		20,9	Ikke besvart

De fleste av de underkjente elevsvarene på *Hager på tak*-oppgaven kan samles i de tematiske kategoriene *Fokuserer på feil del av prosessen*, *Feil faglig tilnærming* og *Vet ikke*. Andelen elever som ikke besvarte oppgaven, er på 20,9 prosent (tabell 4.4; figur 4.4).

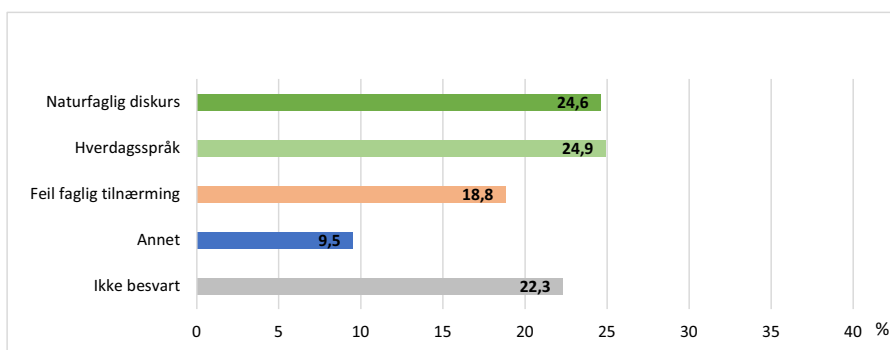


Figur 4.4 Sammenligning av prosentvis fordeling av kodete elevsvar på *Virveldyr* og *Hager på tak*.

Antall elevsvar = 651 for begge oppgavene

Ved sammenligning av elevsvarene for de to eksempeloppgavene kommer to distinkte mønstre til syne (figur 4.4). Det er færre elever som svarer på den avanserte oppgaven om virveldyr enn på *Hager på tak*-oppgaven, som er på et høyt nivå. Relativt sett er det flere elever som bruker naturfaglig diskurs enn erfaringsbasert hverdagsspråk på *Hager på tak*-oppgaven. På *Virveldyr*-oppgaven viser elevsvarene motsatt relative trend ved at relativt flere elever bruker et erfaringsbasert hverdagsspråk enn elever som bruker naturfaglig diskurs.

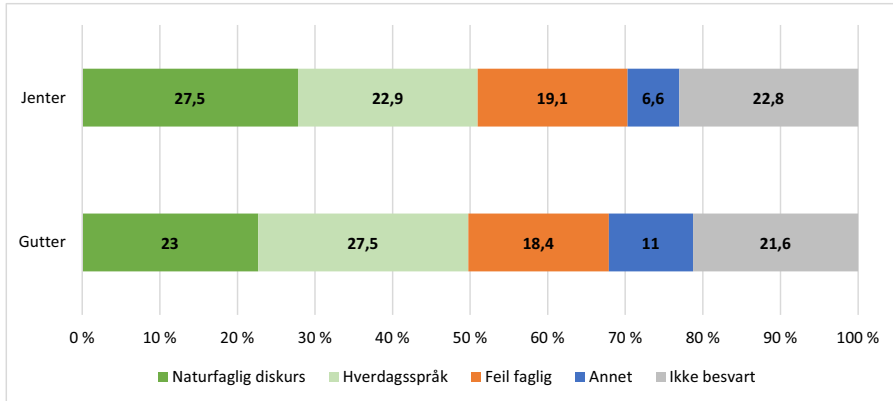
Sammenstillingen av alle de kategoriserte elevsvarene viser en jevn fordeling mellom elevsvar skrevet i naturfaglig diskurs og elevsvar skrevet i et erfaringsbasert hverdagsspråk (figur 4.5). Cirka halvparten av det totale antallet elevsvar havner i disse kategoriene. Andelen ikke besvarte oppgaver og elevsvar med feil faglig tilnærming utgjør grovt sett 20 prosent hver.



Figur 4.5 Prosentvis fordeling av alle kodete elevsvar (13 biologioppgaver; n = 8470).

4.5.2 Sammenligning på elevgruppenivå

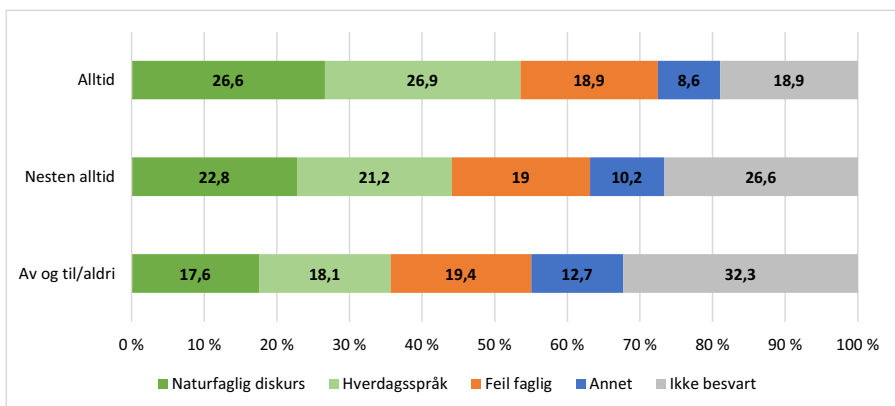
Det er ingen signifikant kjønnsforskjell i andelen godkjente svar på biologioppgavene. Andelen gutter og jenter som bruker naturfaglig diskurs, er på henholdsvis 23 prosent og 27,5 prosent (figur 4.6). Tilsvarende andeler for gutter og jenter som svarer med et erfaringsbasert hverdagsspråk, er 27,5 prosent og 22,9 prosent.



Figur 4.6 Prosentvis fordeling av alle kodede elevsvar fordelt på gutter og jenter (13 biologioppgaver).

Antall elevsvar fra jenter = 4123 og fra gutter = 4328; ikke oppgitt kjønn = 19.

Hvor ofte elevene snakker norsk hjemme, ser ut til å ha innflytelse på andelen elevsvar som havner i kategoriene naturfaglig diskurs og erfaringsbasert hverdagsspråk (figur 4.7). Blant elever som *alltid* snakker norsk hjemme, havner over halvparten (53,5 prosent) av elevsvarene i disse kategoriene. For elever i kategoriene *nesten alltid* og *av og til* eller *aldri* ligger tilsvarende andeler på henholdsvis 44 og 35,6 prosent. Elever som sjeldnere bruker norsk i hjemmet, viser en tendens til oftere å ikke besvare oppgavene. For alle grupperingene er andelen godkjente elevsvar omtrent likt fordelt mellom de som bruker naturfaglig diskurs, og de som svarer i et erfaringsbasert hverdagsspråk.



Figur 4.7 Prosentvis fordeling av alle kodede elevsvar etter språklig hjemmebakgrunn (13 biologioppgaver).

Antall elevsvar tilknyttet *Alltid* = 5832, *Nesten alltid* = 1150, *Av og til / aldri* = 919, ikke oppgitt = 569.

4.6 DISKUSJON

I denne delen vil først mønstrene i analysen av elevsvar diskuteres med utgangspunkt i den samlede kodingen som er vist i figur 4.5. Deretter behandles forskjellene mellom elevgrupper, både med tanke på kjønn og hvor ofte eleven snakker norsk hjemme. Det er ingen store kjønnsforskjeller, men språklig hjemmebakgrunn viser noen gruppeforskjeller. Alt i alt bekrefter oversikten over den samlede kodingen i figur 4.5 både at mange elever *ikke* identifiserer seg som naturfaglige språkbrukere, og at nivået på det faglige innholdet og svarets språklige utforming er nært forbundet.

Et første slående trekk ved analysen er at andelen elever som velger å hoppe over de åpne oppgavene, er 22 prosent, altså om lag hver femte elev, for alle oppgavene (figur 4.5). Dette er langt høyere på oppgaven *Virveldyr* (37 prosent), og denne kan tjene som eksempel på mulige årsaker til at mange elever unnlater å svare. Det kan være mange grunner til at elever vegrer seg for å skrive sitt eget svar, først og fremst at oppgaven er på et avansert kompetansenivå, men også at den er oppgavens del B, og det er kjent at mange elever kan oppleve en oppgavetrøtthet utover i et oppgavesett. I oppgavens del A møter elevene et klassifiseringsprinsipp (pattedyr og ikke), og det er muligens mer krevende å lete etter enda et prinsipp med såpass lite informasjon i oppgavetekst B: «Hvilken egenskap ble brukt til å sette dyrene inn i disse to gruppene?» Denne manglende evnen til omstilling kan være et tegn på unøyaktig arbeid og lav konsentrasjon. Fra andre studier er det kjent at færre elever

svarer på åpne oppgaver generelt og på oppgaver på de mest avanserte nivåene spesielt (Jakwerth et al., 1999). Mangel på tid, problemer med å forstå enten svarformatet eller det faglige innholdet i oppgaven, vanskegraden og mengden tekst som skal leses, er andre faktorer som kan spille inn. Det er grunn til å tro at det er nettopp den høye faglige vanskegraden som har ført til at mange elever har valgt å ikke svare på oppgavene i denne studien.

Mer interessant er det å se på andelen elever som faktisk avgir svar, og analysen viser at det er omtrent like mange svar som kodes for naturfaglig diskurs, som for hverdagsspråk, om lag 25 prosent av hvert slag. En positiv side ved dette funnet er selvsagt at hver fjerde elev på niende trinn enten er på riktig vei eller allerede har de språklige ferdighetene som kreves i naturfag. Det er likevel grunn til å minne om hvor lave krav det ble stilt til det naturfaglige språket i denne studien, for eksempel er følgende eksempler godkjente svar på *Virveldyr*-oppgaven: «Gruppe 1 har bein og gruppe 2 har ikkje bein», «Egenskapen de har delt inn dyrene etter er om de har en korsrygg eller ikke. Gruppe 1 er dyr med korsrygg. Gruppe 2 er dyr uten korsrygg» og «Dyrene i gruppe en har et indre skjellet, imens dyrene i gruppe to har ingen skjellet.» Ingen av disse tre svarene bruker det ønskede fagbegrepet («virveldyr»), og flere bruker feil fagbegrep, men elevene viser en evne til å klassifisere dyregruppene selvstendig og rimelig korrekt. Selv for mange av elevene som får sine svar kodet innenfor den naturfaglige diskursen, vil det være nødvendig med språklig veiledning før de behersker fagets tekstkultur og bruker fagspråket hensiktsmessig.

Et urovekkende funn er at så mange som 19 prosent av elevene – om lag en femdel – bruker feil faglig tilnærming. Det er flere typer svar som er samlet i denne kategorien, først og fremst elevsvar skrevet i hverdagsspråk som kan karakteriseres som «misconceptions»: konkurrerende feilspor. Som vist innledningsvis er dette altså svar som er uttrykk for faglige feilspor som bør korrigeres, og kanskje reverseres, for at fagets innhold skal bli en integrert del av elevenes kunnskap. Videre er det også mange elever som aktiverer feil del av naturfaget, og rent anekdotisk kan disse svarene beskrives ved at elevene svarer «drivhuseffekten» eller «bærekraftig» eller bruker andre fagbegreper på mange oppgaver der dette ikke er relevant. På oppgaven *Hager på tak* er slike typiske feilsvar for eksempel: «Mindre forsøpling», «Fordi da er det vanskelig for andre å kaste søppel på hagen din og da er det enklere for bier og vepser for å ta til seg det de skal ha» og «Fordi da vil det komme mere mat til dyr, så de spiser det og så kommer det gasser ut av de etterpå». Det er også en liten andel av elevene som avgir svar som ville vært innenfor andre fags diskurs, eller som behandler oppgavene som quiz-spørsmål uten å vise tegn til resonnering eller faglig tenkning – et noe overraskende funn.

Andelen elever som benytter seg av ulike unnnvikelsesstrategier, er egnet for en helt egen studie, siden kodingen i denne kategorien gir innsyn i elevenes svarstrategier når de enten ikke forstår oppgaven eller ikke greier å begrunne svarene sine. Selv om disse svarene i figur 4.5 er samlet i kategorien «Annet», er flesteparten av elevsvarene (8 prosent av alle) enten for vage til at de kan plasseres i andre kategorier, eller så er de repetisjoner av spørsmålet. Dette er eksempler på vage og repeterende svar fra *Hager på tak*: «å lage hager», «planter og trær» og sirkulære svar som «Hvis hager hjelper med å redusere mengden karbondioksid betyr det at jo flere hager det er jo mindre karbondioksid er det i lufta».

Tidligere studier viser kun små forskjeller mellom norske gutters og jenters realfagprestasjoner (Olsen & Björnsson, 2018). Undersøkelsen her viser at omtrent like mange gutter som jenter får godkjent sine svar på biologioppgavene. Det er derimot en liten kjønnsforskjell i språkbruken (figur 4.6). Andelen elevsvar fra jenter (28 prosent) som bruker naturfaglig diskurs, er noe høyere enn den tilsvarende andelen for gutter (23 prosent). Det motsatte er tilfelle for elevsvar som bruker et erfaringsbasert hverdagsspråk. Her er andelen elevsvar fra gutter (28 prosent) noe høyere enn den tilsvarende andelen svar fra jenter (23 prosent). Selv om den kognitive profilen for gutter og jenter viser likt generelt evnenivå, har jenter fra tidlig alder gjennomsnittlig bedre språklige evner enn gutter (NOU 2019:3). Jenter er bedre på abstrakt språkbruk (Burmana et al., 2008), er betydelig bedre lesere enn gutter på ungdomstrinnet (Jensen et al., 2020), og engasjerer seg oftere enn gutter i språklige aktiviteter (NOU 2019:3). Det kan hende at jenter drar nytte av disse faktorene og dermed har et bedre utgangspunkt for å benytte et språk som kan spores tilbake til kunnskaper, metoder eller epistemologi i naturfag og naturfagundervisning (her: naturfaglig diskurs).

Språkkunnskaper har en sammenheng med prestasjoner i naturfag (for eksempel Kaarstein et al., 2020; Nilsen & Bergem, 2016; Van Laere et al., 2014). Over halvparten av elevsvarene fra elever som *alltid* snakker norsk hjemme, hører inn under kategoriene naturfaglig diskurs og erfaringsbasert hverdagsspråk (figur 4.7). For elever som *nesten alltid* og *av og til* eller *aldri* snakker norsk i hjemmet, ligger tilsvarende andeler på henholdsvis 44 og 36 prosent. Den største andelen ubesvarte oppgaver tilhører elever som *av og til* eller *aldri* snakker norsk i hjemmet. Uten gode språkkunnskaper kan læringsutbyttet i naturfag reduseres betraktelig. For å kunne delta aktivt i undervisningen må minoritets elever beherske et visst nivå av majoritetsspråket (Baker & Wright, 2017). Lærere bør tilrettelegge for at elever kan utvikle sitt fagspråk gjennom et stort utvalg muntlige og skriftlige aktiviteter, med fokus på begrepslæring i tillegg til forståelse av hverdagsord og hva de betyr i faglig sammenheng (Holum, 2016; Wellington & Osborne, 2001). Fag-

språket kan, for eksempel, utvikles ved at elevene deltar i samtaler om faglige temaer og gjennom arbeid med ordforråd, lesing og skriving (Holum, 2016).

Alt i alt bekrefter oversikten over den samlede kodingen i figur 4.5 både at mange elever *ikke ser ut til å verken* identifisere seg eller handle som naturfaglige språkbrukere. Kodingen viser også at nivået på det faglige innholdet og svarets språklige utforming er nært forbundet – altså at der det faglige innholdet ikke er forstått, kommer dette svært tydelig til syne i uklare eller svakt formulerte svar. Dette er som ventet, og støtter opp under nødvendigheten av å lære fagets språk og uttryksmåter for å lære faget (Fang, 2012). I denne studien er det ikke tilgjengelig informasjon om hvorvidt elevene er vant til at læreren vurderer selve språket når de besvarer naturfagsoppgaver enten skriftlig eller muntlig, men den høye samlede andelen som ikke svarer i tråd med naturfaglig diskurs – 75 prosent av alle elevsvar – kan gi en pekepinn om at fagspesifikk literacy burde ha en enda sterkere plass i naturfagundervisningen.

Det ble innledningsvis pekt på at det fortsatt er store utfordringer med arbeidet med de grunnleggende ferdighetene etter at begynneropplæringen er avsluttet på småtrinnet. På mellomtrinnet og oppover møter elevene større og større tekstutfordringer også i andre fag enn norskfaget. Det er her arbeidet bør starte for fullt med å øve elevene i å overvåke sin egen forståelse underveis i læringen, å opparbeide en metakognitiv bevissthet (Roe, 2014). Det er også på dette tidspunktet at elevers leseferdigheter ser ut til å variere mer, med økende forskjeller fra mellomtrinnet og oppover (Frønes & Jensen, 2020). Dette gjelder både forskjellen mellom gutter og jenter, og naturlig nok også mellom elever med svært lav leseferdighet og de som har svært høy. PIRLS-undersøkelsen 2016 viste for eksempel ingen kjønnsforskjeller, men derimot en kontinuerlig framgang i perioden 2006 til 2016 (Gabrielsen & Hovig, 2017). PISA-undersøkelsen 2018 viste at norske 10.-trinns elever leser på et stabilt, godt nivå, men uten den samme framgangen som mellomtrinns elevene i PIRL-undersøkelsen hadde. En mulig forklaring på disse to ulike utviklingslinjene er at det ikke er helt opplagt at de to resultatene henger sammen (Jensen et al., 2020). Hva som er viktig lesekompetanse på barnetrinnet, er ikke det samme som på ungdomstrinnet, og det kan være at leseopplæringen fra slutten av mellomtrinnet og oppover er mindre fokusert og samordnet på skolene. Det vil si at det er lite oppmerksomhet om lesing som grunnleggende ferdighet oppover i skoleløpet, og at ikke alle lærere tar rollen som leselærere i sine fag.

Noen undervisningspraksiser har veldokumentert effekt på faginnlæring, spesielt blant de svakeste elevene, som lese- og læringsstrategier. Studier har vist at såkalt eksplisitt undervisning har stor effekt på mange forhold, og det er en sterk oppfordring til lærere om å gjøre undervisningen i hvordan de forstår og tenker,

eksplisitt, åpent og tilgjengelig for alle elever. Å gjøre noe eksplisitt – enten det er lesestrategier eller fagbegreper, skriving eller muntlig – vil innebære at læreren modellerer, verbaliserer og bygger stillas (Magnusson & Frønes, 2020). LK20 styrker arbeidet med lesing i alle fag, og spesielt fagspesifikk lesing og dermed også spesialiserte lesestrategier. Det er viktig å skille mellom undervisningsmetoder som *tar i bruk* strategier, og undervisning *i* strategier (Magnusson & Frønes, 2020). Forskjellen ligger i hvorvidt læreren fokuserer på hvordan elevene aktivt bør tenke mens de utfører aktiviteten (Shanahan et al., 2010). Det vil være naturlig å starte med lærermodellering først, og så ha en innlagt progresjon via veiledet praksis til at elevene bruker kunnskapen selvstendig. På denne måten kan eleven gå fra å kunne nevne strategier og føle at de kan dem, til å repetere over tid og sette dem ut i praksis på egen hånd. Flere har påpekt at eksponering for teknikker i seg selv ikke fører til at elevene blir strategiske (Nokes & Dole, 2004), eller at en mekanisk innlæring og bruk av handlemåter vil føre til læring (Pearson & Cervetti, 2013). Å arbeide med eksplisitt innlæring og modellering gjør det mulig for elever å forstå hva de skal lære, hva de ikke forstår, og å dele opp læringsarbeidet i mindre deler. En del av den eksplisitte opplæringen bør være i vitenskapelig, undersøkende tenkning og i epistemologisk kunnskap: kunnskap om hvordan kunnskap dannes. Kleve og Penne viser til at det er de svake elevene som kanskje har størst utbytte av en slik metabevisthet i matematikkfaget, og at forenklingene disse elevene møter, kan gjøre det enda vanskeligere å lære i fagene (2012).

Det er grunn til å tro at det i tillegg til felles utfordringer med større krav til å lese for å lære fra mellomtrinnet av også er store fagspesifikke språklige utfordringer. Flere har etterlyst mer fagrelevante lese- og skrivepraksiser langt tidligere i utdanningsløpet (Wellington & Osborne, 2001; Shanahan & Shanahan, 2008) og vist til at fagspesifikk literacy-opplæring fostrer kritisk tenkende elever (Moje, 2008, 2010). Hvis faglærerne i teksttunge fag skal sette av tid til arbeid med grunnleggende ferdigheter i sine fag, er det også nødvendig at lese- og skriveopplæringen oppleves faglig relevant for den enkelte læreren og utbytterikt for elevenes læring (Shanahan & Shanahan, 2008).

4.7 AVSLUTTENDE KOMMENTAR

Mange har påpekt at å beherske fagets språk er selve nøkkelen til å forstå og vise forståelse i et fag. Ifølge Mork og Erlien (2017) er det mulig å lære naturfag uten å bruke mengder av fagord, men uten noe kjennskap til fagspråket er det svært begrenset hva som kan læres i faget. Denne studien har dekket bare en flik av feltet språk i naturfag, og peker videre mot flere uutforskede spørsmål. Blant annet er det

interessant å utvide analysen av biologioppgaver til flere oppgaver, også innenfor fysikk, kjemi og geofaglige emner for å se etter variasjon mellom emnediskursene. I arbeidet med denne studien har det også blitt tydelig at den mulige sammenhengen mellom språket og det faglige innholdet som elevene møter i læringskonteksten (her oppgaveteksten), sannsynligvis setter spor i elevenes egne svar. For eksempel viste oppgaven *Hager på tak* at mange elever tok i bruk fagbegreper kjent fra fotosyntesen, muligens fordi oppgaveteksten nevnte «å redusere mengden karbondioksid i luft». Er det slik at hvis elever både omgis med korrekt og forståelig fagspråk og vurderes på det samme, vil de selv ta i bruk fagspråket mer aktivt? Sannsynligvis, men det bør studeres systematisk og også hva slags vurdering som er egnet til å gi elever motiverende veiledning.

Det er flere begrensninger ved studien knyttet til manglende svar på spørsmål om elevenes bakgrunn. En av analysene i dette kapitlet baserer seg på TIMSS-spørsmålet «Hvor ofte snakker du norsk hjemme?». Flere elever unnlot å svare på dette spørsmålet, noe som medførte at 6,7 prosent (569 av 8470) av elevsvarene måtte utelates i analysene av elevens språk i hjemmet. Dette har medført større usikkerhet i analysene. Elevsvar som ikke kan knyttes til språklig hjemmebakgrunn, tilhører i hovedsak kategoriene *ikke besvart* (32 prosent), *erfaringsbasert hverdagsspråk* (23 prosent) og *naturfaglig diskurs* (18 prosent). Videre er ikke eksponeringstid for norsk språk, og informasjon om hvor lenge en elev har gått på norsk skole, målt. En elev med kort fartstid i det norske skolesystemet vil antagelig ha større vansker med å løse naturfagoppgaver enn en elev som har lang fartstid i den norske skolen. I TIMSS-undersøkelsen blir dette tatt hensyn til ved at elever som har fått mindre enn ett års undervisning i norsk, ikke deltar.

REFERANSER

- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E.K., Kolstø, S.D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2019). *Fysikkdidaktikk* (2. utg.). Cappelen Damm.
- Baker, C. & Wright, W.E. (2017). *Foundations of bilingual education and bilingualism* (6. utg.). Bristol: Multilingual Matters.
- Bakken, J. & Andersson-Bakken, E.I. (2021). Innholdsanalyse. I C. Dalland & E.I. Andersson-Bakken (Red.) *Metoder i klasseromsforskning. Forskningsdesign, datainnsamling og analyse*. Universitetsforlaget.
- Barke H.D., Hazari A., Yitbarek S. (2009) Students' Misconceptions and How to Overcome Them. I *Misconceptions in Chemistry* (s. 21–36). Springer, Berlin, Heidelberg. https://10.1007/978-3-540-70989-3_3
- Berge, K.L. (2005). Skrivning som grunnleggende ferdighet og som nasjonal prøve – ideologi og strategier. I A.J. Aasen og S. Nome (Red.). *Det nye norskfaget* (s. 161–188). LNU/Fagbokforlaget.

- Bergem, O.K., Kaarstein, H. & Nilsen, T. (Red.) (2016). *Vi kan lykkes i realfag – Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Universitetsforlaget. <https://10.18261/97882150279999-2016>
- Burmana, D.D., Bitanc, T. & Booth, J.R. (2008). Sex differences in neural processing of language among children, *Neuropsychologia*, 46(5), 1349–1362.
- Cheng, H.F. (2004). A Comparison of Multiple-Choice and Open-Ended Response Formats for the Assessment of Listening Proficiency in English. *Foreign Language Annals*, 37, 544–553. <https://doi.org/10.1111/j.1944-9720.2004.tb02421.x>
- Driver, R. & Easley, J.A. (1978). Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students, *Studies in Science Education*, 5(1), 61–84, <https://10.1080/03057267808559857>
- Duit, R. & Treagust, D.F. (2003) Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688, <https://10.1080/09500690305016>
- Fang, Z. (2012). Language Correlates of Disciplinary Literacy. *Topics in Language Disorders*, 32(1), 19–34.
- Fishbein, B., Foy, P. & Yin, L. (2021). *TIMSS 2019 User Guide for the International Database*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssand-pirls.bc.edu/timss2019/international-database/>
- Frønes, T.S. & Jensen, F. (2020). Avsluttende bemerkninger: Lesing som portvokter. I T.S. Frønes & F. Jensen (Red.), *Like muligheter til god leseforståelse? 20 år med lesing i PISA* (s. 242–249). Universitetsforlaget. <https://doi.org/10.18261/9788215040066-2020-11>
- Gabrielsen, E. (Red.) (2017). *Klar framgang! Leseferdighet på 4. og 5. trinn i et femtenårsperspektiv*. Universitetsforlaget. <https://10.18261/9788215030258-2017>
- Gabrielsen, E. & Hovig, J.B. (2017). Hovedresultater fra PIRLS 2016 i Norden. I E. Gabrielsen, E. (Red.) *Klar framgang! Leseferdighet på 4. og 5. trinn i et femtenårsperspektiv*. Universitetsforlaget. <https://10.18261/9788215030258-2017-3>
- Grue, J. (2015). *Teori i praksis. Analysestrategier i akademisk arbeid*. Fagbokforlaget.
- Hallsson, Y., Visén, P., Folkeryd, J.W. & af Geijerstam, Å. (2018). Four classrooms – four approaches to reading. Examples of disciplinary reading in social science subjects in years five and twelve. *L1-Educational Studies in Language and Literature*, 18, 1–29. <https://10.17239/L1ESLL-2018.18.01.06>
- Haug, B.S. & Mork, S. (2018). Språket er nøkkelen til å lære naturfag. *Naturfag 1/18*
- Holum, L.-M. (2016). *Hverdagsspråk og fagspråk*. Nasjonalt senter for flerkulturell opplæring
- Jakwerth, P.M., E.B. Stancavage and E.D. Reed (1999). *An Investigation of Why Students Do Not Respond to Questions*, NAEP Validity Studies, Working Paper Series, American Institutes for Research.
- Jensen, F., Frønes, T.S., Kjærnsli, M. & Roe, A. (2020). Lesing i PISA 2000–2018: Norske elevers lesekompetanse i et internasjonalt perspektiv. I T.S. Frønes & F. Jensen (Red.), *Like muligheter til god leseforståelse? 20 år med lesing i PISA*. Universitetsforlaget. <https://10.18261/9788215040066-2020-02>
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.C., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.
- Kjærnsli, M. & Jensen, F. (2016a). PISA 2015 – Gjennomføring og noen sentrale funn. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. Universitetsforlaget.

- Kjærnsli, M. & Jensen, F. (2016b). Resultater i naturfag. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. Universitetsforlaget. <https://10.18261/9788215027463-2016-04>
- Kleve, B. & Penne, S. (2012). Norsk og matematikk i et literacy-perspektiv: metabevissthet også for de svake elevene. *Acta Didactica Norge*, 6(1), <https://10.5617/adno.1077>
- Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *Nordic Studies in Science Education*, 1: <https://journals.uio.no/nordina/article/view/467>
- Knain, E. (2006). Achieving science literacy through transformation of multimodal textual resources. *Sci. Ed.*, 90, 656–659. <https://doi.org/10.1002/sce.20142>
- Knain, E. (2016). En språkfundert kompetansemodell for planlegging av undervisning. *Acta Didactica Norge*, 10(1). [https://doi: 10.5617/adno.2380](https://doi:10.5617/adno.2380)
- Knain, E. & Prestvik, O. (2006) «Scientific literacy» nedfelt i geofagene. *NordDina 1*, 18–22.
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del av læreplanverket*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Lemke, Jay L. (2004). The literacies of science. I E.W. Saul (Red.), *Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives on theory and practice* (s. 33–47). International Reading Association.
- Magnusson, C.G. & Frønes, T.S. (2020). Norske elevers kunnskap om strategier for leseforståelse. I T.S. Frønes & F. Jensen (Red.), *Like muligheter til god leseforståelse? 20 år med lesing i PISA*, s. 79–106. Universitetsforlaget. <https://10.18261/9788215040066-2020-04>
- McKenna, M. & Robinson, R. (1990). Content Literacy: A Definition and Implications. *Journal of Reading*, 34(3), 184–186. <http://www.jstor.org/stable/40014518>
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S. & Hooper, M. (Red.). (2016). *Methods and Procedures in TIMSS 2015*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center <http://timssand-pirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html>
- Moje, E.B. (2008). Foregrounding the Disciplines in Secondary Literacy Teaching and Learning: A call for Change. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 52(2), 96–107.
- Moje, E.B. (2010). Response: Heller's «In Praise of Amateurism: A friendly Critique of Moje's 'Call for Change' in secondary Literacy». *Journal of Adolescents & Adult Literacy*, 54(4), 275–278. International Reading Association.
- Mork, S.M. & Erlien, W. (2017 [2010]). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Mortimer, E.F. & Scott, P.H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D.L. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Red.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssand-pirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2016). Hjemmebakgrunn. En likeverdig skole. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Universitetsforlaget.

- Nokes, J.D. & Dole, J. (2004). Helping adolescent readers through explicit strategy instruction. I T.L. Jetton & J. Dole (Red.), *Adolescent literacy research and practice* (s. 162–182). New York, NY: Guilford.
- Norris, S.P. & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240. <https://10.1002/sce.10066>
- NOU 2019: 3. (2019). *Nye sjanser – bedre læring — Kjønnforskjeller i skoleprestasjoner og utdanningsløp*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2019-3/id2627718/>
- OECD (2011). *Students on line: Digital technologies and performance* Vol. VI. <https://10.1787/9789264112995-en>
- Olsen, R.V.: (2002). Introducing quantum mechanics in the upper secondary school: A study in Norway. *International Journal of Science Education*, 24(6), 565–574, <https://10.1080/09500690110073982>
- Olsen, R.V. & Björnsson, J.K. (2018). Tjue år med internasjonale skoleundersøkelser i Norge: Bakgrunn, læringspunkter og veien videre. I R.V. Olsen & J.K. Björnsson (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge. Trender og nye analyser*. Universitetsforlaget. <https://doi.org/10.18261/9788215030067-2018>
- Pearson, P.D. & Cervetti, G.N. (2013). The psychology and pedagogy of reading processes. I W. Reynolds & G. Miller (Red.), *Educational Psychology*, V.VII, of *Handbook of Psychology* (2. utg.). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Reardon S.F., Kalogrides D., Fahle E.M., Podolsky A., Zárate R.C. (2018). The Relationship Between Test Item Format and Gender Achievement Gaps on Math and ELA Tests in Fourth and Eighth Grades. *Educational Researcher*, 47(5), 284–294. <https://doi.org/10.3102/0013189X18762105>
- Roe, A. (2014). *Lesedidaktikk – etter den første leseopplæringen* (3. utg.). Fagbokforlaget.
- Scott, P., Asoko, H., Leach, J., Abell, S. & Lederman, N. (2007). Student conceptions and conceptual learning in science. *Handbook of research on science education*, 31–56.
- Shanahan, T., Callison, K., Carriere, C., Duke, N.K., Pearson, P., Schatschneider, C. & Torgesen, J. (2010). *Improving reading comprehension in kindergarten through 3rd grade: A practice guide*. National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- Shanahan, T. & Shanahan, C. (2008). Teaching Disciplinary Literacy to Adolescents: Rethinking Content-Area Literacy. *Harvard Education Review*, 78(1), 40–59.
- Siljan, H.H. (2011). *Metaforisering, nominalisering og normering – en teoretisk studie av grammatisk metafor og to empiriske undersøkelser av språktrekket i læreboktekster* [Doktorgradsavhandling]. Universitetet i Oslo.
- Søvik, G.O. & Remmen, K.B. (2011). Gjett hva lærer'n tenker på: Betydningen av faglig snakk for et utforskende læringsmiljø. *Naturfag* (2), 40–43. <https://www.naturfagsenteret.no/binfil/download.php?did=7724>
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Læreplan i naturfag* (NAT01–04). Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Van Laere, E., Aesaert, K. & van Braak, J. (2014). The Role of Students' Home Language in Science Achievement: A multilevel approach. *International Journal of Science Education* 36(16). <https://10.1080/09500693.2014.936327>
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. McGraw-Hill, Inc.

Weyergang, C. & Frønes, T.S. (2020). Å lese kritisk: Elevers vurderinger av teksters troverdighet og pålitelighet. I T.S. Frønes & F. Jensen (Red.), *Like muligheter til god leseforståelse? 20 år med lesing i PISA*. Universitetsforlaget. <https://10.18261/9788215040066-2020-07>

Ødegaard, M., Haug, B.S., Mork, S.M. & Sørvik, G.O. (2016). *På forskerfotter i naturfag*. Universitetsforlaget.

VEDLEGG 4.1 VURDERINGSVEILEDNING («VIRVELDYR» OG «HAGER PÅ TAK»)

Topic	Perf Obj	Sci Prac	Cog Domain	Cognitive Area	Key	Max Pts
1	B		Reasoning	Analyze	X	1

Code	Response	Item: SE72900B
	Correct Response	
10	Identifies the characteristic used to classify the animals into Group 1 and Group 2 as Vertebrates/Has a backbone and Invertebrates/Does not have a backbone. <i>Examples:</i> • <i>Whether or not the animal is a vertebrate.</i> • <i>Answers the question of whether or not the animal has a backbone.</i> • <i>Group 1 animals have backbones and Group 2 animals do not.</i> • <i>All the animals in the first group have a spine.</i> [Implies that the animals in the Group 2 do not have a spine.] • <i>The animals in the second group are invertebrates.</i> [Implies that the animals in Group 1 are vertebrates.] • <i>Backbone</i>	
	Incorrect Response	
79	Incorrect (including crossed out, erased, stray marks, illegible, or off task)	
	Nonresponse	
99	Blank	

Figur 4.8 Vurderingsveiledning for «Virveldyr og pattedyr».

Topic 2	Perf Obj B	Sci Prac	Cog Domain Reasoning	Cognitive Area Draw Conclusions	Key X	Max Pts 1
Code		Response		Item: SE72902		
Correct Response						
10	Explains that trees and plants in green gardens absorb carbon dioxide (during photosynthesis). <i>Examples:</i> - When trees and plants photosynthesize, they take in carbon dioxide and give off oxygen. - Plants will take carbon dioxide out of the air during photosynthesis. - Plants take in carbon dioxide. - A garden on the roof would keep the temperature in the building more constant so they would not need so much oil to heat the building. Burning less oil means less carbon dioxide gets into the air. Also, the plants would take carbon dioxide out of the air when they make food.					
11	Explains that planting gardens on the roofs of buildings can help regulate the temperature inside the buildings. As a result, the amount of energy/electricity needed to heat and cool the buildings is decreased. Less demand for energy/electricity results in a reduction carbon dioxide released into the atmosphere by power plants that produce energy from fossil fuels (coal, oil, natural gas). Note: The student must supply the full logical chain to receive this code. Use Code 10 if elements of both Code 10 and Code 11 are present. <i>Examples:</i> - The gardens keep the buildings cooler so they need less energy from power plants. The power plants then emit less carbon dioxide. [The use of “power plants” assumes electricity not coming from wind, water, or solar sources.] - Buildings with gardens on the roof stay more comfortable without running the heat. Using less heat uses less oil. When you use less oil, there is less carbon dioxide in the air.					
Incorrect Response						
79	Incorrect (including crossed out, erased, stray marks, illegible, or off task) <i>Examples:</i> - Trees and gardens will make the city pretty. - Planting trees and gardens is expensive, but will decrease the amount of carbon dioxide.					
Nonresponse						
99	Blank					

Figur 4.9 Vurderingsveiledning for «Hager på tak».

5. Norske 9.-trinnselevers motivasjon for naturfag og matematikk – en latent profilanalyse av TIMSS 2019

Jelena Radišić og Fredrik Jensen

Sammendrag I dette kapitlet undersøkes forskjellige aspekter ved elevers motivasjon i naturfag og matematikk på 9. trinn. Elevene blir gruppert etter seks ulike holdningsprofiler. Deretter undersøkes prestasjoner og bakgrunnsvariabler (dvs. kjønn, sosioøkonomisk status (SØS) og innvandrerbakgrunn) for de ulike elevprofilene. Skole- og læringsmiljø for elever som tilhører forskjellige profiler, blir også undersøkt. Til slutt diskuteres forslag til hvordan ulike tiltak for styrking av realfagene kan skreddersys til de ulike elevprofilene.

Nøkkelord holdningsprofiler | matematikk | naturfag | TIMSS

Abstract This chapter investigates different aspects of grade 9 students' motivation towards science and mathematics. Six different attitude profiles group the students. The differences between the profiles related to their science and math performance are explored. Aspects of the school and the learning environment of students belonging to different profiles are also examined, coupled with background differences (i.e., gender, SES and immigrant background). Implications of different student profiles are observed against recent educational policy trends in Norway and its focus on facilitating students' entry, especially in science.

Keywords attitude profiles | mathematics | science | TIMSS

5.1 INNLEDNING

I dagens samfunn er det et økende behov for arbeidskraft med realfaglig bakgrunn (Berger et al., 2020; Regan & Dillon, 2015; Schiepe-Tiska et al., 2016; Wang et al., 2017). Som en del av den pågående debatten om behovet for å øke rekrutteringen til dette feltet arbeides det også med å tilrettelegge for elever fra ulike undergrupper, som jenter (Nagy et al., 2010; Regan & DeWitt, 2015), elever med lav sosioøkonomisk status (SØS) og minoritetselever (Turner et al., 2019). Tilsvarende har det siden 2002 blitt gjort en innsats i Norge for å øke elevenes kompetanse i naturfag og matematikk og støtte opp om den generelle rekrutteringen, særlig av jenter, til disse feltene (Henriksen, 2015; Kunnskapsdepartementet, 2010, 2015; Utdannings- og forskningsdepartementet, 2005).

Parallelt med dette finnes det mye forskning som dokumenterer betydningen av elevenes motivasjon og selvoppfatning for å oppnå optimalt læringsutbytte i naturfag og matematikk (f.eks., Chen et al., 2019; Lam & Lau, 2014; Liou, 2017; Marsh et al., 2012; Osborne et al., 2003; Regan & DeWitt, 2015; Schöber et al., 2018; Skaalvik et al., 2015; Stankov & Lee, 2017; Schiepe-Tiska et al., 2016). Som følge av dette, og arbeidet med å øke rekrutteringen til realfagene, får tanken om å sørge for at elevene utvikler positive holdninger til disse fagene, stadig sterkere støtte. Denne tankegangen støtter forestillingen om at kompetente deltakere i et fagområde også har visse oppfatninger om selve fagområdet (Aditomo & Klieme, 2020; Schiepe-Tiska et al., 2016), som tanker om hva vitenskap er, eller om bruk av vitenskapelige begreper i hverdagen. Dette er helt avgjørende i perspektivet om livslang læring. Hvis man støtter elevenes utvikling av positiv selvoppfatning og interesse for naturfag og matematikk, øker sannsynligheten for at også elever med lavere kompetanse får muligheten til å utvikle ferdighetene sine. Dermed er det større sannsynlighet for at de de gradvis blir individer som engasjerer seg i vitenskapelig praksis og tankegang, eller som bruker problemløsning i hverdagen (Feinstein & Kirchgasser, 2015; Freeman et al., 2015; Radišić et al., 2021).

Det har blitt gjort en rekke studier på tvers av tilstøtende fagfelt (som pedagogikk og utdanningspsykologi) som tar for seg elevenes interesse for og oppfatninger om naturfag og matematikk. Disse studiene tar imidlertid hovedsakelig for seg forholdet mellom elevenes oppfatninger og faglig læringsutbytte (f.eks. Marsh et al., 2012; Skaalvik et al., 2015; Stankov & Lee, 2017; Schiepe-Tiska et al., 2016). Slike studier hviler også på en implisitt antagelse om at forholdet mellom oppfatninger og læringsutbytte er det samme for alle elever eller elever i gitte forhåndsdefinerte undergrupper (som jenter/gutter eller elever med lav eller høy SØS). Til sammenligning tar den personsentrerte tilnærmingen utgangspunkt i at det er mangfold innenfor en populasjon (Bergman & Trost, 2006), et premiss som taler for å

avdekke ulike mønstre og ‘skjulte’ undergrupper, og dermed få en mer nyansert forståelse av elever som har ulike måter å lære på, og deres behov. Flere studier med en personsentrert tilnærming kommer til (Bøe & Henriksen, 2013; Kampa et al., 2016; Radišić et al., 2018; 2021) og bidrar til forståelsen av hvordan holdningene elevene har, er forbundet med resultatene de oppnår i matematikk og naturfag.

Likevel er det fortsatt få studier som omhandler disse holdningene på tvers av lignende fagområder (f.eks. matematikk og fysikk) eller ulike fagområder (f.eks. språk og matematikk) (Berger et al., 2020; Sass & Kampa, 2019; Snodgrass Rangel et al., 2020). Samtidig er det verdifullt å få en bedre forståelse av hvorvidt det finnes visse unike trekk ved elevenes oppfatninger når naturfag og matematikk observeres under ett. Dette kan for eksempel gi oss mer kunnskap om hvorfor elever går videre eller ikke går videre med ulike naturvitenskapelige og teknologiske fag, faktorer som bidrar til frafall i naturfag og matematikk blant jenter i løpet av skolegangen, og om noen av disse mønstrene skiller seg fra det man ser når fag som naturfag og matematikk observeres parallelt. Denne kunnskapen kan bidra til å gi oss en bedre forståelse av mangfoldet i elevenes videre studier og karriere, og kan også bidra til å skreddersy strategier for å forbedre naturfag- og matematikkutdanningen for ulike undergrupper av elever.

Dette kapitlet er forankret i det unike ved TIMSS-dataene (Trends in Mathematics and Science Study), nemlig at de gir oss informasjon om elever i både matematikk og naturfag samtidig. Her undersøkes (1) elevenes motivasjon i fagene naturfag og matematikk samt (2a) hvordan elevenes motivasjon er forbundet med elevenes bakgrunn og (2b) deres prestasjoner i naturfag og matematikk. Til slutt undersøkes skole- og læringsmiljøene som elever med ulik motivasjon når det gjelder naturfag og matematikk, kan befinne seg i (3). Det fokuseres på elever i 9. trinn i Norge.

5.2 BAKGRUNN

5.2.1 Økt kvalitet gjennom rekruttering og spesialisering

I årenes løp har det blitt lagt stor vekt på å styrke oppslutningen rundt realfagene og det å velge en realfaglig karriere i Norge (Kunnskapsdepartementet, 2010, 2015; Utdannings- og forskningsdepartementet, 2005; Kunnskapsdepartementet, 2006). I perioden 2002–2019 ble det lansert en rekke strategiplaner for å oppnå denne nasjonale målsettingen, inkludert «Realfag, naturligvis» (2005), «Et felles løft for realfagene» (2006), «Realfag for framtida» (2010) og «Tett på realfag» (2015). Naturfag og matematikk anses som viktig både for individet og for samfunnet i disse

dokumentene. Blant annet vektlegges betydningen av disse fagene når det gjelder å styrke kompetansen for et bredt spekter av stillinger i dagens og morgendagens arbeidsmarked. Selv om noe av argumentasjonen i strategiene varierer, er det også flere gjennomgangstemaer som er på linje med den løpende diskursen internasjonalt – for eksempel at elevenes interesse for og kompetanse i naturfag og matematikk må økes i tillegg til å øke rekrutteringen til realfagene og sørge for lavere frafall fra realfagene (f.eks. «Et felles løft for realfagene», 2006). Til tross for dette sterke fokuset viser tallene fra 2000 til 2018 at selv om antallet studenter i høyere utdanning som studerer naturvitenskapelige fag, håndverksfag og tekniske fag, har økt, har andelen studenter innenfor disse fagområdene gått noe ned fordi totalantallet studenter har økt i den samme perioden (SSB, 2020).

I tillegg står en god kjønnsbalanse sentralt i alle disse initiativene, særlig med hensyn til å rekruttere kvinner inn i overveiende mannsdominerte fag. Andelen kvinner i høyere realfagsutdanning var 44 prosent i 2018. Denne andelen varierer imidlertid for ulike realfag i videregående opplæring og høyere utdanning (Foss, 2020). På videregående skole i 2019 var det flere jenter enn gutter som valgte biologi, geofag og kjemi, mens flere gutter enn jenter valgte fysikk, informasjonsteknologi, teknologi og forskningslære (ibid.). Det var fortsatt flere kvinner som studerte helsefag i høyere utdanning, mens menn dominerte i ingeniørfagene og IKT i høstsemesteret 2018.

Det er også fastsatt et klart mål om å forbedre kvaliteten på realfagsutdanningen og øke antallet lærere med fordypning i disse fagene (f.eks. «Tett på realfag», 2015). Med det siste i mente har det blitt påpekt at det er mangel på lærere med spesialisering i naturfag (Eikeseth & Frøyland, 2016; Kaarstein et al., 2016), kombinert med behovet for å øke antallet naturfagstimer i forhold til andre fag (Eikeseth & Frøyland, 2016) og sammenlignet med de andre nordiske landene (OECD, 2019). Internasjonale undersøkelser, som PISA (Programme for International Student Assessment) og TIMSS, brukes ofte enten som et referansepunkt for å beskrive utfordringene som observeres i Norge, eller som indikatorer for måling av effekten av strategiene som beskrives. De nyeste TIMSS-resultatene tyder på at Norge fortsatt henger etter når det gjelder mengden av naturfagundervisning og spesialisering av naturfaglærere sammenlignet med matematikkfeltet eller de andre nordiske landene (Kaarstein et al., 2020).

5.2.2 Betydningen av elevenes holdninger og hvordan de er knyttet til prestasjoner, undervisningskvalitet og skolemiljø

Tidligere studier antyder at elevenes motivasjon og selvpoppfatning henger sammen med hvilke resultater de oppnår i både naturfag og matematikk (f.eks. Bøe & Hen-

riksen, 2013; Chen et al., 2019, Lam & Lau, 2014; Liou, 2017; Marsh et al., 2012; Regan & DeWitt, 2015; Schöber et al., 2018; Skaalvik et al., 2015; Stankov & Lee, 2017). I tillegg kommer det frem at selv om mange av elevene kan bli mindre engasjert i naturfag og matematikk i løpet av skolegangen, vil selvvurderingen deres, interessen for og verdsettelsen av naturfag (eller matematikk) påvirke senere valg (Dowker et al., 2016; Wang, 2012, Watt et al., 2012). En av flere ulike teoretiske tilnærminger er «forventninger-verdier»-teorien (på engelsk: «expectancy-value-theory»), som omfatter en rekke faktorer (for eksempel tidligere erfaringer, kultur og miljø, oppfatninger) som påvirker beslutningene elevene tar, gjennom å knytte elevenes mestringsforventninger og subjektive oppgaveverdier til prestasjoner og prestasjonsrelaterte valg, for eksempel å satse på en bestemt karrierevei (Wigfield & Eccles, 2000; Eccles & Wigfield, 2020).

Innenfor rammeverket av «forventninger-verdier»-teorien stammer mestringsforventninger enten fra en persons fagspesifikke oppfatninger basert på erfaringer, eller personens oppfatninger av egen evne til å lykkes med fremtidige oppgaver. Selv om disse oppfatningene kan få ulike merkelapper – selvtillit (på engelsk: «confidence»), mestringsforventning (på engelsk: «self-efficacy») og selvvurdering (på engelsk: «self-beliefs») (Lee & Stankov, 2018) – omfattes de alle av kategorien «tro på egne ferdigheter» (på engelsk: «ability beliefs»). Videre anerkjenner modellen fire subjektive oppgaveverdier: *interesseverdi*, *måloppnåelsesverdi*, *nytteverdi* og *kostnad* (Wigfield & Eccles, 2000; Eccles & Wigfield, 2020). *Interesseverdi*, eller indre motivasjon, er knyttet til den gleden man forventer å oppleve ved å gjøre oppgaven. Selve dimensjonen ligner i visse henseender på interesse (Hidi & Renninger, 2006) og indre motivasjon (Ryan & Deci, 2016). *Måloppnåelsesverdien* er knyttet til identitet og hvor viktig oppgaven er for den enkelte. *Nytteverdien* indikerer hvor verdifull oppgaven er for andre mål, og er i visse henseender knyttet til ideen om ytre motivasjon (Ryan & Deci, 2016). Den siste av de subjektive oppgaveverdiene er *kostnad*, som handler om tid, anstrengelser, stress og at man setter til side andre verdsette oppgaver for å fullføre den aktuelle oppgaven man holder på med.

En studie gjennomført i USA av Wang (2012) viser at oppgaveverdi er en sterk prediktor for engasjement og valg om å gå videre med å studere et bestemt fagfelt (f.eks. matematikk), mens forventninger om mestring var en prediktor for elevens faglige prestasjoner. Watt et al. (2012) gjorde en lignende analyse, der de fant at interesseverdi var en sterk prediktor for videre valg av studier for ungdom i Australia. De kom imidlertid til en annen konklusjon for elever i USA og Canada, for disse elevene har tro på egne ferdigheter større innvirkning enn oppgaveverdi på ambisjonene om å fortsette å studere matematikk. Lignende resultater knyttet til

betydningen av interesseverdi for naturfag har tidligere blitt bekreftet av Ainley & Ainley (2011) for et utvalg elever i Australia. Tro på egne ferdigheter, særlig blant jenter i Danmark, har også vist seg å ha stor betydning for rekruttering til naturfagene (Ulriksen et al., 2015). Viktigheten av nytteverdi (Watt et al., 2012) og at jenter er underrepresentert i såkalte «interesseprofiler» (Bøe & Henriksen, 2013) med hensyn til naturfag og matematikk i bred forstand, ble funnet på tvers av ulike kontekster (f.eks. i både Norge og USA).

Kjønnsforskjeller i elevenes selv vurdering i matematikk er et relativt vanlig funn (Nagy et al., 2010), som primært går i guttenes favør. Tilsvarende resultater finnes også for naturfag (Jansen et al., 2014; Schütte, 2015), igjen i guttenes favør. Og tilsvarende – selv om det har blitt vist at positiv selv vurdering bidrar til elevenes læring og prestasjoner generelt i både naturfag og matematikk (Liou, 2017; Marsh et al., 2017), kan sammenhengen være både direkte, indirekte (Habók et al., 2020) og gjensidig (Schöber et al., 2018). I tillegg finner man ikke nødvendigvis samme type sammenhenger mellom ulike fag. Jansen et al. (2015) rapporterer om assimileringseffekter (dvs. et positivt forhold) ved observasjon av prestasjoner og selv vurdering mellom matematikk, fysikk og kjemi, men kontrasterende effekter mellom matematikk og biologi. Slike resultater kan tyde på at det kan være forskjeller i hvordan elevers selv vurdering i naturfag og matematikk henger sammen. Forskning hvor interesseverdi og selv vurdering er undersøkt samtidig, viser at sannsynligheten for å velge en karriere innenfor matematikk eller naturfag er lav dersom interesseverdien er lav, innen fagområdet (Bøe & Henriksen, 2013; Guo et al., 2018).

I norsk kontekst har det blitt funnet en positiv sammenheng mellom prestasjoner i både naturfag og matematikk, interesseverdi, tro på egne ferdigheter (f.eks. selv vurdering og mestringsforventning) og nytteverdi (Bøe & Henriksen, 2013; Kaarstein & Nilsen, 2016; Kaarstein et al., 2020; Skaalvik et al., 2015). Det er også kjønnsforskjeller i guttenes favør for flere av disse konstruktene. Norske resultater fra PISA 2015 i naturfag viste et svært likt mønster, med en positiv korrelasjon mellom prestasjoner i naturfag og hver av de motivasjonsmessige (dvs. interesseverdi og nytteverdi) og oppfatningsmessige konstruktene (som mestringsforventning; Jensen & Kjærnsli, 2016). Videre hadde gutter høyere gjennomsnittlig indre motivasjon og mestringsforventning enn jenter, men det ble ikke funnet noen kjønnsforskjeller når det gjaldt ytre motivasjon. Sistnevnte ble også bekreftet i TIMSS-syklusen for 9.-trinns elever i 2019 (Kaarstein et al., 2020).

Egenskaper ved elevenes bakgrunn påvirker også fremtidige valg når det gjelder naturfag og matematikk. Internasjonalt anses sosioøkonomisk status (SØS) som en av de sterkeste korrelasjonsfaktorene for elevprestasjoner, basert på data fra

PISA og TIMSS (Lee & Stankov, 2018), til tross for enkelte variasjoner i styrken av SØS-effekten (Liu et al., 2020; Sirin, 2005). SØS anses også som en robust prediktor for fremtidig karrierevalg (Mau & Li, 2018). Høyere SØS er knyttet til høyere forventninger til prestasjoner og høyere sannsynlighet for å satse på en realfaglig karriere (Saw et al., 2018; Turner et al., 2019). Selv om slike studier er mer utbredt i amerikansk sammenheng, finnes det enkelte studier fra en norsk kontekst, f.eks. Bergem et al. (2020), som indikerer at elever med lav SØS er mindre motivert for naturfag (Bergem et al., 2020).

Data fra TIMSS 2019 viser ingen sammenheng mellom elevenes matematikkresultater og språket som snakkes hjemme (Kaarstein et al., 2020), men språket har imidlertid betydning for prestasjonene i naturfag. Elever som alltid eller nesten alltid snakker norsk hjemme, gjør det bedre i naturfag. Det finnes enkelte motstridende funn når man observerer sammenhengen mellom innvandrerbakgrunn blant elever i Norge og resultatene de oppnår. Hardoy et al. (2018) fant at innvandreretettheten ikke hadde noen innvirkning på verken frafall eller karakterer blant elever på videregående skole. Galloway og Gjefsen (2020) rapporterer at elever med innvandrerbakgrunn presterer dårligere i fag som krever mer språkkompetanse, enn fag som til sammenligning krever mindre språkforståelse (som matematikk), mens forskjeller i matematikkprestasjoner knyttes til tidligere tilgang til skolegang (lav kontra god tilgang). Andre steder finner Jeffries et al. (2020) et komplekst forhold mellom SØS, kjønn og innvandrerbakgrunn på den ene siden, og spesifikke karrierevalg knyttet til naturfag og matematikk, som medieres gjennom elevenes holdninger. I tillegg rapporterer Alivernini et al. (2018) om ulik kvalitet i motivasjonen mellom første- og andregenerasjonsinnvandrelever, mens Radišić et al. (2021) bare observerer slike forskjeller sammenlignet med elevene med norsk bakgrunn.

Ettersom elevene primært engasjerer seg i naturfag og matematikk i undervisningssammenheng på skolen, har kvaliteten på lærernes undervisningspraksiser vært i søkelyset (Baumert et al., 2010; Fauth et al., 2019). Selv om det finnes et relativt stort mangfold av konseptualiseringer av undervisningskvalitet, er tre-dimensjonsrammeverket (Praetorius et al., 2018) mye brukt. Rammeverket baseres på tre hovedaspekter ved undervisningskvaliteten: klasseromsledelse, kognitiv aktivisering og lærerstøtte. Sistnevnte omfatter praksiser knyttet til at læreren er oppmerksom på og lydhør for elevenes behov (f.eks. lytter til og respekterer elevenes tanker og ideer, gir konstruktive tilbakemeldinger, tilpasser undervisningen til den enkelte elevs behov; Klieme et al., 2009). Det andre aspektet, kognitiv aktivisering, omfatter undervisningspraksiser som engasjerer elevene i høyere ordens tenkning og utfordrer dem kognitivt. Dimensjonen avhenger også av fagområdet. I forbin-

delse med matematikk kan dette for eksempel innebære å anvende kunnskapen i en problemløsningskontekst (Baumert et al., 2010), mens når det gjelder f.eks. naturfag, kan en undervisningstime der elevene blir kognitivt utfordret, omfatte mer utforskende praksiser (Teig et al., 2019). Det siste av hovedaspektene ved undervisningskvalitet er klasseromsledelse, som handler om aktiviteter knyttet til organisert og strukturert undervisning i kombinasjon med effektiv regulering av elevatferd (Schlesinger & Jentsch, 2016).

Ulike aspekter ved kvaliteten på undervisningen har blitt knyttet til elevenes læringsutbytte (Fauth et al., 2019; Kunter et al., 2013; Nilsen et al., 2018), tro på egne ferdigheter (Burić & Kim, 2020) og oppgaveverdi (Fauth et al., 2014; Sakiz et al., 2012). Mens Dorfner et al. (2018) rapporterer at alle de tre dimensjonene har en positiv innvirkning på elevenes situasjonelle interesse, knytter Fauth et al. (2014) og Sakiz et al. (2012) elevenes interesseverdier til lærerstøtte og kognitiv aktivering. Kunter et al. (2013) viser også at klasseromsledelse og opplevelse av interesseverdi er forbundet med hverandre.

Forbindelsen mellom de tre aspektene knyttet til undervisningskvalitet og tro på egne ferdigheter er ikke dokumentert i like stor grad, men tyder på at høyere nivåer av lærerstøtte er knyttet til høyere grad av mestringsforventning (Burić & Kim, 2020). Generelt sett trengs det mer forskning som ser på sammenhengen mellom undervisningskvalitet og elevenes tilbøyelighet til å like naturfag og matematikk, særlig i en nordisk sammenheng (Nilsen et al., 2018).

Fremtidige studier bør ha et særlig søkelys på hvordan disse tilbøyelighetene er fordelt mellom underkategorier av elever (f.eks. gutter og jenter), og om det finnes kvalitative forskjeller mellom f.eks. majoritetsbefolkningen og førstegenerasjons innvandrerelever (Snodgrass Rangel et al., 2020) og elever med høy og lav SØS (Bergem et al., 2020; Berger et al., 2020). Og til slutt: Alle undervisningssituasjoner en elev befinner seg i, er en del av en særegen skolekultur. Støttende relasjoner, erfaringer med sosial samhörighet og trivsel, en trygg og velorganisert skole og lav grad av mobbing er eksempler på miljøaspekter som er forbundet med positive resultater hos elevene (Maxwell et al., 2017; Rutkowski & Rutkowski, 2016, Wang & Degol, 2016). Selv om alle disse aspektene er gjensidig forbundet med hverandre (Hoy et al., 2006; Korpershoek et al., 2020; Thapa et al., 2013), er de også knyttet til elevenes involvering i aktiviteter, oppgaveverdi (O'Brennan & Furlong, 2010) og senere læringsutbytte (Scherer & Nilsen, 2016). Rutkowski og Rutkowski (2016) viser at bedre undervisningskvalitet er forbundet med lavere grad av selvrapportert mobbing, og at en følelse av tilhørighet til skolen spiller en viktig rolle i elevenes skolehverdag (Korpershoek et al., 2020).

5.2.3 Denne studien

Så langt viser forskningen en sammenheng mellom elevenes mestringsforventninger (f.eks. selvvurdering) og subjektive oppgaveverdier (som interesseverdi og nytteverdi) og prestasjonene de oppnår, og senere karrierevalg (f.eks. Bøe & Henriksen, 2013; Guo et al., 2018; Jansen et al., 2015; Ulriksen et al., 2015; Wang, 2012). Det er utvilsomt verdifullt å undersøke disse relasjonene på tvers av ulike sammenhenger (f.eks. USA, Norge). Likevel bygger de fleste studier på en antagelse om «likheter» i den observerte populasjonen også når man sammenligner resultater på tvers av kulturelle kontekster og/eller kjønn, noe som er typisk for den såkalte variabel-sentrerte tilnærmingen. Både perspektivet om livslang læring og premisset om å støtte elevene i å utvikle en positiv selvoppfatning (tro på egne ferdigheter) og interesse for naturfag og matematikk (subjektive oppgaveverdier) krever at forskningen går et skritt videre ved å inkludere også den personsentrerte tilnærmingen.

Hvis støtte til utvikling av positiv selvoppfatning og interesse for naturfag og matematikk anses å legge til rette for at elevene blir individer som engasjerer seg i vitenskapelig tankegang, bruker problemløsningsmetoder i dagliglivet og til og med velger realfagskarrierer (Feinstein & Kirchgasler, 2015; Freeman et al., 2015; Radišić et al., 2021), er det helt essensielt å få innsikt i hvordan slik støtte kan finne sted. Hvis man skal forstå de nyanserte behovene til et mangfold av elever og dynamikken mellom deres ulike egenskaper og omgivelsene elevene befinner seg i, krever det at man tar hensyn til at det kan finnes genuine forskjeller mellom dem (Bergman & Trost, 2006). Sistnevnte er det grunnleggende premisset for en personsentrert tilnærming, noe som fordrer at man avdekker ulike mønstre og 'skjulte' undergrupper, og dermed får en dypere forståelse av elever med ulike måter å lære på og deres behov. Selv om antallet slike studier stadig øker (f.eks. Bøe & Henriksen, 2013; Kampa et al., 2016; Radišić et al., 2018; Radišić et al., 2021), holder de seg i stor grad innenfor konteksten av et spesifikt fagfelt, dvs. enten matematikk eller naturfag. Få studier tar for seg slike holdninger i realfagene og/eller kontrasterende fagfelt (Berger et al., 2020; Sass & Kampa, 2019; Schreiner, 2006; Snodgrass Rangel et al., 2020; Watt et al., 2019). Til tross for dette indikerer de nåværende resultatene visse karakteristiske funn når ulike fagfelt og temaer kombineres. For eksempel har Schreiner (2006) vist – ved å se på elevers interesseprofiler i naturfag og teknologi – at det er mulig å finne profiler med omtrent samme nivå av interesse på tvers av temaer, og profiler som karakteriseres som mer selektive, med tydelige preferanser for temaer. På samme måte fant Berger et al. (2020) spesifikke matematikk- og naturfagsprofiler, mens Snodgrass Rangel et al. (2020) viser forskjeller mellom «middels-høy naturfag»-, «middels-lav matema-

tikk»- og «høy-alle»-profiler. Watt et al. (2019) rapporterer også om meningsfulle profiler med ulike forventninger/verdier og ambisjoner på tvers av realfagene (f.eks. positivt engasjert og uengasjert). Til slutt observerer Sass og Kampa (2019) distinkte selvvurderingsprofiler på tvers av fem fag: biologi, engelsk, matematikk, fysikk og lesing, der det ble differensiert mellom høy matematikkrelatert selvvurdering, lav generell selvvurdering, høy verbal selvvurdering og høy generell selvvurdering.

I dette kapitlet fokuseres det på konstrukter knyttet til selvvurdering (Lee & Stankov, 2018) og interesseverdier og nytteverdier som gjenspeiler individets interesse for og tilskrivelse av betydning for naturfag og matematikk (Eccles & Wigfield, 2020; Wigfield & Eccles, 2000). Bruken av konstrukter er knyttet til hovedspørsmålet i dette kapitlet, som er om ulike «forventninger-verdier»-profiler knyttet til naturfag og matematikk eksisterer blant elever på 9. trinn i Norge. Sammenlignet med tidligere funn gjør denne studien det mulig å utvide kunnskapsbasen ved å kontrastere naturfag og matematikk i en norsk kontekst. Der Bøe og Henriksen (2013) holder seg innenfor fysikk, har Schreiner (2006) tidligere fokusert på naturvitenskap og teknologi. Videre ligner det teoretiske rammeverket her, sammenlignet med studier som benytter seg av en sammenligning mellom naturfag og matematikk, på det som brukes av Berger et al. (2020). Samtidig vil dataene fra Norge bidra til mer internasjonal kunnskap ved å sammenligne med den australske (Berger et al., 2020), amerikanske (Snodgrass Rangel et al., 2020) og tyske (Sass & Kampa, 2019) konteksten. Med dette som utgangspunkt tar denne studien for seg følgende spørsmål:

1. Kan det finnes ulike «forventninger-verdier»-profiler knyttet til naturfag og matematikk? Basert på Berger et al. (2020), Sass & Kampa (2019), Schreiner (2006), Snodgrass Rangel et al. (2020) og Watt et al. (2019) forventes en kombinasjon av både fagspesifikke profiler (f.eks. en naturfagsprofil) og profiler med høy/lav selvvurdering og motivasjon uavhengig av fagfelt.
2. Hvordan forholder disse profilene seg til kjønn, SØS og minoritets-/majoritetsbakgrunn (a), og (b) elevprestasjoner i naturfag og matematikk? Sammenlignet med tidligere funn (f.eks. Bøe & Henriksen, 2013, Regan & DeWitt, 2015; Sass & Kampa, 2019, Schreiner, 2006) forventes det at det kommer til å være kjønnsforskjeller i de undersøkte profilene. Studier fra nasjonale og internasjonale kontekster viser at det finnes variasjoner knyttet til elevenes SØS og innvandrerbakgrunn (Alivernini et al., 2018; Bergem et al., 2020; Jeffries et al., 2020; Mau & Li, 2018; Radišić et al., 2021; Snodgrass Rangel et al., 2020; Turner et al., 2019; Watt et al., 2012). Basert på tidligere forskning både nasjonalt og interna-

sjonalt, forventer vi å finne forskjeller i prestasjoner i naturfag og matematikk mellom profilene (Bøe & Henriksen, 2013; Chen et al., 2019; Kaarstein & Nilsen, 2016; Kaarstein et al., 2020; Lam & Lau, 2014; Liou, 2017; Marsh et al., 2012; Schöber et al., 2018; Skaalvik et al., 2015; Stankov & Lee, 2017).

3. Befinner elevene i de utledede profilene seg i et mangfold av ulike skole- og læringsmiljøer? Basert på tidligere forskning på undervisningskvalitet og skolekultur forventes det at elever med mer optimal tro på egne ferdigheter og oppfattet interesseverdi av fagene har et mer positivt syn på lærerstøtte, klasseromsledelse og kognitiv aktivering (Burić & Kim, 2020; Dorfner et al., 2018; Fauth et al., 2014; Kunter et al., 2013; Sakiz et al., 2012). En lignende antagelse kan bli gjort for følelse av skoletilhørighet, kombinert med lavere grad av mobbing (O'Brennan & Furlong, 2010; Korpershoek et al., 2020; Rutkowski og Rutkowski, 2016; Scherer & Nilsen, 2016).

5.3 METODE

5.3.1 Utvalg

Dataene fra TIMSS 2019 i naturfag og matematikk ble anvendt i analysene. I TIMSS-undersøkelsen blir utvalget trukket i to trinn, der skolene trekkes først, og deretter trekkes det opptil to hele klasser fra hver av skolene (LaRoche, Joncas & Foy, 2020). Målutvalget var elever på 9. trinn (se kapittel 1 i denne publikasjonen for mer informasjon). Datasettet omfatter 4575 elever (49,2 % jenter).

5.3.2 Variabler

Elevene som deltar i TIMSS-undersøkelsen, tar først en prøve på 90 minutter (i matematikk og naturfag), etterfulgt av et spørreskjema med bakgrunnsspørsmål. Spørreskjemaet omfatter konstrukter knyttet til elevenes bakgrunn, holdninger og forestillinger om skole og læringsmiljø i en matematikk- og naturfagkontekst. Det blir brukt et rotert blokk-design for prøven i naturfag (og matematikk), slik at hver elev kun svarer på et utvalg av oppgavene (Cotter et al., 2020). Alle elever får imidlertid samme sett med bakgrunnsspørsmål i spørreskjemaet (Yin & Fishbein, 2020). Tabell 5.1 gir en oversikt over alle konstruktene som brukes til analysene i dette kapitlet. I tilleggsmaterialet mot slutten av denne publikasjonen finnes en mer omfattende oversikt over utsagn for hvert av de anvendte konstruktene.

Variabler som beskriver elevenes holdninger til naturfag og matematikk, er delt inn i tre separate samleskalaer – interesse, verdi og selvtillit – og er gitt separat for

hvert domene (se tabell 5.1). *Indre motivasjon for naturfag*-konstruktet fokuserer på interesseaspektet knyttet til elevenes holdninger, og inneholder spørsmål om de liker naturfag og om de synes det er gøy eller kjedelig. Konstruktet *Ytre motivasjon for naturfag* inneholder spørsmål om den oppfattede nytten av å studere eller satse på en karriere på feltet. Til slutt blir elevenes oppfatning av hvor godt de gjør det når de jobber med naturfagsinnhold, utforsket ved hjelp av konstruktet *Selvtillit i naturfag*. Tilsvarende konstrukter er utviklet for matematikk.

Konstruktene *Mobbing* og *Følelse av skoletilhørighet* gir mål på skolemiljøet. Konstruktet *Mobbing* er basert på svarene elevene ga på ulike spørsmål om mobbesituasjoner, som at noen har «spredt løgner om meg» eller «latt være å snakke med meg». *Følelse av skoletilhørighet* kombinerer elevenes svar på om de føler seg trygge på skolen eller liker å være på skolen. Se tabell 5.1 for mer informasjon.

Læringsmiljøet kartlegges ved hjelp av tre dimensjoner for oppfatninger av undervisningskvaliteten (klasseromsledelse, elevstøtte og kognitiv aktivering) separat for naturfag og matematikk (Praetorius et al., 2018). Disse konstruktene var en del av det nasjonale alternativet for Norge. Eksempler på spørsmålene for hver dimensjon er oppført i tabell 5.1 sammen med deskriptiv statistikk. Modelltilpasningen på tvers av dimensjonene for undervisningskvalitet for begge fagene var tilfredsstillende¹ for hhv. naturfag (CFI=0,99, TLI=0,99; RMSEA=0,04 og SRMR=0,02) og matematikk (CFI=0,99, TLI=0,99; RMSEA=0,03 og SRMR=0,02).

1 Cut-off-poengsummer: CFI $\geq$ 0,90; TLI $\geq$ 0,95; RMSEA $<$ 0,08; SRMR $<$ 0,08

Tabell 5.1 Konstrukter brukt i studien

Konstrukt	Beskrivelse	Gjennomsnitt (standardfeil) og andel missing (%)	Reliabilitet
	<i>Prestasjoner</i>		
Prestasjoner i naturfag	Fem plausible verdier	495 (3,1), 0 %	/
Prestasjoner i matematikk	Fem plausible verdier	503 (2,4), 0 %	/
	<i>Demografiske kategorier</i>		
Læringsressurser i hjemmet	En samlesum for antall bøker i hjemmet, høyeste utdanningsnivå for begge foreldrene og at hjemmet gir gode forutsetninger for læring.	11,42 (0,02), 7,1 %	0,37
Kjønn	Kategorisk: gutt og jente (jente kodet som 0)	0 %	/
Innvandrerbakgrunn	Kategorisk, skiller mellom norsk bakgrunn (kodet som 0) og førstegenerasjons (kodet som 1) og andregenerasjons innvandrerelevanter (kodet som 2)	8,1 %	/
	<i>Konstrukter knyttet til holdninger</i>		
Indre motivasjon for naturfag	Samleverdi. Eksempel: «Jeg liker å lære naturfag.»	9,56 (0,03), 7,3 %	0,92
Selvtillit i naturfag	Samleverdi. Eksempel: «Jeg gjør det vanligvis bra i naturfag.»	10,14 (0,03), 8,7 %	0,88
Ytre motivasjon for naturfag	Samleverdi. Eksempel: «Jeg kunne tenke meg en jobb hvor jeg får bruk for naturfag.»	9,35 (0,03), 9 %	0,93
Indre motivasjon for matematikk	Samleverdi. Eksempel: «Jeg liker å lære matematikk.»	9,31 (0,03), 6,3 %	0,94
Selvtillit i matematikk	Samleverdi. Eksempel: «Jeg gjør det vanligvis bra i matematikk.»	10,35 (0,04), 7,2 %	0,92
Ytre motivasjon for matematikk	Samleverdi. Eksempel: «Jeg kunne tenke meg en jobb hvor jeg får bruk for matematikk.»	9,67 (0,03), 8 %	0,90

Merk: Alle plausible verdier ble brukt på tvers av de to fagområdene.

Tabell 5.1 (Forts.)

Konstrukt	Beskrivelse	Gjennomsnitt (standardfeil) og andel missing (%)	Reliabilitet
	<i>Skole- og læringsmiljø</i>		
Følelse av skole-tilhørighet	Samleverdi. Eksempel: «Jeg liker å være på skolen.»	10,02 (0,03), 6,4 %	0,83
Mobbing	Samleverdi. Elevene ble skåret i henhold til svarene de oppga knyttet til 14 typer mobbe-atferd (f.eks.: sprer usanne rykter om meg)	10,31 (0,03), 6,5 %	0,89
Klasseroms-ledelse i naturfag	Et latent konstrukt. Eksempel: «Elevene hører ikke på hva læreren sier.»	0,01 (0,01), 7,1 %	0,98
Elevstøtte i naturfag	Et latent konstrukt. Eksempel: «Læreren viser interesse for den enkelte elevs læring.»	−0,05 (0,01), 7,1 %	0,97
Kognitiv aktivisering i naturfag	Et latent konstrukt. Eksempel: «Læreren ber oss forklare våre egne ideer og tanker.»	−0,02 (0,01), 7,1 %	0,97
Klasseroms-ledelse i matematikk	Et latent konstrukt. Eksempel: «Elevene hører ikke på hva læreren sier.»	0,01 (0,01), 6,4 %	0,97
Støtte i matematikk	Et latent konstrukt. Eksempel: «Læreren viser interesse for den enkelte elevs læring.»	−0,06 (0,01), 6,4 %	0,97
Kognitiv aktivisering i matematikk	Et latent konstrukt. Eksempel: «Læreren ber meg om å forklare svarene mine.»	−0,02 (0,01), 6,4 %	0,97

Merk: Alle konstruktene ble brukt i tråd med TIMSS-rammeverket med rapportert statistikk (Yin & Fishbein, 2020) med unntak av konstruktet for innvandrerbakgrunn, som ble utviklet for denne studien.

TIMSS kartlegger elevprestasjoner i naturfag og matematikk (Mullis & Martin, 2017). I denne studien ble alle de fem plausible verdiene benyttet for elevenes naturfag- og matematikkprestasjoner (se 5.3.3 for detaljer). Bakgrunnsopplysningene om elevene omfatter kjønn, læringsressurser i hjemmet (som en indikator på elevenes sosioøkonomiske status) og elever med innvandrerbakgrunn. Læringsressurser i hjemmet, brukt som et mål på SØS, er et sammensatt konstrukt som omfatter ulike aspekter ved hjemmebakgrunnen til elevene (som hvor mange bøker det er hjemme, høyeste utdanningsnivå for begge foreldrene og om det er tilrettelagt for læring i hjemmet, f.eks. ved at eleven har sitt eget rom). Selv om den generelle påliteligheten for «Læringsressurser i hjemmet»-resultatet anses som lav i mange land (Yin & Fishbein, 2020), brukes dette konstruktet i stor grad i sekundæranalyser, som denne. Kategorien om innvandrerbakgrunn blant elevene, som

er utarbeidet for denne studien, skiller mellom elever med norsk bakgrunn (dvs. elever med minst én forelder som er født i Norge) og elever som er første- og andre-generasjons innvandrere (tabell 5.1). Elever som kategoriseres som førstegenerasjons innvandrere, defineres som elever som ikke er født i det landet der undersøkelsen gjennomføres, der også begge foreldrene er født i et annet land. Til sammenligning defineres elever i kategorien andregenerasjons innvandrere som elever født i landet der undersøkelsen gjennomføres, men med foreldre født i et annet land.

5.3.3 Analyser

Før de første analysene ble hovedtrekkene for konstruktene undersøkt. Manglende data ble håndtert ved hjelp av FIML-alternativet i Mplus-pakken som ble brukt i analysene (Muthén & Muthén, 1998–2018). Tabell 5.1 viser informasjon om andel missing for hvert konstrukt.

Fokuset for det første forskningsspørsmålet var å undersøke mønstre i elevenes oppfatninger knyttet til matematikk og naturfag. Fordi det ble brukt kontinuerlige variabler i analysene, ble latente profilanalyser (LPA) brukt. LPA er en type latent variabel-modelleringssteknikk som åpner for å undersøke om det er en eller flere latente profiler i et datasett. Teknikken undersøker modelltilpasningen og signifikans for et gitt antall ulike latente profiler (Bergman & Trost, 2006; Collins & Lanza, 2010), det vil si om det er ett enkelt mønster eller en blanding av disse (latente profiler) i et utvalg. Indre motivasjon for naturfag, Selvtillit i naturfag, Ytre motivasjon for naturfag, Indre motivasjon for matematikk, Selvtillit i matematikk og Ytre motivasjon for matematikk (tabell 5.1) ble brukt til å analysere de distinkte elevprofilene i denne studien. Modeller med to til ti latente klasser ($k = 2-10$) ble testet for å avdekke antall profiler som fremkom av dataene. Alle modellene ble estimert på grunnlag av 5 000 tilfeldige startverdisett med 100 gjentakelser, der de 200 beste løsningene ble videreført til det endelige optimaliseringsstadiet. Cut-off-verdien for entropi-indeksen (Geiser, 2013) og en kombinasjon av testene «bootstrapped likelihood ratio test» (BLRT), «Vuong–Lo–Mendell–Rubin likelihood ratio test» (VL-LRT) og «Lo–Mendell–Rubin adjusted LRT test» (LMR), som foreslått av Muthén og Asparouhov (2012), ble vurdert i valget av den endelige løsningen. Den endelige modellen ble validert nok en gang ved hjelp av Geisers (2013) anbefalinger om bruk av den beste log-likelihood-verdien.

Påfølgende analyser er knyttet til andre (2a og 2b) og tredje forskningsspørsmål. Hjelpevariablene «læringsressurser i hjemmet», kjønn og innvandrerbakgrunn ble behandlet som kovariater. For kjønn og innvandrerbakgrunn ble profilforskjellene

undersøkt ved hjelp av R3STEP i Mplus og BCH-metoden² for «læringsressurser i hjemmet» ettersom konstruktet er kontinuerlig (Asparouhov & Muthén, 2020; Bolck et al., 2004). Alle de fem plausible verdiene for naturfag og matematikk ble inkludert i undersøkelsen av forskjeller i prestasjoner mellom profilene. Denne analysen ble gjort ved hjelp av imputeringsalternativet i Mplus. Ettersom BCH (Asparouhov & Muthén, 2020; Bolck et al., 2004) er en av de foretrukne metodene for å håndtere kontinuerlige «distal outcomes» i blandingsmodellering, ble metoden brukt til å undersøke forholdet mellom profilene og oppfatninger om aspekter ved skolen (som *mobbing* og *følelse av skoletilhørighet*) og læringsmiljøet elevene befinner seg i (dvs. tre dimensjoner ved undervisningskvalitet for naturfag og matematikk).

5.4 RESULTATER

Resultatdelen er delt inn i fire hoveddeler. Først drøftes grunnlaget for etableringen av holdningsprofiler (forskningsspørsmål 1). I den andre delen drøftes forskjeller knyttet til kjønn, innvandrerbakgrunn og SØS mellom profilene (forskningsspørsmål 2a). Deretter observeres forskjeller i prestasjoner for profilene (forskningsspørsmål 2b). Til slutt observeres de ulike aspektene ved skolen og læringsmiljøet i forbindelse med de etablerte elevprofilene (forskningsspørsmål 3).

5.4.1 Elevprofiler

Tabell 5.1 gir en oversikt over gjennomsnittene, standardfeilene og reliabiliteten til de brukte konstruktene. Ved å følge anbefalingene for bruk av LPA (Geiser, 2013) ble det testet for en rekke løsninger ($k=2-10$). I prosessen ble det tatt hensyn til resultatene fra tidligere undersøkelser (f.eks. fant Berger et al. (2020) matematikk- og naturfag-profiler, Snodgrass Rangel et al. (2020) undersøkte forskjeller mellom «middels-høy» naturfag- / «middels-lav» matte-, og «høy-alle»-profiler). Videre ble det tatt hensyn til det teoretiske grunnlaget for undersøkelsen (f.eks. Eccles & Wigfield, 2020), og profilegenskapene på tvers av løsningene og tolkbarheten av disse.

2 BCH-metoden er utviklet av Bolck, Croon og Hagenaars (2004). De første bokstavene i etternavnene brukes til å danne akronymet – BCH.

Tabell 5.2 Oversikt over evaluerte modeller

Ant.	Log-sannsynlighet	#fp	AIC	BIC	SABIC	LMR	BLRT	VL-LRT	Entropi	Minste klassefrekvens
2	-50145,24	19	100328,48	100449,47	100389,09	/	/	/	0,79	33,4 %
3	-49353,48	26	98758,96	98924,52	98841,90	0,0001	0,0000	0,0001	0,76	16,9 %
4	-48937,05	33	97940,10	98150,24	98045,38	0,0009	0,0000	0,0008	0,78	10,1 %
5	-48483,53	40	97047,07	97301,78	97174,67	0,0000	0,0000	0,0000	0,79	8,9 %
6	-48223,50	47	96540,97	96840,28	96690,93	0,0029	0,0000	0,0027	0,79	8,0 %
7	-47992,69	54	96093,37	96437,23	96265,64	0,0044	0,0000	0,0041	0,80	5,5 %
8	-47859,20	61	95840,39	96228,83	96034,99	0,1784	0,0000	0,1732	0,81	3,6 %
9	-47711,12	68	95558,23	95991,24	95775,16	0,0241	0,0000	0,0230	0,81	2,3 %
10	-47598,07	75	95346,15	95823,73	95585,41	0,7356	0,0000	0,7353	0,82	1,1 %

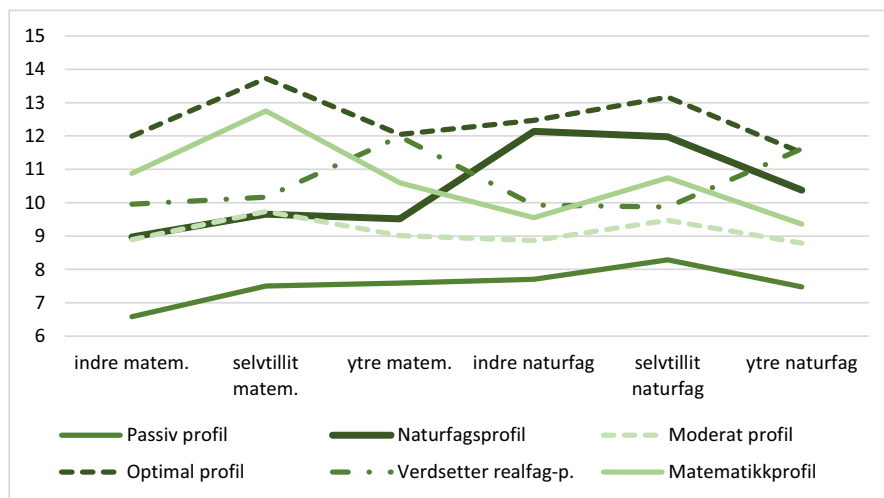
Forklaring: Ant. = antall profiler, #fp = grader av frihet, BIC = Bayesian Information criterion; AIC = Akaike's Information Criterion, SABIC = Sample-size Adjusted, LMR = Lo-Mendell-Rubin adjusted likelihood ratio test, BLRT = parametric Bootstrapped Likelihood Ratio Test, VL-LRT = Vuong-Lo-Mendell-Rubin likelihood ratio test.

En modell med seks profiler ble valgt. Tabell 5.2 viser «fit»-statistikk for de ulike løsningene. Selv om modellen med åtte klasser produserte et ikke-signifikant resultat, noe som kan tyde på at modellen med syv klasser er den optimale, falt valget på modellen med seks klasser på grunn av resultatenes tolkbarhet. Fra et statistisk synspunkt produserte ikke sammenligningen av de to modellene en signifikant forbedret skår for BIC/AIC-verdiene. I tillegg ga ikke en sammenligning mellom løsningen med hhv. seks og syv klasser noen ny informasjon om elevene. En modell med seks profiler gir dessuten høyere klassifiseringssannsynlighet for medlemskap i en latent profil enn en modell med syv profiler. Den foreslåtte modellen med seks klasser ble validert ved hjelp av Geisers (2013) anbefalinger for repetisjonen av den beste log-likelihood-verdien.

Profilene ble differensiert ut fra de seks konstruktene som representerer elevenes tro på egne ferdigheter og oppgaveverdier for naturfag og matematikk som beskrevet tidligere. Hver profil ble gitt en «merkelapp» – en benevnelse som fremhever unike karakteristikk for hver av profilene. Figur 5.1 viser en grafisk fremstilling av de seks profilene med tilhørende benevnelser – *Passiv profil*, *Naturfagsprofil*, *Moderat profil*, *Optimal profil*, *Verdsetter realfag*-profilen og *Matematikkprofil*.

Den største elevgruppen (46,5 %) består av elever som tilhører den '*Moderate profilen*'. Denne elevprofilen kjennetegnes ved at gjennomsnittsverdiene for selvtillit og nytteverdi er på et middels nivå i både naturfag og matematikk. Elevene i denne gruppen oppfatter dermed til en viss grad at naturfag og matematikk er viktig

for videre utdanning og karriere. Interesseverdi er også på et middels nivå i naturfag, men på et lavere nivå i matematikk.³



Figur 5.1 Oversikt over de seks profilene.

Merk: Y-aksen viser profilenes gjennomsnitt for de ulike holdningskonstruktene som er med i LPA.

Sammenlignet med denne og de andre profilene skårer elevene i *Passiv profil* (11 %) lavest på alle de undersøkte aspektene om interesse, nytteverdi og selvtillit knyttet til matematikk og naturfag. Matematikk og naturfag er sannsynligvis ikke favorittfagene til elevene i denne profilen. Derfor vil *Passiv profil* bli brukt som referanseprofil i drøftingen av resultatene i den senere oversikten over resultatene (dvs. punkt 5.4.2, 5.4.3 og 5.4.4). I motsatt ende av elevene som befinner seg i *Passiv profil*, er elevene som befinner seg i *Optimal profil* (9 %). De skårer høyest på interesse, nytteverdi og selvtillit i naturfag og matematikk sammenlignet med alle andre profiler. I tillegg til at de har en tydelig interesse for og oppfatning av at det er verdifullt å lære matematikk og naturfag med tanke på deres fremtidige karriere, har disse elevene også høy grad av selvtillit når det gjelder hvor godt de kan gjøre det i disse fagene.

3 For å skjelne mellom elever som f.eks. liker svært godt å lære matematikk, og de som liker det ganske godt, ble cut-off-skårene brukt som referanse. Selv om disse forskjellene ikke alltid er merkbare i absolutte verdier (se figur 5.1), har eksisterende cut-off-verdier hos Yin og Fishbein (2020) fungert som et ekstra hjelpemiddel i å beskrive forskjellene mellom profilene. Cut-off-skårene for alle konstruktene som ble inkludert i LPA, er delt inn i kategoriene «Høy», «Medium» og «Lav».

Det ble også utledet to profiler med tydelig preferanse for enten matematikk eller naturfag. Mønstrer i svarene fra elevene som tilhører *Naturfagsprofilen* (9,5 %), viser at de har høyere selvtillit, interesse og nytteverdi for naturfag enn for matematikk. Til sammenligning viser elevene i *Matematikkprofilen* (16 %) en tilsvarende preferanse for matematikk. Til slutt ble det også funnet en profil for elever med høy nytteverdi for både matematikk og naturfag. Denne profilen fikk benevnelsen *Verdsetter realfag-profilen* (8 %). Disse elevene oppfatter matematikk og naturfag som viktig blant annet for deres videre muligheter for utdanning og jobb. Interesse og selvtillit til elevene i denne profilen er på middels nivå. Profilen viser ingen preferanse for det ene eller andre fagområdet.

5.4.2 Forskjeller for kjønn, innvandrerbakgrunn og SØS på tvers av profilene

Det ble registrert betydelige kjønnsforskjeller på tvers av samtlige profiler unntatt *Moderat profil* ($p = 0,054$), med *Passiv profil* brukt som referansekategori (tabell 5.3). Ved sammenligning av gutter og jenter viste det seg at gutter hadde nesten tre ganger så høy sannsynlighet for å falle inn under *Optimal profil*, og nesten dobbelt så høy sannsynlighet for å høre til *Naturfagsprofilen* enn referansekategorien (tabell 5.3). Det er også høyere sannsynlighet for at gutter tilhører *Matematikkprofilen*, men denne sannsynligheten er litt lavere enn for *Naturfagsprofilen*. En fullstendig oversikt over profilforskjellene er vist i vedlegg 5.1.

Når det gjelder elever med innvandrerbakgrunn, ble det kun funnet signifikante forskjeller for *Optimal profil* og *Verdsetter realfag*. Sammenlignet med *Passiv profil* har andre generasjons innvandrerelver dobbelt så høy sannsynlighet for å høre til i *Optimal*-profilen. Samtidig har både første og andre generasjons innvandrerelver mellom 3,5 og nesten 6 ganger høyere odds for å tilhøre *Verdsetter realfag*-profilen sammenlignet med *Passiv profil*. Ingen forskjeller ble funnet for verken *Matematikk*- eller *Naturfag*-profilene. Elevene med norsk bakgrunn utgjør referansegruppen.

Tabell 5.3 Odds-ratio for å tilhøre en profil som en funksjon av kjønn og innvandrerbakgrunn

Elevprofiler	Kjønn (Gutter)	Innvandrerbakgrunn	
	Estimat (standardfeil)	Estimat (standardfeil)	
Naturfagsprofil	1,80 (0,29)**	1. generasjon	1,54 (0,49)
		2. generasjon	1,96 (0,55)
Moderat profil	1,33 (0,17)	1. generasjon	1,89 (0,49)
		2. generasjon	1,44 (0,36)
Optimal profil	2,73 (0,45) **	1. generasjon	2,09 (0,08)
		2. generasjon	2,29 (0,04)*
Verdsetter realfag-profil	1,57 (0,28) *	1. generasjon	5,83 (1,67)**
		2. generasjon	3,54 (1,05)*
Matematikkprofil	1,66 (0,25) **	1. generasjon	1,16 (0,36)
		2. generasjon	1,00 (0,31)

Merk: Referanseprofilen er *Passiv profil*, og kategorien med elever med norsk bakgrunn er referanseprofil for innvandrerbakgrunn, **p < 0,01, *p < 0,05; se vedlegg 5.1 for en fullstendig oversikt over forskjeller på tvers av profilene.

Gjennomsnittsberegninger av forskjellene i elevenes SØS, observert på grunnlag av *læringsressurser i hjemmet*, tyder på at elevene med høyest SØS befinner seg i *Optimal profil*, etterfulgt av *Matematikk-* og *Naturfag*-profilene. Elever som tilhører profilene *Passiv profil* og *Verdsetter realfag*, skårer også lavest på SØS sammenlignet med andre elever i Norge. Det ble imidlertid ikke funnet vesentlige forskjeller mellom disse to profilene (tabell 5.4). En fullstendig oversikt over profilforskjellene er vist i vedlegg 5.1.

Tabell 5.4 Elevprofiler og gjennomsnittsverdier for SØS på tvers av profilene

Profiler:	Passiv profil	Naturfagsprofil	Moderat profil	Optimal profil	Verdsetter realfag-profil	Matematikkprofil
	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)
SØS	11,09 (0,08)	11,40 (0,08)	11,28 (0,04)	12,14 (0,08)	11,06 (0,11)	11,87 (0,07)

Merk: Se vedlegg 5.1 for en fullstendig oversikt over forskjeller på tvers av profilene.

5.4.3 Forskjeller i prestasjoner på tvers av profiler

Ved undersøkelse av forskjeller på tvers av profiler når det gjelder elevenes prestasjoner i både naturfag og matematikk, kom det frem noen distinkte mønstre. Det ble ikke funnet noen statistiske forskjeller mellom profilene med hensyn til prestasjoner i naturfag. Selv om elever som tilhører *Verdsetter realfag*-profilen, skårer lavest, er dette ikke vesentlig forskjellig fra elevene i andre profiler (se tabell 5.5 og vedlegg 5.1 for en fullstendig oversikt).

Tabell 5.5 Elevenes profiler og prestasjoner i naturfag og matematikk

Profiler:	Passiv profil	Naturfags-profil	Moderat profil	Optimal profil	Verdsetter realfag-profil	Matematikk-profil
	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)
Prestasjoner i naturfag	497,66 (5,52)	493,89 (6,04)	496,50 (2,69)	497,50 (5,52)	486,89 (6,46)	495,82 (4,76)
Prestasjoner i matematikk	440,34 (5,30)	491,88 (4,61)	495,86 (1,94)	572,24 (4,18)	481,82 (5,789)	564,85 (3,14)

Merk: Se vedlegg 5.1 for en fullstendig oversikt over forskjeller på tvers av profilene.

Det ble funnet betydelige forskjeller i matematikkprestasjoner mellom elevprofilene. Elevene i *Passiv profil* skårer lavest sammenlignet med elevene i *Optimal profil*, med en forskjell på 132 poeng. Elevene i *Matematikkprofilen* skårer også høyere enn de som er i *Naturfagsprofilen* (72 poengs forskjell i matematikkprestasjoner).

5.4.4 Elevenes profiler og oppfatningen av skole- og læringsmiljøet

Det siste analysetrinnet undersøker hvordan elever i ulike profiler oppfatter læringsmiljøet (f.eks. *Mobbing* og *Følelse av skoletilhørighet*) og undervisningskvaliteten. Elever i *Optimal* og *Matematikk*-profilene skårer høyest på *Følelse av skoletilhørighet*. Til sammenligning skårer elevene i *Passiv* profil lavest på denne dimensjonen sammenlignet med andre elevgrupper. Det er viktig å merke seg at selv om elevene i *Passiv*-profilen skårer lavest, rapporterer de likevel om *Følelse av skoletilhørighet* som er på et medium nivå (Mullis et al., 2020). Forskjellene mellom *Matematikk*- og *Verdsetter realfag*-profilene er ikke signifikante (se vedlegg 5.2).

Elever i *Passiv* profil skårer også dårligst med hensyn til mobbing. Forskjellene mellom profilene er størst når de sammenlignes med *Passiv* profil. Til gjengjeld blir forskjellene ubetydelige når for eksempel *Naturfag*-profilen observeres opp mot *Verdsetter realfag*- eller *Moderat*-profilen. Samtidig er noe av det som særmerker

elevene i *Passiv* profil, at den inneholder elever som rapporterer om mobbing på månedlig basis. Elevene i *Naturfag*-, *Optimal*- og *Matematikk*-profilene var de som «aldri eller nesten aldri» rapporterte om slike hendelser (Mullis et al., 2020).

Elevenes oppfatning av undervisningskvaliteten ble kartlagt ut fra klasseromsledelse, kognitiv aktivisering og støtten lærerne ga elevene, separat for naturfag og matematikk. Når det gjelder opplevd klasseromsledelse i naturfagtimene, ga elevene i *Naturfag*-, *Optimal*- og *Matematikk*-profilene de laveste poengsummene for denne dimensjonen. De aller fleste forskjellene mellom profilene i denne dimensjonen er signifikante (se vedlegg 5.2 for detaljer).

Tabell 5.6 Elevenes profiler og oppfatningen av skole- og læringsmiljøet

	Passiv profil	Naturfagsprofil	Moderat profil	Optimal profil	Verdsetter realfag-profil	Matematikk-profil
	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)	M (SE)
Følelse av skole-tilhørighet	8,48 (0,10)	10,41 (0,11)	9,75 (0,04)	11,24 (0,10)	10,61 (0,13)	10,71 (0,09)
Mobbing	9,81 (0,11)	10,31 (0,12)	10,22 (0,05)	10,80 (0,10)	10,48 (0,15)	10,63 (0,09)
Klasseromsledelse i naturfag	0,18 (0,05)	-0,22 (0,05)	0,07 (0,02)	-0,19 (0,05)	0,16 (0,06)	-0,09 (0,04)
Elevstøtte i naturfag	-0,74 (0,05)	0,55 (0,04)	-0,26 (0,02)	0,60 (0,04)	0,35 (0,06)	0,13 (0,04)
Kognitiv aktivisering i naturfag	-0,60 (0,04)	0,34 (0,04)	-0,18 (0,02)	0,50 (0,04)	0,46 (0,05)	0,06 (0,03)
Klasseromsledelse i matematikk	0,20 (0,04)	-0,03 (0,04)	0,03 (0,02)	-0,14 (0,04)	0,09 (0,05)	-0,16 (0,04)
Elevstøtte i matematikk	-0,67 (0,04)	0,05 (0,04)	-0,20 (0,01)	0,49 (0,03)	0,23 (0,05)	0,29 (0,03)
Kognitiv aktivisering i matematikk	-0,33 (0,03)	0,06 (0,03)	-0,11 (0,01)	0,31 (0,03)	0,22 (0,03)	0,12 (0,02)

Merk: Se vedlegg 5.2 for en fullstendig oversikt over forskjeller på tvers av profilene.

Oppfatningen av dimensjonen 'støttende miljø' oppnår lavest skår blant elever som tilhører *Passiv* og *Moderat* profil. Elevene i *Optimal*- og *Naturfag*-profilene skåret høyest på denne dimensjonen. Alle forskjellene mellom profiler er signifikante, unntatt mellom *Optimal*- og *Naturfag*-profilene (se vedlegg 5.2 for detaljer). Til slutt er oppfatningen av kognitiv aktivisering i naturfagstimene høyest blant elevene som tilhører *Optimal*-, *Verdsetter realfag*- og *Naturfag*-profilene. Elevene i *Passiv*-profilen skårer også lavest på denne dimensjonen. Profilm forskjellene mellom

Naturfag-profilen og henholdsvis *Optimal*- og *Verdsetter realfag*-profilene er ikke-signifikante, og det samme er tilfellet mellom *Optimal*- og *Verdsetter realfag*-profilene.

Når det gjelder oppfatningen av klasseromsledelse, et støttende miljø og kognitiv aktivering i matematikktimene, observeres noen lignende mønstre som for naturfagstimen. *Optimal*- og *Matematikk*-profilene gir de laveste poengsummene for klasseromsledelse-dimensjonen. Forskjellene mellom *Passiv* profil og de andre gruppene er overveiende signifikante, mens det er et blandet mønster når de andre profilene sammenlignes med hverandre (se vedlegg 5.2 for detaljer).

Oppfatningen av dimensjonen om støttende miljø i matematikk oppnår lavest skår blant elever som tilhører *Passiv* og *Moderat* profil. Igjen skårer *Optimal*- og *Matematikk*-profilene høyest på denne dimensjonen. Forskjellene mellom profilene er hovedsakelig signifikante, med unntak av mellom *Verdsetter realfag*- og *Matematikk*-profilene. Og til slutt, når det gjelder kognitiv aktivering, skårer *Optimal*- og *Verdsetter realfag*-profilene høyest. Elevene i *Matte*-profilen har den tredje høyeste poengsummen. Tilsvarende, når det gjelder oppfatningen av kognitiv aktivering i naturfagstimen, ga elevene i *Passiv* profil de laveste poengsummene. Det er ingen forskjeller mellom elever som tilhører *Naturfag*- og *Matematikk*-profilene, når det gjelder oppfatningen av kognitiv aktivering i matematikktimene (se vedlegg 5.2 for detaljer).

5.5 DISKUSJON

I tråd med rammeverket for «forventninger-verdier»-teorien (Eccles & Wigfield, 2020; Wigfield & Eccles, 2000) har dette kapitlet forsøkt å svare på om det finnes ulike «forventninger-verdier»-profiler for naturfag og matematikk blant elever på 9. trinn i Norge. Analysene resulterte i seks distinkte profiler. To var fagspesifikke (dvs. *Naturfag*- og *Matematikk*-profilene), tre representerte en kombinasjon av høye/lave oppgaveverdier og tro på egne ferdigheter, og en profil (*Verdsetter realfag*) der det viktigste kjennetegnet er at elevene har høy nytteverdi for både naturfag og matematikk. Resultatene fra denne studien både bekrefter og bygger videre på noen av de tidligere funnene.

Sammenlignet med fagspesifikke studier (dvs. der enten naturfag eller matematikk observeres) finner vi fagspesifikke elevprofiler (Bøe & Henriksen, 2013; Radišić et al., 2018; Radišić et al., 2021; Schreiner, 2006) også når ulike fagfelt, som naturfag og matematikk, observeres samtidig. Når det gjelder sistnevnte, er funnene i denne studien i tråd med Berger et al. (2020) med tanke på kombinasjonen av *Naturfag*- og *Matematikk*-profilene, på samme måte som med funnene til Sass

og Kampa (2019). Samtidig underbygger funnet av *Optimal* eller *Passiv* profil tidligere funn av profiler som viser en kombinasjon av lav tro på egne ferdigheter og oppgaveverdier eller de som er i den øvre delen av spekteret (f.eks. «høy-alle»-profilen; Snodgrass Rangel et al., 2020). Resultater fra denne studien indikerer at, til tross for variasjonen som kan forventes blant elever internasjonalt, så finnes det noen lignende mønstre på tvers av ulike land og kontekster.

Dessverre er det ikke mer enn en tredjedel av elevene som befinner seg i de tre elevprofilene som viser svært gode holdninger til enten begge fagområdene (*Optimal*-profilen), eller preferanse for ett av dem (*Naturfag*- og *Matematikk*-profilene). Nærmere halvparten av elevene befinner seg i *Moderat*-profilen – en profil uten utviklet interesse for naturfag eller matematikk. Som beskrevet tidligere i kapitlet trenger elevene støtte til utvikling av positiv tro på egne ferdigheter og interesse for naturfag og matematikk. Dette kan igjen tilrettelegge for naturvitenskapelig tankegang (Aditomo & Klieme, 2020; Schiepe-Tiska et al., 2016) og øke sannsynligheten for at flere elever ønsker seg en karriere innen disse fagfeltene (Feinstein & Kirchgasser, 2015; Freeman et al., 2015; Radišić et al., 2021). Der tiltakene mot den *Passive* profilen fordrer at man snur om på allerede utviklede negative oppgaveverdier og negativ tro på egne ferdigheter, kan tiltak rettet mot den mer ubeslutsomme *Moderate* profilen bygge videre på allerede eksisterende fagspesifikke interesser for naturfag og matematikk, selvtillit og oppfatninger av fagenes nytteverdi.

Når bakgrunns karakteristikkene for profilene undersøkes, som i Sass og Kampa (2019) eller tidligere Bøe og Henriksen (2013), Regan og DeWitt (2015) og Schreiner (2006), blir kjønnsforskjellene bekreftet. Det er flest gutter i *Optimal*-, *Naturfag*- og *Matematikk*-profilene, noe som er i tråd med resultatene fra Berger et al. (2020). Alle tre er profiler som kombinerer enten høy tro på egne ferdigheter og oppgaveverdier, eller viser en utviklet interesseverdi for et fagområde. Det er imidlertid svært viktig å påpeke at disse gruppene til sammen representerer en tredjedel av alle de undersøkte elevene. Den største gruppen, *Moderat*-profilen, viser ingen forskjeller mellom jenter og gutter. Arbeidet med å øke interessen for realfagene og rekruttere flere jenter til disse fagområdene vil sannsynligvis være mer effektivt dersom tiltak skreddersys til de ulike elevprofilene. Fordi den moderate profilen er den største, og en profil der elevene allerede har nokså positive holdninger til naturfag og matematikk, er dette sannsynligvis den gruppen med størst potensiale for økt interesse og rekruttering blant flest mulig elever, spesielt jenter (Kunnskapsdepartementet, 2010, 2015; Utdannings- og forskningsdepartementet, 2005).

Videre befant elevene med høyest SØS seg i *Optimal*-profilen, etterfulgt av elevene i *Naturfag*- og *Matematikk*-profilene. Funnene samsvarer til en viss grad med Bergem et al. (2020), som har vist at elever med lav SØS har mindre motivasjon for

naturfag. Internasjonalt er høyere SØS forbundet med lavere grad av opplevde karrierehindringer (Turner et al., 2019). Resultatene fra denne studien kan også tolkes dit hen at elevene i *Optimal*-profilen, i tillegg til å ha enklere tilgang til ressurser, også har høyere tro på egne ferdigheter, og dermed har lavere terskel for å bestemme seg for å satse på enten en naturfag- eller matematikkrelatert yrkesvei (Jeffries et al., 2020). Tiltak rettet mot elever i den '*Passive*' profilen er blant annet viktig for å bidra til å utjevne forskjeller, da elevene i denne gruppen blant annet har lav SØS sammenlignet med de andre elevprofilene.

Når det gjelder resultatene til elever med innvandrerbakgrunn i *Optimal*- og *Verdsetter realfag*-profilene, ble det funnet konsistente forskjeller sammenlignet med referansegruppen bestående av elever med norsk bakgrunn. Forskjellen i kvaliteten på motivasjonen mellom første- og andregenerasjons innvandrererelever, beskrevet av Alivernini et al. (2018), ble ikke bekreftet, men resultatene i dette kapitlet er i tråd med det som tidligere ble beskrevet i Radišić et al. (2021). Elevene i *Optimal*-profilen har svært gode gjennomsnittresultater i matematikk, og dermed står resultatene fra denne studien i strid med det som er beskrevet av Galloway og Gjefsen (2020) og Hardoy et al. (2018). Samtidig, i likhet med de fleste studiene som tar for seg sammenhengen mellom innvandrerbakgrunn og elevprestasjoner, tar ikke disse hensyn til motivasjon, i motsetning til denne studien. Hvis det antas at profilene *Optimal* og *Verdsetter realfag* består av elever som har større sannsynlighet for å satse på en realfaglig karriere, basert på at de har tro på egne ferdigheter og anser at fagene har både interesseverdi og nytteverdi (Dowker et al., 2016; Wang, 2012; Watt et al., 2012), er overrepresentasjonen av elever med innvandrerbakgrunn i disse gruppene i tråd med immatrikuleringstrendene i Norge (Steinkellner, 2017). Det siste kan tyde på at andre- og førstegenerasjons innvandrererelever sammen er overrepresentert i master of science-programmet.

Det ble funnet ulike mønstre for prestasjoner i naturfag og matematikk da dette ble undersøkt for de ulike elevprofilene. Mens det ble funnet vesentlige forskjeller mellom profilene når det gjaldt matematikk (dvs. en forskjell på 130 poeng mellom *Passiv* og *Optimal* profil), var forskjellene når det gjaldt prestasjoner i naturfag nærmest ikke-eksisterende. Resultatet for naturfag passer ikke med det man skulle forvente ut ifra resultatene til Berger et al. (2020) eller de norske resultatene for PISA 2015 (Jensen & Kjærnsli, 2016) og TIMSS 2015 (Kaarstein & Nilsen, 2016) og 2019 (Kaarstein et al., 2020). Selv om Berger et al. (2020) har den samme metodologiske tilnærmingen som denne studien (dvs. en personsentrert tilnærming med sammenligning på tvers av de to feltene), indikerer de avdekkede ulikhetene betydelige forskjeller mellom ulike land. De sistnevnte studiene, dvs. TIMSS og PISA, fokuserer på forholdet mellom variabler, ikke elever, og disse for-

skjellene i metodologisk tilnærming kan til en viss grad forklare avviket. Ved å undersøke forholdet mellom tro på egne ferdigheter eller oppgaveverdier og prestasjoner vurderes bare ett felt om gangen (f.eks. bare naturfag) sammen med den tilsvarende troen på egne ferdigheter og oppgaveverdier.

Den store forskjellen i matematikkprestasjoner samsvarer imidlertid med tidligere rapporterte resultater (Marsh et al., 2012; Schöber et al., 2018; Skaalvik et al., 2015; Stankov & Lee, 2017), og et lignende mønster er funnet mellom tro på egne ferdigheter og prestasjoner i matematikk i både PISA- og TIMSS-dataene for Norge (Jensen & Nortvedt, 2013; Kaarstein et al., 2020). De nyeste TIMSS-dataene for elever på 9. trinn viser et stort gap i matematikkprestasjoner mellom elever med høy og lav selvtillit i matematikk, mens det er langt mindre forskjeller i naturfagprestasjoner mellom elever med høy og lav selvtillit i naturfag (Kaarstein et al., 2020). En sannsynlig forklaring på de små forskjellene i naturfagprestasjoner mellom elevprofilene, kan muligens finnes i studier som ikke bekrefter samme type forhold mellom motivasjon og prestasjoner på tvers av domener (Habók et al., 2020; Jansen et al., 2015). Medieringsanalyser kan potensielt belyse denne sammenhengen videre.

Den siste delen av studien handlet om å undersøke hvordan elever i de utledede profilene oppfatter en rekke ulike aspekter ved skolen og læringsmiljøet. Det dominerende funnet er at de fleste elever i hovedsak rapporterer om ingen eller nesten ingen erfaringer med mobbing på tvers av profilene. Funnet stemmer overens med resultatene som tidligere er rapportert av Radišić og Pettersen (2020). Den eneste profilen som skiller seg ut med noe mer rapportert mobbing, sammenlignet med de andre, er *Passiv profil*. Når det gjelder elevenes *Følelse av skoletilhørighet*, finnes nok en gang de laveste skårene for dimensjonen blant elevene som hører til *Passiv profil*, sammenlignet med *Optimal profil*, som skårer høyest. Når det gjelder spørsmålet om hva skolene bør gjøre, kan den *Passive* profilen potensielt anses som sårbar, siden elevene her skårer lavest på begge aspektene knyttet til opplevelsen av skolemiljøet. I tråd med forutsetningen om at et støttende skolemiljø bidrar til optimale forutsetninger for læringsutbytte blant elevene (Scherer et al., 2016), skaper dette et behov for å sikre at alle elever føler seg trygge og at de opplever tilhørighet. Samtidig, når bestemte elevgrupper anses å være i faresonen, må man ha et bredere perspektiv på hva som kjennetegner disse gruppene når det skal treffes spesifikke tiltak for å oppnå de ønskede endringene. I tillegg til en lavere følelse av tilhørighet er *Passiv* profil også forbundet med lavere SØS, lavere oppgaveverdier og lavere tro på egne ferdigheter.

Resultatene for kognitiv aktivering og elevstøtte var svært like både når konstruktene var knyttet til naturfag, og når de var knyttet til matematikk. Elevene i

Passiv profil gir de laveste poengsummene for både støtte og kognitiv aktivering i begge fagene. Elevene i *Optimal* profil og *Naturfag-* og *Matematikk*-profilene er blant dem som skårer høyest. Funnet er i tråd med tidligere rapporterte resultater andre steder (Fauth et al., 2014; Sakiz et al., 2012) og Norge (f.eks. Bergem et al., 2020; Nilsen et al., 2018). Bergem et al. (2020) rapporterer at elevstøtte av høy kvalitet og kognitiv aktivering er avgjørende for å sikre at elever med lav SØS får matematikkundervisning av høy kvalitet. *Passiv profil* omfatter i overveiende grad elever med lav SØS, som også her har behov for akkurat det motsatte av det de rapporterer om.

Samtidig rapporterer profilene som har høyest interesseverdi (dvs. *Optimal*-, *Naturfag*- og *Matematikk*-profilene) om lavere grad av opplevd klasseromsledelse, noe som står i strid med funnene til Dorfner et al. (2018) og Kunter et al. (2013). Profilene som er preget av høy grad av tro på egne ferdigheter, rapporterer også om høyere grad av lærerstøtte (Burić & Kim, 2020). En mulig forklaring av resultatene for klasseromsledelse kan være at *Optimal*-, *Naturfag*- og *Matematikk*-profilene er mer kritiske i oppfatningen av klasseledelse enn det som er tilfellet for *Passiv profil*.

5.6 BEGRENSNINGER OG VIDERE FORSKNING

Som med alle spørreundersøkelser er antallet konstrukter som kan undersøkes begrenset. Dette innebærer at perspektivet for undersøkelsen begrenses av dataene som er tilgjengelige. I dette kapitlet ble det brukt konstrukter for tro på egne ferdigheter og oppgaveverdier for både naturfag og matematikk, kombinert med bakgrunnsinformasjon og utvalgte aspekter ved skolen og læringsmiljøet. For å få så gode profiler som mulig ble TIMSS' rammeverk for konstruktene benyttet.

Valget av en personsentrert tilnærming til dataene har gitt en nyansert måte å undersøke variasjonen av holdninger blant elever, og med utgangspunktet i elevprofilene kan vi gjøre mer nyanserte tolkninger av ulike elevers behov. Likevel innebærer tilnærmingen og dataene som brukes, også visse begrensninger. TIMSS-dataene har en flernivåstruktur. Selv om latent profilanalyse gjør det mulig å ta hensyn til dette når profiler testes og undersøkes videre opp mot korrelater og «distal outcomes», er dette ikke lenger mulig ved bruk av den siste BCH-tilnærmingen. Ettersom BCH anses som en foretrukket metode når man arbeider med «distal outcomes» (Asparouhov & Muthén, 2020), må denne begrensningen tas hensyn til. For å begrense mulige feil, ble de innledende profilene også testet ved å ta hensyn til flernivåstrukturen til dataene. Ettersom resultatene både fra flernivå og ennivå-løsningene fra LPA ikke indikerte noen forskjeller, ble BCH-tilnærmingen brukt (Asparouhov & Muthén, 2020).

Siden TIMSS har tverrsnittsdata, kan det ikke trekkes noen slutninger om hvor stabile profilene vil være over tid. Derimot vil en longitudinell latent profil-analyse kunne utforske stabiliteten dersom de samme konstruktene blir benyttet gjentatte ganger i et land, eller om profilene opptrer på tvers av kontekster (f.eks. land) ved å benytte en multi-gruppe-tilnærming.

5.7 IMPLIKASJONER OG KONKLUSJONER

Et av de viktigste resultatene i denne undersøkelsen var funnet av både fagspesifikke profiler (*Naturfag* vs. *Matematikk*) og profiler på tvers av de to fagområdene (*Passiv*, *Moderat* og *Optimal*). Elevene i de fagspesifikke profilene har et godt utgangspunkt for å kunne utvikle en genuin interesse for naturfag og matematikk og kanskje også satse på en karriere innen disse feltene (Bøe & Henriksen, 2013; Guo et al., 2018; Jansen et al., 2015). På samme måte har blant annet elevene i den *Optimale* profilen et veldig godt utgangspunkt for å bli aktive deltakere som engasjerer seg i vitenskapelig tankegang eller bruker metoder for problemløsning i dagliglivet (Feinstein & Kirchgasser, 2015; Freeman et al., 2015; Radišić et al., 2021).

Funnet av den *Moderate* profilen er imidlertid viktig i den norske konteksten. Denne profilen omfatter nesten halvparten av elevene i utvalget. Blant annet fordi det er mange elever i denne profilen, er dette som nevnt tidligere en viktig gruppe å lage målrettede tiltak for dersom man ønsker å bidra til å flest mulig elever, inkludert flest mulig jenter, med positive holdninger til realfagene. (Kunnskapsdepartementet, 2010, 2015; Utdannings- og forskningsdepartementet, 2005). Det er likevel fortsatt slik at det er flest gutter i de fagspesifikke profilene – *Naturfag* og *Matematikk*, og det er også flest gutter i profilen med høyest tro på egne ferdigheter og oppgaveverdier (*Optimal*-profilen). Sistnevnte består også i overveiende grad av elever med høy SØS. Samtidig bør det også være et mål å øke andelen i *Naturfag*-, *Matematikk*- og *Optimal*-profilene.

Og til slutt: Eksistensen av en liten, men synlig gruppe – elevene som tilhører *Passiv*-profilen – som ikke bare har utviklet lave oppgaveverdier og lav tro på egne ferdigheter, består i overveiende grad av elever med lav SØS, som rapporterer om noe lavere følelse av skoletilhørighet sammenlignet med de andre profilene, og som ikke opplever matematikk- eller naturfagstimene som støttende og kognitivt utfordrende – fordrer ytterligere innsats i å finne ut hvordan disse elevene kan støttes i å utvikle interesse for naturfag og matematikk.

REFERANSER

- Aditomo, A. & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504–525.
- Ainley, M. & Ainley, J. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 51–71. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518640>
- Alivernini, F., Manganelli, S., Cavicchiolo, E., Girelli, L., Biasi, V. & Lucidi, F. (2018). Immigrant background and gender differences in primary students' motivations toward studying, *The Journal of Educational Research*, 111(5), 603–611. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1349073>
- Asparouhov, T. & Muthén, B. (2020). Auxiliary Variables in Mixture Modeling: Using the BCH Method in Mplus to Estimate a Distal Outcome Model and an Arbitrary Secondary Model, *Mplus Web Notes*: No. 21, Version 8, September 15, 2020.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Bergem, O.K., Nilsen, T., Mittal, O. & Ræder, H.G. (2020). Can Teachers' Instruction Increase Low-SES Students' Motivation to Learn Mathematics? I *Equity, equality and diversity in the Nordic model of education* (s. 251–272). Springer.
- Berger, N., Mackenzie, E. & Holmes, K. (2020). Positive attitudes towards mathematics and science are mutually beneficial for student achievement: a latent profile analysis of TIMSS 2015. *Aust. Educ. Res.* 47, 409–444. <https://doi.org/10.1007/s13384-020-00379-8>
- Bergman, L.R. & Trost, K. (2006). The person-oriented versus the variable-oriented approach: Are they complementary, opposites, or exploring different worlds? *Merrill-Palmer Quarterly*, 52, 601–632.
- Bolck, A., Croon, M. & Hagenaaers, J. (2004). Estimating latent structure models with categorical variables: One-step versus three-step estimators. *Political Analysis*, 12, 3–27.
- Burić, I. & Kim, L.E. (2020). Teacher self-efficacy, instructional quality, and student motivational beliefs: An analysis using multilevel structural equation modelling. *Learning and instruction*, 66, <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101302>
- Bøe, M.V. & Henriksen, E.K. (2013). Love It or Leave It: Norwegian Students' Motivations and Expectations for Postcompulsory Physics. *Science Education*, 97, 550–573. <https://doi.org.ezproxy.uio.no/10.1002/sce.21068>
- Chen, J., Zhang, Y., Wei, Y. & Hu, J. (2019). Discrimination of the contextual features of top performers in scientific literacy using a machine learning approach. *Research Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9835-y>
- Collins, L.M. & Lanza, S.T. (2010). *Latent class and latent transition analysis: With applications in the social, behavioral, and health sciences*. John Wiley & Sons.
- Cotter, K.E., Centurino, V.A.S. & Mullis, I.V.S. (2020). Developing the TIMSS 2019 mathematics and science achievement instruments. I M.O. Martin, M. von Davier, & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report* (s. 1.1–1.36).

- Dorfner, T., Förtsch, C. & Neuhaus, B.J. (2018). Effects of three basic dimensions of instructional quality on students' situational interest in sixth-grade biology instruction. *Learning and Instruction*, 56, 42–53, [10.1016/j.learninstruc.2018.03.001](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.03.001)
- Dowker, A., Sarkar, A. & Looi, C.Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7, 1–16.
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61, Article 101859. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>
- Eikeseth, U. & Frøyland, M. (2016). Haltende realfagsatsning. *Klassekampen*.
- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E. & Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: Dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, 29, 1–9.
- Fauth, B., Decristan, J., Decker, A.T., Büttner, G., Hardy, I., Klieme, E. & Kunter, M. (2019). The effects of teacher competence on student outcomes in elementary science education: The mediating role of teaching quality. *Teaching and Teacher Education*, 86, Article 102882.
- Feinstein, N.W. & Kirchgäslar, K.L. (2015). Sustainability in science education? How the next generation science standards approach sustainability, and why it matters. *Science Education*, 99, 121–144.
- Foss, E.S. (2020). Gode skoleresultater – liten endring i yrkesvalg. *SSB analyse 2020/02: Kvinner og realfag*.
- Freeman, B., Marginson, S. & Tytler, R., (Red.). (2015). The age of STEM: Educational policy and practice across the world in science, technology, engineering and mathematics. Routledge.
- Galloway, T.A. & Gjefsen, H.M. (2020). Assimilation of immigrants: Does earlier school exposure matter? *Economics of Education Review*, <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.101976>
- Geiser, C. (2013). *Data Analyses with Mplus* (s. 232–270). Guilford Press.
- Guo, J., Marsh, H.W., Parker, P.D. & Dicke, T. (2018). Cross-cultural generalizability of social and dimensional comparison effects on reading, math, and science self-concepts for primary school students using the combined PIRLS and TIMSS data. *Learning and Instruction*, 58, 210–219, <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.07.007>
- Habók, A., Magyar, A., Németh, M.B. & Csapó, B. (2020). Motivation and self-related beliefs as predictors of academic achievement in reading and mathematics: Structural equation models of longitudinal data. *International Journal of Educational Research*, 103, <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101634>.
- Hardoy, I., Mastekaasa, A. & Schöne, P. (2018). Immigrant concentration and student outcomes in upper secondary schools: Norwegian evidence, *European Societies*, 20(2), 301–321, <https://doi.org/10.1080/14616696.2017.1402120>
- Henriksen E.K. (2015). Introduction: Participation in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: Presenting the Challenge and Introducing Project IRIS. I E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (Red.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education*. Springer.
- Hidi, S. & Renninger, K.A. (2006). The four phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41, 111–127.

- Hoy, W.K., Tarter, C.J. & Hoy, A.W. (2006). Academic optimism of schools: A force for student achievement. *American Educational Research Journal*, 43(3), 425–446.
- Jansen, M., Schroeders, U. & Lüdtke, O. (2014). Academic self-concept in science: Multidimensionality, relations to achievement measures, and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 30, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.12.003>
- Jansen, M., Schroeders, U., Lüdtke, O. & Marsh, H.W. (2015). Contrast and assimilation effects of dimensional comparisons in five subjects: An extension of the I/E model. *Journal of Educational Psychology*, 107(4), 1086–1101. <http://dx.doi.org.ezproxy.uio.no/10.1037/edu0000021>
- Jensen, F. & Nortvedt, G.A. (2013). Holdninger til matematikk. I M. Kjærnsli & R.V. Olsen (Red.), *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012*. Universitetsforlaget.
- Jensen, F. & Kjærnsli, M. (2016). Holdninger til naturfag. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 72–93). Universitetsforlaget.
- Jeffries, D., Curtis, D.D. & Conner, L.N. (2020). Student Factors Influencing STEM Subject Choice in Year 12: a Structural Equation Model Using PISA/LSAY Data. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 441–461. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09972-5>
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.C., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2016). Motivasjon. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. (s. 63–77). Universitetsforlaget.
- Kampa, N., Neumann, I., Heitmann, P. & Kremer, K. (2016). Epistemological beliefs in science—a person-centered approach to investigate high school students' profiles. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 81–93.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom. I T. Janik, T. Seidel (Red.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (s. 137–160). Waxmann Verlag.
- Korpershoek, H., Canrinus, E.T., Fokkens-Bruinsma, M. & de Boer, H. (2020). The relationships between school belonging and students' motivational, social-emotional, behavioural, and academic outcomes in secondary education: a meta-analytic review. *Research Papers in Education*, 35(6), 641–680, <https://doi.org/10.1080/02671522.2019.1615116>
- Kunnskapsdepartementet (2006). Et felles løft for realfagene, Strategi for styrking av realfagene 2006–2009 Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet (2010). *Realfag for framtida, Strategi for styrking av realfag og teknologi 2010–2014*. Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet (2015). *Tett på realfag, Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnsopplæringen (2015–2019)*. Kunnskapsdepartementet.
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T. & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805–820. <https://doi.org/10.1037/a0032583>

- Lam, T.Y. & Lau, K.C. (2014). Examining factors affecting science achievement of Hong Kong in PISA 2006 using hierarchical linear modeling. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2463–2480.
- LaRoche, S., Joncas, M. & Foy, P. (2020). Sample design in TIMSS 2019. I M.O. Martin, M. von Davier & I. V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report* (s. 3.1–3.33).
- Lee, J. & Stankov, L. (2018). Non-cognitive predictors of academic achievement: Evidence from TIMSS and PISA. *Learning and Individual Differences*, 65, 50–64. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.05.009>
- Liou, P.-Y. (2017). Profiles of adolescents' motivational beliefs in science learning and science achievement in 26 countries: Results from TIMSS 2011 data. *International Journal of Educational Research*, 81, 83–96.
- Liu, J., Peng, P. & Luo, L. (2020). The Relation Between Family Socioeconomic Status and Academic Achievement in China: A Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32, 49–76. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09494-0>
- Marsh, H.W., Xu, M. & Martin, A.J. (2012). Self-concept: A synergy of theory, method, and application. I K.R. Harris, S. Graham, T. Urdan, C.B. McCormick, G.M. Sinatra & J. Sweller (Red.), *APA educational psychology handbook*, Vol. 1. *Theories, constructs, and critical issues* (s. 427–58). American Psychological Association.
- Marsh, H.W., Martin, A.J., Yeung, A.S. & Craven, R.G. (2017). Competence self-perceptions. I A. J. Elliot, C.S. Dweck, & D.S. Yeager (Red.), *Handbook of competence and motivation: Theory and application* (2. utg., s. 85–115). Guilford Press.
- Mau, W.J. & Li, J. (2018). Factors Influencing STEM Career Aspirations of Underrepresented High School Students. *The Career Development Quarterly*, 66, 246–258.
- Maxwell, S., Reynolds, K., Lee, E., Subasic, E. & Bromhead, D. (2017). The impact of school climate and school identification on academic achievement: Multilevel modeling with student and teacher data. *Frontiers in Psychology*, 8, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02069>
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Red.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssand-pirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D.L. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Muthén, B. & Asparouhov, T. (2012). Using Mplus TECH11 and TECH14 to test the number of latent classes. <https://www.statmodel.com/examples/webnotes/webnote14.pdf>
- Muthén, L. K. & Muthén, B. O. (1998-2018). *Mplus User's Guide: Statistical Analysis with Latent Variables* (8. utg.). Muthén & Muthén.
- Nagy, G., Watt, H.M.G., Eccles, J.S., Trautwein, U., Lüdtke, O. & Baumert, J. (2010). The development of students' mathematics self-concept in relation to gender: Different countries, different trajectories? *Journal of Research on Adolescence*, 20(2), 482–506.
- Nilsen, T., Scherer, R. & Blömeke, S. (2018). The relation of science teachers' quality and instruction to student motivation and achievement in the 4th and 8th grade: A Nordic. *Northern Lights on TIMSS and PISA 2018*, 61.

- OECD (2019), education at a Glance 2019: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f8d7880d-en>
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079, <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- O'Brennan, L.M. & Furlong, M.J. (2010). Relations between students' perceptions of school connectedness and peer victimisation. *Journal of School Violence*, 9(4), 375–391.
- Praetorius, A.K., Klieme, E., Herbert, B. & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: the German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM Mathematics Education*, 50, 407–426. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1007/s11858-018-0918-4>
- Radišić, J. & Pettersen, A. (2020). Resilient and non-resilient students in Sweden and Norway—Investigating the interplay between their self-beliefs and the school environment I Frønes, T.S., Pettersen, A., Radišić, J. & Buchholtz, N. (Red.), *Equity, Equality and Diversity in the Nordic Model of Education*. Springer.
- Radišić, J., Videnović, M. & Baucal, A. (2018). Distinguishing successful students in mathematics: A comparison across European countries. *Psihologija*, 51(1), 69–89. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.2298/psi170522019r>
- Radišić, J., Selleri, P., Carugati, F. & Baucal, A. (2021). Are students in Italy really disinterested in science? A person-centred approach using the PISA 2015 data. *Science Education*, 105, 438–468. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1002/sce.21611>
- Regan E., DeWitt J. (2015). Attitudes, Interest and Factors Influencing STEM Enrolment Behaviour: An Overview of Relevant Literature. I Henriksen E., Dillon J., Ryder J. (Red.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education* (s.63–88). Springer.
- Regan E., Dillon J. (2015) A Place for STEM: Probing the Reasons for Undergraduate Course Choices. I E.K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (Red.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education* (s. 119–134). Springer.
- Rutkowski L. & Rutkowski D. (2016). The Relation Between Students' Perceptions of Instructional Quality and Bullying Victimization. I T. Nilsen & JE Gustafsson (Red.), *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes. IEA Research for Education (A Series of In-depth Analyses Based on Data of the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA))*, vol 2. (s. 115–133), Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41252-8_6
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2016). Facilitating and hindering motivation, learning, and well-being in schools: Research and observations from self-determination theory. I K.R. Wentzel & D.B. Miele (Red.), *Handbook of motivation at school* (2. utg., s. 96–119). Mahwah, Erlbaum.
- Sakiz, G., Pape, S.J. & Hoy, A.W. (2012). Does perceived teacher affective support matter for middle school students in mathematics classrooms? *Journal of School Psychology*, 50(2), 235–255. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.10.005>
- Sass, S. & Kampa, N. (2019). Self-concept profiles in lower secondary level—An explanation for gender differences in science course selection? *Frontiers in Psychology*, 10, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00836>
- Saw, G., Chang, C.-N. & Chan, H.-Y. (2018). Cross-Sectional and Longitudinal Disparities in STEM Career Aspirations at the Intersection of Gender, Race/Ethnicity, and Socioeconomic

- Status. *Educational Researcher*, 47(8), 525–531. <https://doi.org/10.3102/0013189X18787818>
- Scherer, R. & Nilsen, T. (2016). The relations among school climate, instructional quality, and achievement motivation in mathematics. *Teacher quality, instructional quality and student outcomes*, 2, 51–80.
- Schreiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities*. University of Oslo.
- Schiepe-Tiska A., Roczen N., Müller K., Prenzel M., Osborne J. (2016). Science-Related Outcomes: Attitudes, Motivation, Value Beliefs, Strategies. I S. Kuger, E. Klieme, N. Jude & D. Kaplan (Red.) *Assessing Contexts of Learning. Methodology of Educational Measurement and Assessment*. Springer, Cham. https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1007/978-3-319-45357-6_12
- Schöber, C., Schütte, K., Köller, O., McElvany, N. & Gebauer, M.M. (2018). Reciprocal effects between self-efficacy and achievement in mathematics and reading. *Learning and Individual Differences*, 63, 1–11.
- Schlesinger, L., Jentsch, A. (2016). Theoretical and methodological challenges in measuring instructional quality in mathematics education using classroom observations. *ZDM Mathematics Education* 48, 29–40. <https://doi-org.ezproxy.uio.no/10.1007/s11858-016-0765-0>
- Schütte, K. (2015). Science self-concept and valuing science: A cross-cultural analysis of their relation among students from Western and East Asian countries. *Social Psychology of Education*, 18(4), 635–52. <https://doi.org/10.1007/s11218-015-9311-0>
- Skaalvik, E.M., Federici, R.A. & Klassen, R.M. (2015). Mathematics achievement and self-efficacy: Relations with motivation for mathematics. *International Journal of Educational Research*, 72, 129–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2015.06.008>
- Sirin, S.R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research 1990–2000? *Review of Educational Research*, 75(3), 417–453. <https://doi.org/10.3102/00346543075003417>
- Snodgrass Rangel, V., Vaval, L. & Bowers, A. (2020). Investigating underrepresented and first-generation college students' science and math motivational beliefs: A nationally representative study using latent profile analysis. *Science education*.104, 1041–1070.
- SSB. (2020). Fakta om utdanning 2020 – nøkkeltall fra 2018. Statistisk sentralbyrå.
- Stankov, L. & Lee, J. (2017). Self-beliefs: Strong correlates of mathematics achievement and intelligence. *Intelligence*, 61, 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.intel.2016.12.001>
- Steinkellner, A. (2017). Hvordan går det med innvandrere og deres barn i skolen?, Utdanning, publisert 26 juni 2017. <https://www.ssb.no/utdanning/artikler-og-publikasjoner/hvordan-gar-det-med-innvandrere-og-deres-barn-i-skolen>
- Teig, N., Scherer, R. & Nilsen, T. (2019). I Know I Can, but Do I Have the Time? The Role of Teachers' Self-Efficacy and Perceived Time Constraints in Implementing Cognitive-Activation Strategies in Science. *Frontiers in psychology*, 10, 1697. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01697>
- Thapa, A., Cohen, J., Guffey, S. & Higgins-D'Alessandro, A. (2013). A review of school climate research. *Review of Educational Research*, 83(3), 357–385.
- Turner, S.L., Joeng, J.R., Sims, M.D., Dade, S.N. & Reid, M.F. (2019). SES, Gender, and STEM Career Interests, Goals, and Actions: A Test of SCCT. *Journal of Career Assessment*, 27(1), 134–150.

- Ulriksen L., Madsen L.M., Holmegaard H.T. (2015). What Makes Them Leave and Where Do They Go? Non-completion and Institutional Departures in STEM. I E.K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (Red.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education* (s. 219–239). Springer.
- Utdannings- og forskningsdepartementet (2005). Realfag, naturligvis–strategi for styrking av realfagene 2002–2007. Utdannings- og forskningsdepartementet.
- Wang, M. & Degol, J. (2016). School climate: A review of the construct, measurement, and impact on student outcomes. *Educational Psychology Review*, 28, 315–352.
- Wang, M.T., Chow, A., Degol, J.L. & Eccles, J.S. (2017). Does Everyone's Motivational Beliefs about Physical Science Decline in Secondary School? Heterogeneity of Adolescents' Achievement Motivation Trajectories in Physics and Chemistry. *Journal of youth and adolescence*, 46(8), 1821–1838.
- Wang, M.-T. (2012). Educational and career interests in math: A longitudinal examination of the links between classroom environment, motivational beliefs, and interests. *Developmental Psychology*, 48(6), 1643–1657. <https://doi.org/10.1037/a0027247>
- Watt, H.M.G., Shapka, J.D., Morris, Z.A., Durik, A.M., Keating, D.P. & Eccles, J.S. (2012). Gendered motivational processes affecting high school mathematics participation, educational aspirations, and career plans: A comparison of samples from Australia, Canada, and the United States. *Developmental Psychology*, 48(6), 1594–1611. <https://doi.org/10.1037/a0027838>
- Watt, H.M.G., Bucich, M. & Dacosta, L. (2019). Adolescents' motivational profiles in mathematics and science: Associations with achievement striving, career aspirations and psychological wellbeing. *Frontiers in Psychology*, 10, 1–23.
- Wigfield, A. & Eccles, J.S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Yin, L. & Fishbein, B. (2020). Creating and interpreting the TIMSS 2019 context questionnaire scales. I M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report* (s. 16.1–16.331).

VEDLEGG 5.1 OVERSIKT OVER FORSKJELLENE MELLOM ELEVPROFILER I FORHOLD TIL PRESTASJONER I NATURFAG OG MATEMATIKK, SØS, KJØNN OG INNVANDRERBAGGRUNN

	Resultater – Naturfag	Resultater – Matematikk	SØS	Kjønn	Innvandrer- bakgrunn – 1. generasjon	Innvandrer- bakgrunn – 2. generasjon
Passiv vs. Naturfagsprofil	0,609	0,000	0,007	0,006	0,273	0,095
Passiv vs. Moderat profil	0,840	0,000	0,041	0,054	0,071	0,223
Passiv vs. Optimal profil	0,984	0,000	0,000	0,000	0,079	0,042
Passiv vs. Verdssetter realfag-profilen	0,181	0,000	0,869	0,044	0,004	0,015
Passiv vs. Matematikkprofilen	0,794	0,000	0,000	0,007	0,655	0,992
Naturfags- vs. Moderat profil	0,667	0,420	0,195	0,009	0,436	0,120
Naturfags- vs. Optimal profil	0,646	0,000	0,000	0,054	0,371	0,520
Naturfags- vs. Verdssetter realfag-profilen	0,402	0,186	0,023	0,456	0,010	0,103
Naturfags- vs. Matematikkprofilen	0,794	0,000	0,000	0,596	0,296	0,002
Moderat vs. Optimal profil	0,866	0,000	0,000	0,000	0,635	0,049
Moderat vs. Verdssetter realfag-profilen	0,163	0,023	0,077	0,328	0,000	0,008
Moderat vs. Matematikkprofilen	0,901	0,000	0,000	0,102	0,009	0,075
Optimal vs. Verdssetter realfag-profilen	0,176	0,000	0,000	0,000	0,011	0,181
Optimal vs. Matematikkprofilen	0,814	0,000	0,013	0,000	0,006	0,000
Verdssetter realfag vs. Matematikkprofilen	0,256	0,000	0,000	0,780	0,000	0,000

Merk: Tabellen gir en oversikt over p-verdier som er knyttet til hver differansesammenligning mellom profilene. Hvis p-verdien er uthevet, er forskjellen signifikant ($p < 0,01$ eller $p < 0,05$). Elever med norsk bakgrunn er referansegruppen for resultatene for elevene med innvandrerbakgrunn.

VEDLEGG 5.2 OVERSIKT OVER FORSKJELLENE MELLOM ELEVPROFILER MHT. SKOLE OG LÆRINGSMILJØ

	Følelse av skole-tilhørighet	Mobbing	Klasse-romsleide i naturfag	Elevstøtte i naturfag	Kognitiv aktivering i naturfag	Klasse-romsleide i matematikk	Elevstøtte i matematikk	Kognitiv aktivering i matematikk
Passiv vs. Naturfagsprofil	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Passiv vs. Moderat profil	0,000	0,001	0,042	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Passiv vs. Optimal profil	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Passiv vs. Verdssetter realfag-profilen	0,000	0,000	0,780	0,000	0,000	0,106	0,000	0,000
Passiv vs. Matematikkprofilen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Naturfags- vs. Moderat profil	0,000	0,469	0,000	0,000	0,000	0,177	0,000	0,000
Naturfags- vs. Optimal profil	0,000	0,002	0,644	0,412	0,077	0,104	0,000	0,000
Naturfags- vs. Verdssetter realfag-profilen	0,255	0,397	0,000	0,004	0,397	0,080	0,014	0,001
Naturfags- vs. Matematikkprofilen	0,039	0,031	0,030	0,000	0,000	0,033	0,000	0,098
Moderat vs. Optimal profil	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Moderat vs. Verdssetter realfag-profilen	0,000	0,108	0,161	0,000	0,000	0,291	0,000	0,000
Moderat vs. Matematikkprofilen	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Optimal vs. Verdssetter realfag-profilen	0,000	0,083	0,000	0,000	0,516	0,001	0,000	0,039
Optimal vs. Matematikkprofilen	0,000	0,214	0,108	0,000	0,000	0,741	0,000	0,000
Verdssetter realfag vs. Matematikkprofilen	0,571	0,424	0,001	0,002	0,000	0,000	0,375	0,039

Merk: Tabellen gir en oversikt over p-verdier som er knyttet til hver differansesammenligning mellom profilene. Hvis p-verdien er uthevet, er forskjellen signifikant ($p < 0,01$ eller $p < 0,05$).

Del 2

Fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019

6. Skolemiljø, motivasjon og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019

Trude Nilsen og Hege Kaarstein

Sammendrag På samme måte som motivasjon og skolemiljø (målt ved trygghet, læringsfokus, psykososialt og fysisk miljø) har betydning for elevenes prestasjoner, har også skolemiljøet en betydning for elevenes motivasjon. Dette kapitlet undersøker om endringer i disse variablene kan forklare nedgangen i naturfagprestasjoner på 9. trinn fra TIMSS 2015 til 2019. Resultatene fra en kvasi-longitudinell metodisk tilnærming med medieringsmodellering tyder på at skolemiljøet kan forklare en del av nedgangen i motivasjon og at både skolemiljø og motivasjon er med på å forklare noe av nedgangen i elevenes prestasjoner.

Nøkkelord TIMSS | skolemiljø | motivasjon | trendanalyser | naturfagprestasjoner

Abstract Just like student motivation and school climate (measured by school safety, school emphasis on academic success, relations, and physical environment) are important to student performance, school climate is also important to student motivation. This chapter investigates whether changes in these variables may explain the changes in science performance at grade 9 from TIMSS 2015 to 2019. The results from a quasi-longitudinal approach with mediation modeling, indicates that school climate may explain part of the declining motivation, and that both school climate and motivation may explain part of the declining performance.

Keywords TIMSS | school climate | motivation | trend analyses | science performance

6.1 INNLEDNING

Et godt skolemiljø er en nøkkelfaktor for elevers læringsutbytte, både når det gjelder elevenes faglige prestasjoner og motivasjon (Gustafsson, Nilsen & Hansen, 2018; Scherer & Nilsen, 2016; Thapa, Cohen, Guffey & Higgins-D'Alessandro, 2013; Wang & Degol, 2015). I tillegg har tidligere forskning etablert at elevenes motivasjon har en effekt på prestasjoner (Bøe & Henriksen, 2013; Eccles & Wigfield, 2002; Kaarstein & Nilsen, 2015; Osborne, Simon & Collins, 2003; Skaalvik & Skaalvik, 2006). I naturfag er motivasjon spesielt viktig fordi det henger sammen med fremtidig rekruttering til videre studier og arbeidsliv (Bøe, 2012; Bøe & Henriksen, 2013). Rekruttering i realfag er viktig på grunn av de utfordringene samfunnet står overfor når det gjelder bærekraft, teknologi, helse og andre områder. Det har derfor vært en del satsinger på elevers motivasjon og realfag, slik som den nasjonale strategien «Tett på realfag» (Kunnskapsdepartementet, 2015) og stortingsmeldinger som for eksempel «Motivasjon – Mestring – Muligheter» (Kunnskapsdepartementet, 2010–2011).

Skolemiljø har også vært en satsing i Norge, og i stortingsmelding 21 (Kunnskapsdepartementet, 2016–2017) legges det vekt på at et trygt skolemiljø er avgjørende for elevers læring, trivsel og helse. I 2017 ble det også innført nulltoleranse for mobbing, og Utdanningsdirektoratet har en egen hjemmeside for skolemiljø inkludert tiltak (se <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/skolemiljo/>). Fravær av mobbing har vært en satsing i flere tiår, og blant annet Olweus-programmet, som har vist seg å være effektivt mot mobbing, ble innført i stor skala fra 2001 (Havik & Ertesvåg, 2020; Olweus, 2010).

Skolemiljø omfatter likevel så mye mer enn mobbing. Skolemiljø er et bredt begrep og inkluderer også et trygt skolemiljø for ansatte og elever, prioritering og satsing på læring, gode relasjoner og elever som føler skoletilhørighet, og et godt fysisk miljø med tilstrekkelig med ressurser (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015).

Til tross for satsingen på både skolemiljø og elevers motivasjon har norske elever på ungdomstrinnet hatt en nedgang i prestasjoner i naturfag siden 2015 (Jensen et al., 2019; Kaarstein, Radišić, Lehre, Nilsen & Bergem, 2020). Det er viktig å undersøke hva denne nedgangen kan skyldes. Kunnskapen om årsaker til denne nedgangen er verdifull og kan bidra til at utdanningspolitikk, skole og lærerutdanning kan iverksette tiltak på bakgrunn av empirisk forskning.

Det er sjelden man kan finne kausale årsaker til endringer i elevers prestasjoner, og i utgangspunktet kreves et design med såkalte randomiserte kontrollerte undersøkelser (Murnane & Willett, 2010). Et slikt design er ikke mulig å få til for et representativt utvalg av norske elever. Likevel har det blitt utviklet kausale metoder som

kan benyttes til å undersøke hvorvidt endringer i en variabel (som f.eks. skolemiljø) har en effekt på endringer i elevers prestasjoner (Gustafsson, 2013; Gustafsson & Nilsen, i trykk; Murnane & Willett, 2010). Slike studier som går over tid, kan gi mer robuste slutninger enn studier fra ett måletidspunkt. For å imøtekomme behovet for å finne ut hvorfor elevenes prestasjoner i naturfag har gått ned, benyttes en slik metode og TIMSS data for å undersøke følgende:

1. Hvordan har elevers prestasjoner og motivasjon endret seg fra 2015 til 2019?
2. Hvordan har skolemiljøet endret seg fra 2015 til 2019?
3. Kan endringer i motivasjon og skolemiljø eventuelt forklare endringer i elevenes *prestasjoner*?
4. Kan endringer i skolemiljø eventuelt forklare endringer i elevenes *motivasjon*?

Generelt er det viktig å undersøke betydningen av skolemiljø for elevers læringsutbytte i naturfag, i Norge, og over tid. Det er få undersøkelser som omfatter alle aspekter ved skolemiljø, som har representative utvalg av elever i Norge, og som undersøker dette over tid (Wang & Degol, 2015). Representative utvalg er viktig for å kunne generalisere til populasjonen. Videre er det langt flere studier som undersøker effekten av skolemiljø på prestasjoner enn på motivasjon, og det er behov for slike studier siden motivasjon er viktig for prestasjoner og fremtidig rekruttering (Bøe & Henriksen, 2013; Scherer & Nilsen, 2016; Teig & Nilsen, i trykk). Denne studien diskuterer disse behovene ved å benytte et representativt utvalg, ved å inkludere et bredt mål på skolemiljø, og ved å undersøke sammenhengen mellom prestasjoner og motivasjon over tid.

6.2 TEORETISK BAKGRUNN. SKOLEMILJØ OG MOTIVASJON

I denne delen beskrives den teoretiske bakgrunnen for elevers motivasjon og skolemiljø. Definisjon og tidligere forskning på motivasjon og relasjon til prestasjoner blir presentert. Deretter beskrives den overordnede modellen som benyttes for å undersøke skolemiljø, og de forskjellige aspektene av skolemiljø. For skolemiljø blir definisjoner av begrepene, tidligere forskning samt betydning for elevers læringsutbytte presentert. Eventuelle endringer i aspekter ved skolemiljøet og elevers motivasjon i Norge blir også diskutert.

6.2.1 Motivasjon

I TIMSS-undersøkelsen har det helt fra oppstarten av undersøkelsen vært viktig å samle opplysninger om elevers tanker knyttet til det å *lære* naturfag (og matematikk), om de ser *nytt* av faget både for andre skolefag og i videre studier og arbeidsliv, og hvordan de *vurderer egne evner* i faget. Det teoretiske grunnlaget for dette er hentet fra Eccles og Wigfields modell om forventningsverdier (Mullis, Martin, Foy & Arora, 2012).

I Eccles og Wigfields (Eccles & Wigfield, 2002; 2020; Wigfield & Eccles, 2000) komplekse modell om forventningsverdier inngår tre aspekter som ofte brukes i utdanningsforskning fordi aspektene har vist seg å ha sammenheng med faglige prestasjoner. Eccles og Wigfield omtaler disse tre aspektene som henholdsvis «interesse–glede–verdi» (interest or intrinsic value), «nytteverdi» (utility value) og «forventning om suksess» (self-concept of one's abilities). En persons interesse–glede–verdi er knyttet til den gleden eller tilfredsstillelsen det er å ta valg, jobbe med og fullføre en oppgave, mens nytteverdien handler om hvor godt en oppgave passer inn i en persons mål, både kortsiktige og langsiktige. For eksempel om det er nyttig å velge et eller flere av realfagene på videregående skole for å komme inn på den utdanningen en ønsker videre. En persons forventning om suksess handler om egen tro på hvor godt hen vil gjøre det på en (ventende) oppgave (Eccles & Wigfield, 2002; 2020).

Det er økt oppmerksomhet om viktigheten av disse aspektene i seg selv sett fra både et utdannings- og arbeidsmarkedsperspektiv, fordi de også er viktige for personlig vekst, individuell suksess, langsiktige prestasjoner og samfunnet som helhet (Marsh, Hau, Artelt, Baumert & Peschar, 2006).

Når den internasjonale prosjektgruppen for TIMSS presenterer disse aspektene for naturfag i de internasjonale rapportene, kalles de «students like learning science» (interesse–glede–verdi), «students value science» (nytteverdi) og «students confident in science» (forventning om suksess) (se f.eks. Mullis, Martin, Foy, Kelly & Fishbein, 2020). I tidligere norske TIMSS-publikasjoner er disse aspektene oversatt til henholdsvis indre og ytre motivasjon for faget og faglig selvtillit (Kaarstein & Nilsen, 2016, 2018a). I dette kapitlet omtales disse tre til sammen som elevenes motivasjon. Den norske oversettelsen er i tråd med hvordan Eccles og Wigfield selv sammenligner sine aspekter med andre motivasjonsforskere som omtaler aspektene som indre og ytre motivasjon og selvtillit (Eccles & Wigfield, 2020).

Som nevnt innledningsvis finner både internasjonal og norsk forskning en positiv sammenheng mellom prestasjoner og faglig selvtillit og motivasjon (Bandura, 1997; Deci & Ryan, 1985; Jensen & Kjærnsli, 2016; Jensen & Nortvedt, 2013; Linnenbrink & Pintrich, 2002; Marsh & Köller, 2003; Osborne et al., 2003; Skaalvik &

Skaalvik, 2006). Analysene av de norske dataene fra TIMSS 2015-undersøkelsen passet i så måte godt inn i det store bildet, det er en positiv sammenheng mellom prestasjoner og motivasjon og selvtillit (Kaarstein & Nilsen, 2016). I tillegg, fordi Norge i TIMSS 2015 inkluderte representative utvalg elever på 4., 5., 8. og 9. trinn, viste analysene også at sammenhengen mellom de tre aspektene og prestasjoner ble sterkere jo eldre elevene var (Kaarstein, 2017).

Både nasjonalt og internasjonalt er det en synkende interesse for utdanning og yrkesvalg knyttet til det som på engelsk forkortes STEM (science, technology, engineering and mathematics) (Bøe, Henriksen, Lyons & Schreiner, 2011). Det er derfor bekymringsverdig at Wendelborg (2020) finner en jevn nedgang i generell motivasjon for skolen fra 2016 til 2019 for elever på 7. trinn. På 10. trinn og VG1 har den generelle skolemotivasjonen vært uendret i samme periode.

Innen forskningsfeltet skoleeffektivitet eller «school effectiveness» (se f.eks. Creemers & Kyriakides, 2010), som dette kapitlet kan defineres inn i, undersøkes hvilke faktorer som fremmer elevenes utbytte av opplæringen. I dette inngår både faglig utbytte (som f.eks. prestasjoner og ferdigheter) og affektivt utbytte (som f.eks. holdninger og motivasjon). Dette betyr at elevenes faglige selvtillit, indre og ytre motivasjon ikke bare kan opptre som en prediktor for prestasjoner som beskrevet over, men også som et resultat av blant annet undervisningen og skolemiljøet (Scherer & Nilsen, 2016).

6.2.2 Skolemiljø

Skolemiljø er et veldig vidt begrep og defineres ofte forskjellig i forskjellige sammenhenger og studier. De to største studiene på skolemiljø (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015) har sammenfattet hundrevis av studier og funnet at skolemiljø inneholder følgende fire aspekter: 1. høy grad av trygghet, 2. læringsfokus, 3. et godt psykososialt miljø og 4. godt fysisk miljø (se figur 6.1). Mer spesifikt finner de at det som fremmer læring og motivasjon hos elever, er et skolemiljø med fravær av mobbing og hvor elever og ansatte føler seg trygge. Videre er det viktig at læring settes i fokus og blir prioritert. For å fremme læring og motivasjon er det også viktig med et godt psykososialt miljø hvor elevene føler tilhørighet, og som betegnes av gode relasjoner. Et tilfredsstillende fysisk miljø som har adekvat utstyr, ventilasjon og utearealer, samt ressurser til undervisningen, er også et kjennetegn ved et godt skolemiljø.



Figur 6.1 En forenklet versjon av modellene for skolemiljø av Wang og Degol (2016) og Thapa og kolleger (2013).

Høy grad av trygghet

Høy grad av trygghet handler om et skolemiljø som er trygt for elever og ansatte, og som karakteriseres av gjensidig respekt, overholdelse av regler, god disiplin og fravær av mobbing (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015). I Martin, Mullis, Foy og Hooper (2016) trekkes Norge frem som et av landene i verden med tryggest skolemiljø. Et trygt skolemiljø er en av de faktorene som har stor betydning for elevers læringsutbytte (Mullis, Martin & Hooper, 2016), også i de nordiske landene (Gustafsson & Nilsen, 2016; Scherer & Nilsen, 2016). Spesielt har fravær av mobbing betydning for elevers prestasjoner (Engel, Rutkowski & Rutkowski, 2009), og dette har vært et satsingsområde i Norge, hvor mange skoler har spesielle programmer for å ivareta dette, som for eksempel Olweus-programmet (Havik & Ertesvåg, 2020; Olweus, 2010). Elevundersøkelsen har imidlertid vist at det kan se ut som om digital mobbing har økt de siste årene (Wendelborg, Dahl, Røe & Buland, 2020).

Læringsfokus

Læringsfokus handler om at alle medlemmer av skolesamfunnet (elever og ansatte, skoleledere og foreldre) prioriterer læring (Hoy, Tarter & Hoy, 2006; Nilsen & Gustafsson, 2014). Dette kan gjøres ved å satse på etterutdanning, ved at ledelsen støtter lærerne, ved at lærerne gir god undervisning og at elevene satser på læring (Wang & Degol, 2015). Det er videre viktig at alle aktører i skolen, lærere, ledelsen, elever og foresatte, har samme ambisjoner og visjoner og legger høy prioritet på læring (Hoy et al., 2006; Nilsen & Gustafsson, 2014). Da Kunnskapsløftet ble innført, var det mange lærere som tok etter- og videreutdanning, og læreplanen skiftet fokus fra innhold til kompetansemål (Sivesind, 2013). Tidligere forskning har vist at læringsfokuset økte i denne perioden og at dette kunne forklare bedre presta-

sjoner i naturfag fra 2007 til 2011 (Nilsen & Gustafsson, 2014). Det kan være at arbeidet med en ny læreplan og nyhetens interesse var med på å øke læringsfokuset, og det kan være at interessen kan ha dalt ettersom årene har gått siden Kunnskapsløftet ble innført.

Godt psykososialt miljø

Et godt psykososialt miljø handler om relasjoner og samhold mellom alle som tilhører skolesamfunnet (lærere, ledelsen, elever og foresatte), og karakteriseres av et skolemiljø hvor elever føler tilhørighet til skolen og trives, og hvor relasjonene mellom alle medlemmer av skolesamfunnet er gode (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015). Innen forskningsfeltet skole-effektivitet eller «school effectiveness», som dette kapitlet tilhører, undersøkes hvilke faktorer som kan promotere læring (Creemers & Kyriakides, 2010). Her har skoletilhørighet og trivsel blant elever vært den viktigste faktoren innen aspektet *Godt psykososialt miljø* (Teig & Nilsen, i trykk). Tidligere forskning har vist at skoletilhørighet og trivsel er viktig for elevens læringsutbytte (Scherer & Nilsen, 2016; Wang & Degol, 2015), også i Norge (Nilsen, 2015).

Godt fysisk miljø

Et godt fysisk miljø kjennetegnes av tilstrekkelige ressurser, både ressurser til hjelp i undervisningen og ressurser når det gjelder skolebygningen, ventilasjon, varme og andre fysiske faktorer (Thapa et al., 2013; Wang & Degol, 2015). De store internasjonale undersøkelsene inneholder ofte mål på dette, og det fysiske miljøet kan være med på å forklare forskjeller i prestasjoner mellom ressurssterke og ressursvake land (Martin, Foy, Mullis & O'Dwyer, 2013). Selv om forskjellene mellom ressurssterke og ressursvake land kan være store når det gjelder det fysiske miljøet, kan forskjellene innad i land være små, spesielt i ressurssterke land som Norge (Martin et al., 2013). I Norge er forskjellene mellom skolene små (Nilsen, Bjørnsson & Olsen, 2018; OECD, 2013), og det er derfor ikke forventet at aspektet som handler om det fysiske miljøet, kan forklare variasjoner i prestasjoner innad i landet.

6.3 METODE

6.3.1 Om data og utvalg

Denne studien inkluderer representative utvalg av elever på 9.trinn som deltok i TIMSS 2015 (N=4697) og TIMSS 2019 (N= 4575) samt deres naturfaglærere (N=224 i 2015 og 240 i 2019). Den gjennomsnittlige alderen til elevene var 14,7 år i begge undersøkelsene, og det deltok like mange jenter som gutter (Fishbein, Foy & Yin, 2021; Foy, 2017).

TIMSS er en internasjonal undersøkelse av elevers kompetanse i naturfag og matematikk på 5. og 9. trinn. Undersøkelsen går hvert fjerde år, og Norge har deltatt siden første gang undersøkelsen ble gjennomført i 1995. For mer om TIMSS-undersøkelsen, se kapittel 1 i denne antologien.

6.3.2 Variabler og konstrukter

De variablene som er med i studien, er beskrevet i tabell 6.1. Bortsett fra elevenes prestasjoner i naturfag kommer data fra undersøkelsens spørreskjemaer til elevene. Det er noen få utsagn tilhørende noen av spørsmålene som ikke er like i 2015 og 2019, og disse er derfor ikke tatt med. Det ble derfor sjekket om konstruktene er i henhold til teorien, og at validiteten ikke er truet ved konstrukt-underrepresentativitet (Kleven, 2008).

Elev- og lærerspørreskjema for alle sykluser av TIMSS kan lastes ned fra timss.no.

Tabell 6.1 Oversikt over konstrukter inkludert i studien

Variabel	Spørsmål	Svaralternativer	Spørreskjema
Læringsfokus	<i>Hvordan vil du karakterisere det følgende på skolen din?</i> 12 like utsagn i 2015 og 2019, f.eks. «Elevenes respekt for medelever som utmerker seg på skolen»	Svært lav, lav, mid-dels, høy, svært høy	Lærerspørreskjema, spørsmål 6 i 2015 og i 2019
Trygt skolemiljø	<i>Hvor enig eller uenig er du i de følgende utsagnene om skolen din?</i> 8 utsagn, f.eks. «Jeg føler meg trygg på denne skolen»	Svært uenig, litt uenig, litt enig, svært enig	Lærerspørreskjema, spørsmål 7 i 2015 og i 2019
Skoletilhørighet og trivsel	<i>Hva synes du om skolen din? Fortell hvor enig du er i disse påstandene.</i> 4 like utsagn i 2015 og 2019, f.eks. «Jeg liker å være på skolen», «Jeg føler at jeg hører til på denne skolen»	Svært uenig, litt uenig, litt enig, svært enig	Elevspørreskjema spørsmål 15 i 2015 og spørsmål 12 i 2019

Variabel	Spørsmål	Svaralternativer	Spørreskjema
Mobbing	I løpet av dette skoleåret, hvor ofte har andre elever fra skolen din gjort noe av dette mot deg (tenk også på tekstmeldinger, internett og sosiale medier)? 4 like utsagn i 2015 og 2019: «Stjålet noe fra meg», «Spredt løgner om meg», «Presset meg til å gjøre ting jeg ikke ønsker», «Truet meg»	Aldri, Noen få ganger i året, En eller to ganger i måneden, Minst én gang i uken	Elevspørreskjema, spørsmål 16 i 2015 og spørsmål 13 i 2019
Motivasjon	Hvor enig er du i disse utsagnene om å lære naturfag? - Selvtillit, 8 utsagn f.eks. «Jeg gjør det vanligvis bra i naturfag» - Indre motivasjon, 9 utsagn, f.eks. «Jeg liker å lære naturfag» - Ytre motivasjon, 9 utsagn, f.eks. «Jeg kunne tenke meg en jobb hvor jeg får bruk for naturfag»	Svært uenig, litt uenig, litt enig, svært enig	Elevspørreskjema, spørsmål 21, 23 og 24 i 2015 og spørsmål 22, 26, og 27 i 2019
Prestasjoner i naturfag	Over 200 oppgaver, hvorav cirka halvparten er åpne oppgaver og halvparten er flervalgsoppgaver. Omtrent halvparten av oppgavene er trendoppgaver og gis på nytt i neste syklus. Prestasjoner angis ved 5 plausible verdier (se kapittel 1)		

6.3.3 Analysemetode/analyserammeverk

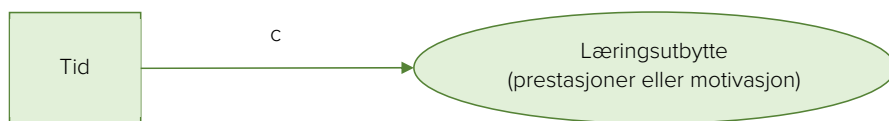
TIMSS har ikke et longitudinelt design på elevnivå, men det er en trendundersøkelse hvor et representativt utvalg av elever er med hvert fjerde år. I tillegg blir dataene skalert etter samme skala hver syklus, det vil si at prestasjoner er skalert slik at skalamidtpunktet er 500 og standardavviket er 100 i hver syklus (Martin, von Davier & Mullis, 2020). Dette trenddesignet gir en unik mulighet for å undersøke endringer, og avanserte metoder muliggjør langt mer robuste slutninger enn slutninger basert på tverrsnittsdata fra kun én TIMSS-undersøkelse (Gustafsson, 2013; Gustafsson & Nilsen, i trykk).

For å undersøke endringer fra 2015 til 2019 må datasettene for de to syklusene slås sammen til et nytt datasett. I dette nye datasettet innføres en hjelpevariabel for *Tid* som blir kodet til 0 i 2015 og 1 i 2019. Det er kjent at prestasjonene har gått ned, derfor burde endringer i variabelen *Tid* ha en negativ effekt på endringer i prestasjoner (se figur 6.2). Hypotesen er imidlertid at det finnes andre forklaringer på hvorfor prestasjonene har gått ned, enn at tiden har endret seg. Derfor undersøkes det hvorvidt forskjellige aspekter ved skolemiljø og motivasjon kan mediere effekten av tid på prestasjoner (se figur 6.3). Med andre ord undersøkes det hvorvidt skolemiljø kan forklare endringer av prestasjoner over tid. I tillegg undersøkes det

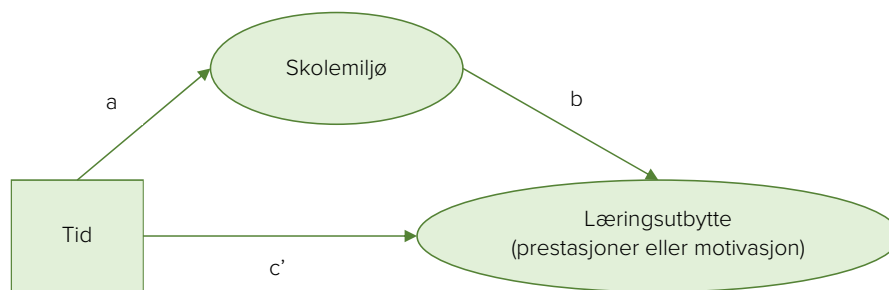
hvorvidt skolemiljø kan mediere effekten av tid på motivasjon, med andre ord om skolemiljø kan forklare eventuelle endringer av motivasjon over tid.

Modellene bygges opp gradvis. I første steg undersøkes effekten av tid på prestasjoner og tid på motivasjon. Begge disse analysene kan illustreres som vist i figur 6.2. I det følgende benyttes den uavhengige variabelen prestasjoner fremfor motivasjon for å forklare modelleringen. Nedgangen i prestasjoner i naturfag fra 2015 til 2019 var på rundt 13 poeng (Kaarstein et al., 2020). Den ustandardiserte regresjonskoeffisienten for effekten av tid på prestasjoner burde derfor være på cirka 13 poeng (bokstaven *c* i figur 6.2). Også effekten av tid på hver av de tre motivasjonsaspektene blir undersøkt, og dersom elevene har fått signifikant bedre motivasjon i 2019 enn i 2015, blir regresjonskoeffisientene positive. Dersom motivasjonen har gått ned, blir de negative. Kun de aspektene ved motivasjon som har endret seg, blir tatt med videre i medieringsmodellene.

I steg 2 bygges medieringsmodellene. Her undersøkes det først om skolemiljø og motivasjon kan mediere endringen av prestasjon over tid, og dernest om skolemiljø kan mediere en eventuell endring av motivasjon over tid (figur 6.3). Dette undersøkes ved strukturell ligningsmodellering hvor konfirmatorisk faktoranalyse (confirmatory factor analyses) benyttes for å undersøke validiteten og reliabiliteten til latente variabler (Hox & Roberts, 2011). Alle variablene foruten prestasjoner er latente variabler.



Figur 6.2. Effekten av tiden på læringsutbytte.



Figur 6.3 Medieringsmodell, hvor skolemiljø medierer effekten av tiden på læringsutbytte.

En forutsetning for medieringen er at skolemiljø og motivasjon har endret seg fra 2015 til 2019. Dersom for eksempel tid har en negativ effekt på skolemiljø (bokstav a i figur 6.3), så betyr det at skolemiljø var bedre i 2015 enn i 2019. Tilsvarende vil en negativ effekt av tid på motivasjon bety at elevenes motivasjon for naturfag har blitt lavere med tiden. Det er også en forutsetning at skolemiljø og motivasjon har en effekt på prestasjoner (bokstav b i figur 6.3). Bokstaven c' i figur 6.3 viser den direkte effekten. Den indirekte effekten, som ikke vises i figuren, er den som angir hvorvidt for eksempel skolemiljø kan forklare nedgangen i prestasjoner. Dersom den indirekte effekten er negativ og signifikant, betyr det at prediktoren (f.eks. skolemiljø) kan forklare en del av endringene i læringsutbytte.

Det estimeres en modell for hvert aspekt av skolemiljø om gangen. Dette gjøres både fordi positive og negative effekter kan utslukke hverandre dersom man putter alle variablene inn i modellen (for eksempel kan én variabel ha negativ utvikling og en annen positiv utvikling over tid). I tillegg vil mange av variablene være korrelert med hverandre, noe som kan skape multikollinearitet, og uventede og ustabile relasjoner (Grewal, Cote & Baumgartner, 2004). Skolefaktorer kan påvirke hverandre og elevers læringsutbytte på komplekse måter som kan være vanskelige å forutse og tolke (Creemers & Kyriakides, 2010). Likevel, det betyr at hadde man puttet alle variablene inn i samme modell, ville den totale indirekte effekten fra alle aspekter av skolemiljø og selvtilitt blitt mindre enn dersom man summerte de indirekte effektene fra hver av modellene. Den totale indirekte effekten blir mindre fordi variablene korrelerer med hverandre. Den totale indirekte effekten av alle variablene er derfor *ikke* summen av de indirekte effektene fra hver modell.

Til analysene benyttes Mplus versjon 8 (Muthén & Muthén, 1998–2017), som angir hvor godt modellen er tilpasset dataene, samt direkte og indirekte effekter av medieringsmodellen. For å ta høyde for såkalte missings (manglende verdier for variablene) benyttes MLR (robust maximum likelihood). For å ta høyde for det hierarkiske designet hvor elever tilhører klasser som tilhører skoler, så benyttes TYPE = COMPLEX, og som grupperer («cluster») utvalget på klassenivå fordi de fleste variablene blir rapportert av lærere. Vekter er inkludert i analysen etter anbefalinger gitt i LaRoche, Joncas og Foy (2020). Grunnen til at en tonivåanalyse ikke blir benyttet, er at målet er å undersøke hvorfor elevene hadde en nedgang i prestasjoner. Målet er med andre ord å forklare variasjon i elevprestasjoner over tid, ikke å forklare variasjon *mellom* skoler eller klasser over tid.

6.4 RESULTATER

De følgende modellene presentert her har alle bra mål for modelltilpasninger (CFI og TLI > 0.95, og RMSEA < 0.05). For de latente variablene lå faktorladningene på mellom 0,60 og 0,91. Modelltilpasningene og faktorladningene viser at resultatene er reliable og valide (Hox & Roberts, 2011).

I denne studien ble først endringer i prestasjoner og motivasjon over tid undersøkt (forskningsspørsmål 1). Effekten av tid på prestasjoner i naturfag var på -13,18 (standardisert regresjonskoeffisient var -0,08) med signifikansnivå på $p < 0,001$. Det betyr at prestasjonene har gått ned med 13 poeng, som stemmer bra med TIMSS' estimater internasjonalt (Mullis et al., 2020). Dette tilsvarer omtrent et halvt års skolegang (Kaarstein et al., 2020; Olsen & Björnsson, 2018).

Når det gjelder motivasjon, var det ingen signifikant endring av indre eller ytre motivasjon fra 2015 til 2019, mens effekten av tid på selvtilitt var på -0,149 (standardisert regresjonskoeffisient -0,108) med signifikansnivå på $p < 0,001$. Dette betyr at elevenes selvtilitt i naturfag har gått ned (det er ikke like lett å tolke størrelsen av endringen som for prestasjoner, i og med at dette er en latent variabel). Siden det bare var selvtilitt som hadde endret seg med tiden, var det kun dette aspektet av motivasjon som ble inkludert videre i medieringsmodellene – variabler som ikke endrer seg med tiden, kan ikke forklare endring (her: nedgang).

Det neste steget var medieringsmodeller for prestasjoner hvor det ble undersøkt hvorvidt de forskjellige aspektene av skolemiljø og motivasjon medierte endringene av prestasjoner over tid (forskningsspørsmål 3). Tabell 6.2 viser resultatene av disse analysene.

Tabell 6.2 Skolemiljø og motivasjon medierer effekten av tid på prestasjoner

Variabel	A Effekt av tiden på variabelen	B Effekt av variabel på prestasjoner	c' Effekt av tiden på prestasjoner (direkte effekt)	Indirekte effekt
Læringsfokus	-0,07 (-0,14)*	51,10 (0,15)**	-10,52 (-0,06)*	-3,51 (-0,02)*
Skoletilhørighet og trivsel	-0,12 (-0,11)**	30,90 (0,20)**	-10,47 (-0,06)*	-3,55 (-0,02)**
Mobbing	-0,03 (-0,04)*	29,79 (0,16)**	-13,05 (-0,08)*	-0,98 (-0,01)*
Trygt skolemiljø	-0,08 (-0,24)*	69,22 (0,13)**	-8,70 (-0,05)*	-5,33 (-0,03)*
Motivasjon, selvtilitt	-0,17 (-0,11)**	52,15 (0,48)**	-5,21 (-0,03)	-8,81 (-0,05)**

* Signifikansnivå $p < 0,05$. ** Signifikansnivå $p < 0,001$. Standardiserte regresjonskoeffisienter i parentes.

Når det gjelder forskningsspørsmål 2, viser tabell 6.2 at læringsfokus, skoletilhørighet, mobbing, trygt skolemiljø og elevers selvtillit har hatt en signifikant negativ utvikling fra 2015 til 2019 (første kolonne). Ved sammenligning må de standardiserte regresjonskoeffisientene benyttes, og disse viser at trygt skolemiljø har hatt størst nedgang.

Den neste kolonnen viser sammenhengen mellom de forskjellige aspektene av skolemiljø og selvtillit på prestasjoner. Alle regresjonskoeffisientene er positive og signifikante, hvilket betyr at de forskjellige aspektene av skolemiljø og selvtillit har positiv sammenheng med prestasjoner. Det er tydelig at elevers selvtillit har sterkest sammenheng med prestasjoner.

Den siste kolonnen angir den indirekte effekten (forskningsspørsmål 3). For eksempel er den indirekte effekten av tid på prestasjoner, mediert av læringsfokus, på cirka -3,5 poeng. Det betyr at av de 13 poengene med nedgang i prestasjoner så forklarer nedgang i læringsfokus 3,5 av dem. Igjen er det selvtillit som har mest å si, og nedgang i selvtillit kan forklare nesten 9 av de 13 poengene elevenes naturfagprestasjoner har gått ned med.

Den nest siste kolonnen angir de direkte effektene. For læringsfokus er denne på cirka -10,5. Det vil si at når læringsfokus har mediert litt over 3 poeng av de 13, er det kun cirka 10 poeng igjen som forklares av tiden. Det er fordi summen av den indirekte og den direkte effekten er omtrent lik den totale effekten (Hox & Roberts, 2011).

Det neste steget var medieringsmodeller for elevenes selvtillit, hvor det ble undersøkt hvorvidt de forskjellige aspektene av skolemiljø medierte endringene av motivasjon over tid (forskningsspørsmål 4). Her er kun selvtillit tatt med, da de to andre motivasjonsaspektene ikke hadde endret seg. Tabell 6.3. viser resultatene av medieringsmodellene, hvor nå selvtillit er den avhengige variabelen. Her er det viktig å huske på at de indirekte effektene i tabell 6.3 ikke lenger kan tolkes slik som de indirekte effektene på prestasjoner i tabell 6.2. Mens prestasjoner er en manifest variabel med skalert midtpunkt på 500 poeng og et standardavvik på 100, er selvtillit en latent variabel. For å sammenligne indirekte effekter fra tabell 6.2 og 6.3, må derfor de standardiserte estimatene benyttes.

Tabell 6.3 Skolemiljø medierer effekten av tid på selvtillit

Variabel	A	B	c'	Indirekte effekt
Effekt av tiden på variabelen	Effekt av variabelen på selvtillit	Effekt av tiden på selvtillit (direkte effekt)		
Læringsfokus	-0,19** (-0,24)	0,14** (0,08)	-0,15** (0,10)	-0,03** (-0,02)
Skoletilhørighet og trivsel	-0,12** (-0,11)	0,29** (0,21)	-0,14** (-0,10)	-0,03** (-0,02)
Mobbing	-0,03* (-0,04)	0,26** (0,16)	-0,17** (-0,12)	-0,01* (-0,01)
Trygt skolemiljø	-0,05** (-0,22)	0,19* (0,03)	-0,17** (-0,11)	-0,01* (-0,01)

* Signifikansnivå $p < 0,05$, ** Signifikansnivå $p < 0,001$. Standardiserte regresjonskoeffisienter i parentes.

Tabell 6.3 viser igjen at læringsfokus, skoletilhørighet, mobbing og trygt skolemiljø har hatt en signifikant negativ utvikling fra 2015 til 2019 (første kolonne), og at trygt skolemiljø har hatt størst nedgang.

Den neste kolonnen viser sammenhengen mellom de forskjellige aspektene av skolemiljø på elevenes selvtillit. Alle regresjonskoeffisientene er positive og signifikante, hvilket betyr at de forskjellige aspektene av skolemiljø har positiv sammenheng med prestasjoner. Skoletilhørighet og trivsel har sterkest sammenheng med selvtillit.

Den siste kolonnen angir den indirekte effekten. For eksempel er den indirekte effekten av tid på selvtillit, mediert av læringsfokus, på cirka -0,03. Som nevnt er det ikke like lett å tolke de ustandardiserte resultatene her som i tabell 6.2, men resultatene i tabell 6.3 viser at læringsfokus og skoletilhørighet forklarer tre ganger så mye av nedgangen i selvtillit som mobbing og trygt skolemiljø.

Den nest siste kolonnen angir igjen de direkte effektene. Med tanke på at summen av den indirekte og den direkte effekten er omtrent lik den totale effekten, er det ikke overraskende at de direkte effektene av tid på selvtillit for læringsfokus og skoletilhørighet og trivsel er mindre enn for mobbing og trygt skolemiljø, da disse medierer en større andel.

6.5 DISKUSJON

6.5.1 Kort oppsummering av funn

I tillegg til prestasjoner var det bare ett av motivasjonsaspektene som hadde en nedgang fra TIMSS 2015 til 2019, nemlig selvtillit. For aspektene knyttet til skolemiljø hadde læringsfokus, skoletilhørighet, trygt skolemiljø og mobbing en negativ utvikling i den samme fireårsperioden. Disse aspektene av skolemiljø, samt elevers selvtillit, kunne forklare en del av nedgangen i prestasjoner fra 2015 til 2019. Skolemiljø kunne også forklare en del av nedgangen i elevers selvtillit.

6.5.2 Diskusjon av funn i lys av teori

Modellene benyttet i disse analysene ser ut til å gi valide og reliable resultater. Dette blir blant annet bekreftet ved modellenes tilpasninger og ved at nedgangen i prestasjoner og motivasjon stemmer overens med (IRT-)analyser gjort av TIMSS internasjonalt (Mullis et al., 2020).

Når det gjelder endringer i skolemiljø, viste alle aspektene en negativ utvikling over tid. Et av disse aspektene, læringsfokus, handler om å prioritere læring og akademiske prestasjoner, noe som innebærer at elevene får faglige utfordringer (Hoy et al., 2006). Det var mindre læringsfokus i 2019 enn i 2015, noe som kan tyde på at læring og akademiske prestasjoner ble høyere prioritert i 2015. Tidligere forskning har vist at læringsfokuset økte i perioden rett etter at Kunnskapsløftet ble innført i 2006, fordi man la mer vekt på kompetansemål og prestasjoner, mange lærere fikk etterutdanning i forbindelse med innføringen av den nye læreplanen, og innsatsen fra ledelse, lærere og elever var stor (Martin et al., 2016; Nilsen & Gustafsson, 2014; Sivesind, 2013). Dette økte læringsfokuset kunne den gangen forklare en oppgang i naturfagprestasjoner i 2011 (Nilsen & Gustafsson, 2014). Nå viser resultatene motsatt tendens, læringsfokuset har minket, og dette kan videre forklare en del av nedgangen i prestasjoner. Man kan stille spørsmålet om hvorvidt pendelen har svingt litt i motsatt retning, altså om det slik at vektleggingen av prestasjoner har avtatt og om andre verdier har fått mer oppmerksomhet. Men dette kapitlet har ikke undersøkt hvorfor læringsfokuset har avtatt, så her kreves det mer forskning. Likevel er det samsvar med elevundersøkelsen, som finner at de faglige utfordringene har hatt en nedgang fra 2016 til 2019 (Wendelborg et al., 2020).

Funnene i dette kapitlet viser også at elever rapporterer om mindre grad av *skoletilhørighet* og *trivsel* i 2019 enn i 2015. *Skoletilhørighet* og *trivsel* er begrep som handler om hvorvidt elevene er stolt av skolen, føler seg trygge på skolen, at lærerne er rettferdige, og at de liker og føler en tilhørighet til skolen sin. Disse funnene harmonerer med funn fra elevundersøkelsen, som finner at elevers trivsel har

sunket fra 2016 til 2019 (Wendelborg et al., 2020). I og med at trivselen har sunket, er ikke våre andre funn overraskende, nemlig at enkelte typer mobbing (*truet meg, spredt løgner om meg, presset meg til å gjøre ting jeg ikke ønsker, stjålet noe fra meg*) har økt, og at skolemiljøet ikke er like trygt. OECD har funnet at skoletilhørighet, mobbing og trygghet henger sammen (OECD, 2019). Spesielt hadde trygt skolemiljø den største nedgangen av alle aspektene av skolemiljø i denne studien, og dette er i tråd med den internasjonale rapporten som viser at både lærere og rektorer rapporterer om et langt tryggere miljø i 2015 (Martin et al., 2016; Mullis et al., 2020). For eksempel rapporterte rektorene til 67 prosent av elevene om et veldig trygt skolemiljø i 2015, i 2019 sank dette tallet til 36 prosent. Også elevundersøkelsen finner at digital mobbing har økt fra 2016 til 2019 (Wendelborg et al., 2020), og i PISA ble det rapportert om en forverring av noen typer mobbing (utestenging, gjort narr av) fra 2015 til 2018, mens andre typer mobbing ikke hadde noen endring (Jensen et al., 2019).

Samtidig som at skolemiljø har hatt en negativ utvikling, har elevers motivasjon sunket. Dette gjelder elevers selvtillit, og dette funnet samsvarer med elevundersøkelsen, hvor elevenes motivasjon og mestring har sunket fra 2016 til 2019 (Wendelborg et al., 2020). Funnene fra det siste forskningsspørsmålet i dette kapitlet viser at nedgang i skolemiljøet delvis kan forklare nedgangen i elevers selvtillit. Spesielt gjelder dette *skoletilhørighet og trivsel og læringsfokus*. Med andre ord, med mindre søkelys på læring og en følelse av mindre tilhørighet og trivsel har elevenes selvtillit i naturfag sunket. Sammenhengen mellom skolemiljø og elevers motivasjon er kjent fra tidligere forskning, også i Norge (se f.eks. Scherer & Nilsen, 2016).

Når det gjelder hvorvidt endringer i motivasjon og skolemiljø eventuelt kan forklare endringer i elevenes prestasjoner, viser funnene i denne studien at selvtillit er den faktoren som kan forklare størst andel av nedgang i prestasjoner. Selvtillit har også sterkest sammenheng med prestasjoner, og denne sammenhengen er påvist i mange tidligere studier (se f.eks. Kaarstein & Nilsen, 2015; Osborne et al., 2003; Skaalvik & Skaalvik, 2006). Det at elevers selvtillit har sunket, samt den sterke sammenhengen med prestasjoner, forklarer hvorfor resultatene indikerer at nedgang i selvtillit er en medvirkende faktor til nedgangen i prestasjoner. Likevel, de underliggende grunnene bak nedgangen i motivasjon trenger ytterligere forskning.

Nest etter selvtillit forklarer nedgang i trygt skolemiljø en del av nedgangen i prestasjoner. Funnene viser også at trygt skolemiljø har en positiv sammenheng med prestasjoner i tråd med tidligere forskning (Gustafsson & Nilsen, 2016; Wang & Degol, 2015). Hvorfor skolemiljøet har blitt mindre trygt, går utenfor denne studien, men rapporter og forskning viser at mange skoler sliter med et utrygt miljø, særlig i de store byene, som Oslo (se f.eks. Utdanningsetaten, 2018).

Også nedgang i læringsfokus og skoletilhørighet og trivsel er med på å forklare nedgangen, i tillegg til økt mobbing. Det bør minnes om at man ikke kan legge sammen alle de indirekte effektene for å finne ut hvor mye av nedgangen de forklarer til sammen (se kap. 6.3.3). Det at alle aspektene ved skolemiljø er med på å forklare nedgangen, kan tyde på at det ikke er noe med naturfaget per se eller undervisningen som ligger bak nedgangen, men mer generelle faktorer som antagelig kan forklare nedgangen i matematikk også (Vik, Nilsen & Øverby, i trykk). Skolemiljø er noe som påvirker elevene uansett fag. Elevers selvtillit i naturfag er mer tilknyttet faget, og elevene føler seg ikke like flinke i naturfag i 2019 som i 2015. Våre funn viste samtidig at læringsfokuset har minsket, og er med på å forklare nedgangen i selvtillit. Likevel forklarer verken læringsfokuset eller de andre aspektene ved skolemiljø *hele* nedgangen i selvtillit. Da måtte resultatene vist full mediering. Her trengs det med andre ord mer forskning for å finne ytterligere andre faktorer som kan forklare nedgangen i selvtillit.

At det ikke er noen nedgang i elevers indre eller ytre motivasjon, er positivt. Dette kan ha sammenheng med lærerens undervisningskvalitet, siden tidligere forskning har vist at lærernes undervisning har sammenheng med motivasjon og da særlig indre motivasjon (Nilsen & Gustafsson, 2016; Nilsen, Scherer & Blömeke, 2018). Se kapittel 8 for mer om lærernes undervisningskvalitet fra TIMSS 2015 til 2019.

6.5.3 Svakheter ved studien

Denne studien kan sies å ha et kvasi-longitudinelt design (Nilsen & Gustafsson, 2014). Et longitudinelt design hvor elevene individuelt blir fulgt over tid, ville antagelig gitt mer korrekte resultater. Videre benyttes selvrapportering fra lærere og elever som helt naturlig vil være subjektive. Her ville observasjoner kunne gitt et mer nøytralt datagrunnlag, men det er vanskelig med representative utvalg.

Elevene har her blitt behandlet som en homogen gruppe. For å oppnå et mer nyansert bilde kunne elevene bli inndelt i grupper etter for eksempel høy/lav sosio-økonomisk status (SØS), kjønn eller minoritet/majoritet. Det kan for eksempel være at nedgang i skolemiljø har sammenheng med en av disse grupperingene. Det er kjent at mange store skoler sliter med hardt skolemiljø, for eksempel en del skoler i Oslo med stor andel minoritetsspråklige (Utdanningsetaten, 2018). Her trengs det grundigere forskning, hvor det må tas hensyn til at SØS og minoritet korrelerer høyt, og hvor målet må være å hjelpe elevgrupper som trenger hjelp, ikke å stigmatisere elevgrupper, enten det går på kjønn, minoritet eller SØS.

6.5.4 Implikasjoner og bidrag

Denne studien har implikasjoner for utdanningspolitikk, for lærerutdanningen og lærere og for skoleeiere. Funnene indikerer at skolemiljø og elevers motivasjon i naturfag har en negativ utvikling som bremser elevers læring.

Studien bidrar også til forskningsfeltet innen skolemiljø og innen anvendt metode. Metoden som ble benyttet, ble utviklet av Prof. Jan-Eric Gustafsson (Nilsen & Gustafsson, 2014) og er en viktig og nyttig metode for å undersøke endringer i læringsutbytte over tid.

6.5.5 Konklusjon og sluttkommentarer

Resultatene fra denne studien viser en forverring av skolemiljøet, og at dette er med på å forklare nedgang i prestasjoner og motivasjon i naturfag. Videre har elevers selvtilitt gått ned, og våre resultater tyder på at dette kan forklare den største andelen av elevenes nedgang i prestasjoner. I 2015 var Norge i verdenstoppen når det gjaldt alle aspekter av skolemiljø (Martin et al., 2016). Og elevers motivasjon har økt fra 1995 til 2015 (Kaarstein & Nilsen, 2018b). Det kan være at tidligere satsinger på både skolemiljø inkludert mobbing (Kunnskapsdepartementet, 2016–2017) og på elevers motivasjon i realfag (Kunnskapsdepartementet, 2010–2011) har spilt en rolle for det tidligere positive bildet. Det er mange skoler som sliter med utrygt skolemiljø (Utdanningsetaten, 2018), og det kan hende at en fornyet satsing kan hjelpe. Realfagssatsingen har opphørt, men det er viktig å fortsette å satse på realfag, for samfunnet står overfor mange utfordringer når det gjelder blant annet bærekraft, teknologisk utvikling og helse.

REFERANSER

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. WH Freeman.
- Bøe, M.V. (2012). Science choices in Norwegian upper secondary school: What matters? *Science Education*, 96(1), 1–20 .
- Bøe, M.V. & Henriksen, E.K. (2013). Love It or Leave It: Norwegian Students' Motivations and Expectations for Postcompulsory Physics. *Science Education*, 97(4), 550–573. <https://doi.org/10.1002/sce.21068>
- Bøe, M.V., Henriksen, E.K., Lyons, T. & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>
- Creemers, B. & Kyriakides, L. (2010). Explaining stability and changes in school effectiveness by looking at changes in the functioning of school factors. *School Effectiveness and School Improvement*, 21(4), 409–427.

- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Pantheon.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual review of psychology*, 53(1), 109–132.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>
- Engel, L.C., Rutkowski, D. & Rutkowski, L. (2009). The harsher side of globalisation: Violent conflict and academic achievement. *Globalisation, Societies and Education*, 7(4), 433–456.
- Fishbein, B., Foy, P. & Yin, L. (2021). *TIMSS 2019 User Guide for the International Database*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssand-pirls.bc.edu/timss2019/international-database/>
- Foy, P. (2017). TIMSS 2015 User Guide for the International Database. Hentet fra <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-database/>
- Grewal, R., Cote, J.A. & Baumgartner, H. (2004). Multicollinearity and measurement error in structural equation models: Implications for theory testing. *Marketing science*, 23(4), 519–529.
- Gustafsson, J.E. (2013). Causal inference in educational effectiveness research: a comparison of three methods to investigate effects of homework on student achievement. *School Effectiveness and School Improvement*, 24(3), 275–295.
- Gustafsson, J.E. & Nilsen, T. (2016). The Impact of School Climate and Teacher Quality on Mathematics Achievement: A Difference-in-Differences Approach. I T. Nilsen & J.E. Gustafsson (Red.), *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes* (s. 81–95). Springer.
- Gustafsson, J.E. & Nilsen, T. (i trykk). Methods of causal analysis with ILSA data. I T. Nilsen, A. Stancel-Piątak & J.E. Gustafsson (Red.), *International Handbook of Comparative Large-Scale Studies in Education*. Springer International Handbooks of Education.
- Gustafsson, J.E., Nilsen, T. & Hansen, K.Y. (2018). School characteristics moderating the relation between student socio-economic status and mathematics achievement in grade 8. Evidence from 50 countries in TIMSS 2011. *Studies in Educational Evaluation*, 57, 16–30.
- Havik, T. & Ertesvåg, S. (2020). Olweus programmet (OBPP) – et skoleomfattende program mot mobbing og antisosial atferd (2. utg.) *Ungsinn*, 1(3).
- Hox, J. & Roberts, J.K. (2011). *Handbook of advanced multilevel analysis*. Psychology Press.
- Hoy, W.K., Tarter, C.J. & Hoy, A.W. (2006). Academic optimism of schools: A force for student achievement. *American Educational Research Journal*, 43(3), 425–446.
- Jensen, F. & Kjærnsli, M. (2016). Holdninger til naturfag. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 72–93). Universitetsforlaget.
- Jensen, F. & Nortvedt, G.A. (2013). Holdninger til matematikk. I M. Kjærnsli & R.V. Olsen (Red.), *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012* (s. 97–120). Universitetsforlaget.
- Jensen, F., Pettersen, A., Frønes, T.S., Kjærnsli, M., Rohatgi, A., Eriksen, A. & Narvhus, E.K. (2019). *PISA 2018*. Universitetsforlaget.
- Kleven, T.A. (2008). Validity and validation in qualitative and quantitative research. *Nordic Educational Research*, 28, 219–233.

- Kunnskapsdepartementet. (2010–2011). *Meld. St. 22. Motivasjon – Mestring – Muligheter. Ungdomstrinnet*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-22-2010--2011/id641251/?ch=1>
- Kunnskapsdepartementet. (2015). *Tett på realfag. Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnsopplæringen (2015–2019)*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/tett-pa-realfag/id2435042/>
- Kunnskapsdepartementet. (2016–2017). *Meld. St. 21. Lærelyst – tidlig innsats og kvalitet i skolen*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-21-20162017/id2544344/>
- Kaarstein, H. (2017). Elevers motivasjon – TIMSS 2015. *Tangenten*, 28(2), 17–22.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2015). Motivasjon [Motivation]. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag-Resultater og analyser fra TIMSS* (s. 63–77). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2016). Motivasjon. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 63–77). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2018a). Norske elevers motivasjon for naturfag gjennom 20 år. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 35–56). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2018b). Norske elevers motivasjon for naturfag gjennom 20 år. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 34–56). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.-C.W., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2919. Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning, Universitetet i Oslo.
- LaRoche, S., Joncas, M. & Foy, P. (2020). Sample Design in TIMSS 2019. I M.O. Martin, M. v. Davier & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. Hentet fra <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-3.html>
- Linnenbrink, E.A. & Pintrich, P.R. (2002). Motivation as an Enabler for Academic Success. *School Psychology Review*, 31(3), 313–327. <https://doi.org/10.1080/02796015.2002.12086158>
- Marsh, H.W., Hau, K.-T., Artelt, C., Baumert, J. & Peschar, J.L. (2006). OECD's Brief Self-Report Measure of Educational Psychology's Most Useful Affective Constructs: Cross-Cultural, Psychometric Comparisons Across 25 Countries. *International Journal of Testing*, 6(4), 311–360. https://doi.org/10.1207/s15327574ijt0604_1
- Marsh, H.W. & Köller, O. (2003). Bringing together two theoretical models of relations between academic self-concept and achievement. I H.W. Marsh, R.G. Craven & D.M. McInerney (Red.), *International Advances in Self Research* (s. 17–47). US: Information Age Publishing Inc.
- Martin, M.O., Foy, P., Mullis, I.V.S. & O'Dwyer, L.M. (2013). Effective Schools in Reading, Mathematics, and Science at Fourth Grade. I M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Red.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade- Implications for early learning* (s. 109–178). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P. & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science*. Boston Collage: TIMSS & PIRLS International Study Centre.

- Martin, M.O., von Davier, M. & Mullis, I.V.S. (2020). Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report. *International Association for the Evaluation of Educational Achievement*.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P. & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D. & Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O. & Hooper, M. (2016). *20 years of TIMSS. International Trends in Mathematics and Science Achievement, Curriculum, and Instruction*. Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center, and IEA.
- Murnane, R.J. & Willett, J.B. (2010). *Methods matter: Improving causal inference in educational and social science research*. USA: Oxford University Press.
- Muthén, L.K. & Muthén, B.O. (1998–2017). *Mplus user's guide* (8. utg.). Muthén & Muthén.
- Nilsen, T. (2015). Skolemiljø. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag* (s. 78–96). Oslo: Universitetsforlaget.
- Nilsen, T., Björnsson, J.K. & Olsen, R.V. (2018). Hvordan har likeverd i norsk skole endret seg de siste 20 årene? I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 150–172).
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.E. (2014). School emphasis on academic success: exploring changes in science performance in Norway between 2007 and 2011 employing two-level SEM. *Educational Research and Evaluation*, 20(4), 308–327.
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.E. (2016). *Teacher quality, instructional quality and student outcomes: relationships across countries, cohorts and time*. Springer Nature.
- Nilsen, T., Scherer, R. & Blömeke, S. (2018). 3. The relation of science teachers' quality and instruction to student motivation and achievement in the 4th and 8th grade: A Nordic. *Northern Lights on TIMSS and PISA 2018*, 61.
- OECD. (2013). PISA 2012 results: excellence through equity: giving every student the chance to succeed (volume II).
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives*. In OECD (Ed.). Hentet fra <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-results-volume-iii-acd78851-en.htm>
- Olsen, R.V. & Björnsson, J.K. (2018). Fødselsmåned og skoleprestasjoner. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 76–93). Universitetsforlaget.
- Olweus, D. (Red.) (2010). *Understanding and researching bullying: Some critical issues*. Taylor & Francis Group.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Scherer, R. & Nilsen, T. (2016). The Relations Among School Climate, Instructional Quality, and Achievement Motivation in Mathematics. I T. Nilsen, Gustafsson, J.E. (Red.), *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes. Relationships Across Countries, Cohorts and Time* (Vol. 2, s. 51–79). IEA: Springer.
- Sivesind, K. (2013). Læreplanene i Kunnskapsløftet: et internasjonalt sammenliknende perspektiv. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 97(06), 370–387.

- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (2006). *Self-concept and self-efficacy in mathematics: Relation with mathematics motivation and achievement*. Paper presented at the 7th International Conference of the Learning Sciences, School of Education, Indiana University.
- Teig, N. & Nilsen, T. (i trykk). A Systematic Review of Studies Investigating the Relationships between School Climate and Student Outcomes in TIMSS, PISA, and PIRLS. I *International Handbook of Comparative Large-Scale Studies in Education*. Springer International Handbooks of Education.
- Thapa, A., Cohen, J., Guffey, S. & Higgins-D'Alessandro, A. (2013). A review of school climate research. *Review of Educational Research*, 83(3), 357–385.
- Utdanningsetaten. (2018). *Vold og trusselhendelser mot ansatte og elever i Osloskolen*. Hentet fra: <https://aktuelt.osloskolen.no/siteassets/nyheter/vold-og-trusler/arsrapport-2018---vold-og-trusselhendelser-mot-ansatte-og-elever-i-osloskolen.pdf>
- Vik, F.N., Nilsen, T. & Øverby, N.C. (i trykk). The importance of sufficient sleep and breakfast intake for student cognitive outcomes – Triangulation across time and subject domains among students and teachers in TIMSS *Scandinavian journal of educational research*.
- Wang, M.-T. & Degol, J.L. (2015). School Climate: a Review of the Construct, Measurement, and Impact on Student Outcomes. *Educational Psychology Review*, 1–38.
- Wendelborg, C. (2020). *Analyser av indekser på skoleporten 2020*. NTNU Samfunnsforskning.
- Wendelborg, C., Dahl, T., Røe, M. & Buland, T.H. (2020). Elevundersøkelsen 2019: Analyse av Utdanningsdirektoratets brukerundersøkelser. Hentet fra <https://samforsk.no/Sider/Publikasjoner/Elevundersøkelsen-2019-Analyse-av-Utdanningsdirektoratets-brukerundersøkelser.aspx>
- Wigfield, A. & Eccles, J.S. (2000). Expectancy–Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <http://dx.doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>

7. Språk i hjemmet og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019

Anne-Catherine W.G. Lehre og Trude Nilsen

Sammendrag Språk er en viktig faktor i et likeverdsperspektiv. Denne studien bruker data fra TIMSS 2015 og TIMSS 2019 (9. trinn) for å se om endringer i hvor ofte elevene snakker norsk hjemme, kan forklare nedgangen i naturfagprestasjoner. Resultatet fra kvasi-longitudinell metodisk tilnærming med medieringsmodellering viser at språk forklarer noe av nedgangen i naturfagprestasjoner, men at språk ikke er en hovedgrunn til den observerte nedgangen i naturfagprestasjoner.

Nøkkelord TIMSS | naturfag | språk i hjemmet | trendanalyser | prestasjoner

Abstract Language is an important factor in an equity perspective. This study uses data from TIMSS 2015 and TIMSS 2019 (9th grade) to see if changes in how often students speak Norwegian at home can explain the decline in science performance. The results from a quasi-longitudinal approach with mediation modeling, indicates that language explains some of the decline in science performance, but that language is not a major reason for the observed decline in science performance.

Keywords TIMSS | science | language at home | trend analyses | achievement

7.1 INNLEDNING

Paying more attention to language is one of the most important acts that can be done to improve the quality of science education. (Wellington & Osborne, 2001)

Naturfaglig kompetanse og forståelse av naturfaglig språk er viktig for aktiv deltakelse i samfunnsdebatten i et stadig mer teknologisk og komplisert samfunn. Naturfaglig allmenndannelse er et viktig mål for opplæringen (Sjøberg, 2009), og det naturfaglige språket bidrar i stor grad til dette (Mork & Erlien, 2017). Nøkkelen til å forstå og vise forståelse i naturfaget ligger i å beherske fagets språk (Mork & Erlien, 2017). Språket er samtidig en barriere for mange elever for å lære faget (Wellington & Osborne, 2001). For elever som snakker et annet språk hjemme enn undervisningsspråket på skolen, kan det å lære det naturfaglige språket by på ekstra utfordringer. I et likeverdsperspektiv spiller derfor språkkunnskaper en viktig rolle. Likeverdstanken er grunnleggende i den norske skolen (Meld. St.16 (2006–2007)), og kompensasjonstiltak skal kompensere for utfordringer knyttet til skolespråket (NOU 2010: 7). Forsterket språkopplæring har vært fremtredende i norsk skole i mange år (se tidligere læreplaner som M87, LK06) og, for eksempel, Sommerskolen i Oslo (2021) har kurs spesielt tilrettelagt for minoritetsspråklige elever. Videre har det vært mange satsinger på naturfagopplæring over lengre tid (for eksempel Naturfagssenterets «Forskerfötter og leserötter»).

Til tross for satsinger på både språkopplæring og naturfag viser den internasjonale storskalaundersøkelsen TIMSS 2019 en nedgang i naturfagprestasjoner for 9.-trinns elever under de siste årene (Kaarstein et al., 2020). Kunnskap om hva denne nedgangen kan skyldes, er viktig sett i et utdannings- og læringsperspektiv samt i et likeverdsperspektiv. Uten empiri er det vanskelig å vite hvilke tiltak som kan være effektive for å motvirke ytterligere nedgang i naturfagkompetansen til norske elever. Utdanningspolitikk bør basere seg på evidensbasert forskning med representative utvalg på nasjonalt nivå. For å kunne si noe om kausale årsaker til endringer av elevers prestasjoner og effekten av ulike tiltak kreves randomiserte kontrollerte studier (Cartwright, 2010). Dette er ikke mulig å gjøre i praksis for et representativt utvalg av norske elever, men det finnes noen kausale metoder som kan brukes til å undersøke hvorvidt endringer i én variabel har en effekt på endringer i elevers prestasjoner (Gustafsson & Nilsen, i trykk; Nilsen & Gustafsson, 2014). I dette kapitlet benyttes et kvasi-longitudinelt design, med data fra et representativt utvalg av norske elever knyttet til TIMSS 2015 og TIMSS 2019, for å undersøke om noe av nedgangen i naturfagprestasjoner er relatert til endringer i elevers språkkunnskaper.

7.2 VIKTIGHETEN AV SPRÅKKUNNSKAPER

7.2.1 Språkkunnskaper

Språk er et viktig verktøy i all undervisning og læring. Uten språk er det vanskelig å formidle ny kunnskap, uttrykke forståelse, diskutere og reflektere, eller å delta i diskusjoner og ha meninger om debatter i samfunnet. Nøkkelen til å forstå og å vise forståelse i et fag ligger derfor i å beherske fagets språk (Mork & Erlien, 2017). Å lære det naturfaglige språket er av den grunn en viktig del av det å lære naturfag (Wellington & Osborne, 2001). Uten gode språkkunnskaper vil læringsutbyttet i faget reduseres betraktelig.

Å beherske og å lære seg det naturfaglige språket kan være utfordrende for elever (Wellington & Osborne, 2001). Dette skyldes at det naturfaglige språket og hverdagsspråk skiller seg mye fra hverandre (Mortimer & Scott, 2003). Hverdagsspråk er uformelt og preges ikke av fagspråkets presiserende og nyanserende terminologi, klassifiseringer, abstraksjoner og definisjoner. Det naturfaglige språket har et rikt, spesialisert vokabular av vitenskapelige eller tekniske ord og begreper som har mer eksakt mening eller definisjon enn hverdagsspråket (Wellington & Osborne, 2001). Videre har fagspråket en større tetthet av informasjon, objektivitet og et høyere abstraksjonsnivå enn hverdagsspråk (Fang, 2005; Mork & Erlien, 2017). Et kjennetegn på naturfaglig språk er nominalisering, som betyr at en beskrivelse av noe som skjer, blir omgjort til et begrep uten tid, handling og aktør (Knain, 2005). Alt dette gjør fagspråket – og dermed naturfaget – vanskeligere å forstå (Skaftun et al., 2014, s. 117). Det er viktig å bevisst arbeide aktivt med begreper tilknyttet naturfaget for å hjelpe elevene til forståelse, men man må ikke glemme at de ikke-tekniske ordene kan være like problematiske (Wellington & Osborne, 2001). Begreper som blir brukt i det daglige, kan ha en mer presis eller annen betydning i naturfaglig sammenheng. Eksempler på slike ord kan være vekt, energi, kraft og arbeid.

Språkvansker kan være et skjult handikap. Det er ikke alltid så synlig når individet strever med å uttrykke seg, forstå eller bruke språket (Sæverud et al., 2011). For elever med redusert ordforråd i forhold til sine jevnaldrende kan utfordringene med å tilegne seg et fagspråk være enda større (Sæverud et al., 2011). Minoritetselever lærer oftest et hverdagsspråk først, og deretter akademiske begreper (NOU 2010: 7). Det er estimert at de vil trenge 5–7 år før de behersker akademiske ferdigheter i sitt nye språk (Bakken 2007; Cummins 2000), men å beherske et hverdagsspråk er ikke nødvendigvis tilstrekkelig for å kunne utvikle akademiske ferdigheter i språket (NOU 2010: 7). En elev som stadig møter ord og begreper som er ukjente, vil ha vanskeligheter med å forstå innholdet i et fag. For å forstå faget

er derfor begrepslæring viktig, i tillegg til forståelse av hverdagsord og deres mening i faglig sammenheng.

7.2.2 Likeverd

Det norske utdanningssystemet er tuftet på grunntanken om likeverd (Frønes et al., 2020; Nilsen et al., 2018; Opplæringslova, 1998). Alle elever skal ha samme rett til utdanning, uavhengig av «hjemmebakgrunn, kjønn, bosted og etnisitet» (Meld. St.16 (2006–2007)). Det er en forventning om kun små forskjeller i spredningen av elevenes prestasjoner (Strietholt, 2014) slik at skolen oppfyller sitt mål om å bidra til utjevning av sosiale forskjeller (Meld. St.16 (2006–2007)).

Sammenlignet med andre land som deltar i internasjonale storskalaundersøkelser, som TIMSS og PISA, er effekten av elevenes sosioøkonomiske bakgrunn på prestasjonene mindre uttalt i Norge (OECD, 2016; Olsen & Björnsson, 2018). En relativt lavere andel av forskjellene mellom norske elever kan knyttes til hjemmebakgrunn eller hvilken skole de går på (Olsen & Björnsson, 2018), men disse forskjellene ser ut til å være økende (Nilsen et al., 2018; OECD, 2016). Generelt har norske elever svært høye verdier for målene for sosioøkonomisk bakgrunn i de internasjonale storskalaundersøkelsene (Olsen & Björnsson, 2018), men siden 2011 har andelen barn som tilhører husholdninger med vedvarende lave inntekter, økt (Epland & Normann, 2021). I 2011 og 2015 tilhørte henholdsvis 7,7 og 10 prosent av alle barn denne gruppen. I 2019 var andelen kommet opp i 11,7 prosent av alle barn (Epland & Normann, 2021). Barn med innvanderbakgrunn er overrepresentert og utgjorde i 2015 53,4 prosent av alle barn i denne gruppen, hvilket betyr at 38 prosent av alle innvandrerbarn i Norge tilhørte en lavinntektsfamilie det året (Epland & Kirkeberg, 2017). I 2019 er tilsvarende andel 58,8 prosent av alle barna i denne gruppen, som betyr at i 2019 tilhørte 39,1 prosent av alle innvandrerbarn i Norge en lavinntektsfamilie (Epland & Normann, 2021).

En inkluderende skole med mål om å bidra til utjevning har behov for kompensasjonstiltak (NOU 2010: 7). Det kan være nødvendig «å ha en beredskap for å kompensere for de utfordringene minoritetsspråklige elever står overfor når skolespråket er et annet enn det de møter i hjemmet og nærmiljøet» (NOU 2010: 7). I den nordiske modellen er likeverd høyt verdsatt, og i generell del av læreplanen er det et uttalt mål at «større likhet i resultat skapes gjennom ulikhet i den innsats som rettes mot den enkelte elev» (Kunnskapsdepartementet, 2017; Meld. St.16 (2006–2007)). I praksis ses dette gjennom blant annet større tildelinger til skoler i områder med generelt lavere sosioøkonomisk status (jf. Fordelingsmodellen for Oslo; Nilsen et al., 2018). Høyt likeverd har vist seg å fremme læring (Creemers & Kyriakides, 2012).

Språk er en viktig faktor i et likeverdsperspektiv. For å kunne delta aktivt i undervisningen og i samfunnet må minoritets elevene beherske et visst nivå av majoritetsspråket (Baker & Wright, 2017). Selv om eleven kan kommunisere godt på et språk i hverdagen, er det noe helt annet å bruke språket på et akademisk nivå, slik det brukes i skolen. Tospråklige som har akademiske ferdigheter på sitt førstespråk, vil dra nytte av dette i sine akademiske ferdigheter i sitt andrespråk (jf. «Common underlying proficiency»-modellen; Baker & Wright, 2017; Cummins & Swain, 1986). Begrepsforståelsen kan overføres mellom språkene (Cummins, 2009), men ifølge toterskelteorien krever en slik overføring et visst nivå av språkbeherskelse (Baker & Wright, 2017; Cummins & Swain, 1986).

7.2.3 Tidligere forskning på sammenheng mellom språk og elevers prestasjoner

Naturfaglig kunnskap er nært knyttet til lese- og skriveferdigheter (Norris & Phillips, 2003). Språkkunnskaper kan være den største hindringen for elevers læring i naturfag (Wellington & Osborne, 2001). Det naturfaglige språket består av presiserende og nyanserende terminologi, klassifiseringer, abstraksjoner og definisjoner. Fagkunnskap og det spesialiserte fagspråket i naturfag henger sammen, og det er vanskelig å formidle fagkunnskapen uten fagspråket (Busch & Ralle, 2012). Hvis elevene ikke forstår språkbruken i naturfaget, så forsvinner grunnlaget for faglig forståelse (Haug & Mork, 2018). Det er selvfølgelig mulig å lære naturfag uten å bruke mange fagord, men det er begrenset hvor mye som kan læres i naturfaget, uten god kjennskap til det naturfaglige fagspråket (Mork & Erlien, 2017).

Mange minoritets elever har vanskeligheter med å forstå språkbruken i naturfag (Parszyk, 1999). Dette påvirker utbyttet av læringssituasjonen i faget. Minoritets elever som snakker et annet språk hjemme, og som besitter begrensede språkkunnskaper i undervisningsspråket, opplever vanskeligheter med å beherske naturfaget. Flernivå hierarkiske regresjonsanalyser viser at språket i hjemmet og språkkunnskaper i undervisningsspråket spiller en viktig rolle i elevers naturfagprestasjoner (Van Laere et al., 2014). Elever som behersker undervisningsspråket på et høyt nivå, presterer bedre i naturfag enn elever som ikke behersker undervisningsspråket på det samme høye nivået (Van Laere et al., 2014). Videre viser resultater fra TIMSS 2015 at det er en positiv sammenheng mellom naturfagprestasjoner og språkbruk i hjemmet for norske elever på 9. trinn, med en standardisert regresjonskoeffisient på 0,39 (p -verdi $< 0,05$) (Nilssen & Bergem, 2016).

I Norge er det kun små forskjeller mellom kjønnene i realfagprestasjoner, men jenter leser betydelig bedre enn gutter på ungdomstrinnet (Olsen & Björnsson,

2018). Kjønnforskjellene i lesing er blant de høyeste i OECD-landene (Frønes, 2016), og har holdt seg på samme nivå etter at internasjonale storskalaundersøkelser som PISA ble gjennomført elektronisk i stedet for på papir (Eriksen & Narvhus, 2013; Støle & Schwippert, 2017). Jenter er bedre på abstrakt språkbruk (Burmana et al., 2008), men gutter viser som regel større spredning i prestasjoner enn jenter (Lehre et al., 2009). Den kognitive profilen for gutter og jenter viser likt generelt evnenivå, men jenter har i gjennomsnitt bedre språklige evner enn gutter allerede fra ung alder (NOU 2019: 3). Forskjellen i lesning og skriving øker med alderen, og jenter engasjerer seg oftere mer enn gutter i språklige aktiviteter (NOU 2019: 3).

Norske data fra TIMSS 2015 og TIMSS 2019 viser en markant nedgang i naturfagprestasjonene på 9. trinn (Kaarstein et al., 2020), og naturfagprestasjoner påvirkes blant annet av språkkunnskaper (Kaarstein et al., 2020; Nilsen & Bergem, 2016). Dette kapitlet undersøker om endringer i hvor ofte elever snakker norsk hjemme, kan ha hatt innflytelse på denne nedgangen. Hvis det er en slik sammenheng, så kan en forsterket språkopplæring av minoritetsspråklige elever kanskje bidra til økt forståelse av naturfaget og naturfaglig språk for elevene det gjelder. Dette igjen kan bidra til at gapet mellom elevers prestasjoner i naturfag reduseres.

7.3 METODE

7.3.1 Om data og utvalg

Den internasjonale storskalaundersøkelsen *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) måler elevers kompetanse i naturfag og matematikk på 5. og 9. trinn. For å kunne se på konteksten som utdanningen skjer innenfor, inkluderer undersøkelsen spørreskjemaer til elever, foreldre, lærere og skoleledere. Første tverrsnittsundersøkelse ble gjennomført i 1995, og den blir gjentatt hvert 4. år. For mer om TIMSS-undersøkelsen, se kapittel 1 i denne antologien eller timss.no.

I dette kapitlet analyseres norske data hentet fra TIMSS 2015 og TIMSS 2019. Datasettet består av et representativt utvalg av elever på 9. trinn (2015: $n = 4697$; 2019: $n = 4575$). Gjennomsnittsalderen til elevene på undersøkelsestidspunktene var 14,7 år, og andelen gutter og jenter er jevnt fordelt (Fishbein et al., 2021).

7.3.2 Variabler og konstrukter

For å se på om det er endringer i hvor ofte elevene snakker norsk hjemme, og om eventuelle endringer kan forklare nedgangen i naturfagprestasjoner på 9. trinn, brukes variabler fra elevskjema. Elevenes svar på hvor ofte de snakker norsk

hjemme, ses i sammenheng med elevenes prestasjoner i naturfag kontrollert for kjønn. Elevenes sosioøkonomiske status har ikke endret seg vesentlig fra 2015 til 2019 og er derfor ikke inkludert som kontrollvariabel i denne analysen. Tabell 7.1 viser en mer detaljert beskrivelse av konstrukter og variabler som inngår i analysen.

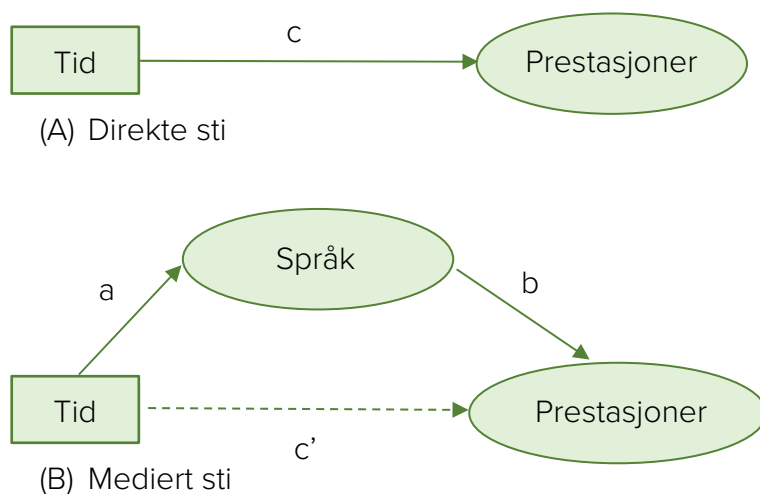
Tabell 7.1 Konstrukter og variabler som inngår i analysen

Variabel	Spørsmål	Skala	Antall svar-alternativer
Språk hjemme	Hvor ofte snakker du norsk hjemme?	Alltid Nesten alltid Av og til Aldri	4
Prestasjon i naturfag	220 oppgaver, hvorav cirka halvparten er åpne oppgaver og den andre halvparten er flervalgsoppgaver.		
Kjønn		Jente (kodet til 0) Gutt (kodet til 1)	2

7.3.3 Analysemetode/analyserammeverk

TIMSS er en trendundersøkelse hvis design og psykometriske metoder gjør det mulig å beskrive og analysere utviklingstrekk av utdanningssystemer over tid (Olsen & Björnsson, 2018). Dataene fra hver syklus skaleres og settes på en fast skala med midtpunkt på 500 poeng og standardavvik på 100. Den faste skalaen fører til at elevenes faglige prestasjoner kan sammenlignes over tid.

For å undersøke om det er endringer i hvor ofte elevene snakker norsk hjemme, blir datasettet fra TIMSS 2015 slått sammen med datasettet fra TIMSS 2019. Undersøkelsestidspunktene gir opphav til en hjelpevariabel for tid, kodet til 0 for 2015 og til 1 for 2019. Dette gir et kvasi-longitudinelt design som muliggjør mer robuste slutninger enn slutninger basert på en tverrsnittsundersøkelse (Nilsen & Gustafsson, 2014). Medieringsmodeller undersøker om endringer i elevenes forståelse og bruk av norsk har en sammenheng med endringer i naturfagprestasjoner over tid (figur 7.1). Forutsetninger for medieringsmodellen er at variabelen som måler hvor ofte elevene snakker norsk hjemme, har endret seg fra 2015 til 2019, og at den har en signifikant påvirkning på naturfagprestasjoner. For å se nærmere på dette ble strukturell ligningsmodellering tatt i bruk. Bekreftende faktoranalyser (CFA) (Brown, 2015) ble benyttet for å undersøke validiteten og reliabiliteten til latente variabler. For å se på eventuelle kjønnsforskjeller ble det kjørt en multi-group strukturell ligningsmodellering.



Figur 7.1 Medieringsmodell for den (A) direkte og (B) indirekte effekten av tid på prestasjoner.

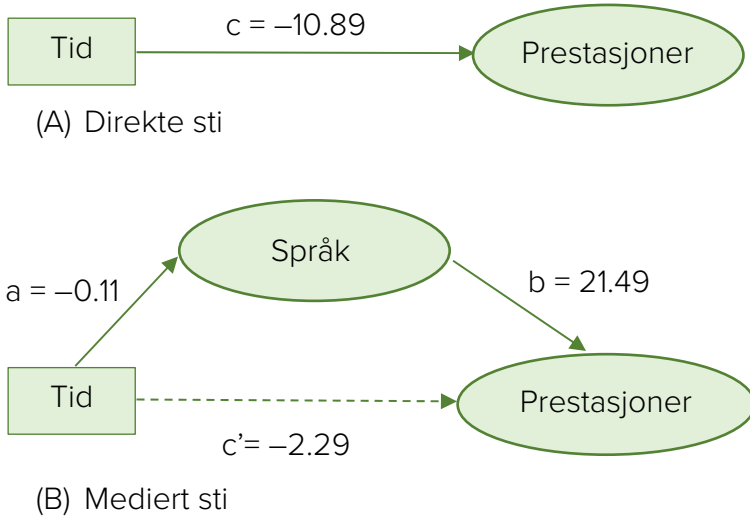
Figuren viser den direkte effekten av tid på språk (a), språk på prestasjoner (b) og tid på prestasjoner (c), samt den indirekte effekten av tid på prestasjoner (c').

Analysene ble gjort med strukturell ligningsmodellering i Mplus versjon 8.0 (Muthén & Muthén, 1998–2017). Programvaren estimerer regresjonskoeffisienter på elev- og skolenivå, ivaretar korrekt bruk av de fem plausible verdiene for naturfagprestasjoner (Rutkowski et al., 2013), og håndterer manglende verdier for en eller flere variabler (MLR, robust maximum likelihood; Puthenpura & Sinha, 1986). Videre estimerer programmet hvor godt en modell er tilpasset dataene (Hox & Roberts, 2011). For å ta hensyn til det hierarkiske designet til TIMSS, hvor elever tilhører klasser som tilhører skoler, ble TYPE = COMPLEX benyttet, og dataene ble gruppert på skolenivå. Dette er basert på antagelsen at det er større forskjeller mellom skoler enn mellom klasser når det gjelder hvor ofte elever snakker norsk hjemme.

7.4 RESULTATER

Fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019 er det en signifikant nedgang i naturfagprestasjoner for norske ungdomsskoleelever (Kaarstein et al., 2020). Nedgangen i prestasjoner er på 13,18 poeng (p-verdi < 0,001) og tilsvarer den totale effekten i modellen (tabell 7.2). Den totale effekten består av en direkte og en indirekte effekt av tid på prestasjoner, på henholdsvis –10.89 poeng (p-verdi < 0,001) og –2,29 poeng (p-

verdi $< 0,001$) (tabell 7.2; figur 7.2). De negative verdiene viser at effekten bidrar negativt til prestasjonene, med andre ord: bidrar til nedgangen i naturfagprestasjoner fra 2015 til 2019. Noe av denne nedgangen kan forklares av hvor ofte elevene snakker norsk i hjemmet. Språkkunnskaper (stiplet linje i figur 7.2B) forklarer cirka 2 poeng av de cirka 13 poengene nedgang i naturfagprestasjoner fra 2015 til 2019 (p-verdi $< 0,001$). Selve modellen forklarer 3,5 prosent av variansen (R^2).



Figur 7.2 Resultater for medieringsmodellen for (A) den direkte og (B) den indirekte effekten av tid på prestasjoner.

Figuren viser den direkte effekten av tid på språk (a), språk på prestasjoner (b) og tid på prestasjoner (c), og den indirekte effekten av tid på prestasjoner (c'). P-verdi $< 0,001$ for alle variablene i modellen. N = 9272.

Tabell 7.2 Oversikt over direkte og indirekte effekt av de latente variablene i modellen

Variabel	a	b	c	c'	Total effekt (nedgang i prestasjoner)
Språk (Hvor ofte det snakkes norsk hjemme)	-0,11 (0,03)**	21,49 (1,84)**	-10,89 (3,90)*	-2,29 (0,65)**	-13,18 (4,11)**
Språk (Hvor ofte det snakkes norsk hjemme)	-0,08 (0,02)**	0,17 (0,02)**	-0,06 (0,02)*	-0,01 (0,00)**	-0,08 (0,02)**
Standardisert					

Regresjonskoeffesienter (SE). * Signifikansnivå $p = 0,005$; ** Signifikansnivå $p < 0,001$.

Hvor ofte elever snakker norsk i hjemmet, medierer effekten av tid på prestasjoner (figur 7.2). Medieringsmodellen viser at tid har en negativ effekt på språk ($-0,11$; p -verdi = $0,005$). Andelen ungdomsskoleelever som alltid snakker norsk i hjemmet, er altså noe redusert fra 2015 til 2019.

Videre viser modellen at det er en sammenheng mellom hvor ofte en elev snakker norsk i hjemmet, og deres prestasjoner i naturfag. Økt mengde med norsk i hjemmet assosieres med bedre prestasjoner. For hvert hakk opp på TIMSS-skalaen over hvor mye norsk som snakkes i hjemmet, øker naturfagprestasjonene i gjennomsnitt med 21,49 poeng (p -verdi = $0,001$). Dette tilsvarer nesten 1 års skolegang (Kaarstein et al., 2020).

Tabell 7.3 Oversikt over direkte og indirekte effekt av de latente variablene i modellen for gutter og jenter

Variabel	a	b	c	c'	Total effekt (nedgang i prestasjoner)
Direkte effekt av tiden på språkkunnskaper	Direkte effekt av språkkunnskaper på prestasjoner	Direkte effekt av tiden på prestasjoner	Indirekte effekt av tid på prestasjoner		
Språk (Jenter) N = 4242	$-0,08$ (0,04)*	$22,80$ (2,92)**	$-5,71$ (5,33)	$-1,83$ (0,88)*	$-7,55$ (5,60)
Språk (Gutter) N = 3708	$-0,15$ (0,04)**	$19,37$ (2,56)**	$-14,19$ (5,40)*	$-2,81$ (0,82)**	$-17,00$ (5,60)*

Regresjonskoeffesienter (SE). * Signifikansnivå $p = 0,005$; ** Signifikansnivå $p < 0,001$.

Ved kontroll for eventuelle kjønnsforskjeller viser den indirekte effekten av tid på prestasjoner for jenter og gutter henholdsvis $-1,83$ (p -verdi = $0,038$) og $-2,81$ (p -verdi = $0,001$). Selv om dette kun er små forskjeller, viser det at hvor ofte eleven snakker norsk i hjemmet, forklarer litt mer av nedgangen i naturfagprestasjoner for gutter enn for jenter.

7.5 DISKUSJON

7.5.1 Kort oppsummering av funn

Språkkunnskaper er med på å forklare noe av nedgangen i naturfagprestasjoner fra 2015 til 2019, men dette er ikke en hovedgrunn til nedgangen. Hvor ofte det snakkes norsk i hjemmet, medierer endringer i prestasjoner over tid og forklarer cirka 2 poeng av de 13 poengene nedgang i naturfagprestasjoner for 9. trinn fra TIMSS

2015 til TIMSS 2019. Når det kontrolleres for eventuelle kjønnsforskjeller, kan det se ut til at hvor ofte eleven snakker norsk i hjemmet, forklarer *litt* mer av nedgangen i naturfagprestasjoner for gutter (2,8 poeng) enn for jenter (1,8 poeng). Sammenhengen mellom hvor ofte en elev snakker norsk i hjemmet, og elevens naturfagprestasjoner, vises ved at økt mengde med norsk i hjemmet assosieres med bedre prestasjoner. For hvert hakk opp på TIMSS-skalaen over hvor ofte norsk snakkes i hjemmet, øker naturfagprestasjonene i gjennomsnitt med noe som tilsvarende 1 års skolegang.

7.5.2 Diskusjon av funn i lys av teori

Medieringsmodellen viser at tid har en negativ effekt på språk ($-0,11$; p -verdi = $0,005$), hvilket antyder at andelen ungdomsskoleelever som alltid snakker norsk i hjemmet, er noe redusert fra 2015 til 2019. Dette er i overensstemmelse med data fra SSB som viser at antallet etnisk norske har vært mer eller mindre stabilt i perioden 2011–2020, mens andelen innvandrere har økt noe i samme tidsrom, fra 500 500 i 2011 til 790 497 i 2020 (SSB). I de samme årene som TIMSS-undersøkelsene, i 2015 og i 2019, utgjorde befolkningsandelen innvandrere (både utenlandske foreldre og besteforeldre) henholdsvis 15,6 prosent og 17,7 prosent av den totale befolkningen i Norge. Befolkningsandelen av norskfødte med både norske foreldre og besteforeldre ble redusert fra 75,7 prosent i 2015 til 72,9 prosent i 2019 (SSB). Den resterende andelen av befolkningen består av personer der en eller flere av foreldre eller besteforeldre ikke er etnisk norske. I samsvar med dette er det logisk å anta at andelen skoleelever som alltid snakker norsk hjemme, har blitt noe redusert fra 2015 til 2019.

I et likeverdsperspektiv er språk en viktig faktor. Minoritetslevene må beherske et visst nivå av majoritetsspråket for å kunne delta aktivt i undervisningen (Baker & Wright, 2017). Uten gode språkkunnskaper vil læringsutbyttet i naturfaget reduseres betraktelig. Analysene i dette kapitlet peker på en sammenheng mellom hvor ofte en elev snakker norsk i hjemmet, og elevens prestasjoner i naturfag. Den direkte effekten av språk på prestasjoner i naturfag er forholdsvis stor (21,49; p -verdi $< 0,001$). Den gjennomsnittlige forskjellen mellom elever på to tilgrensende nivåer i firetrinnskalaen (*Alltid - Nesten alltid - Av og til - Aldri*) over hvor mye norsk som snakkes i hjemmet, tilsvarer nesten ett års skolegang (25 poeng på TIMSS-skalaen tilsvarer et skoleår for norske elever på 9.trinn; Kaarstein et al., 2020). Dette er i samsvar med tidligere funn om at språkkunnskaper påvirker prestasjoner i naturfag (for eksempel Kaarstein et al., 2020; Nilsen & Bergem, 2016; Van Laere et al., 2014). Hvis elevene ikke forstår språkbruken i naturfaget, så for-

svinner grunnlaget for faglig forståelse (Haug & Mork, 2018). Uten god kjennskap til det naturfaglige språket er det begrenset hvor mye som kan læres i naturfaget. Nøkkelen til å forstå, og å vise forståelse i et fag, ligger i å beherske fagets språk (Mork & Erlien, 2017). Å lære det naturfaglige språket er derfor en viktig del av det å lære naturfag (Wellington & Osborne, 2001), men det tar år å beherske akademiske ferdigheter i et nytt språk (Bakken, 2007; Cummins, 2000). Uten gode språkkunnskaper vil læringsutbyttet i faget reduseres betraktelig, noe som også analysene i dette kapitlet understøtter.

Videre viser analysene at hvor ofte norsk snakkes i hjemmet (språk), medierer endringer i prestasjoner over tid. Språk forklarer dermed noe av nedgangen i naturfagprestasjoner for 9. trinn fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019. Dette var forventet da effekten av språk på prestasjoner er forholdsvis stor, og andelen elever som alltid snakker norsk hjemme, ble noe redusert i perioden. Videre tilhørte 39,1 prosent av alle innvandrerbarn i Norge en lavinntektsfamilie i 2019 (Epland & Norrmann, 2021). Lav sosioøkonomisk status er korrelert med prestasjoner og ligger typisk på 0,3 på individnivå (Sirin, 2005; White, 1982), men effekten av elevenes sosioøkonomiske bakgrunn på prestasjonene er mindre uttalt i Norge enn andre land (OECD, 2016; Olsen & Björnsson, 2018). Lav sosioøkonomisk status, og hvor ofte en elev snakker norsk i hjemmet, er korrelert, og begge bidrar mest sannsynlig til lavere gjennomsnittsprestasjoner i naturfag for elever som snakker lite norsk hjemme. Det er viktig å huske på at resultatene er gjennomsnittlige, så det vil finnes elever som alltid snakker norsk hjemme, som er lavtpresterende, og elever som nesten aldri snakker norsk hjemme, som er høytpresterende.

Et interessant funn er at hvor ofte man snakker norsk i hjemmet, forklarer litt mer av nedgangen i naturfagprestasjoner for gutter ($-2,81$, p -verdi = $0,001$) enn tilsvarende for jenter ($-1,83$, p -verdi = $0,038$). Forskjellen mellom kjønnene er ikke stor, og dette passer med andre studier som viser at det kun er små forskjeller mellom kjønnene i realfagprestasjoner i Norge (Olsen & Björnsson, 2018). Kanskje har jenter nytte av at de oftere engasjerer seg mer enn gutter i språklige aktiviteter (NOU 2019: 3). Videre er jenter noe bedre på abstrakt språkbruk enn gutter (Burmana et al., 2008) og har i gjennomsnitt bedre språklige evner enn gutter allerede fra ung alder (NOU 2019: 3). Jenter er også betydelig bedre lesere enn gutter på ungdomstrinnet (Olsen & Björnsson, 2018). Naturfaglig kunnskap er nært knyttet til lese- og skriveferdigheter (Norris & Phillips, 2003). Språkkunnskaper kan derfor være den største hindringen for elevers læring i naturfag (Wellington & Osborne, 2001). Det er verdt å minne om at den kognitive profilen for gutter og jenter viser likt generelt evnenivå (NOU 2019: 3), men interessen eller eksponeringen for norsk språk kan være noe forskjellig for gutter og jenter.

7.5.3 Begrensninger ved studien

TIMSS er en tverrsnittundersøkelse med et representativt utvalg av elever som gjennomføres hvert fjerde år (Kaarstein et al., 2020). Styrken i undersøkelsen er at skalaene for elevenes prestasjoner er lenket over tid og dermed tilfører robust empiri som gjør at det er mulig å undersøke for eksempel sammenhengen mellom språk og naturfagprestasjoner (Nilsen et al., 2018). Analysene i dette kapitlet benytter et kvasi-longitudinelt design som muliggjør mer robuste slutninger enn slutninger basert på kun en tverrsnittundersøkelse (Nilsen & Gustafsson, 2014). En longitudinell studie, hvor de samme elevene følges over lang tid, ville vært mer robust, men en longitudinell studie med et representativt utvalg er svært ressurskrevende.

Analysene i dette kapitlet er basert på en variabel i spørreskjema tilknyttet både TIMSS 2015 og TIMSS 2019. Elevene ble bedt om å svare på «hvor ofte snakker du norsk hjemme» og hadde fire svaralternativer (*Alltid – Nesten alltid – Av og til – Aldri*) å velge i. Selvrappotering innebærer alltid en risiko for feilrapportering, men resultatene er i samsvar med tidligere funn om at språkkunnskaper påvirker prestasjoner i naturfag (for eksempel Kaarstein et al., 2020; Nilsen & Bergem, 2016; Van Laere et al., 2014). Det er derfor ikke grunn til å anta at det er større problemer med selvrappoteringen i denne TIMSS-variabelen enn tilsvarende variabler i andre studier.

Målet for hvor ofte en elev snakker norsk hjemme, mangler informasjon om både hvor lang tid eleven har oppholdt seg i landet, og hvor lenge eleven har gått på norsk skole. En elev som har oppholdt seg kort tid i landet, vil nødvendigvis ha større problemer med å løse naturfagoppgaver enn en elev som har vært eksponert for norsk språk over et lengre tidsrom. I TIMSS-undersøkelsen blir dette tatt hensyn til ved at elever som har fått mindre enn et års undervisning i norsk, blir fritatt fra undersøkelsen (Martin et al., 2016).

7.5.4 Bidrag, implikasjoner og videre forskning

Analysene i dette kapitlet viser at hvor ofte undervisningsspråket snakkes i hjemmet, har innflytelse på prestasjoner i naturfag. Dette er i samsvar med tidligere forskning (Kaarstein et al., 2020; Nilsen & Bergem, 2016; Van Laere et al., 2014). Bidraget til dette kapitlet er at undersøkelsen benytter et kvasi-longitudinelt design på et representativt utvalg av elever på 9. trinn. Designet muliggjør mer robuste slutninger enn slutninger basert på kun en tverrsnittundersøkelse (Nilsen & Gustafsson, 2014).

Språk kan være den største hindringen for elevers læring i naturfag (Wellington & Osborne, 2001). Det vil derfor være viktig å jobbe med både fagspråk og hverdagsspråk slik at elevene får best mulig læringsutbytte i faget. Elever som behersker undervisningsspråket på et høyt nivå, presterer bedre i naturfag enn elever som ikke behersker undervisningsspråket like godt (Van Laere et al., 2014). Det kan derfor være hensiktsmessig å satse på god opplæring og støtte i undervisningsspråket for flerspråklige elever. Det finnes gode initiativ allerede, bl.a. Naturfagssenterets «Forskerfötter og leserötter» (Ødegaard et al., 2016) og Sommerskolen i Oslo (2021) sine kurs spesielt tilrettelagt for minoritetsspråklige: «Intensiv norskopplæring for nyankomne elever.»

Elever med svake ferdigheter i sitt førstespråk og i undervisningsspråket kan ha stor nytte av morsmålsundervisning. Det er vist at fonologiske ferdigheter og avkoding kan overføres mellom morsmål og andrespråk (Melby-Lervåg & Lervåg, 2011). Begrepsforståelsen kan overføres mellom språkene (Cummins, 2009), men en slik overføring krever et visst nivå av språkbeherskelse (Baker & Wright, 2017; Cummins & Swain, 1986). Selv om morsmålsundervisning kan ha stor nytte både for den enkelte elev og for samfunnet generelt, gir metaanalyser liten støtte til morsmålsundervisning som et viktig redskap for å fremme bedre begrepsforståelse og leseforståelse på andrespråket (Melby-Lervåg & Lervåg, 2011; 2014). Sammenhengen mellom morsmålsferdigheter og andrespråkstilegnelse, og hvilke tiltak som er hensiktsmessige for å øke forståelsen i et spesialisert fag som naturfag, bør belyses grundig med mer forskning. Det bør brukes longitudinelle, randomiserte kontrollerte studier for å undersøke effekten av språkforståelsesintervensjoner for å utvikle effektive programmer for andrespråklige.

7.5.5 Konklusjon/sluttkommentar(er)

Andelen 9.-trinns elever som snakker norsk hjemme, er noe redusert fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019. Hvor ofte norsk snakkes i hjemmet, medierer endringer i prestasjoner over tid, men dette er ikke en hovedgrunn til nedgangen. At gjennomsnittsforskjellen i naturfagprestasjoner for elever som «av og til» og elever som «nesten alltid» snakker norsk hjemme, tilsvarer et skoleår, indikerer at det i et likeverdsperspektiv er viktig å ha gode tilbud om språkopplæring til minoritets elever på plass slik at disse får utnyttet sitt potensial. Naturfaglig kompetanse og forståelse av naturfaglig språk er viktig for aktiv deltakelse i et stadig mer teknologisk, komplisert samfunn som står overfor flere store utfordringer.

REFERANSER

- Baker, C. & Wright, W.E. (2017). *Foundations of bilingual education and bilingualism* (6. utg.). Multilingual Matters.
- Bakken, A. (2007). *Virkninger av tilpasset språkopplæring for minoritetsspråklige elever. En kunnskapsoversikt*. (NOVA-rapport 10/07). Norsk institutt for forskning om oppvekst, velferd og aldring.
- Brown, T.A. (2015). *Methodology in the social sciences. Confirmatory factor analysis for applied research* (2. utg.). The Guilford Press.
- Burmana, D.D., Bitanc, T. & Booth, J.R. (2008). *Sex differences in neural processing of language among children*, *Neuropsychologia* 6(5), 1349–1362. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.12.021>.
- Busch, H. & Ralle, B. (2012). Special language competencies: Diagnosis and individual support. I S. Markic, I. Eilks & B. Ralle (Red.), *Issues of heterogeneity and cultural diversity in science education and science education research* (s. 11–22). Shaker Verlag.
- Cartwright, N. (2010). What are randomised controlled trials good for? *Philos Stud* 147, 59–70. <https://doi.org/10.1007/s11098-009-9450-2>
- Creemers, B.P.M. & Kyriakides, L. (2012). *Improving quality in education: dynamic approaches to school improvement*. Routledge.
- Cummins, J. (2000). *Language, power and pedagogy. Bilingual children in the crossfire*. Multilingual Matters.
- Cummins, J. (2009). Fundamental psycholinguistic and sociological principles underlying educational success for linguistic minority students. I T. Skutnabb-Kangas, R. Phillipson, A. K. Mohanty & M. Panda (Red.), *Social justice through multilingual education* (s. 19–35). Multilingual Matters.
- Cummins, J. & Swain, M. (1986). *Bilingualism in education: Aspects of theory, research and practice*. Longman.
- Epland, J. & Kirkeberg, M.I. (2017). Ett av to barn tilhører en husholdning med vedvarende lavinntekt. <https://www.ssb.no/inntekt-og-forbruk/artikler-og-publikasjoner/ett-av-ti-barn-tilhorer-en-husholdning-med-vedvarende-lavinntekt>
- Epland, J. & Normann, T.M. (2021). 115 000 barn i husholdning med vedvarende lavinntekt. <https://www.ssb.no/inntekt-og-forbruk/artikler-og-publikasjoner/115000-barn-i-husholdning-med-vedvarende-lavinntekt>
- Eriksen, A & Narvhus, E.K. (2013). Digital lesing. I M. Kjærnsli & R.V. Olsen (Red.), *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012* (s. 201–218). Universitetsforlaget.
- Fang, Z. (2005). Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science Education*, 89(2), 335–347. <https://doi.org/10.1002/sce.20050>
- Fishbein, B., Foy, P. & Yin, L. (2021). *TIMSS 2019 User Guide for the International Database*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssand-irls.bc.edu/timss2019/international-database/>
- Frønes, T. (2016). Resultater i lesing. I M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 136–171). Universitetsforlaget.

- Frønes, T.S., Pettersen, A., Radišić, J. & Buchholtz, N. (2020). Equity, equality and diversity in the Nordic model of education—Contributions from large-scale studies. I T.S. Frønes, A. Pettersen, J. Radišić & N. Buchholtz, (Red.) *Equity, Equality and Diversity in the Nordic Model of Education* (pp. 1–10). Springer, Cham.
- Gustafsson, J-E. & Nilsen, T. (in press) Methods of causal analysis with ILSA data. I *International Handbook of Comparative Large-Scale Studies in Education*. Springer International Handbooks of Education.
- Haug, B.S. & Mork, S. (2018). Språket er nøkkelen til å lære naturfag. *Naturfag 1/18*.
- Hox, J. & Roberts, J.K. (2011). *Handbook of advanced multilevel analysis*. Psychology Press.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.C., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.
- Kirke- og undervisningsdepartementet (1987), *Mønsterplan for grunnskolen 1987 (M87)*. Aschehoug & Co (W. Nygaard).
- Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: Mellom tekst og natur. *Nordina: Nordic Studies in Science Education*, 1(1), 70–80. <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.467>
- Kunnskapsdepartementet (2017). *Overordnet del av læreplanverket*. <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Lehre, A.C., Lehre, K.P., Laake, P., Danbolt, N.C. (2009). Greater intrasex variability in males than in females is a fundamental aspect of gender differences in humans. *Developmental Psychobiology*, 51, 198–206. <https://doi.org/10.1002/dev.20358>
- Meld. St. 16 (2006–2007). ... og ingen sto igjen. *Tidlig innsats for livslang læring*. <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2006-2007/stmeld-nr-16-2006-2007-.html>
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S. & Hooper, M. (Red.). (2016). *Methods and Procedures in TIMSS 2015*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center <http://timssand-pirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html>
- Melby-Lervåg, M. & Lervåg, A. (2011). Hvilken betydning har morsmålferdigheter for utviklingen av leseforståelse og dets underliggende komponenter på andrespråket? En oppsummering av empirisk forskning, *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 330–343.
- Melby-Lervåg, M. & Lervåg, A. (2014). Reading Comprehension and Its Underlying Components in Second-Language Learners: A Meta-Analysis of Studies Comparing First and Second-Language Learners. *Psychological Bulletin*, 140 (2), 409–433.
- Mork, S. & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms?* McGraw-Hill Education.
- Muthén, L.K. & Muthén, B.O. (1998–2017). *Mplus user's guide* (8 utgave). Muthén & Muthén.
- Nilsen, T., Björnsson, J.K. & Olsen, R.V. (2018). Hvordan har likeverd i norsk skole endret seg se siste 20 årene? I: R.V. Olsen & J.K. Björnsson (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge. Trender og nye analyser*. Universitetsforlaget. <https://doi.org/10.18261/9788215030067-2018>
- Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2016). Hjemmebakgrunn. En likeverdig skole. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Universitetsforlaget.

- Nilsen, T. & Gustafsson, J.-E. (2014). School emphasis on academic success: exploring changes in science performance in Norway between 2007 and 2011 employing two-level SEM. *Educational Research and Evaluation*, 20(4), 308–327.
- Norris, S.P. & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240. <https://doi.org/10.1002/sce.10066>
- NOU 2010: 7 (2010). *Mangfold og mestring — Flerspråklige barn, unge og voksne i opplæringssystemet*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2010-7/id606151/>
- NOU 2019: 3 (2019). *Nye sjanser – bedre læring — Kjønnsforskjeller i skoleprestasjoner og utdanningsløp*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2019-3/id2627718/>
- OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume I). Excellence and Equity in Education*. OECD Publishing.
- Olsen, R.V. & Björnsson, J.K. (2018). Tjue år med internasjonale skoleundersøkelser i Norge: Bakgrunn, læringspunkter og veien videre. I R.V. Olsen & J.K. Björnsson (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge. Trender og nye analyser*. Universitetsforlaget. <https://doi.org/10.18261/9788215030067-2018>
- Opplæringslova (1998). Lov om grunnskolen og den videregående opplæringa (LOV_1998_07_17_61). https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61/KAPITTEL_1#%C2%A71-1
- Osloskolen, Sommerskolen Oslo (2021). «Intensiv norskopplæring for nyankomne elever». <https://sommerskolenoslo.no/norsk-for-nyankomne-elever/>
- Parszyk, I.-M. (1999). En skola för andra. Minoritetselvers upplevelser av arbets- och livsvillkor i grundskolan. [Doktorgradsavhandling]. Stockholms Universitet, Sverige.
- Puthenpura, S. & Sinha, N.K. (1986). Modified maximum likelihood method for the robust estimation of system parameters from very noisy data. *Automatica* 22(2), 231–235. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(86\)90085-3](https://doi.org/10.1016/0005-1098(86)90085-3)
- Rutkowski, L., von Davier, M. & Rutkowski, D. (2013). *Handbook of international large-scale assessment: Background, technical issues, and methods of data analysis*. CRC Press.
- Saltnes, K.M. (2016). *Flerspråklighet – teoretiske og ideologiske perspektiver – En studie av debatten om flerspråklighet og morsmålsundervisning*. [Masteroppgave]. NTNU.
- Sirin, S.R. (2005). Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417–453. <https://doi.org/10.3102/00346543075003417>
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk*. Gyldendal akademisk.
- Skaftun, A., Solheim, O.J. & Uppstad, P.H. (2014). *Leseboka – leseopplæring i alle fag på ungdomstrinnet*. Cappelen Damm AS.
- Strietholt, R. (2014). Studying Educational Inequality: Reintroducing Normative Notions. I R. Strietholt, W. Bos, J.E. Gustafsson & M. Rosén (Red.), *Educational Policy Evaluation*. Waxman.
- SSB (2021). Statistikkbanken. <https://www.ssb.no/statbank/table/10516/tableViewLayout1/>

- Støle, H. & Schwippert, K. (2017). Norske resultater fra e-PIRLS – online informational reading. I Gabrielsen, E. (Red.) *Klar framgang! Leseferdighet på 4. og 5. trinn i et femtenårsperspektiv* (s. 50–74). Universitetsforlaget.
- Sæverud, O., Forseth, B.U., Ottem, E. & Platou, F. (2011). Begrepslæring- en strukturert undervisningsmodell for barn og unge med språkvansker. Bredtvet kompetansesenter.
- Van Laere, E., Aesaert, K. & van Braak, J. (2014). The Role of Students' Home Language in Science Achievement: A multilevel approach. *International Journal of Science Education* 36(16). <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.936327>
- von Davier, M. (2014). Imputing Proficiency data under Planned Missingness in Population Models. I L. Rutkowski, M., von Davier & D. Rutkowski (Red.), *Handbook of International Large-scale Assessment: background, technical issues, and methods of data analysis*. In *Statistics in the social and behavioral sciences series*. Chapman & Hall/CRC Press.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Open University Press.
- White, K.R. (1982). The relation between socio-economic status and academic achievement. *Psychological Bulletin*, 91(3), 461–481.
- Ødegaard, M., Haug, B.S., Mork, S.M. & Sørvik, G.O. (2016). *På forskerfötter i naturfag*. Universitetsforlaget.

8. Lærerkompetanse, undervisningskvalitet og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019

Hege Kaarstein og Trude Nilsen

Sammendrag Lærernes kompetanse og undervisningskvalitet har betydning for elevenes prestasjoner, mens elevsammensetningen i en klasse har betydning for både undervisningskvalitet og prestasjoner. Dette kapitlet undersøker om endringer i disse variablene kan forklare nedgangen i naturfagprestasjoner på 9. trinn fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019. Resultatene fra en kvasi-longitudinell metodisk tilnærming med medieringsmodellering tyder på at lærerne har vært med på å motvirke nedgangen i naturfagprestasjoner, mens elevfaktorer som begrenser undervisningskvaliteten, kan ha sammenheng med nedgangen.

Nøkkelord TIMSS | lærerkompetanse | undervisningskvalitet | naturfagprestasjoner | elevfaktorer som begrenser undervisningskvalitet | trendanalyser

Abstract Teacher quality and instructional quality is related to student achievement, while student composition of a class is related to both instructional quality and student achievement. This chapter investigates if changes in these variables can explain the decline in science achievement at Grade 9 from TIMSS 2015 to TIMSS 2019. The results from a quasi-longitudinal approach with mediation modeling, indicates that teachers reduces the decline in science achievement, while student factors limiting the instructional quality to some extent explains the decline.

Keywords TIMSS | teacher quality | instructional quality | science achievement | student factors reducing instructional quality | trend analyses

8.1 INTRODUKSJON

Lærerne er skolens viktigste ressurs. Nøkkelen til å løfte kunnskapen blant elevene er å satse på lærernes kompetanse. (Kunnskapsdepartementet, 2014, s. 10)

Sitatet over, fra Kunnskapsdepartementets strategi «Lærerløftet. På lag for kunnskapsskolen», samsvarer godt med det store bildet som fremkommer i forskningslitteraturen – lærernes kompetanse har en positiv påvirkning på elevenes utvikling og læringsutbytte (se f.eks. Blömeke, 2017; Blömeke, Olsen & Suhl, 2016; Fauth et al., 2019; Kaarstein, Nilsen & Blömeke, 2016; Nilsen, Scherer & Blömeke, 2018; Wang & Degol, 2016; Wayne & Youngs, 2003), og de norske kompetansekravene for undervisning av fagene i grunnskolen som kom i 2014¹, er en konsekvens av dette (Kunnskapsdepartementet, 2014). Lærernes kompetanse utvikles ikke bare i løpet av den formelle utdanningen, den videreutvikles i daglig praksis og organisert etter- og videreutdanning (EVU), og ifølge tidligere forskning er det en positiv sammenheng både mellom lærernes EVU-aktivitet og elevenes prestasjoner, men også med lærernes undervisningskvalitet (Blömeke, Olsen & Suhl, 2016; Nilsen et al., 2018; Timperley, Wilson, Barrar & Fung, 2007). I tillegg til satsingen på å heve lærernes kompetanse via EVU har det også vært satset stort på å heve elevenes kompetanse i og motivasjon for realfag (Kunnskapsdepartementet, 2011, 2015)².

Til tross for denne satsingen viser begge undersøkelsene som følger med på utvikling av norske elevers matematikk- og naturfagkompetanse over tid på ungdomstrinnet (TIMSS³ og PISA⁴), at det har vært en nedgang i norske elevers naturfagprestasjoner siden 2015 (Jensen et al., 2019; Kaarstein, Radišić, Lehre, Nilsen & Bergem, 2020). Sammenlignet med prestasjonen til de norske elevene på barnetrinnet i TIMSS og med elevene på ungdomstrinnet i de andre nordiske landene som deltar i TIMSS-undersøkelsen, er de norske prestasjonene i naturfag på ungdomstrinnet lave. I tillegg har de vært lave over lengre tid (se f.eks. Bergem, Kaarstein & Nilsen, 2016; Grønmo & Onstad, 2009; Grønmo et al., 2012).

1 For å kunne undervise i norsk, engelsk og matematikk må den som skal undervise i fagene på barnetrinnet, ha minimum 30 relevante studiepoeng og 60 på ungdomstrinnet (se forskrift til opplæringslova §14,1-3). For å undervise i de andre fagene, deriblant naturfag, på barnetrinnet kreves det ingen studiepoeng, mens kravet på ungdomstrinnet er 30 studiepoeng. 30 studiepoeng tilsvarer et halvt års fulltidsstudium ved høyskole eller universitet.

2 Se også oversikt over nasjonale realfagssatsinger og ressurser på udir.no.

3 TIMSS – Trends in International Mathematics and Science Study, se f.eks. timss.no eller timssandpirls.bc.edu.

4 PISA – Programme for International Student Assessment, se f.eks. pisa.no eller oecd.pisa.

Kunnskap om årsaker til nedgang er viktig informasjon dersom det skal settes inn målrettede tiltak. Eksempelvis vil det være viktig at både den initiale lærerutdanningen og EVU-virksomhetene får mer detaljert informasjon om hvilke aspekter av læreres kompetanse som er spesielt viktige for elevers læringsutbytte.

Mye av forskningen på lærernes betydning for elevenes læringsutbytte er utført i Tyskland og USA med matematikk som fokusfag (se f.eks. Baumert et al., 2010; Ferguson & Danielson, 2015; Hill, Rowan & Ball, 2005; Kunter et al., 2013). Ifølge Blömeke og Olsen (2019) kan slike funn variere fra land til land, derfor vil det være viktig å se på dette i en norsk sammenheng også, og å fokusere på naturfag. Videre er det slik at tidligere norske undersøkelser om undervisningspraksis og læringsutbytte i naturfag ofte har hatt små eller mellomstore utvalg (se f.eks. Ødegaard et al., 2021), hvilket begrenser muligheten til å generalisere funn. Det er heller ikke mange undersøkelser som både har representativt utvalg og ser på endring over tid.

I den senere tid er det utviklet (kausale) metoder som kan benyttes til å undersøke hvorvidt endringer i én variabel (som f.eks. læreres kompetanse) har en effekt på endringer i elevers prestasjoner (Gustafsson, 2013; Gustafsson & Nilsen, i trykk; Kaplan & Jude, i trykk). Ved å ta i bruk disse metodene på TIMSS-data stiller dette kapitlet derfor følgende forskningsspørsmål:

1. Hvordan endrer lærernes kompetanse og undervisningskvalitet seg fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019, og kan endringer bidra til å forklare endringen i elevenes naturfagprestasjoner på 9. trinn?

Det vil selvsagt være ulike faktorer som kan påvirke lærernes naturfagundervisning, og en av disse er elevene selv, eller rettere sagt sammensetningen av elever i en klasse. Dersom mange elever i en klasse har utfordringer knyttet til for eksempel språk, atferd, fysisk eller psykisk helse, kan dette både virke begrensende på undervisningen og gå ut over elevenes prestasjoner (Oliver, Wehby & Reschly, 2011). Derfor inkluderes også forskningsspørsmålet:

- 2) Hvordan endres begrensninger for undervisningen når det gjelder elevsammensetningen fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019, og kan en endring bidra til å forklare endringen i elevenes naturfagprestasjoner på 9. trinn?

8.2 TEORETISK BAKGRUNN

I denne delen gis det en beskrivelse av hva som menes med læreres kompetanse og undervisningskvalitet, hvilke begrensninger som innvirker på undervisningen i betydningen sammensetningen av elevene i en klasse, og hvordan disse faktorene henger sammen med elevenes læringsutbytte.

8.2.1 Lærernes kompetanse

I den internasjonale forskningslitteraturen knyttet til lærernes kompetanse brukes ofte betegnelsen «teacher quality» (se f.eks. Bolyard & Moyer-Packenham, 2008; Goe, 2007), og svært mange studier viser at dette har en positiv sammenheng med både undervisningen og elevenes prestasjoner (Blömeke, Olsen & Suhli, 2016; Creemers & Kyriakides, 2010; Darling-Hammond, 2000; Fauth et al., 2019; Goe, 2007; Hattie, 2012; Nilsen et al., 2018; Rowan, Correnti & Miller, 2002). «Teacher quality» deles typisk inn i lærernes formelle kvalifikasjoner og profesjonskompetanse (se f.eks. Goe, 2007; Klingebiel & Klieme, 2016), hvor de formelle kvalifikasjonene består av deres lærerutdanning, hva slags fagspesialisering de har, om de har deltatt i etter- og/eller videreutdanning, og flere regner også inn deres yrkeserfaring som en del av kvalifikasjonene (Goe, 2007; Postholm, 2012; Seidel & Shavelson, 2007). Profesjonskompetansen inkluderer både kunnskap og ferdigheter (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015) i tillegg til selvtillit knyttet til det å være lærer og deres oppfatning om læring og undervisning (på engelsk ofte omtalt som *teacher self-efficacy* og *beliefs*) (Bryan, 2012; Cakiroglu, Capa-Aydin & Hoy, 2012; Künting, Neuber & Lipowsky, 2016; Voss, Kleickmann, Kunter & Hachfeld, 2013).

Av de mange kunnskapsaspektene som hører inn under en lærers profesjonelle kompetanse, er det to som har fått mye oppmerksomhet i det siste, nemlig faglig og fagdidaktisk kunnskap (Abell, 2008; Baumert et al., 2010). Disse kunnskaps-typene er det ikke alltid like lett å måle, men det har vist seg at begge kunnskaps-typene kan måles indirekte (Blömeke & Olsen, 2019; Nilsen et al., 2018; Tatto et al., 2012). Faglig kunnskap kan måles indirekte via lærernes utdanningsnivå, EVU-aktivitet og fagspesialisering, og den fagdidaktiske kunnskapen er nært knyttet til lærernes tro på, eller selvtillit knyttet til, egen fagdidaktisk kompetanse (ibid.). Disse indikatorene viser seg også å ha en positiv sammenheng med lærernes undervisningskvalitet (Burić & Kim, 2020; Gustafsson & Nilsen, 2016; Kaarstein et al., 2016; Nilsen & Bergem, 2020; Nilsen et al., 2018; Timperley et al., 2007).

8.2.2 Læreres undervisningskvalitet

Generelt består undervisning av mange forskjellige aspekter, men de aspektene som tidligere forskning peker på for å fremme elevers læringsutbytte, handler om organisering og ledelse av klassen og hvordan lærerne støtter og utfordrer elevene (Kuger, Klieme, Jude & Kaplan, 2016; Neumann, Kauertz & Fischer, 2012; Nilsen & Gustafsson, 2016). I litteraturen omtales og samles disse spesifikke aspektene i begrepet *undervisningskvalitet* (Baumert et al., 2010; Ferguson & Danielson, 2015; Klieme, Pauli & Reusser, 2009; Neumann et al., 2012; Praetorius, Klieme, Herbert & Pinger, 2018). I europeisk utdanningsforskning deles ofte undervisningskvalitet inn i de tre aspektene *støttende læring*, hvor lærerne yter både sosial og faglig støtte, *kognitiv utfordring*, hvor lærerne ønsker at elevene skal strekke seg lenger kognitivt, og *klasseledelse* (Baumert et al., 2010; Blömeke, Busse, Kaiser, König & Suhl, 2016; Klieme et al., 2009; Kunter et al., 2013; Neumann et al., 2012).

I en støttende undervisningspraksis handler det om at læreren ser og viser interesse for den enkelte elev og den enkelte elevs læring, at læreren hører på og respekterer elevenes ideer, gir tilbakemeldinger og tilpasser undervisningen (Praetorius, Grünkorn & Klieme, 2020). Denne praksisen inkluderer også det å hjelpe elevene med å oppsummere hva de har lært, og se sammenhengen mellom tidligere underviste emner og nye. I tillegg vil undervisningen og læringsmålene være klare og tydelige (Cohen & Grossman, 2016; Nilsen & Gustafsson, 2016).

En undervisningspraksis hvor elevene utfordres kognitivt, kan for eksempel være knyttet til problemløsning, utforskning, eller det å prøve seg på utfordrende oppgaver (Baumert et al., 2010; Hiebert & Grouws, 2007; Minner, Levy & Century, 2010). Her vil elevene blant annet måtte analysere, tolke, integrere, evaluere, resonere og benytte kunnskapen sin i både kjente og ukjente kontekster.

Klasseledelse er den mest generiske av de tre aspektene som inngår i undervisningskvalitet (Praetorius et al., 2018), fordi aspektet handler om å sørge for gode vilkår for effektiv læring i klasserommet. Det vil for eksempel si å ha kontroll på bråk og uro som kan forstyrre både undervisningen og læringen (Kyriakides, Creemers & Antoniou, 2009; van Tartwijk & Hammerness, 2011).

At det er en positiv sammenheng mellom elevers prestasjoner og klasseledelse, er behørig dokumentert i litteraturen (se f.eks. Freiberg, 2013; McGarity Jr. & Butts, 1984; Oliver et al., 2011). Derfor er *støttende lærer* og *kognitiv utfordring* de mest interessante aspektene å forske mer på, da de er nærmere knyttet undervisningen av fag enn klasseledelse.

Når undervisningskvalitet knyttes til elevenes læringsutbytte, vil det variere hvor detaljert en ønsker å være. Relasjonen til elevenes læringsutbytte kan undersøkes for hvert av aspektene som inngår i undervisningskvalitet om en ønsker en mer

nyansert tilbakemelding, for eksempel på hvilket aspekt som er sterkest knyttet til læringsutbytte. Eller en kan på et mer overordnet nivå se på undervisningskvalitet (samlet) i sammenheng med utbyttet. For dette kapitlet er det, av grunner som forklares nærmere i kapittel 8.3.3, inkludert ett aspekt av undervisningskvalitet i analysene, nemlig *støttende lærer*.

8.2.3 Begrensninger for undervisningen – elevsammensetningen

En lærers undervisningskvalitet vil kunne variere, og den vil være avhengig av elevsammensetningen (Nilsen, Scherer, Gustafsson, Teig & Kaarstein, 2020; Praetorius et al., 2020). Med det menes at lærernes undervisningspraksis kan variere fra klasse til klasse avhengig av hvilke elever som går i klassen. Det er lett å tenke seg at en lærer i en «snill og stille» klasse vil kunne ha god klasseledelse, og at en støttende undervisningspraksis vil kunne variere med elevenes fysiske, psykiske, kognitive og/eller psykososiale utfordringer. Når elevene møter trøtte eller sultne på skolen, er uengasjerte, eller mangler (grunnleggende) faglig kunnskap de er forventet å inneha, vil dette ha en innvirkning på lærerens undervisningskvalitet (Oliver et al., 2011; Wang & Degol, 2014). Men det bør også nevnes at undervisningskvaliteten også kan påvirke elevenes engasjement i positiv retning (se f.eks. Quin, Hemphill & Heerde, 2017).

I tidligere internasjonal forskning på hvilke faktorer i klasserommet som kan hindre god undervisning og læring, er det bred enighet om at elever med atferdsproblemer, eller elever som mangler engasjement, forkunnskaper og ferdigheter, til dels kan gi store utfordringer for læreren i tillegg til at det går ut over elevenes egne prestasjoner (Abebe & Hailemariam, 2007; Oliver et al., 2011; Wang & Degol, 2014; Yin & Fishbein, 2020). Det kan for eksempel oppleves stressende for en lærer at verdifull tid til opplæring blir brukt til å håndtere uønsket atferd hos elevene, eller til å ta igjen / repetere kunnskap elevene egentlig er forventet å inneha. Verdifull undervisningstid kan også gå tapt dersom veldig mange av elevene i en klasse er uengasjerte og mye krefter må brukes på å skape engasjement blant elevene.

Det er imidlertid ikke bare elevenes atferd, engasjement og kunnskapsmangler som kan påvirke undervisningen og elevers prestasjoner negativt. Tidligere studier har funnet en positiv effekt av et sunt kosthold på læring, karakterer, hukommelse og prestasjoner (Burrows, Goldman, Pursey & Lim, 2017; Hysing, Pallesen, Stormark, Lundervold & Sivertsen, 2013; Rampersaud, Pereira, Girard, Adams & Metzl, 2005; Samdal et al., 2016; Stea, Knutsen & Torstveit, 2014; Stea & Torstveit, 2014). I sin metastudie, hvor Rampersaud med kolleger (2005) ønsker å undersøke påstanden om at frokosten er det viktigste måltidet på dagen, finner de blant annet

at inntak av frokost øker elevenes hukommelse, karakterer og oppmøte på skolen. I tillegg finner de at flere og flere elever hopper over frokosten jo eldre de blir, og at inntak av frokost avhenger av elevenes hjemmebakgrunn (sosioøkonomisk status).

En annen faktor som også kan virke inn, er søvn. Søvnmangel blant ungdom har vist seg å ha sammenheng med dårlig atferdsregulering og lave prestasjoner (Dewald, Meijer, Oort, Kerkhof & Bögels, 2010; Schmidt & Van der Linden, 2015). Ifølge Schmidt og Van der Linden kan konsekvenser av dårlig atferdsregulering grunnet søvnmangel få konsekvenser som eksempelvis hyperaktivitet og aggresjon. Og, ifølge Dewald og kolleger, søvnmangel kan skyldes en kombinasjon av indre faktorer som pubertet og ytre faktorer som tidspunkt på dagen for skolestart. Nordgård Vik, Nilsen og Øverbys helt ferske norske studie (i trykk) kan bekrefte at mangel på søvn og frokost hadde en negativ sammenheng med prestasjoner i naturfag og matematikk. Analysene baserte seg på norske data fra TIMSS 2015 og TIMSS 2019 på 9. trinn, og viste også at andelen elever som møtte sultne og/eller trøtte på skolen, hadde økt i denne fireårsperioden.

For å gi en overordnet oppsummering av den teoretiske bakgrunnen for dette kapitlet viser tidligere forskning at lærernes kompetanse og undervisning har en positiv sammenheng med elevenes prestasjoner, mens lærernes undervisningskvalitet vil variere med elevsammensetningen (eller med begrensningen elevsammensetningen har for undervisningen) i en klasse. Blir det for mange elever i en klasse, som for eksempel mangler forkunnskaper, har atferdsproblemer og møter trøtte og sultne på skolen, kan dette gå ut over både undervisningskvaliteten og elevenes prestasjoner.

8.3 METODE

8.3.1 Om data

For å svare på forskningsspørsmålene i dette kapitlet benyttes data fra 9. trinn i TIMSS-undersøkelsene⁵ som ble gjennomført i 2015 og 2019. Mer spesifikt hentes data fra naturfaglærernes spørreskjema knyttet til deres kompetanse og undervisning. I tillegg benyttes den delen av elevenes spørreskjema som handler om hvordan de oppfatter lærernes undervisning og elevenes samlede prestasjon i naturfag. Alle spørreskjemaer benyttet i TIMSS-undersøkelsene kan lastes ned fra timss.no.

5 For mer informasjon om TIMSS-undersøkelsene se kapittel 1 i denne antologien eller timss.no.

8.3.2 Om utvalget

I TIMSS 2015 og 2019 hadde elevenes naturfaglærere undervist i gjennomsnitt 12–13 år (se almanakk for lærere, Fishbein, Foy & Yin, 2021; Foy, 2017). På 9. trinn i TIMSS 2015 deltok 4697 elever og 224 naturfaglærere, mens det deltok 4575 elever og 240 naturfaglærere i 2019. I begge undersøkelsene deltok like mange jenter som gutter, og elevene var i gjennomsnitt 14,7 år da undersøkelsene ble gjennomført (se almanakk for elever, Fishbein et al., 2021; Foy, 2017).

8.3.3 Variabler og konstrukter

Selv om alle spørreskjemaer knyttet til TIMSS-undersøkelsen i utgangspunktet skal være så like som mulig fra gjennomføring til gjennomføring for å kunne følge med på trend, må de også oppdateres for å følge med på utviklingen i samfunnet, og det jobbes hele tiden med å forbedre validiteten og kvaliteten til de ulike variablene som er inkludert (Hooper, Mullis, Martin & Fishbein, 2017). Dette fører noen ganger til at variabler tas ut og andre legges til. Da det i dette kapitlet handler om å undersøke endringer over tid, er det viktig at enkeltvariabler og samlevariabler er helt like slik at de kan sammenlignes. I det videre presenteres derfor variabler som er identiske på tvers av TIMSS 2015 og TIMSS 2019.

Til analysene i dette kapitlet, i tillegg til elevenes naturfagprestasjoner, tas det utgangspunkt i variabler som er knyttet til lærernes kompetanse, undervisning og hvilke faktorer lærerne opplever som hindringer for undervisningen. Som tidligere beskrevet i kapittel 8.2.1 deles lærernes kompetanse ofte inn i formelle kvalifikasjoner og profesjonskompetanse. Denne inndelingen benyttes også her selv om TIMSS ikke måler lærernes profesjonskompetanse direkte. Som indikatorer på profesjonskompetanse brukes lærernes rapportering av fagspesialisering og deres selvtillit knyttet til egen fagdidaktisk kunnskap.

Som et mål på lærernes formelle kvalifikasjoner benyttes spørsmålet om **høyeste formelle utdanning**. Her gis lærerne 7 alternativer som går fra *ikke fullført videregående skole* til *doktorgrad*.

Fagspesialisering defineres her som ett års fulltidsstudium (60 studiepoeng) eller mer. Lærerne som deltar i TIMSS, bes om å svare ja eller nei på om de har 60 studiepoeng eller mer i hvert av fagene *biologi, fysikk, kjemi, geofag* og *naturfagdidaktikk*.

Naturfaglærernes **etter- og videreutdanningsaktivitet** knyttes til sju ulike temaer, og lærerne blir spurt om de har deltatt på en eller flere EVU-aktiviteter med ett eller flere av de sju temaene i løpet av de siste to årene. Temaene er *naturfaglige emner*, *naturfagdidaktikk* (undervisningsmetoder), *læreplan i naturfag*,

bruk av IKT i naturfag, utvikling av elevenes kritiske tenkning eller utforskende ferdigheter, vurdering av naturfag og tilpasset opplæring. Svaralternativene er ja eller nei, og lærerne kan krysse av for ja på alle temaer som er aktuelle. For å måle lærernes **fagdidaktiske trygghet** blir de spurt om å ta stilling til 10 forskjellige utsagn. Grad av trygghet angis på en firedelt skala fra «svært trygg» til «svært utrygg», og lærerne blir bedt om å tenke på selve undervisningssituasjonen og hvor trygge de føler seg til, for eksempel, å forklare naturfaglige begreper eller prinsipper via forsøk, gi flinke elever utfordringer, gjøre naturfag relevant for elevene og bruke utforskende metoder. For å se alle ti påstandene, se for eksempel i TIMSS 2019 Lærerspørreskjema naturfag, 9. trinn⁶ (spm. nr. 25).

På linje med tidligere forskning benyttes elevenes rapportering av **lærernes undervisningskvalitet** i denne undersøkelsen (se f.eks. Baier et al., 2018; Fauth, Decristan, Rieser, Klieme & Büttner, 2014; Ferguson, 2012; Kyriakides et al., 2014; Wagner et al., 2016). Elevene blir bedt om å tenke på naturfagundervisningen de får, og ta stilling til hvor enige de er i følgende fem utsagn: *Jeg vet hva læreren forventer av meg, Læreren er lett å forstå, Læreren har klare svar på spørsmålene mine, Læreren er flink til å forklare naturfag og Læreren gjør mange forskjellige ting for å hjelpe oss å lære*. Grad av enighet angis på en firedelt skala fra «svært enig» til «svært uenig». Påstandene i dette målet hører inn under det aspektet av undervisningskvalitet som i kapittel 8.2.2 ble beskrevet som støttende undervisningspraksis. Aspektet kognitiv aktivering i naturfagundervisningen ble i TIMSS 2019 lagt til som et nasjonalt tillegg for første gang og kan derfor ikke inkluderes i disse analysene.

For å undersøke **begrensninger for naturfagundervisningen** i sin klasse blir lærerne bedt om å forholde seg til fem påstander. Påstandene handler om i hvor stor grad undervisningen begrenses av elever som *mangler kunnskaper eller ferdigheter, ikke har et sunt kosthold, ikke får nok søvn, forstyrrer undervisningen og er uinteressert i undervisningen*. Grad av begrensning angis på en tredelt skala fra «ikke i det hele tatt» via «litt» til «mye».

Mens lærernes utdanningsnivå er en enkeltvariabel, er de fire neste (fagspesialisering, fagdidaktisk trygghet, undervisningskvalitet og begrensninger for undervisningen) latente variabler hvor alle påstandene inkluderes (se f.eks. Hox, 2010).

Elevenes samlede **naturfagprestasjon** er, både i TIMSS 2015 og 2019, målt med 220 oppgaver som er tilpasset rammeverket for naturfag i TIMSS. Rammeverket definerer hvilke kunnskaper og ferdigheter elevene skal testes i (se f.eks. Mullis & Martin, 2017). Oppgavene blir fordelt på 14 mindre oppgavesett. Hver elev får ett

6 Hele lærerspørreskjemaet i naturfag på 9. trinn kan lastes ned fra timss.no.

oppgavesett som inneholder omtrent 30 oppgaver, og 45 minutter til å løse oppgavene. Omtrent halvparten av oppgavene i hvert sett består av flervalgsoppgaver hvor ett av fire svaralternativ er korrekt, den andre halvparten består av oppgaver hvor elevene må formulere svaret selv (åpne oppgaver). For mer om hvordan TIMSS-undersøkelsen dekker alle emnene som er inkludert i rammeverket for naturfag (og matematikk), se for eksempel Nilsen og Kaarstein (2016) og Mullis og Martin (2017).

8.3.4 Analyser

Et ideelt forskningsdesign for å se på utvikling over tid for en variabel er et såkalt longitudinelt design hvor de samme personene (populasjonen) deltar i undersøkelsen gjentatte ganger over tid (Menard, 2008). Men ifølge Menards fire mulige alternativer for longitudinell design passer TIMSS-undersøkelsen, som gjennomføres hvert fjerde år med representative utvalg av elever på 5. og 9. trinn, inn i det som han kaller «repeated cross-sectional design» (gjentatt tverrsnittsmåling) for longitudinell forskning. I tillegg settes TIMSS-resultatene på den samme skalaen hver gang slik at resultatene fra én undersøkelse kan sammenlignes med resultatene i de foregående for å oppdage trender (for mer om skalering, se Foy, Fishbein, von Davier & Yin, 2020). En slikt trend- og repeterende tverrsnittsmåling gjør det mulig å trekke mer robuste slutninger om endringer for populasjonen av elever på et gitt trinn over tid, enn slutninger trukket på grunnlag av tverrsnittsdata fra ett undersøkelsestidspunkt (Gustafsson & Nilsen, i trykk; Kaplan & Jude, i trykk).

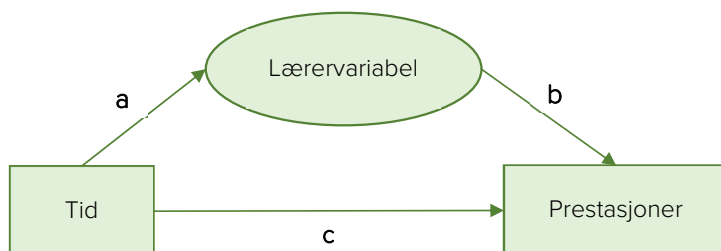
For å undersøke endringer fra én gjennomføring til den neste må datasettene for de to gjennomføringene slås sammen til ett datasett (Nilsen & Gustafsson, 2014). I det nye datasettet inkluderes en hjelpevariabel som angir hvilke resultater som kommer fra 2015, og hvilke som kommer fra 2019. Denne variabelen benyttes videre i analysen som et mål på tid mellom 2015 og 2019. Variabelen *Tid* settes til 0 i 2015 og 1 i 2019.

Siden det er kjent at elevenes naturfagprestasjoner på 9. trinn er statistisk signifikant lavere i TIMSS 2019 enn de var i TIMSS 2015 (Kaarstein et al., 2020; Mullis, Martin, Foy, Kelly & Fishbein, 2020), kan en første antagelse være at en endring i variabelen *Tid* har en negativ effekt på endringen i prestasjonene, som illustrert i figur 8.1.



Figur 8.1 Effekt av tid på prestasjoner.

Hypotesen som legger grunnlaget for forskningsspørsmålet i dette kapitlet er imidlertid at endringene i elevenes naturfagprestasjoner kanskje kan relateres til endringer i variabler knyttet til lærerne, deres undervisning og opplevde hindringer for undervisningen i tillegg til, eller istedenfor, tiden. Derfor undersøkes det om hver av de ulike lærervariablene omtalt i 8.3.3 kan *mediere* effekten av tid på prestasjoner, altså om lærervariablene kan bidra til å forklare endringen i naturfagprestasjoner på 9. trinn. Se konseptuell analysemodell for mediering i figur 8.2.



Figur 8.2 Konseptuell analysemodell: endring i lærervariabel medierer tiden.

I figur 8.2 står **a** for effekten av endring i tid på endring i lærervariabel, eller sagt på en annen måte, **a** viser om det har vært en endring i lærervariabelen fra 2015 til 2019, mens **b** angir effekten av selve lærervariabelen på elevenes prestasjoner. Bokstaven **c** angir endringer i prestasjoner fra 2015 til 2019, og omtales ofte som den direkte effekten, mens *produktet* av **a** og **b** utgjør den indirekte effekten. Den totale effekten er summen av direkte og indirekte effekt. Dersom den indirekte effekten er signifikant, betyr det at medieringsvariabelen (f.eks. lærerens utdanningsnivå) kan bidra til å forklare enten deler av eller hele endringen i prestasjoner (delvis eller full mediering, se f.eks. Mathieu & Taylor, 2006).

Det benyttes 2-nivå (elever, klasser) strukturell ligningsmodellering (SEM) og konfirmatorisk faktoranalyse (CFA) for å undersøke validitet og reliabilitet (Hox, 2010). Det ble først gjennomført CFA for de latente variablene og deretter SEM. Den hierarkiske oppbyggingen av data i TIMSS ivaretas av TYPE = COMPLEX. Elevene grupperes i klasser siden det antas at lærervariablene fører til større forskjeller mellom klasser enn mellom skoler. Figur 8.2 viser derfor medieringsmodellen på klassenivå.

Til analysene benyttes programmet Mplus, versjon 8 (Muthén & Muthén, 1998-2017). Programmet gir regresjonskoeffisienter og hvor godt analysemodellen (i figur 8.2) er tilpasset dataene (Hox, 2010; Hox & Roberts, 2011). I tillegg beregnes direkte og indirekte effekter av mediering ved å benytte MODEL INDIRECT i

Mplus. For å ta høyde for manglende verdier for variablene benyttes MLR (robust maximum likelihood, se f.eks. Puthenpura & Sinha, 1986).

8.4 RESULTATER

I dette kapitlet gis en kort presentasjon av resultatene.

Alle de undersøkte variablene, bortsett fra lærernes fagspesialisering og EVU-aktivitet, hadde signifikante endringer fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019 og ble dermed inkludert i de videre medieringsanalysene. Analysemodellen passet bra for de tre latente variablene som ble benyttet videre i analysen ifølge anbefalinger for god modelltilpasning gitt i Hox og Roberts (2011). RMSEA var under 0,025, og CFI/TLI var over 0,95 for alle de latente variablene. Videre lå alle faktorladningene stort sett rundt 0,7–0,8 (laveste var på 0,5), hvilket innebærer at alle påstandene som er inkludert i den latente variabelen, måler det samme underliggende begrepet.

I tabell 8.1 vises resultatene av analysene, og det oppgis både ustandardiserte og standardiserte regresjonskoeffisienter – standardiserte i parentes. I tabellen refererer bokstavene a, b og c til figur 8.2.

Tabell 8.1 Regresjonskoeffisienter fra medieringsanalysen. Standardiserte koeffisienter i parentes

Variabel	Effekt av tid på variabel a	Effekt av variabel på prestasjon b	Effekt av tid på prestasjon c	Indirekte effekt
Høyeste formelle utdanning	0,29 (0,25)**	10,89 (0,07)*	–17,14 (–0,10)**	3,11 (0,02)*
Fagdidaktisk trygghet	0,30 (0,37)**	11,67 (0,06)*	–17,50 (–0,10)**	3,47 (0,02)*
Undervisningskvalitet	0,07 (0,07)*	27,17 (0,15)**	–15,95 (–0,09)**	1,92 (0,01)*
Begrensninger for undervisningen	–0,13 (–0,20)*	47,20 (0,17)**	–8,01 (–0,05)*	–6,02 (–0,04)*

* Signifikansnivå $p < 0,05$. ** Signifikansnivå $p < 0,001$.

Den totale effekten er summen av effekt av tid på prestasjoner (c i tabell 8.1) og indirekte effekt, og dette stemmer godt med den faktiske/reelle nedgangen i elevenes naturfagprestasjoner på 13–14 poeng⁷.

7 Elevenes samlede naturfagprestasjon på 9. trinn i TIMSS 2015 var på 509 (2,8) poeng. I 2019 var den på 495 (3,1) poeng, standardfeil i parentes (Mullis et al., 2020). Om det er 13 eller 14 poeng, kommer an på avrunding av resultatene.

Av tabellens andre kolonne fremgår det at det i 2019 var signifikant flere lærere med høyere formell utdanning, lærerne rapporterte om høyere grad av fagdidaktisk trygghet, og elevenes vurdering av lærernes undervisningskvalitet var høyere enn i 2015. Variabelen «Begrensninger for undervisningen» har en negativ endring, hvilket innebærer at lærerne rapporterer at de opplever en høyere grad av begrensninger for undervisningen i 2019 enn de rapporterte i 2015.

Videre viser den tredje kolonnen i tabell 8.1 at alle variablene har en positiv sammenheng med prestasjoner. Det betyr at for hver enhet oppover på skalaen til variabelen, øker elevenes prestasjoner med det antall poeng som står i den tredje kolonnen. For eksempel, når lærernes fagdidaktiske trygghet går opp med 1 enhet (f.eks. fra litt trygg til svært trygg), øker elevenes prestasjoner med omtrent 11 poeng. Ut fra beregninger gjort for de norske resultatene i TIMSS 2015 tilsvarer en slik økning omtrent et halvt skoleår (Bergem et al., 2016; Kaarstein et al., 2020).

Når den indirekte effekten blir signifikant, slik den gjør for alle variablene som er inkludert i tabell 8.1 (se siste kolonne), betyr det at variabelen medierer tiden, eller er med på å forklare endringene i prestasjoner (i tillegg til at tiden har gått, som er den direkte effekten, c). Den ustandardiserte verdien angir hvor mange poeng av endringen i prestasjoner variabelen kan forklare. Eksempelvis bidrar «Begrensninger for undervisningen» til å forklare omtrent 6 poeng av den registrerte nedgangen i naturfagprestasjoner, mens den direkte effekten nå «bare» forklarer 8. Den totale effekten av begrensninger for undervisningen på prestasjoner blir da $-6 - 8 = -14$ (poeng), som er som forventet (at den ikke blir -13 poeng slik som rapportert i både norsk og internasjonal rapport, skyldes avrundinger i utregningene). Dersom den indre effekten er positiv, kan det sies at variabelen er med på å motvirke nedgangen.

8.5 DISKUSJON

8.5.1 Kort oppsummering av funn

Alle lærervariablene som er inkludert i dette kapitlet, bortsett fra lærernes fagspesialisering og EVU-aktivitet, hadde signifikante endringer fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019. Lærernes generelle utdanningsnivå, deres fagdidaktisk trygghet og undervisningskvalitet økte, mens begrensninger for undervisningen har endret seg til det verre. Videre hadde alle disse variablene, også begrensninger for undervisningen, en positiv sammenheng med elevenes prestasjoner (få begrensninger henger sammen med gode prestasjoner), og alle variablene medierte effekten av tiden på elevenes naturfagprestasjoner.

At lærernes utdanningsnivå, fagdidaktiske trygghet og undervisningskvalitet medierte tiden i positiv retning, kan tolkes som om de har hatt en motvirkende effekt på elevenes nedgang. Altså, uten en økning i disse variablene kunne elevenes nedgang muligens vært større. Begrensninger for undervisningen medierte tiden i negativ retning, hvilket betyr at begrensningene ser ut til å ha bidratt til, eller kan forklare, deler av nedgangen.

8.5.2 Diskusjon av funn i lys av teori

Ut fra analysene i dette kapitlet kan det se ut som om satsingen på å øke lærernes kompetanse og de innførte kravene knyttet til undervisning har gitt resultater. Det er flere elever som undervises av lærere med høyere utdanning i TIMSS 2019 enn det var i TIMSS 2015. Dette stemmer godt med kartleggingen av lærernes kompetanse i grunnskolen for skoleåret 2018/2019, gjennomført av Statistisk sentralbyrå (SSB; Perlic, 2019). I den samme SSB-rapporten antydes det også at den store satsingen på realfagene har ført til en høyere andel lærere med studiepoeng i matematikk og naturfag. Dette er derimot ikke synlig i TIMSS-dataene for naturfaglærernes del (Kaarstein et al., 2020). At det ikke er synlig i TIMSS-data, kan henge sammen med hvordan fagspesialisering defineres i undersøkelsen (minimum ett års fulltidsstudium), og det kan ha sammenheng med en av begrensningene for denne studien, nemlig at den ikke har et representativt utvalg lærere (for mer om begrensninger, se kap. 8.5.3).

Ifølge tidligere forskning henger lærernes profesjonsutvikling i form av etter- og videreutdanningsaktivitet sammen med både høyere fagdidaktisk trygghet og økt undervisningskvalitet (Blömeke, Olsen & Suhl, 2016; Fauth et al., 2019; Gustafsson & Nilsen, 2016). I datagrunnlaget for dette kapitlet var det ingen endring i naturfaglærernes etter- og videreutdanningsaktivitet fra TIMSS 2015 til 2019 som kunne ha vært med på å forklare hvorfor det, i det samme datagrunnlaget, har vært en økning i lærernes fagdidaktiske trygghet og undervisningskvalitet. Nå er det riktignok elevene og ikke lærerne som rapporterer om undervisningskvalitet, men det er en anerkjent måte å måle undervisningskvalitet på (Fauth et al., 2014; Kyriakides et al., 2014), og variablene ble målt på eksakt samme måte med fire års mellomrom. Selvsagt kan det også være andre faktorer som har bidratt til en økning i fagdidaktisk trygghet og undervisningskvalitet, men spørsmålet om *hvilke* faktorer og *hvorfor* det har økt, må sendes videre til andre.

Når det gjelder sammenhengen mellom de inkluderte variablene i dette kapitlet og elevenes naturfagprestasjoner, peker resultatene i samme retning som tidligere funn både internasjonalt og nasjonalt – lærernes kompetanse og undervisnings-

kvalitet har en sammenheng med elevenes prestasjoner. Med søkelys på naturfaglærernes kompetanse i betydningen fagdidaktisk kunnskap, fagdidaktisk trygghet og entusiasme fant Fauth og kolleger (2019) en positiv sammenheng mellom naturfaglærernes kompetanse og elevenes interesse for faget. I tillegg viste deres resultater at fagdidaktisk trygghet hos lærerne var relatert til elevenes prestasjoner. I tidligere analyser av norske TIMSS-data på 9. trinn fant Kaarstein, Nilsen og Blømmeke (2016) at naturfaglærernes faglige og fagdidaktiske trygghet hadde en sammenheng med deres undervisningskvalitet, og videre at undervisningskvalitet var relatert til elevenes naturfagprestasjoner. I studien fra 2016 ble undervisningskvalitet rapportert av lærerne og inkluderte både aspektet *støttende lærer* og *kognitiv utfordring*.

Men selv med en kompetent lærer kan det finnes ulike faktorer som hindrer god undervisning (Abebe & Hailemariam, 2007; Oliver et al., 2011; Wang & Degol, 2014). Dette kapitlet har sett spesielt på hvordan lærerne har oppfattet at undervisningen deres har blitt begrenset av elevenes mangel på søvn, sunt kosthold, kunnskaper eller ferdigheter, og i hvor stor grad elevene forstyrrer eller er uinteresserte i undervisningen. Som forventet ut fra tidligere forskning viste resultatene i dette kapitlet at det er en positiv sammenheng mellom *fravær* av begrensninger og prestasjoner (ibid.). Og videre, ut fra resultatene listet opp i tabell 8.1 er det nettopp denne variabelen som har sterkest sammenheng med elevenes prestasjoner relativt til de andre variablene, men det er også denne variabelen som har hatt negativ endring over tid og kan sies å ha en sammenheng med nedgangen i prestasjoner.

At variabelen har endret seg med tanke på søvn og kosthold, støttes blant annet av Hysing og kolleger (2013), som fant at norske tenåringer sover mindre nå enn før, og ifølge undersøkelsen «Helsevaner blant skoleelever. En WHO-undersøkelse i flere land» er det mange som dropper frokost, og andelen som dropper frokost, blir høyere jo eldre elevene blir (Samdal et al., 2016). Det å forstyrre og/eller være uinteressert i undervisningen kan ses på som problematferd (se f.eks. Oliver et al., 2011; Wang & Degol, 2014), men ifølge Sørli og Ogden (2014) foreligger det lite norsk forskning på utviklingen av elevers atferd over tid. I deres studie fant de at norske lærere rapporterte om mindre problematferd i 2008 enn i 1998, men dette kan ha endret seg. Følgelig trengs det oppdatert forskning på dette punktet.

Videre kan det å forstyrre og/eller være uinteressert i undervisning være nært knyttet til det å mangle ferdigheter, kunnskap og forståelse (her: i og for naturfag). Å svare på hvorfor elevene eventuelt mangler ferdigheter, kunnskaper og/eller forståelse, krever videre undersøkelser – har det for eksempel skjedd endringer i barneskolen eller ungdomskolen for 2019-kohorten sammenlignet med 2015-kohorten som kan forklare dette?

8.5.3 Svakheter ved studien

En av svakhetene ved denne studien er knyttet til designet. I TIMSS-undersøkelsen samles det i utgangspunktet inn tverrsnittsdata som ikke gir grunnlag for å trekke kausale slutninger. Det ideelle hadde vært å enten benytte et longitudinelt design som fulgte de samme elevene over tid (svært krevende), eller gjennomføre et randomisert, kontrollert eksperiment. Men siden TIMSS også er en trendundersøkelse, fører det likevel til at det er mulig å trekke mer robuste slutninger ved bruk av avanserte kausale metoder når data fra påfølgende undersøkelser benyttes for å se på endringer over tid (Gustafsson, 2013; Gustafsson & Nilsen, i trykk).

Lærerne som deltar i TIMSS-undersøkelsen, utgjør ikke et representativt utvalg, hvilket innebærer at resultatene ikke uten videre kan generaliseres. Grunnen til at resultatene likevel omtales i mer generelle vendinger, er at dette er de lærerne som underviser et representativt utvalg elever på 9. trinn i Norge.

Videre benyttes selvrapporterte data fra lærere og elever i analysene. Det er omdiskutert hvor objektive disse rapportene er (Kunter & Baumert, 2006). Selv om omfattende (og svært ressurskrevende) observasjoner i representative klasserom kunne gi mer objektive data og mer omfattende informasjon, viser for eksempel Kyriakides med kolleger (2014) og Wagner med kolleger (2016) at elevenes rapporteringer om lærerens undervisning er like valide som observasjoner.

Det vil alltid være knyttet usikkerhet til hvor godt variablene representerer det som ønskes målt (Kleven, 2008). Selv om det i kapittel 8.2.2 ble introdusert tre aspekter av undervisningskvalitet, vil disse bare kunne gi et lite innblikk i en svært sammensatt virkelighet. Hvilket vil si at det ene aspektet som inngikk i analysene (støttende lærer), ikke dekker undervisningskvalitet i sin helhet. I tillegg kan det være at de fem utsagnene som inngår i variabelen, også underrepresenterer aspektet *støttende lærer*.

Når det gjelder begrensninger for undervisningen, er det spesielt to forhold som bør nevnes. Det ene er at denne variabelen ikke måler den faktiske elevsammensetningen i klassene, men lærernes oppfatning av hvordan kombinasjonen av elevens mangler, begrenser undervisningen. Det andre er, på samme måte som for undervisningskvalitet, knyttet til underrepresentasjon av variabelen. Eksempelvis inkluderer den ikke elever som har utfordringer knyttet til språk.

På grunn av kompleksiteten i en undervisningssituasjon vil alle variablene undersøkt i dette kapitlet, i større eller mindre grad, overlappe med eller være avhengige av hverandre. Derfor har vi modellert variablene hver for seg fremfor å inkludere alle i en modell. Dette betyr at ingen av verdiene (verken de ustandardiserte eller standardiserte) som vises i tabell 8.1, kan benyttes som eksakte mål, men de kan benyttes som indikasjon på *at* variablene har noe å si for elevenes prestasjo-

ner, om de bidrar eller motvirker, og de kan si noe om (relativ) styrke. *Begrensninger for undervisningen* bidrar «mer» enn *undervisningskvalitet* motvirker (hhv. – 6,02 og 1,92 poeng, se tabell 8.1).

For å fremheve kompleksiteten i en undervisningssituasjon kan den undersøkte endringen i elevprestasjoner dessuten ha sammenheng med endringer i variabler eller karakteristika som er knyttet til elevene, som for eksempel språk og kjønn (se kapittel 7 i denne antologien), faglig motivasjon og selvtillit, og/eller endringer i deres skolemiljø som eksempelvis mobbing, skoletilhørighet og de foresattes engasjement/støtte (se kapittel 6 i denne antologien) i tillegg til variabler knyttet til lærerne, undervisningskvalitet og elevsammensetning som dette kapitlet har fokusert på.

8.5.4 Avsluttende kommentarer

Dette kapitlet har sett på om nedgangen i elevenes naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019 kan knyttes til endringer i karakteristika ved lærerne, deres undervisning og hvor store begrensninger for undervisningen elevsammensetningen har. Av de inkluderte variablene hadde alle en endring fra 2015 til 2019, bortsett fra lærernes fagspesialisering og etter- og videreutdanningsaktivitet. Dette førte til at de to sistnevnte ikke ble inkludert i medieringsanalysen.

Den eneste av variablene med negativ endring var begrensninger for undervisningen, og resultatet av analysene antyder at denne delvis også er med på å forklare nedgangen i elevenes naturfagprestasjoner. Hvorfor det har vært en nedgang og hvilke tiltak som kan settes inn for å hindre videre forverring av elevenes fysiske og psykiske helse, mangel på interesse for undervisningen og forkunnskaper, krever videre forskning.

Når det gjelder lærernes kompetanse og undervisningskvalitet, hadde alle variablene en positiv økning fra 2015 til 2019. Lærernes (generelle) utdanningsnivå er høyere, de har høyere fagdidaktisk trygghet, og elevene melder om økt undervisningskvalitet i form av opplevd støtte fra lærerne. I tillegg, når de samme variablene også viser seg å kunne bidra til å motvirke nedgang i elevenes prestasjoner til tross for at lærerne rapporterer om høyere grad av begrensninger for undervisningen, gir det ytterligere støtte til det innledende sitatet:

Lærerne er skolens viktigste ressurs. Nøkkelen til å løfte kunnskapen blant elevene er å satse på lærernes kompetanse.

REFERANSER

- Abebe, S. & Hailemariam, A. (2007). The Challenges of Managing Student Behavior Problems in the Classroom. *Online submission*.
- Abell, S.K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405–1416. Hentet fra <http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a795251439~db=all>
- Baier, F., Decker, A.-T., Voss, T., Kleickmann, T., Klusmann, U. & Kunter, M. (2018). What makes a good teacher? The relative importance of mathematics teachers' cognitive ability, personality, knowledge, beliefs, and motivation for instructional quality. *British Journal of Educational Psychology*, 89(4), 767–786. <https://doi.org/10.1111/bjep.12256>
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. Hentet fra <http://aer.sagepub.com/content/47/1/133.abstract>
- Bergem, O.K., Kaarstein, H. & Nilsen, T. (Red.). (2016). *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Universitetsforlaget.
- Blömeke, S. (2017). Modelling teachers' professional competence as a multi-dimensional construct. I S. Guerriero (Red.), *Pedagogical Knowledge and the Changing Nature of the Teaching Profession* (s. 119–135). OECD Publishing.
- Blömeke, S., Busse, A., Kaiser, G., König, J. & Suhl, U. (2016). The relation between content-specific and general teacher knowledge and skills. *Teaching and Teacher Education*, 56, 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.02.003>
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. <http://dx.doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Blömeke, S. & Olsen, R.V. (2019). Consistency of results regarding teacher effects across subjects, school levels, outcomes and countries. *Teaching & Teacher Education*, 77, 170–182. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.09.018>
- Blömeke, S., Olsen, R.V. & Suhl, U. (2016). Relation of Student Achievement to the Quality of Their Teachers and Instructional Quality. I T. Nilsen & J.-E. Gustafsson (Red.), *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes. Relationships Across Countries, Cohorts and Time* (vol. 2, s. 21–50). Springer Open.
- Bolyard, J.J. & Moyer-Packenham, P.S. (2008). A Review of the Literature on Mathematics and Science Teacher Quality. *Peabody Journal of Education*, 83(4), 509–535. <https://doi.org/10.1080/01619560802414890>
- Bryan, L.A. (2012). Research on Science Teacher Beliefs. I B.J. Fraser, K. Tobin & C.J. McRobbie (Red.), *Second International Handbook of Science Education* (s. 477–495). Springer Netherlands.
- Burić, I. & Kim, L.E. (2020). Teacher self-efficacy, instructional quality, and student motivational beliefs: An analysis using multilevel structural equation modeling. *Learning and Instruction*, 66, 101302. doi: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101302>

- Burrows, T., Goldman, S., Pursey, K. & Lim, R. (2017). Is there an association between dietary intake and academic achievement: a systematic review. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 30(2), 117–140. <https://doi.org/10.1111/jhn.12407>
- Cakiroglu, J., Capa-Aydin, Y. & Hoy, A.W. (2012). Science Teaching Efficacy Beliefs. I B.J. Fraser, K. Tobin & C.J. McRobbie (Red.), *Second International Handbook of Science Education* (s. 449–461). Springer Netherlands.
- Cohen, J. & Grossman, P. (2016). Respecting complexity in measures of teaching: Keeping students and schools in focus. *Teaching and Teacher Education*, 55, 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.01.017>
- Creemers, B. & Kyriakides, L. (2010). School Factors Explaining Achievement on Cognitive and Affective Outcomes: Establishing a Dynamic Model of Educational Effectiveness. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 54(3), 263–294. <https://doi.org/10.1080/00313831003764529>
- Darling-Hammond, L. (2000). Teacher Quality and Student Achievement: A Review of State Policy Evidence. *Education Policy Analysis Archives*, 8(1). <https://doi.org/10.14507/epaa.v8n1.2000>
- Dewald, J.F., Meijer, A.M., Oort, F.J., Kerkhof, G.A. & Bögels, S.M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Medicine Reviews*, 14(3), 179–189.
- Fauth, B., Decristan, J., Decker, A.-T., Büttner, G., Hardy, I., Klieme, E. & Kunter, M. (2019). The effects of teacher competence on student outcomes in elementary science education: The mediating role of teaching quality. *Teaching and Teacher Education*, 86, 102882. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102882>
- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E. & Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: Dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, 29, 1–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.001>
- Ferguson, R.F. (2012). Can Student Surveys Measure Teaching Quality? *Phi Delta Kappan*, 94(3), 24–28. <https://doi.org/10.1177/003172171209400306>
- Ferguson, R.F. & Danielson, C. (2015). How Framework for Teaching and Tripod 7Cs Evidence Distinguish Key Components of Effective Teaching. I *Designing Teacher Evaluation Systems* (s. 98–143).
- Fishbein, B., Foy, P. & Yin, L. (2021). TIMSS 2019 User Guide for the International Database. Hentet fra <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-database/>
- Foy, P. (2017). *TIMSS 2015 User Guide for the International Database*. Hentet fra <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-database/>
- Foy, P., Fishbein, B., von Davier, M. & Yin, L. (2020). Implementing the TIMSS 2019 scaling methodology. I M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-12.html>
- Freiberg, J. (2013). Classroom Management and Student Achievement. I J. Hattie & E.M. Anderman (Red.), *International guide to student achievement* (s. 228–230). Routledge.
- Goe, L. (2007). *The Link Between Teacher Quality and Student Outcomes: A Research Synthesis*. Hentet fra: <http://secc.sedl.org/orc/resources/LinkBetweenTQandStudentOutcomes.pdf>
- Grønmo, L.S. & Onstad, T. (2009). *Tegn til bedring: norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. Unipub.

- Grønmo, L. S., Onstad, T., Nilsen, T., Hole, A., Aslaksen, H. & Borge, I.C. (2012). *Framgang, men langt fram: norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2011*. Akademika forlag.
- Gustafsson, J.-E. (2013). Causal inference in educational effectiveness research: a comparison of three methods to investigate effects of homework on student achievement. *School Effectiveness and School Improvement*, 24(3), 275–295. <https://doi.org/10.1080/09243453.2013.806334>
- Gustafsson, J.-E. & Nilsen, T. (2016). The Impact of School Climate and Teacher Quality on Mathematics Achievement: A Difference-in-Differences Approach. I T. Nilsen & J.-E. Gustafsson (Red.), *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes. Relationships Across Countries, Cohorts and Time* (vol. 4, s. 81–96). Springer Open.
- Gustafsson, J.-E. & Nilsen, T. (i trykk). Methods of causal analysis with ILSA data. I T. Nilsen, A.S. Stancel-Piątak & J.E. Gustafsson (Red.), *International Handbook of Comparative Large-Scale Studies in Education*. Springer.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers : maximizing impact on learning*. London: Routledge.
- Hiebert, J. & Grouws, D.A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. I F. Lester (Red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 371–404). Information Age Publishing.
- Hill, H.C., Rowan, B. & Ball, D.L. (2005). Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371–406. <https://doi.org/10.3102/00028312042002371>
- Hooper, M., Mullis, I.V.S., Martin, M.O. & Fishbein, B. (2017). TIMSS 2019 Context Questionnaire Framework. I I.V.S. Mullis & M.O. Martin (Red.), *TIMSS 2019 Assessment Frameworks* (s. 59–79). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Hox, J.J. (2010). *Multilevel Analysis. Techniques and Applications* (2. utg.). Routledge.
- Hox, J.J. & Roberts, J.K. (2011). *Handbook of advanced multilevel analysis*. Routledge.
- Hysing, M., Pallesen, S., Stormark, K.M., Lundervold, A.J. & Sivertsen, B. (2013). Sleep patterns and insomnia among adolescents: a population-based study. *J Sleep Res*, 22(5), 549–556. <https://doi.org/10.1111/jsr.12055>
- Jensen, F., Pettersen, A., Frønes, T.S., Kjærnsli, M., Rohatgi, A., Eriksen, A. & Narvus, E.K. (2019). *PISA 2018. Norske elevers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag*. Universitetsforlaget.
- Kaplan, D. & Jude, N. (i trykk). Trendanalysis with international large-scale assessments: Past practice and future directions. In T. Nilsen, A.S. Stancel-Piątak & J.E. Gustafsson (Red.), *International Handbook of Comparative Large-Scale Studies in Education*. Springer.
- Kleven, T.A. (2008). Validity and validation in qualitative and quantitative research. *Nordic Studies in Education*, 3, 219–233. http://www.idunn.no/ts/np/2008/03/validity_and_validation_in_qualitative_and_quantitative_research
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The Pythagoras Study: Investigating Effects of Teaching and Learning in Swiss and German Mathematics Classrooms. I J. Tomáš & T. Seidel (Red.), *The Power of Video Studies in Investigating Teaching and Learning in the Classroom* (s. 137–160). Waxmann Verlag.

- Klingebl, F. & Klieme, E. (2016). Teacher Qualifications and Professional Knowledge I S. Kuger, E. Klieme, N. Jude & D. Kaplan (Red.), *Assessing Contexts of Learning. Methodology of Educational Measurement and Assessment*. Springer.
- Kuger, S., Klieme, E., Jude, N. & Kaplan, D. (Red.). (2016). *Assessing Contexts of Learning. An International Perspective*. Springer.
- Kunnskapsdepartementet. (2011). *Meld. St. 22 (2010–2011) Motivasjon – Mestring – Muligheter. Ungdomstrinnet*. Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2014). *Lærerløftet. På lag for kunnskapsskolen*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Larerloftet/id2001933/>
- Kunnskapsdepartementet. (2015). *Tett på realfag. Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnsopplæringen (2015–2019)*. Kunnskapsdepartementet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/tett-pa-realfag/id2435042/>
- Kunter, M. & Baumert, J. (2006). Who is the expert? Construct and criteria validity of student and teacher ratings of instruction. *Learning Environments Research*, 9(3), 231–251. <https://doi.org/10.1007/s10984-006-9015-7>
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Red.). (2013). *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers. Results from the COACTIV Project*. Springer.
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T. & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805–820. <https://doi.org/10.1037/a0032583>
- Künsting, J., Neuber, V. & Lipowsky, F. (2016). Teacher self-efficacy as a long-term predictor of instructional quality in the classroom. *European Journal of Psychology of Education*, 31(3), 299–322. <https://doi.org/10.1007/s10212-015-0272-7>
- Kyriakides, L., Creemers, B.P.M. & Antoniou, P. (2009). Teacher behaviour and student outcomes: Suggestions for research on teacher training and professional development. *Teaching and Teacher Education*, 25(1), 12–23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2008.06.001>
- Kyriakides, L., Creemers, B.P.M., Panayiotou, A., Vanlaar, G., Pfeifer, M., Cankar, G. & McMahon, L. (2014). Using student ratings to measure quality of teaching in six European countries. *European Journal of Teacher Education*, 37(2), 125–143. <https://doi.org/10.1080/02619768.2014.882311>
- Kaarstein, H., Nilsen, T. & Blömeke, S. (2016). Lærerkompetanse. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 97–119). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.-C., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.
- Mathieu, J.E. & Taylor, S.R. (2006). Clarifying conditions and decision points for mediational type inferences in Organizational Behavior. *Journal of Organizational Behavior*, 27(8), 1031–1056. <https://doi.org/10.1002/job.406>
- McGarity Jr., J.R. & Butts, D.P. (1984). The relationship among teacher classroom management behavior, student engagement, and student achievement of middle and high school science students of varying aptitude. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1), 55–61. <https://doi.org/10.1002/tea.3660210107>

- Menard, S. (2008). Introduction: Longitudinal research design and analysis. I S. Menard (Red.), *Handbook of longitudinal research: Design, measurement, and analysis* (s. 3–12). Elsevier.
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Hentet fra Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssand-pirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D.L. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Hentet fra Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Muthén, L.K. & Muthén, B.O. (1998–2017). *Mplus User's Guide. Eighth Edition*. Muthén & Muthén.
- Neumann, K., Kauertz, A. & Fischer, H.E. (2012). Quality of Instruction in Science Education. I B.J. Fraser, K.G. Tobin & C.J. McRobbie (Red.), *Second International Handbook of Science Education* (s. 247–258). Springer.
- Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). Teacher Competence and Equity in the Nordic Countries. Mediation and moderation of the relation between SES and achievement. *Acta Didactica Norden*, 14(1), 26. <https://doi.org/10.5617/adno.7946>
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.-E. (2014). School emphasis on academic success: exploring changes in science performance in Norway between 2007 and 2011 employing two-level SEM. *Educational Research and Evaluation*, 20(4), 308–327.
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.-E. (Red.). (2016). *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes. Relationships Across Countries, Cohorts and Time* (vol. 2). Springer Open.
- Nilsen, T. & Kaarstein, H. (2016). TIMSS og statistiske metoder. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (s. 178–199). Universitetsforlaget.
- Nilsen, T., Scherer, R. & Blömeke, S. (2018). The relation of science teachers' quality and instruction to student motivation and achievement in the 4th and 8th grade: A Nordic perspective. I Nordic Council of Ministers (Red.), *Northern Lights on TIMSS and PISA 2018* (s. 61–93). Nordic Council of Ministers 2018.
- Nilsen, T., Scherer, R., Gustafsson, J.-E., Teig, N. & Kaarstein, H. (2020). Teachers' Role in Enhancing Equity—A Multilevel Structural Equation Modelling with Mediated Moderation. I T. S. Frønes, A. Pettersen, J. Radišić & N. Buchholtz (Red.), *Equity, Equality and Diversity in the Nordic Model of Education* (s. 173–196). Springer International Publishing.
- Nordgård Vik, F., Nilsen, T. & Øverby, N.C. (i trykk). The importance of sufficient sleep and breakfast intake for student cognitive outcomes – triangulation across time and subject domains among students and teachers in TIMSS. *Scandinavian Journal of Educational Research*.
- Oliver, R.M., Wehby, J.H. & Reschly, D.J. (2011). Teacher classroom management practices: effects on disruptive or aggressive student behavior. *Campbell Systematic Reviews*, 7(1), 1–55. <https://doi.org/10.4073/csr.2011.4>
- Perlic, B. (2019). *Lærerkompetanse i grunnskolen. Hovedresultater 2018/2019* (vol. Rapporter 2019/18). Statistisk sentralbyrå.

- Postholm, M.B. (2012). Teachers' professional development: a theoretical review. *Educational Research*, 54(4), 405–429. <https://doi.org/10.1080/00131881.2012.734725>
- Praetorius, A.K., Grünkorn, J. & Klieme, E. (2020). Towards developing a theory of generic teaching quality: origin, current status, and necessary next steps regarding the three basic dimensions model. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66(1), 15–36.
- Praetorius, A.K., Klieme, E., Herbert, B. & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: the German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM*, 50(3), 407–426. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>
- Puthenpura, S. & Sinha, N.K. (1986). Modified maximum likelihood method for the robust estimation of system parameters from very noisy data. *Automatica*, 22(2), 231–235. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(86\)90085-3](https://doi.org/10.1016/0005-1098(86)90085-3)
- Quin, D., Hemphill, S.A. & Heerde, J.A. (2017). Associations between teaching quality and secondary students' behavioral, emotional, and cognitive engagement in school. *Social Psychology of Education*, 20(4), 807–829. <https://doi.org/10.1007/s11218-017-9401-2>
- Rampersaud, G.C., Pereira, M.A., Girard, B.L., Adams, J. & Metzl, J.D. (2005). Breakfast habits, nutritional status, body weight, and academic performance in children and adolescents. *Journal of American Diet Association*, 105(5), 743–760. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.007>
- Rowan, B., Correnti, R. & Miller, R.J. (2002). What Large-Scale Survey Research Tells Us About Teacher Effects on Student Achievement: Insights from the Prospects Study of Elementary Schools. *Teachers College Record*, 104(8), 1525–1567.
- Samdal, O., Mathisen, F.K.S., Torsheim, T., Diseth, Å.R., Fismen, A.-S., Larsen, T.M., Wold, B. & Årdal, E. (2016). *Helse og trivsel blant barn og unge – Resultater fra den landsrepresentative spørreundersøkelsen «Helsevaner blant skoleelever. En WHO-undersøkelse i flere land»*. HEMIL-Senteret, Universitetet i Bergen. Hentet fra <http://hdl.handle.net/1956/13072>
- Schmidt, R.E. & Van der Linden, M. (2015). The Relations Between Sleep, Personality, Behavioral Problems, and School Performance in Adolescents. *Sleep Medicine Clinics*, 10(2), 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2015.02.007>
- Seidel, T. & Shavelson, R.J. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454–499. <https://doi.org/10.3102/0034654307310317>
- Stea, T.H., Knutsen, T. & Torstveit, M.K. (2014). Association between short time in bed, health-risk behaviors and poor academic achievement among Norwegian adolescents. *Sleep Medicine*, 15(6).
- Stea, T.H. & Torstveit, M.K. (2014). Association of lifestyle habits and academic achievement in Norwegian adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 14(1), 829. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-829>
- Sørli, M.-A. & Ogdén, T. (2014). Mindre problematferd i skolen? – Lærervurderinger i et 10-års perspektiv. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 98(3), 190–202. <https://doi.org/10.18261/ISSN1504-2987-2014-03-05>
- Tatto, M.T., Schwillie, J., Senk, S., Ingvarson, L., Rowley, G., Peck, R., Bankov, K., Rodriguez, M., Reckase, M. (2012). *Policy, Practice, and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries: Findings From The IEA Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M)*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).

- Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H. & Fung, I. (2007). *Teacher professional learning and development. Best Evidence Synthesis Iteration (BES)*. Ministry of Education.
- van Tartwijk, J. & Hammerness, K. (2011). The neglected role of classroom management in teacher education. *Teaching Education*, 22(2), 109–112. <https://doi.org/10.1080/10476210.2011.567836>
- Voss, T., Kleickmann, T., Kunter, M. & Hachfeld, A. (2013). Mathematics Teachers' Beliefs. I M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Red.), *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers* (vol. 8, s. 249–271). Springer US.
- Wagner, W., Göllner, R., Werth, S., Voss, T., Schmitz, B. & Trautwein, U. (2016). Student and teacher ratings of instructional quality: Consistency of ratings over time, agreement, and predictive power. *Journal of Educational Psychology*, 108(5), 705–721. <https://doi.org/10.1037/edu0000075>
- Wang, M.-T. & Degol, J.L. (2014). Staying Engaged: Knowledge and Research Needs in Student Engagement. *Child Development Perspectives*, 8(3), 137–143. <https://doi.org/10.1111/cdep.12073>
- Wang, M.-T. & Degol, J.L. (2016). School Climate: a Review of the Construct, Measurement, and Impact on Student Outcomes. *Educational Psychology Review*, 28(2), 315–352. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9319-1>
- Wayne, A.J. & Youngs, P. (2003). Teacher Characteristics and Student Achievement Gains: A Review. *Review of Educational Research*, 73(1), 89–122. <https://doi.org/10.3102/00346543073001089>
- Yin, L. & Fishbein, B. (2020). Creating and Interpreting the TIMSS 2019 Context questionnaire Scales. I M.O. Martin, M. von Davier & I.V.S. Mullis (Red.), *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*. Hentet fra Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods/chapter-16.html>
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Karlsen, S., Kersting, M., Lunde, M.L.S., Olufsen, M. & Sæleset, J. (2021). *Tett på naturfag i klasserommet. LISSI-Rapport (2018–2020)*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning (UiO) og Norges arktiske universitet (UiT).

9. Et kritisk og konstruktivt blikk på naturfaget i norsk skole

Førsteforfattere: Trude Nilsen og Merethe Frøyland

Medforfattere: Ellen Karoline Henriksen, Stein Dankert Kolstø, Doris Jorde, Majken Korsager, Erik Knain, Marianne Ødegaard, Nani Teig, Fredrik Jensen, Marit Kjærnsli, Berit Bungum, Marianne Løken, Matthias Gregor Stadler

Sammendrag Dette kapitlet retter et kritisk, men konstruktivt blikk på naturfag, og foretar en gjennomgang av naturfag og naturfagdidaktikk innen forskning og i praksis. Kapitlet starter med å beskrive og diskutere naturfagets kjennetegn, verdi og relevans. Her kastes det lys på hva som er fagets og naturvitenskapens egenart, og hvorfor og hvordan naturfag er verdifullt og relevant. Videre beskrives og diskuteres naturfag på tre nivåer eller fra tre perspektiver: 1) på system- og politikknivå (antall timer til naturfag, realfagssatsing og læreplan), 2) på lærernivå (læreres kompetanse, etterutdanning og undervisning) og 3) på elevnivå (elevers kompetanse og motivasjon). Innen hvert av disse nivåene beskrives først tilstanden og hvordan gunstige betingelser ville ha vært (f.eks. hva kjennetegner god undervisning), og deretter diskuteres utfordringer og muligheter. Kapitlet avsluttes med en oppsummering og diskusjon av veien videre.

Nøkkelord naturfagdidaktikk | læreres kompetanse og undervisningskvalitet og -kvantitet | utforskende arbeidsmåter | naturfaglig diskurs og argumentasjon | representasjoner og modeller

Abstract This chapter provides on a critical but constructive view of science and undertakes a review of science and science education in research and practice. The chapter begins by describing and discussing the nature of science, as well as its value and relevance. Light is shed on what constitutes the nature of science in general and the nature of the school subject, and why and how science is valuable and relevant. Further, science is described and discussed at three levels or from three perspectives: 1) at the system and policy level (number of hours for science, strategies for promoting science, and curriculum), 2) at the teacher level (teachers' competence, professional development, and instruction) and 3) at the student level (students' competence and motivation). Within each of these levels, the condition

and how optimal conditions would be are described first (e.g., what characterizes good teaching), and then challenges and possibilities are discussed. The chapter concludes with a summary and discussion of the way forward.

Keywords science education | teachers' competence and instructional quality and quantity | inquiry | science discourse and argumentation | representations and models

9.1 INTRODUKSJON OG KORT SAMMENDRAG AV KAPITLENE

Elevenes læringsutbytte i naturfag har hatt en nedgang i både PISA og TIMSS på ungdomstrinnet, og avstanden til de øvrige nordiske landene har blitt enda større. De foregående kapitlene i denne antologien har belyst elevers læringsutbytte og motivasjon i naturfag ved å benytte TIMSS-data. I dette kapitlet benyttes et bredere perspektiv, og litteratur, teorier og data fra forskjellige prosjekter og tradisjoner blir diskutert. Forfatterne i dette kapitlet er alle naturfagdidaktikere fra forskjellige prosjekter, forskjellige universiteter og tradisjoner, med både kvantitativ og kvalitativ erfaring når det gjelder forskningsmetoder, og med både praktiske og teoretiske bakgrunner. Kapitlet søker å belyse naturfag fra flere forskjellige perspektiver, fra praktiske og yrkesnære tilnærminger, til teoretiske og allmennfaglige tilnærminger. Kapitlet er skrevet for forskere, politikere innen utdanning, lærere, lærerutdannere og studenter.

De tidligere kapitlene i denne antologien utgjør en del av et større bilde, og blir her kort oppsummert før de settes inn i den store sammenheng i resten av kapitlet.

Sammendrag av tidligere kapitler. I introduksjonskapitlet blir det redegjort for bakgrunnen for boka, og det beskrives hva TIMSS-undersøkelsen er og hvilke resultater TIMSS 2019 ga. Videre begrunnes kapitlene i litteraturen for naturfagdidaktikk, samt i funn fra TIMSS. Til slutt beskrives strukturen og kapitlene i boka.

Kapittel 2, «Elevenes muligheter til å lære», handler om tre læreplannivåer: *den intenderte* (altså hva elevene skal lære), *den implementerte* (altså hva lærerne underviser, OTL) og *den oppnådde* (elevers prestasjoner). Resultatene viser god overensstemmelse mellom norsk læreplan og TIMSS' rammeverk, og mellom nedgang i prestasjoner og elevenes muligheter til å lære fra 2015 til 2019.

I kapittel 3, «Gir utforskende arbeidsmåter i naturfag bedre læringsutbytte?», måles utforskende arbeidsmåter ved elevspørreskjema, og resultatene viser en sterk sammenheng mellom utforskende arbeidsmåter og motivasjon for naturfag

og en middels sterk sammenheng mellom utforskende arbeidsmåter og faglige prestasjoner.

I kapittel 4, «TIMSS 2019: Hverdagspråk og naturfaglig diskurs i elevens svar på åpne oppgaver», undersøkes det i hvilken grad elevene evner å argumentere naturfaglig på TIMSS-oppgaver som krever at elevene resonnerer. Resultatene viser at en forholdsvis stor andel av elevene på 9. trinn benytter hverdagsforestillinger framfor faglig diskurs.

Kapittel 5, «Norske 9.-trinnslevers motivasjon for naturfag og matematikk – en latent profilanalyse av TIMSS 2019», grupperer elevene i seks motivasjonsprofiler. Resultatene viser blant annet at det er større sannsynlighet for at det er flere gutter som tilhører den «optimale» profilen, «matematikkprofilen» og «naturfagsprofilen» enn det er i den såkalte «passive» profilen (denne gruppen rapporterer om den laveste selvtiliten og den laveste indre og ytre motivasjonen for både naturfag og matematikk). I tillegg viste resultatene at elever med innvandrerbakgrunn har stor sannsynlighet for å høre til i profilen som fikk merkelappen «verdsetter realfag». Med tanke på prestasjoner ble det funnet store forskjeller mellom profilenes matematikkprestasjoner, men ikke for naturfagprestasjonene.

Kapittel 6, «Skolemiljø, motivasjon og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019», undersøker om endringer i elevers motivasjon for naturfag og skolemiljø (trygghet, læringsfokus, psykososialt og fysisk miljø) kan forklare nedgangen i naturfagprestasjoner på 9. trinn fra TIMSS 2015 til 2019. Resultatene viser at skolemiljøet kan forklare en del av nedgangen i elevers motivasjon for naturfag, og at både skolemiljø og motivasjon er med på å forklare noe av nedgangen i elevenes prestasjoner.

Kapittel 7, «Språk i hjemmet og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019», undersøker om endringer i hvor ofte elevene snakker norsk hjemme kan forklare nedgangen i naturfagprestasjoner. Resultatet viser at språk forklarer noe av nedgangen i naturfagprestasjoner.

Kapittel 8, «Lærerkompetanse, undervisningskvalitet og naturfagprestasjoner fra TIMSS 2015 til TIMSS 2019», undersøker hvorvidt endringer i lærernes kompetanse, undervisningskvalitet og elevsammensetning i klasser i Norge kan forklare nedgangen i naturfagprestasjoner på 9. trinn fra TIMSS 2015 til 2019. Resultatene viser at lærerne har vært med på å motvirke nedgangen i naturfagprestasjoner, mens elevfaktorer som begrenser undervisningskvaliteten (f.eks. at elevene mangler kunnskaper eller ferdigheter, ikke har et sunt kosthold eller ikke får nok søvn), kan forklare noe av nedgangen.

9.2 NATURFAGETS EGENART, VERDI OG RELEVANS

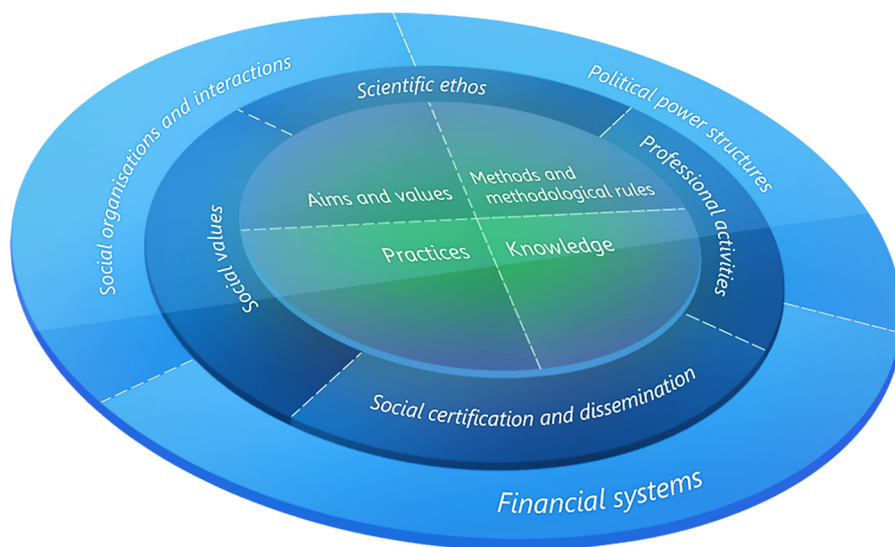
Naturvitenskap er tett forbundet med hvordan vi lever. Naturvitenskapelige og teknologiske innsikter påvirker hva vi arbeider med, hvordan vi arbeider, hvordan vi tar vare på egen og andres helse, hva vi fyller tiden vår med, og hvordan vi kommuniserer. Naturfag er skolens versjon av naturvitenskapene, med innhold fra flere forskjellige fagfelt som fysikk, kjemi, biologi, geofag og teknologi. Men naturfag er først og fremst et verdifullt, relevant og nyttig fag. Her skisserer vi kort hvorfor ved først å presentere naturvitenskapenes egenart, deretter trekke fram relevansen og verdien av naturfag, og til slutt oppsummere hvordan dette passer inn i norsk skole.

9.2.1 Naturvitenskapenes egenart

Det er viktig å skille mellom naturvitenskapenes egenart (*Nature of Science, NOS*) og egenarten til naturfagene i skolen. Egenarten til naturfagene i skolen handler om hva som kjennetegner skolefagene, og blir drøftet nærmere i kapittel 2.3, mens *Nature of Science (NOS)* handler om hva naturvitenskapelig kunnskap er, og hvordan det blir til. Erduran, Kaya, Cullinane, Imren og Kaya (2020) har framsatt en modell som oppsummerer likhetstrekkene til alle naturvitenskapenes egenart, fysikk, kjemi, biologi, geofag og teknologi. Modellen er delt opp i tre nivåer illustrert som tre sirkler (se figur 9.1). Overordnet gir kjernen en beskrivelse av naturvitenskapelig kunnskap, som er et resultat av hvordan det naturvitenskapelige samfunnet arbeider og fungerer, og som igjen er avhengig av samfunnet rundt og de muligheter og begrensninger det gir.

For å gi en mer detaljert beskrivelse av modellen består den innerste delen av hjulmodellen, altså kjernen av naturvitenskapene, av vitenskapelig kunnskap, metoder brukt for å frambringe denne kunnskapen, praksiser for å validere kunnskapen, og mål og verdier benyttet underveis (f.eks. nøyaktighet). Denne kjernen blir påvirket av vitenskapenes og samfunnets normer og verdier, kommunikasjon med omverdenen via formidling, og aktiviteter forskere er med på. Både disse elementene, samt kjernen, blir påvirket av ytre faktorer (den ytterste ringen), som finansielle, politiske og organisatoriske faktorer.

På et vis er intensjonen med naturfag i skolen å speile naturvitenskapen, men i virkeligheten er dette ikke mulig. Naturfag blir derfor presentert til barn og unge i en progresjon som er passende for deres alder og nivå av forståelse. Naturfag i skolen har et dobbelt mål, en grunnleggende kompetanse og forståelse for naturfag for alle, og rekruttering til videre studier innen naturvitenskap.



Figur 9.1 Erdurans modell av naturvitenskapenes egenart (Erduran, Kaya, Cullinane, Imren & Kaya, 2020).

Hjulmodellen illustrerer hva naturvitenskapene har til felles, men det er også viktig å få fram at hver av fagene har sine tradisjoner og sin egenart. Teknologi skiller seg fra de andre fagene ved at teknologi søker å løse problemer, mens de fire andre naturfagene søker å forstå og forklare fenomener. For eksempel er teknologi ofte opptatt av *om* en ting virker eller ikke, mens i de andre fagene er man opptatt av *hvorfor* det virker eller ikke. I mange sammenhenger henger teknologi tett sammen med de andre fagene. For eksempel er det ofte slik at teknologiske framskritt (som mikroskopet) fører til framskritt i naturvitenskapen, og vice versa.

Innen fysikk, kjemi, biologi og geofag finnes det også store variasjoner i hvordan vitenskapelig arbeid drives. Noen ganger drives forskningen ved hjelp av hypotese-testing, andre ganger drives den av å beskrive eller måle fenomener. Noen ganger produseres data ved hjelp av eksperimenter der variablene endres, mens andre ganger, som ofte i astrofysikk, består dataene av observasjoner som ikke manipuleres (Brandon, 1994).

For å forstå naturvitenskapelig kunnskap og hvordan kunnskapen blir til, og ikke minst opparbeide kritisk ferdighet er det viktig at elever har kjennskap til naturvitenskapenes egenart.

9.2.2 Verdien og relevansen av naturfag

På grunn av sin lange tradisjon og ikke minst relevans for samfunnsutviklingen har naturfaget en svært viktig rolle i skolen og i utviklingen av elevers allmenndannelse.

Vi trenger naturvitenskapelig og teknologisk kunnskap for å løse framtidige utfordringer knyttet til klima, miljø, helse, pandemier og for å kunne skape bærekraftig utvikling. Samtidig kan ikke disse temaene belyses ved kun ett fag, de må belyses fra flere fag, som for eksempel samfunnsfag, filosofi og matematikk. Mye av samfunnsutviklingen er derfor avhengig av naturvitenskapelig kunnskap, men ofte sett i sammenheng med andre fag. Sentrale emner i den nye læreplanen (LK20) er oppsummert i tre tverrfaglige temaer: *bærekraftig utvikling*, *folkehelse og livsmestring* og *demokrati og medborgerskap* (Utdanningsdirektoratet, 2019). Naturfaget gir viktige bidrag til alle disse tre temaene. Her beskriver vi kort hvordan og hvorfor naturfag er relevant generelt sett.

Bærekraftig utvikling. Bærekraftskrisen er en stor utfordring for naturfagene, både som skolefag og som del av skolen som institusjon. Advarslene fra forskersamfunnet blir stadig sterkere (UNEP, 2021). Vi har som samfunn et forholdsvis smalt og raskt krympende vindu for å gjøre dyptgripende og omfattende endringer, lokalt og globalt, og på alle samfunnsområder for å unngå katastrofale klimaendringer og kritisk svikt i viktige økosystemtjenester. Samtidig vil klimaendringene som allerede er i gang, føre oss inn i en framtid som er mer preget av usikkerhet, risiko og store utfordringer med tilpasning og omstilling. Ytterligere kompleksitet vil ligge i hvordan utfordringene forstås og tolkes i lys av grunnleggende syn på natur og samfunn, normer og verdier (Stoknes, 2019). Både problemene selv, hvordan de sees på, og løsninger på dem vil både romme og være årsak til interessekonflikter. Hva er viktige kompetanser i en verden som er i rask endring?

Naturfagene står slett ikke på bar bakke. Forskning på «socio-scientific issues» med vekt på hvordan elever håndterer komplekse og dagsaktuelle spørsmål med et naturvitenskapelig islett, har gitt ulike rammeverk for å analysere både naturvitenskapens egenart (Kolstø, 2001) og elevers læringsprosesser (Sadler, 2011). Utforskende arbeidsmåter er også godt egnet til å arbeide med mer komplekse og åpne problemstillinger (Knain, 2019). Det finnes flere mer generiske kompetanseramverk som kan relateres til naturfag. Kompetanser som ofte går igjen, er: forstå og vurdere systemer, strategiske vurderinger om framtiden, reflektere over verdier og normer, kunne samarbeide og delta i fellesskap, og kritisk tenkning (Leicht, Heiss & Byun, 2018; Sinnes, 2015).

EU-prosjektet Science Education for Action and Engagement towards Sustainability (SEAS) (www.seas.uio.no) utvikler teoretiske og metodiske ressurser for å støtte samarbeid mellom skoler og ulike organisasjoner, lokale myndigheter,

bedrifter og forskere om å skape endring i lokale bærekraftsspørsmål, og gjennom det utvikle handlingskompetanse og anvende ulike kunnskapsressurser. Prosjektet består av seks skolenettverk i ulike europeiske land, og selv om naturfag er et sentralt fag, er prosjektene utpreget tverrfaglige.

Et annet prosjekt er Den naturlige skolesekken (DNS, <https://www.natursekken.no/>) som gir lærere kompetanse i å undervise og designe tverrfaglig undervisning innen bærekraftig utvikling (se delkapittel 3.1.1.).

Folkehelse og livsmestring. Helse er den viktigste verdien for enkeltpersoner og samfunn, og alle bør derfor tilegne seg kunnskap, ferdigheter og positive holdninger til fysisk og psykisk helse. Høy helsekompetanse i befolkningen har blitt enda viktigere under covid-19-pandemien. Mange trenger å finne pålitelig helseinformasjon, forstå myndighetenes anbefalinger og tiltak og vite hva de skal gjøre for å beskytte seg selv og andre. Helsekompetanse er nøkkelen til å finne, forstå, vurdere og bruke helseinformasjon for å kunne ta kunnskapsbaserte beslutninger om egen helse (Sørensen et al., 2012). Dette gjelder informerte helsebeslutninger knyttet til livsstilsvalg, sykdomsforebyggende tiltak (f.eks. smittevern, vaksiner og bruk av antibiotika) samt egenmestring av sykdom. Naturfag skal bidra til å styrke elevenes helsekompetanse og oppmuntre dem til å foreta og opprettholde sunne valg gjennom hele livet. God helse fører til økt livskvalitet som gjør det mulig for mange å ta en aktiv rolle i samfunnet. En sunn befolkning er også samfunnets viktigste kapital for en stabil økonomisk utvikling.

Demokrati og medborgerskap. Et demokrati bygger blant annet på at alle medborgere skal ha innflytelse på samfunnet. Det er viktig å kunne delta aktivt og være med på å forme samfunnet rundt seg. Faktorene beskrevet over, handlingskompetanse, innbefattet kritisk tenkning i forhold til klima og miljø og helse, kunnskap om teknologi og praktiske ferdigheter, er kompetanser som er viktige for elevene å ha for å kunne bidra til morgendagens samfunn, for å klare seg i dette samfunnet og ta informerte valg, og for å kunne påvirke det. Et samfunn med medborgere som tror at jorda er flat, eller at klimaendringer ikke er menneskeskapte, er ikke et bærekraftig samfunn.

En internasjonal undersøkelse som måler demokratiforståelse, kunnskap og engasjement blant 9.-klassinger (International Civic and Citizenship Education Study, ICCS) fant at norske elever skåret høyt på kunnskap om og forståelse for hvordan demokratiet fungerer i teori og praksis, sammenlignet med det internasjonale gjennomsnittet (Huang et al., 2017).

I tillegg til disse tre tverrfaglige temaene er det andre temaer som karakteriserer kjernen av naturfag, og som bidrar til å gjøre naturfag relevant og verdifullt. Disse beskrives i det følgende.

Kritisk, vitenskapelig tankegang. Vi lever i en tid hvor folk trekker vitenskapelige fakta i tvil, for eksempel tviler en del mennesker på vaksiner, på klimaendringer og til og med på hvorvidt jorden er rund. Dette tyder på at mange har liten kunnskap om vitenskapelige prosesser, om hvordan teorier testes, og om hva som skal til for å frambringe ny kunnskap. Da er det lett å falle for såkalte «fake news». Det er derfor viktig at elever lærer kritisk tankegang. Naturfag er en naturlig arena for å trene på *kritisk tenkning* og *kreativt samarbeid*. Disse er viktige elementer i «21st century skills», altså kompetanser man antar er viktige i det 21. århundre, og som gjerne framheves som viktige for utdanningen i årene framover (Griffin & Care, 2014). Faget er derfor høyst relevant for elevene, og for de andre fagene.

Gjennom utforskende arbeidsmåte får elevene trening i å utvikle forslag til forklaring av observasjoner de gjør. Like viktig er det at de får erfaring med at slike forslag må testes mot ny empiri og mot andres forslag og argumenter. I slike prosesser blir forslag forbedret, og kvaliteten til argumenter blir kritisk vurdert. Gjennom lærerledede diskusjoner i grupper og i klassen kan elevene få erfaring med diskusjon der målet ikke er å vinne debatten, men sammen å finne ut hvilke argumenter og konklusjoner som har best støtte (Bailin & Battersby, 2016). Ved sammen å reflektere over slike erfaringer kan de bli kjent med verdien av å kritisk vurdere påstander i lys av empiri og argument.

I arbeid med prosjekter knyttet til samfunnsrelaterte tverrfaglige tema i læreplanen kan elevene få trening i å bruke sine nye innsikter om kritisk vurdering i møte med påstander i ulike medier og i møte med medelevers argumenter. I mange samfunnsaktuelle problemstillinger kreves det naturfaglig kunnskap for å forstå og vurdere argumenter. Koronaepidemien har også eksemplifisert at innsikt i naturvitenskapens egenart kan være viktig for kritisk vurdering basert på forståelse av vitenskapelig kunnskapsutvikling, for eksempel innsikt i hvordan vitenskap håndterer usikkerhet, og forskjellen mellom enkeltstudier og konsensusuell kunnskap.

Praktisk kunnskap og teknologi. Teknologi hører naturlig hjemme i naturfaget, og er i LK20 et eget kjerneelement. For moderne teknologi og naturvitenskap er skillelinjene uklare fordi mye av vår moderne teknologi ikke hadde vært mulig uten sitt grunnlag i naturvitenskap, og motsatt. Likevel har teknologi sine egne kunnskapsstrukturer som elevene bør bli kjent med som del av faget. Det er ikke slik at man basert på utelukkende vitenskapelig kunnskap kan skape og bruke teknologi: Man kan for eksempel ikke bygge et fungerende vannkraftverk kun med kunnskap om Faradays induksjonslov, eller genmodifisere tomater bare ved å lese tykke bøker om cellebiologi og artikler om tomaters DNA. Utvikling og bruk av teknologi er i sin natur praktisk og sammensatt, og trekker på mange ulike kunn-

skapstradisjoner. I tråd med dette defineres teknologiske praksiser parallelt med naturvitenskapelige praksiser (Bybee, 2011; Crawford, 2014). Den underliggende logikken som skiller disse, er teknologiens formål om å løse praktiske problemer, mens naturvitenskapens formål er å besvare spørsmål om naturlige fenomener. I undervisningen om teknologi som del av naturfaget bør elevene derfor få erfaring med å arbeide praktisk med alle aspekter av teknologi, bli kjent med teknologiske begreper og bruk av verktøy. De bør få utvikle egne løsninger som fyller gitte formål, ikke bare som demonstrasjoner av naturvitenskapelige prinsipper. Dette kan gi dem glede over å skape noe, erfaringer som inspirerer til å velge teknologiske utdanninger og yrker, respekt for praktisk arbeid og innsikt i at all teknologi er menneskeskapt, noe som innebærer at noen har gjort valg på brukernes vegne. Dette er også viktig i et demokratiperspektiv.

Utforskende arbeidsmåter. Generelt er det viktig for elevene å lære seg utforskende arbeidsmåter da dette er nyttig i andre fag og i videre studier og yrkesliv. Gjennom utforskende arbeidsmåter lærer elever ulike kompetanser som reflekterer selve kjernen i all vitenskap. Ifølge Rönnebeck, Bernholt og Ropohl (2016) er disse kompetansene knyttet til forberedelsesfasen (formulere forsknings-spørsmål og hypoteser, søke etter informasjon), gjennomføringsfasen (planlegge og gjennomføre forsøk, analysere, tolke og vurdere data) og forklarings- og evalueringsfasen (konstruere modeller, utvikle naturfaglige forklaringer og delta i argumentasjon og resonnering). I tillegg er kommunikasjon en overordnet kompetanse som er essensiell for å støtte alle disse tre fasene. Det er dog viktig å poengtere at elever også kan jobbe utforskende ved, for eksempel, å søke opp kilder til kunnskap og sammenstille disse – eller jobbe med datasett som andre har gjort tilgjengelige (dette er ikke minst aktuelt i forbindelse med programmering og modellering).

Motivasjon. Naturfag er ikke bare et verdifullt og nyttig fag for elevenes læring, de kan også ha glede av det. Interesse, glede og motivasjon for naturfag er viktig både for læring i faget (Osborne, Simon & Collins, 2003) og for et eventuelt senere valg av naturfagrelatert utdanning og yrke (se f.eks. Bøe, 2012; Krapp & Prenzel, 2011). Morgendagens samfunn er avhengig av at en del elever velger en slik retning, blant annet i møte med utfordringer knyttet til bærekraft og klimaendringer. Naturfaget kan også bidra til naturglede og fasinasjon for sammenhenger i naturen, og er på den måten viktig for engasjement for å bevare naturen og forståelse for miljøpolitikk (for mer om motivasjon, se kapittel 5 og delkapittel 9.5).

9.2.3 Naturfaget i skolen

Naturfagets mål og innhold

Naturfag er basert på eldgamle vitenskapsdisipliner, og som skolefag har naturfaget en sterk integritet. Naturfag har vært til stede i norsk skole siden siste halvdel av 1800-tallet (Sjøberg, 2009). Begrunnelsen for, og målene med, naturfaget i skolen har vekslet gjennom tidene. På 1800-tallet lå vekten på praktisk kunnskap om jordbruk og om helse, mens dagens læreplan, LK20, setter søkelys på bærekraftig utvikling, demokratisk medborgerskap, tverrfaglighet og kritisk tenkning – verdier og ferdigheter som ofte forbindes med kompetanser for det 21. århundre (Griffin & Care, 2014; Utdanningsdirektoratet, 2019).

Begrunnelsene for naturfaget i skolen kan sorteres under to hovedargumenter: nytteargumentet og dannelsesargumentet (Eggen et al., 2015; Sjøberg, 2009). Nytteargumentet legger vekt på naturfag som redskap for å bedre samfunnets og den enkeltes levekår og naturfag som basis for teknologi og økonomisk utvikling. Dannelsesargumentet dreier seg om mulighet for demokratisk deltakelse og velinformerte valg for enkeltindividet, og ikke minst om naturfaglig kunnskap som kilde til glede og berikelse for den enkelte ved at faget bidrar til å gjøre verden forståelig. Læreplanen LK20 omfatter begge typer mål med naturfaget, men en rimelig tolkning er at dannelsesargumentet står sterkt i gjeldende læreplan.

Naturfag har alltid vært både et teoretisk og praktisk-eksperimentelt fag, og både nåværende og tidligere læreplaner har lagt opp til at faget skal inkludere forsøk og demonstrasjoner, ekskursjoner og feltarbeid. I læreplanen LK20 står utforskende arbeidsmåter helt sentralt i naturfaget, og spesielt kjerneelementet «naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter» legger vekt på naturfag som et praktisk fag. Som Biggs og Tang (2011) har påpekt, må det være samsvar mellom målene med undervisningen og de undervisningsformene og læringsaktivitetene som foregår i klasserommet. Men faggjennomgangen fra 2015 (Eggen et al., 2015) påpekte at variasjonen i arbeidsmåter i norske naturfagklasserom var begrenset, og at en del lærere nedprioriterte eksperimentelt arbeid, blant annet grunnet mangel på tid og utstyr. Også TIMSS 2015-undersøkelsen (Nilsen & Frøyland, 2016) viste at naturfagundervisningen langt oftere er preget av at lærer forklarer nytt innhold eller ber elevene forklare noe, enn av at elevene planlegger eksperimenter, samler data eller observerer og forklarer fenomener. Lignende resultater finner vi i PISA 2015 (Jensen & Kjærnsli, 2016). Her er det åpenbart behov for endring hvis målene i LK20 skal oppfylles. Spesielt kan vi merke oss at lærere trenger strategier for å støtte elever i utforskende arbeid på måter som fremmer læring. Forskning tyder på at tydelig veiledning fra læreren er viktig for at elever skal ha godt læringsutbytte av utforskende arbeid i naturfag (Aditomo & Klieme, 2020; Zhang & Cobern,

2020). Den norske naturfaglæreplanens vektlegging av utforskende arbeidsmåter krever tilstrekkelig tid, og den krever lærere som har kompetanse i å veilede elevene på fruktbare måter i det utforskende arbeidet (se delkapittel 9.4).

Læreplanen LK20 legger opp til at elever ikke bare skal kunne gjengi fakta og teorier, men også anvende kunnskapen i komplekse og nye sammenhenger, med andre ord oppnå dybdelæring (NOU 2015; Pellegrino & Hilton, 2012). Disse perspektivene henger også sammen med søkelyset på kritisk tenkning og argumentasjon som sentrale kompetanser for det 21. århundre (OECD, 2018a), noe som framheves i overordnet del av læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2017).

Skolens naturfag er et rikt fag med kompetanser fra fem ulike fagfelt og deres vitenskapelige egenart. Det skal legges til rette for kritisk tenkning, kombineres med andre fagfelt og synliggjøre praksiser som er typiske for fagene. Naturfaget i skolen har med andre ord et stort oppdrag og har fått ansvar for å løse flere utfordringer. I tillegg bør elevene få oppleve glede og nytte ved dette faget. I neste avsnitt skal vi se nærmere på hvordan dette arter seg for elevenes utbytte.

Hvilke typer utbytter kan elever få i naturfag?

Læreplanen beskriver kompetansen som elever skal oppnå gjennom naturfaget. I denne kompetansen inngår både konkrete *kunnskaper* (for eksempel om cellens oppbygning eller om universets utvikling), *ferdigheter* (f.eks. å planlegge og gjennomføre forsøk og datainnsamling eller å kritisk vurdere informasjon fra ulike kilder) og *holdninger* (for eksempel motivasjon for naturfag eller ønske om å bidra til bærekraftig utvikling) (Utdanningsdirektoratet, 2019). Kunnskaper, ferdigheter og holdninger er sentrale mål for et naturfag som skal forberede elevene til videre studier og jobb, og til å delta som borgere i et demokrati. I LK 20 er ferdigheter knyttet til utforskning spesielt sterkt vektlagt og knyttet til kjerneelementet «naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter». En kombinasjon av kunnskap, ferdigheter og holdninger må til for å oppnå dybdelæring. Ifølge Mayer (2010) handler dybdelæring om at holdninger som motivasjon og tro på egne evner må ligge til grunn for å organisere kunnskap og innøve ferdigheter. Elever må altså involveres og engasjeres i egen læringsprosess for å oppnå dybdelæring. Basert på observasjoner i klasserom har Metha og Fine (2019) beskrevet tre dimensjoner som må opptre samtidig og over tid for å bygge elevers dybdeforståelse. De tre dimensjonene er: mestring (elevene lærer det faglige innholdet gjennom aktiv deltakelse, gjennom bruk av praksiser og tenkemåter som dominerer fagfeltet), identitet (for at elevene skal jobbe med det faglige på denne måten og få best utbytte av det, er det viktig at elevene er engasjert, ser verdien og relevansen av det og drives av indre motiva-

sjon) og kreativitet (elevene må få anledning til å ta i bruk den nye kunnskapen på nye og gjerne kreative måter).

For å oppnå mestring og identitet i naturfag er derfor naturvitenskapenes egenart helt sentralt. Modellen av naturvitenskapenes egenart (Erduran & Dagher, 2014; Erduran et al., 2020), beskrevet i delkapittel 9.1, er som tidligere nevnt noe forskjellig fra naturfagets egenart i skolen. Likevel, den illustrerer hvordan kunnskapsutvikling skjer, og at den utviklingen henger tett sammen med hva som skjer i samfunnet for øvrig. Dette er et perspektiv som kanskje kunne vært enda tydeligere i skolens naturfag. Kjernen av naturfagets egenart i skolen i dag inkluderer utforskende arbeidsmåter, vitenskapelig tankegang og kritisk tenkning, begrepsforståelse, faglig diskurs (altså fagspråk) og argumentasjon, modeller og forskjellige representasjoner av samme fenomen (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman, 2007). Det er viktig å påpeke at læring og læringsutbytte skjer når alle disse komponentene plasseres sammen i en læringssituasjon, og at en kunnskapsbase bestående av fakta, begreper og teorier ligger i bunnen.

I tillegg kjennetegnes naturfag i skolen ved at det er tverrfaglig. Denne beskrivelsen av naturfag i skolen, samt beskrivelsene ovenfor fra læreplanen, viser også at det finnes mange mulige typer utbytter elevene kan få av faget. I naturfag kan elevene få faglig utbytte i form av å ha kunnskap om, og kunne bruke, naturfaglige begreper i diskurs og argumentasjon, og de vil få muligheten til å utvikle utforskende arbeidsmåter og kritisk tankegang. Naturfag gir også elever mulighet til å utvikle forståelse for modeller og ferdigheter til å bruke dem, og de vil kunne representere fenomener på flere ulike måter.

Foruten det rent faglige utbyttet kan elevene oppleve glede og mestring ved faget (Kaarstein & Nilsen, 2018; Osborne et al., 2003). Over tid vil også motivasjon gi seg utslag i økt læringsutbytte (Bøe & Henriksen, 2013; Eccles & Wigfield, 2002; Osborne et al., 2003; Pintrich & Schunk, 2002). Faktisk er motivasjonen en drivkraft for elevens læring, særlig når eleven opplever det faglige innholdet relevant og verdt å bruke tid på (Skaalvik & Skaalvik, 2015).

Ekskursjoner i naturen kan gi mange forskjellige typer utbytte, som vilje til å beskytte natur, glede – og dybdelæring (Frøyland & Remmen, 2019). Andre ekskursjoner, som for eksempel til et museum, kan også bidra til inspirasjon og nysgjerrighet. Ved å inngå samarbeid med museet som involverer elevene i arbeidet med utstillinger eller lignende, vil de trene på kritisk tenkning og oppleve at de gjennom sin deltakelse kan bidra til å påvirke resultatene (Løken & Skåtun, 2021). Slik kan museene tilby andre tilnærminger til kritisk tenkning og dybdelæring i naturfagene. Å inngå samarbeid med aktører i nærmiljøet bidrar også til at elever får anledning til å jobbe med autentiske problemstillinger som både kan være

inspirerende og lærerike for elevene (Braund & Reiss, 2006; Frøyland & Remmen, 2019). Eksempler på slike prosjekter er Lektor2, DNS og SEAS.

For at elevene skal oppnå dybdelæring, må læreren involvere uteklasserommet i elevenes utforskende arbeid. Det betyr at klasseromsundervisning må henge sammen med uteundervisningen, og at elevene involveres i utforskende arbeid der de tar i bruk praksiser som er typiske for naturvitenskapen (Frøyland & Remmen, 2019). I museumsklasserommet kan elevene lære om og involveres i naturfaglige prosesser, som for eksempel hvordan museets samlinger behandles og forvaltes på en bærekraftig og hensynsfull måte – både av hensyn til gjenstandene og miljøet.

Enten elevene deltar i skoleklasserommet, naturklasserommet, museumsklasserommet eller andre uteklasserom, kan forsøk og utforskende tilnærminger gi variasjon og utbytte i form av praktiske ferdigheter og praktisk erfaring, teknologiske ferdigheter, samarbeidsevner, økt kompetanse innen utforskende arbeidsmåter, glede og økt motivasjon for faget, økt faglig læringsutbytte samt læring av vitenskapelig tankegang og kritisk tenkning (se f.eks. Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

Generelt skal naturfaget bidra til at skolen lar elevene utvikle nysgjerrighet, skaperglede, lærelyst, kritiske holdninger og tro på egne evner. Da kan ikke faget bare bestå av faktakunnskaper og ferdige prosedyrer som elevene skal lære seg. Samtidig er det behov for et visst kunnskapsgrunnlag for å kunne være utforskende, kritisk og skapende, slik at en god balanse mellom fagets strukturerte kunnskapsinnhold og elevenes kreative aktivitet blir viktig. Dilemmaet er at slik undervisning tar mye tid, og utbyttet kan være vanskelig å måle på prøver og tester. Lærere kan derfor vegre seg for å gå i gang med større undervisningsprosjekter hvor utbyttet kan være åpenbart i klasserommet, men som kanskje ikke er like synlig i elevenes eksamensresultater. Dette dilemmaet er også viktig å ha i bakhodet når vi tolker resultater fra tester som TIMSS. Resultatene fra TIMSS, PISA og andre studier som har resultater på elevers kompetanse og holdninger til naturfag i Norge, blir beskrevet i delkapittel 9.4.1.

9.3 SYSTEMNIVÅ OG POLITIKK

I denne delen av kapitlet beskrives og diskuteres naturfag på systemnivå. Spesielt diskuteres antall timer til naturfag og elevenes muligheter til å lære, realfagssatsingen og læreplanen. Hver av disse starter med beskrivelser av status og avslutter med utfordringer og muligheter.

9.3.1 Antall timer til naturfag og elevenes muligheter til å lære

Tidligere forskning

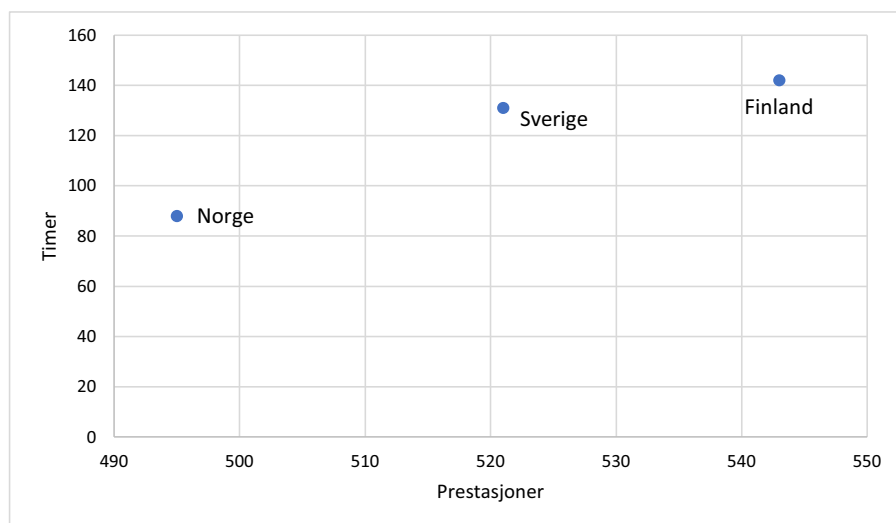
Forskning har vist at undervisningstid har sammenheng med undervisningskvaliteten og elevers læringsutbytte (Scheerens, 2016). Sammenhengen mellom undervisningstid og læringsutbytte har også blitt funnet i Norge ved bruk av TIMSS-data (Nilsen & Frøyland, 2016). Elevers muligheter til å lære er et område av forskningen som på engelsk kalles Opportunity to Learn (OTL). OTL er et bredt begrep og inkluderer blant annet tid brukt til undervisning, og hvorvidt pensumet elevene blir testet i, er dekket av læreplan og undervisning (Daus, Braeken & Nilsen, 2016; Scheerens, 2016). Tilstrekkelig med tid gir muligheter for å utføre praktisk arbeid, til utforskende metoder, til å undervise ikke bare *i* faget, men *om* faget (fagets egenart), til feltarbeid og ekskursjoner og til dybdelæring. Det gir elevene mulighet til å få stimulert sin nysgjerrighet, og det gir lærerne mulighet for å øke elevers motivasjon og glede ved faget.

Fra skoleåret 2016–2017 ble antall timer økt på 5.–7.trinn (Utdanningsdirektoratet, 2016). Resultatene i TIMSS 2019 viser at elever på 5. trinn presterer bra i naturfag, også i forhold til andre nordiske land. Hvorvidt denne økningen av antall timer har ført til gode prestasjoner, har ikke blitt undersøkt, men med støtte i tidligere forskning (Scheerens, 2016; Schmidt & Maier, 2012) er dette en plausibel forklaring.

Et annet mål på elevenes muligheter til å lære er hva elevene undervises i, altså kompetansemålene i norsk kontekst. Ikke overraskende har Scheerens (2016) og flere andre forskere funnet at dekningsgrad av pensum (altså i hvor stor grad elevene har fått mulighet til å lære det de blir vurdert i) har sammenheng med elevenes prestasjoner (for mer om dette, se kap. 2 i denne antologien).

Utfordringer og muligheter

Det er bekymringsverdig at Norge har så få timer med undervisning i naturfag (se kap.1 i denne antologien og Bergem, Kaarstein & Nilsen, 2016; Eggen et al., 2015; Kaarstein, Radišić, Lehre, Nilsen & Bergem, 2020) med tanke på at antall timer i naturfag har betydning for elevers læringsutbytte (Scheerens, 2016). Figur 9.2 viser hvor mange timer hvert av de nordiske landene som deltok i TIMSS 2019 på 9. trinn, hadde i naturfag, og elevenes prestasjoner. Norge hadde 88 timer i året med naturfagundervisning, Sverige hadde 131 og Finland 142, og det internasjonale snittet var på 137 timer (Mullis, Martin, Foy, Kelly & Fishbein, 2020). Norge ligger nesten nederst på listen av alle land, og andre land gir i gjennomsnitt mer enn 50 prosent flere timer til naturfag enn Norge (Kaarstein et al., 2020).



Figur 9.2 Antall timer til naturfag og prestasjoner på TIMSS 2019.

I den nye læreplanen er «utforskende arbeidsmåter» framtreddende. Men skal slike arbeidsmåter gi det ønskede læringsutbyttet, trengs tilstrekkelig tid (Guskey, 2000). Brukes store deler av det snau naturfagtime-budsjettet på utforskende arbeid, risikerer man at det blir for liten tid til andre sentrale læringsaktiviteter (Teig, Scherer & Nilsen, 2018). Økt vektlegging av utforskende arbeidsmåter i naturfag burde dermed vært fulgt av en økning i timetallet for at det ønskede læringsutbyttet i form av dybdelæring av naturfag skal oppnås.

Det er vanskelig for en skoleleder å prioritere et lite fag som naturfag framfor andre store fag som matematikk og norsk. Når lærere ønsker å ta etterutdanning eller være med i et skoleutviklingsprosjekt, må en skoleleder vurdere dette opp mot økonomi og hvor mye skolen sitter igjen med fra innsatsen. Det lave timetallet i naturfag kan gi signaler om at naturfag ikke er et prioritert fag, og dette kan igjen føre til at etter- og videreutdanning i naturfag for lærere ikke blir prioritert av skoleledere. Kanskje er dette årsaken til at flere naturfaglærere som ønsker etter- og videreutdanning, ikke har fått tilbud om det (Kaarstein et al., 2020). Dette ble også løftet fram i evalueringen av Realfagskommunetiltaket gjennom et sitat fra en rektor (Lødding et al., 2019, s. 99):

Vi må sette opp begrensninger, for det er noe med at vi skal drive skole også.

Dette utsagnet til rektoren peker på dilemmaet med at ulike utviklingstiltak i personalet, slik videreutdanning er, kan stå i konkurranseforhold til hva som

faktisk er skolens kjerneoppgave. Hen understreker at videreutdanning for å oppfylle kompetansekravene i norsk, matematikk og engelsk må gis prioritet.

Oppsummert er altså konsekvensene av få timer i naturfag mange: dårlige forutsetninger for god undervisning (f.eks. utforskende arbeidsmåter), elevene får dårligere muligheter for å lære, spesielt dybdelæring, og skolene prioriterer andre større fag enn naturfag til for eksempel etterutdanning. Det er derfor en sterk anbefaling at også ungdomsskolen får flere timer i naturfag.

9.3.2 Realfagssatsing

Et tilbakeblikk

Realfagssatsing har foregått i snart 20 år, og forskjellige typer strategier har blitt implementert siden starten på 2000-tallet. Målet har vært å bedre både elevers og læreres kompetanse i realfag, samt å øke rekrutteringen til fagene, fordi behovet for realfaglig arbeidskraft vil øke. Samtidig er det en bekymring for kjønnsbalansen i en del av realfagene (se f.eks. Bøe & Henriksen, 2013). Det finnes en mengde slike strategier, og flere av disse er omtalt i kapittel 1 i denne antologien, som for eksempel «Realfag, naturligvis» (2002–2007) og «Realfag for framtida» (2010–2014). Flere vitensentre har blitt opprettet som konsekvens av disse strategiene, og to nasjonale sentre som Naturfagsenteret ved Universitet i Oslo og Matematikksenteret ved NTNU ble etablert. I tillegg har flere kommuner blitt realfagskommuner.

En ekspertgruppe nedsatt av Kunnskapsdepartementet leverte en rapport i 2015 som hadde som mål å framskaffe et kunnskapsgrunnlag for en ny realfagssatsing i perioden 2015–2018: «Tett på realfag» (Bergem et al., 2015). Rapporten het «Realfag – relevante, engasjerende, attraktive, lærerike», og foreslo en strategi over 4–6 år med ni mål, der de to første handlet om å styrke realfagundervisningen og heve lærerens faglig og fagdidaktiske kompetanse, det tredje handlet om å styrke posisjonen til naturfaget og teknologi i grunnskolen, det fjerde handlet om å endre vilkårene for differensiert og tilpasset opplæring og styrke vurderingspraksis, det femte til åttende handlet om å starte tidlig, øke motivasjon og interesse, kjønnsbalanse, reduksjon av regionale forskjeller og øke gjennomføringsgraden på videregående. Det niende målet handlet om å styrke didaktisk forskning.

Dette endte opp med realfagssatsingen «Tett på realfag¹», som viste seg å bli den siste realfagssatsingen. Satsingen inkluderte flere av de foreslåtte tiltakene, som økt lærerkompetanse gjennom lærende nettverk, realfagskommuner og etter hvert nett-

1 Se <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/nasjonale-satsinger/realfagsstrategien/>.

stedet realfagsløyper.no. Begge de to tiltakene, realfagsløyper og realfagskommuner, var rettet mot både skole og barnehager fordi tidlig satsing ble trukket fram som viktig. Det ble opprettet talentsatsing og tiltak for elever med stort læringspotensial som virkemidler for å hjelpe lærere med en mer differensiert og tilpasset undervisning. I tillegg til realfagsatsingen ble det også innført en femårig lærerutdanning for å styrke læreres grunnutdanning (Kunnskapsdepartementet, 2021).

Ifølge begge evalueringene av «Tett på realfag» til NIFU (Lødding et al., 2019) har tiltak som realfagskommunetiltaket og talentsatsingen fungert forholdsvis bra. Det var særlig der satsingen ble satt i system i kommunen, at de lyktes. Realfagsatsingen har vært med på å systematisere arbeidet med realfag. Som en barnehagestyrer sier i NIFU-rapporten del 2 (s. 116):

Uten realfagsstrategien ville de vært mer avhengige av å ha personer som brenner for realfag, ettersom personene som jobber der, ofte setter preg på og påvirker hva slags barnehage det blir.

Stortinget valgte å legge ned de store satsingene fordi det ga for lite uttelling, det ble for mye «top-down»-styring og for lite «bottom-up» (Regjeringen, 2016). I stortingsmelding 21 ble det videre begrunnet med at å endre praksis kan best skje når aktørene det gjelder, både ser at de har behov for å endre praksis og ønsker det, og at de har tid til å gjennomføre endringer. Det resulterte i at man fikk en omlegging av skole- og barnehagesatsing til mer generelle satsinger, der leder og eier av skole og barnehage i samarbeid med lokalt universitet og høyskole (UH) skal definere hvilke utfordringer deres skole og barnehage ønsker å satse på. For skolene heter denne ordningen DeKom (desentralisert kompetanseutvikling), og for barnehager heter den Rekom (regional kompetanseutvikling) (Utdanningsdirektoratet, 2021a). I løpet av 2020 har det også kommet en egen ordning for spesialpedagogikk og inkluderende praksis. Med denne endringen har UH fått en særdeles viktig posisjon i og med at det blir UH som skal drive skoleutviklingen framover. Spørsmålet er om UH har den kompetansen som skal til? Og for naturfaget illustrerer dette hvor viktig det er at UH over hele landet har kompetanse til å gi naturfaget i skolen den støtten og utviklingen som er nødvendig.

I det neste delkapitlet skal vi se nærmere på utfordringene ved naturfaget.

Utfordringer og muligheter

Et problem med de satsingene som har blitt gjort, er at de i liten grad har nådd naturfag, men i all hovedsak dreid seg om matematikk. Av de fire målene i strategien «Tett på realfag» er tre rettet mot realfag generelt, mens det siste er forbeholdt

kun matematikk, slik kan man si at den siste realfagssatsingen favoriserte matematikk framfor naturfag.

I evalueringen av realfagssatsingen blir det bekreftet at for flere av aktørene ble satsingen en matematikksatsing framfor en realfagssatsing. Som eksempel kan realfagskommunetiltaket trekkes fram som et viktig tiltak i satsingen. Dette tiltaket var inspirert av et dansk prosjekt som handlet om å etablere naturfagkommuner eller science-kommuner (Lødding et al., 2019). I Norge ble dette omdøpt til realfagskommuner. Tabell 9.1 (hentet fra evalueringsrapporten fra NIFU del 2) viser at nesten en tredjedel av realfagskommunene valgte å satse kun på matematikk i skolen, mens ingen valgte å satse kun på naturfag i skolen.

Tabell 9.1 Antall kommuner som satser på matematikk, naturfag og begge fag

	Matematikk og naturfag	Bare matematikk	Bare naturfag
Skole (20 kommuner)	14	6	0
Barnehage (20 kommuner)	15	4	1
Både skole og barnehage (av 19)	12	4	0

I rapporten til NIFU – del 2 (Lødding et al., 2019) skriver de:

Selv om alle kommunene skriver at de satser på realfag, er det seks som kun satser på matematikk. En av disse kommunene begrunner dette i at skoleelevene gjør det bedre på eksamen i naturfag enn i matematikk, og at ståstedsanalysen viser at barnehagene jobbet bedre med *Natur, miljø, teknikk* enn med *Antall, rom, form*. I tillegg forteller kommunen at alle barnehagene mener at de mangler kompetanse innen matematikk. De andre kommunene som har ekskludert naturfag fra strategien, begrunner ikke sitt valg, og flere av disse kommunene nevner ikke naturfag i strategidokumentet. Det er ingen kommuner som kun satser på naturfag. (s. 61)

Videre viser evalueringen av realfagskommunetiltaket at kommunene bruker utfordringer i matematikk, som nasjonale prøver i regning og standpunktkarakter i matematikk, som argument for å søke om å få bli en realfagskommune:

Majoriteten av kommunene (14 av 21) oppgir at elevene er dårligere i realfag enn landsgjennomsnittet, stort sett eksemplifisert med resultater fra nasjonale prøver i regning og elevundersøkelsen samt standpunktkarakterer i matematikk. Primært brukes dette som hovedgrunnlag for å delta. (s. 63).

Videre er det slik at når kommunene skal formulere mål for satsingen, er det matematikk som går igjen selv om dette målet like gjerne kunne handlet om naturfag:

Elevane må lære seg å anvende matematikk på nye måtar som inneber evne til kritisk refleksjon, problemløysing og forståing. Dette vil gi dei kompetanse i å delta i eit fungerande demokrati, slik at dei kan forstå og ta stilling til presenterte fakta i ulike samanhengar som til dømes debattar om miljø, teknologi og økonomi. (s. 65)

I mange land blir naturfag ansett for å være et av de viktigste fagene, på lik linje med matematikk og språk. Dette reflekteres også i de internasjonale studiene som TIMSS og PISA. Den samme prioriteringen ser ikke ut til å gjelde i Norge. Vi har her gitt eksempler på at det som skulle være en satsing på matematikk og naturfag, i flere tilfeller har blitt en satsing på matematikk. Det er andre satsinger som støtter opp om dette, for eksempel at matematikk var med i andre nasjonale satsinger slik som «Ungdomstrinn i utvikling» (UiU). I tillegg er det tilbud om lærerspesialisering i matematikk, men ikke i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2021b). Matematikk har også langt flere timer enn naturfag² (fra 8. til 10 trinn har matematikk 313 timer, mens naturfag har 249), og det forventes at matematikkferdigheter (som regning og programmering) skal integreres i alle andre fag. Dette gir matematikk en helt annen tyngde innenfor skolen sammenlignet med naturfaget. Naturfagrapporten (Eggen et al., 2015) trekker også fram utfordringen med at matematikk favoriseres framfor naturfag. Nå når satsingen skal prioriteres av aktørene i skolen, er det en fare for at de vil fortsette denne praksisen fordi det er matematikkresultatene skolene blir målt på.

Mye tyder også på at skolene prioriterer matematikk når timeplaner blir lagt, for eksempel får elevene sjelden matematikk siste time på fredag. Slike prioriteringer blir ikke gjort for naturfag. Et annet eksempel er at lærere må avgi rapporter i norsk, matematikk og engelsk, men ikke i naturfag. Det handler med andre ord om at også naturfaget må synligjøres og prioriteres. I naturfagrapporten kunne de også vise at elever i stor grad fikk færre timer naturfag enn det skolen er pålagt, fordi timene ble brukt til andre ting (Eggen et al., 2015).

Matematikk har en mye sterkere posisjon i den norske skolen, hvilket vil si at det er større forventninger til matematikk i form av antall timer, ferdigheter og nasjonale prøver, og det kan derfor se ut som at det er matematikken som har tjent best på realfagssatsingen. Det ser ikke ut til at en nasjonal satsing alene vil fungere. Skal naturfag

2 Se Utdanningsdirektoratet <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fag-og-timefordeling/>.

få et lignende utbytte som matematikken, må naturfagets posisjon i norsk skole styrkes gjennom for eksempel antall timer. Det er likevel viktig at satsingen på matematikk beholdes, og at en satsing på naturfag ikke går på bekostning av matematikk.

9.3.3 Læreplan

Om Kunnskapsløftet og Fagfornyelsen

I 2006 ble læreplanene revidert og Kunnskapsløftet (LK06) ble en realitet. Med Kunnskapsløftet ble læringsmålene erstattet av kompetansemål. Det betyr at elevene skal kunne mer enn å gjengi kunnskap, de skal kunne anvende den nye kunnskapen i nye situasjoner. I tillegg ble det satt søkelys på grunnleggende ferdigheter som skriving, lesing, snakking, regning og digitale ferdigheter i alle fag. Naturfagets egenart ble uttrykt gjennom Forskerspiren.

Da tiden kom for en ny revisjon av læreplanen, den såkalte Fagfornyelsen, var det ikke ønskelig å revidere læreplanen totalt, men kun gjøre justeringer. Derfor heter også denne læreplanen Kunnskapsløftet, men har fått navnet LK20 fordi den ble innført i 2020. Kompetansebegrepet ble beholdt, men denne gangen ble det forsterket gjennom begrepene dybdelæring og progresjon. I LK20 ble det lagt vekt på at elevers dybdelæring skjer når elevene jobber med de faglige temaene over tid, og når temaene bygger på hverandre i en progresjon (NOU 2015: 8, 2015). Dette førte til at man ønsket å slanke den eksisterende læreplanen (LK06) og velge ut *kjerneelementer* i fagene og legge til rette for at elevene kan jobbe med noen få temaer i en progresjon gjennom hele skolegangen. Dybdelæring handler også om å se fagene i lys av andre fag i komplekse sammenhenger. Derfor fikk LK20 tre tverrgående temaer som elevene skulle jobbe med på tvers av fagene; bærekraftig utvikling, folkehelse og livsmestring og demokrati og medborgerskap (Utdanningsdirektoratet, 2019). Men disse temaene har ikke bare relevans for elevenes dybdelæring, de er også viktige i et samfunnsperspektiv, som tidligere nevnt i dette kapitlet. Vi er helt avhengige av å ha en befolkning som forstår viktigheten av dem. I undervisningen av de tre temaene står naturfaget helt sentralt. Vi vil påstå at det er helt meningsløst å undervise disse tre temaene uten å inkludere naturfaget. Dette poengterer igjen hvor sentralt og viktig naturfaget er som et skolefag også i LK20.

Utfordringer og muligheter

Selv om Fagfornyelsen har mange positive sider for naturfag, som dybdelæring, progresjon, tverrfaglige temaer og sentrale kjerneelementer, er den også en utfordring. Utfordringen skyldes i stor grad det lave timetallet, samtidig som faget inneholder

fem fagfelt, er svært tverrfaglig og skal favne mange områder og kompetanser i tillegg til ren fagkunnskap, forsøk og praktisk arbeid, utforskende arbeidsmåter, representasjoner og modeller, faglig diskurs og begrepsforståelse.

Revisjonen av læreplanen LK06 startet med å definere kjerneelementene for de ulike skolefagene. Men grunnet den nevnte utfordringen med at faget er stort og har få timer, ble dette arbeidet utfordrende. Det endte opp med noen kjerneelementer som det er bred enighet om at er sentrale for naturfag, og noen som det er mindre enighet om at kan kalles kjerneelementer. Et av de sentrale kjerneelementene er «Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter», som fanger opp naturvitenskapenes egenart. Kjerneelementet er ikke så tydelig på hvilke praksiser og tenkemåter lærere bør jobbe med. Derfor har Naturfagsenteret jobbet videre med dette og foreslått åtte praksiser som er sentrale basert på internasjonal forskningslitteratur, og gitt eksempler på kjennetegn på dybdelæring til hver av dem. Disse praksisene kan være verktøy for læreren for å gjøre naturfagundervisningen utforskende og engasjerende for elevene.

Et annet kjerneelement som er viktig for naturfag, er «Energi og materie». Dette er sentrale faglige begreper som benyttes for å forklare mange naturfaglige fenomener (Harlen, 2010). Kjerneelementet «Jorda og livet på jorda», derimot, er av en annen kategori, og minner mer om et rikt tema som inkluderer det meste fra naturfagene framfor å være et fokusert kjerneelement. Det samme er «Teknologi», som i tillegg er et helt fagfelt. Resultatet vitner altså om at det er utfordrende å velge ut noen få kjerneelementer, fordi naturfaget er så stort og omfangsrikt.

Det finnes eksempler på andre lignende rammeverk, som for eksempel «Big Ideas» av Harlen (2010), som inneholder 14 kjerneelementer eller «store ideer». 14 kjerneelementer er litt for omfangsrikt for det lille naturfaget i norsk skole. For å imøtekomme dette ble det i boka «Dybdelæring i naturfag» foreslått å definere sluttkompetansen etter 10. trinn med utgangspunkt i de tre grunnleggende begrepene: partikler, energi og krefter, og de tre store forklaringsmodellene: evolusjon, platetektonikk og big bang, i tillegg til naturvitenskapelige praksiser og naturfagets egenart (Voll et al., 2019). Poenget er å gi elevene noen verktøy til å forklare verden rundt seg.

Som nevnt tidligere har naturfaglæreplanen en sterk vektlegging av utforskende arbeidsmåter, og det krever altså tilstrekkelig tid og lærere som har kompetanse i å guide elevene på fruktbare måter i det utforskende arbeidet (se delkapittel 9.4). Mye tyder på at norske lærere har behov for mer kompetanseutvikling knyttet til gjennomføring av utforskende arbeid i naturfag.

Med innføringen av LK20 er det viktig og interessant å undersøke effekten på elevenes læringsutbytte i framtiden. Videre er det viktig å undersøke i hvor stor grad lærerne dekker pensum i LK20, da dette påvirker elevenes muligheter til å lære.

I kapittel 2 i denne antologien undersøkes elevenes muligheter til å lære ved å se på i hvor stor grad kompetansemålene i læreplanen blir dekket. Resultatene viste blant annet at det var godt samsvar mellom læreplanen Kunnskapsløftet LK06 og naturfagoppgavene i TIMSS-testen. Videre viste resultatene at det var samsvar mellom nedgang i prestasjoner fra 2015 til 2019 og nedgang i dekningsgraden av kompetansemålene undervist av lærerne. Til tross for at læreplanen ikke endret seg fra 2015 til 2019, og heller ikke TIMSS' rammeverk endret seg, ble enkelte emner undervist i mindre grad i 2019 enn i 2015. Dermed hadde elevene mindre muligheter til å lære i 2019, og dette er muligens en av faktorene som kan forklare nedgangen. I 2019 gjaldt kunnskapsløftet LK06, og det blir derfor spennende å se effekten av den nye lærerplanen, LK20.

9.4 LÆRERES KOMPETANSE OG UNDERVISNING I NATURFAG

9.4.1 Lærernes kompetanse og etterutdanning

I dette underkapitlet beskrives først hva som kjennetegner god kompetanse og etterutdanning ifølge tidligere forskning, og deretter diskuteres utfordringer og muligheter.

God kompetanse og etterutdanning

Kompetanse. Ifølge tidligere forskning kan læreres kompetanse grovt sett deles i to kategorier: 1) faglig, fagdidaktisk og pedagogisk kompetanse og 2) holdninger, motivasjon og erfaring (Baumert et al., 2010; Carlson et al., 2019; Kuger, Klieme, Jude & Kaplan, 2016). Læreres undervisningskvalitet regnes ikke som en del av læreres kompetanse (Goe, 2007; Nilsen & Gustafsson, 2016), og blir derfor beskrevet i neste delkapittel (9.4.2). Likevel er det viktig å være klar over at god kompetanse ikke nødvendigvis har direkte effekt på elevers prestasjoner, men påvirker derimot undervisningskvaliteten, som igjen har en effekt på prestasjoner (se f.eks. Baumert et al., 2010). Enkelt sagt kan man si at det ikke nødvendigvis hjelper læreren å ha mastergrad og høy spesialisering i naturfag dersom læreren ikke klarer å omsette dette i god undervisning.

Det er viktig at lærere har kunnskap i naturfag, i naturfagdidaktikk (altså samspillet mellom pedagogikk og naturfag, hvordan lære bort naturfag) og i pedagogikk. En britisk rapport om kvalitet i undervisning (Coe, Aloisi, Higgins & Major, 2014) framhevet «quality of instruction» (undervisningskvalitet) og «(Pedagogical) content knowledge» (fagdidaktisk kunnskap) som de to mest betydningsfulle

kvalitetsindikatorerne på god undervisning. Som viktige aspekter av fagdidaktisk kunnskap framhevet de blant annet dyp faglig kunnskap, forståelse for hvordan elever tenker innen naturfaglige temaer, og kunnskap om elevers alternative forestillinger eller typiske misforståelser. For å oppnå slik kompetanse er det viktig at naturfaglærere får tilstrekkelig spesialiseringsmuligheter i utdanningen, et høyt utdanningsnivå og kunnskap om didaktikk og pedagogikk.

Forskning har også vist at holdninger, motivasjon og erfaring er viktige aspekter av læreres kompetanse, og at disse også er av betydning for elevers læring (Ainley & Carstens, 2018). For eksempel har konstruktivistiske holdninger vist seg å være gunstig i naturfag (Angell et al., 2011). Videre har motiverte og engasjerte lærere som er stolte av sitt yrke og av skolen sin, en positiv effekt på elevers læringsutbytte (Nilsen, Scherer & Blömeke, 2018; OECD, 2020).

Etterutdanning. Basert på evaluering og forskning gjennom mange tiår har man funnet flere faktorer som er vesentlige for at både videre- og etterutdanning skal være effektivt for læreres kompetanseutvikling, uavhengig av hva de skal lære (Darling-Hammond, Hyler & Gardner, 2017; Desimone, Smith & Phillips, 2013; Garet, Porter, Desimone, Birman & Yoon, 2001; Osborne et al., 2019). Oppsummert kan man si at følgende faktorer er avgjørende: Innholdet skal være relevant og i overensstemmelse med skolekultur og styringsdokumenter, lærerne skal delta aktivt i egen læring, og læring bør skje i samarbeid med kolleger. Å lære i samarbeid med kolleger er ikke bare viktig, men også i dag lovfestet i den overordnede delen av læreplanen, der det heter at «Alle ansatte i skolen må ta aktivt del i det profesjonelle læringsfellesskapet for å videreutvikle skolen» (LK20, § 3.5). Profesjonelle læringsfellesskap har vist seg å være effektive fordi de bidrar til at lærere opplever at de får støtte og tid til å implementere nye ideer og kompetanser i egen praksis (Borko, 2004; Stoll, Bolam, McMahon, Wallace & Thomas, 2006; Voelkel Jr & Chrispeels, 2017).

Videre viser flere studier at varighet er viktig, men samtidig er søkelys på undervisning i praksis og aktive læringsmuligheter for lærerne av større betydning for læreres praksis i klasserommet enn varighet (Desimone & Pak, 2017).

Selv om de ovennevnte faktorene kan bidra til læreres kompetanseutvikling, er det også andre faktorer som er viktige for at lærere skal endre praksis (se f.eks. Desimone & Garet, 2015), og dermed påvirke elevers læring. Ifølge en studie som gikk gjennom 28 etterutdanningsprogram, har ulike metoder ulik effekt på læreres læring og deres evne til å utvikle egen praksis (Kennedy, 2016). Det å gi lærere oppskrifter på hvordan de skal undervise, eller presentere dem for læringsteori, har lav effekt, mens det å gi dem didaktiske strategier i kombinasjon med refleksjonsspørsmål har størst effekt. Likevel viser flere norske studier at oppskrifter i form av

modellering av en læringsaktivitet kombinert med didaktiske strategier og refleksjonsspørsmål kan være mer effektivt (Haug & Mork, 2021; Korsager, Reitan, Gaare Dahl, Skår & Frøyland, i trykk). En annen faktor som viser seg å være avgjørende, er at lærere får oppleve positiv respons fra egne elever og positivt utbytte på elevenes læring og motivasjon underveis i etterutdanningen (Gabrielsen & Korsager, 2018; Guskey, 2002). Dette kan ha stor betydning for hvorvidt lærere ønsker å endre og opprettholde endringer i egen praksis.

I senere år har korte etterutdanningskurs for enkeltlærere måttet vike for mer langsiktig kompetanseheving og skolebasert kompetanseutvikling. Forskningen til Hanne Mehli (se f.eks. Mehli, 2014; Mehli & Bungum, 2013) har imidlertid vist, med NAROMs kurs i romteknologi som eksempel, at lærere opplever stort utbytte av faglige etterutdanningskurs hvor de har kontakt med det vitenskapelige fagmiljøet. De styrker sin faglige identitet, og skaffer seg førstehåndskunnskap og kontekster for hva som ligger i «naturvitenskapens egenart», med selvopplevde eksempler de kan fortelle om til elevene. Det er derfor viktig at lærere jevnlig får opprettholde kontakt med fagmiljøer utenfor skolen og utvikle sin identitet som fagpersoner, ikke bare sin pedagogiske og didaktiske kompetanse.

Utfordringer og muligheter

Spesialisering. Andelen naturfaglærere med spesialisering i naturfag er lav i Norge. Ifølge TIMSS 2019-undersøkelsen hadde 55 prosent av elevene på 9. trinn i Norge lærere med spesialisering (minst 60 studiepoeng) i naturfag og/eller naturfagdidaktikk, mens denne andelen lå på 82 prosent i Finland, og 87 prosent i Sverige. For matematikk var andelen lærere med spesialisering høyere enn de andre nordiske landene, og andelen hadde økt fra 2015 til 2019 i Norge, mens den lå på samme nivå i naturfag i 2019 som i 2015 (Mullis et al., 2020). Dette kan være årsaken til at omtrent én av fire naturfaglærere rapporterte at de følte seg lite trygge på bruk av utforskende metoder i naturfagundervisningen (Kaarstein et al., 2020).

Utdanningsdirektoratet tilbyr lærerspesialistordning innen matematikk, norsk, engelsk, kroppsøving, kunst og håndverk, for å nevne noen, men ikke i naturfag. Dette er en ordning som kunne være nyttig for naturfaglærere også, for å gi naturfagundervisningen et løft. Utdanningen skal gi lærere som ønsker det, oppdatert kunnskap innen forskning og fagdidaktikk. Målet er at læreren skal bruke denne kompetansen til å styrke profesjonsfelleskapet på sin skole.³

3 Se: <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/etter-og-videreutdanning/larerspesialister/vil-du-bli-larerspesialist-og-dykke-enda-dypere-inn-i-ditt-fag/>.

Det har i senere år skjedd store endringer innen lærerutdanningen i Norge som kan bidra til spesialiseringen av lærerne. I 2017 ble lærerutdanningen i Norge reformert, og vi fikk et femårig masterstudium. Det første kullet fra denne fem-årige utdanningen uteksamineres våren 2022 og skal da ha en «forskningsbasert utdanning» bak seg som skal gjøre dem «rustet til å etterspørre og bruke forskningsbasert kunnskap» (Kunnskapsdepartementet, 2021, s. 9).

Etter- og videreutdanning (EVU). Ifølge TIMSS 2019-resultatene var det 54 prosent av elevene som ble undervist av naturfaglærere som ikke hadde tatt noen etterutdanning de siste to årene, 25 prosent som hadde tatt etterutdanning i mindre enn 6 timer, 13 prosent som hadde deltatt på etterutdanning som varte mellom 6 og 15 timer, og 9 prosent som hadde deltatt på etterutdanning som varte mer enn 16 timer (Mullis et al., 2020). Oppsummert hadde altså mer enn halvparten av lærerne ikke deltatt på EVU, og de resterende hadde deltatt på kurs av kort varighet. Som tidligere nevnt viser forskning at EVU må ha en viss varighet for at elevene skal få læringsutbytte. Dette vises også i den internasjonale TIMSS 2019-rapporten, hvor elever som hadde lærere som enten ikke deltok på EVU eller deltok i mindre enn 6 timer, skåret 25 poeng dårligere enn de elevene som hadde lærere som deltok i 16–35 timer med EVU. 25 poeng tilsvarer mer enn ett års skolegang.

I et internasjonalt perspektiv deltar norske naturfaglærere i liten grad på etterutdanning (Mullis et al., 2020). For eksempel var det under 8 prosent av elevene som hadde lærerne som deltok på etterutdanning i utforskende arbeidsmåter, mot 44 prosent internasjonalt. Samtidig var det 55 prosent som ønsket etterutdanning på dette området. Det er spesielt lite etterutdanning innen bruk av IKT i naturfag (5 %), og 51 prosent ønsker seg mer etterutdanning innen dette (Kaarstein et al., 2020). Med andre ord får naturfaglærere i Norge lite etterutdanning, men ønsker seg mer, spesielt når det gjelder utforskende arbeidsmåter og bruk av IKT. Dette kan tyde på at det er behov for systematisk satsing på systemnivå. Ved innføring av fagfornyelsen er det lagt ytterligere vekt på utforskende arbeidsmåter, og TIMSS-resultatene viser at lærere har behov for å vite hvordan de skal støtte og veilede elevene i utforskningsprosessen (Kaarstein et al., 2020). Dersom lærerne ikke kan lære og veilede elevene i utforskende arbeidsmåter, er resultatet mindre læringsutbytte for elevene (Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012; Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007; Minner, Levy & Century, 2010).

Resultatene fra TIMSS peker på et forbedringspotensiale for norsk lærerutdanning. Også det internasjonale ekspertpanelet som evaluerte norsk lærerutdanning, pekte på behov for endringer. Panelet fokuserte på fem aspekter ved grunnskolelærerutdanningen som de mente burde forbedres (Cochran-Smith et al., 2020): samarbeid på tvers mellom flere aktører, aktiv deltakelse fra alle involverte innen-

for kunnskapsbygging og læring, oppbygging av forskerkompetanse og kapasitet for alle lærerstudenter og lærerutdannere, styrking av praksisdelen i lærerstudentenes praksisopplæring og masteroppgave samt sikring av bærekraften til reformen ved å få på plass nødvendig infrastruktur, ressurser og verktøy. Med dette som utgangspunkt er det behov for flere, bedre og mer målrettede etter- og videreutdanningstilbud (så vel som grunnopplæring) for lærere i naturfag.

Mulighetene for å ta EVU for lærerne. I Norge er det i de senere årene utviklet ulike ressurser og støtteordninger for lærere som ønsker å ta EVU i profesjonelle læringsfellesskap. Naturfagsenteret har i mange år utviklet og administrert flere av disse, som for eksempel *Realfagsløyper*, *Den naturlige skolesekken* og *Lektor2*. Mens ressursene i *Realfagsløyper* er designet slikt at lærere på egen hånd kan gjennomføre kompetanseutviklingen i sitt skolebaserte profesjonelle læringsfellesskap, består tilbudet i *Den naturlige skolesekken* og *Lektor2* av nasjonale nettverk med lærere som koordineres av lærerutdannere fra ulike UH-institusjoner eller andre eksterne aktører.

Ressursene i *Realfagsløyper* gir støtte til kompetanseutvikling innen sentrale fagdidaktiske temaer som for eksempel dybdelæring, utforskende undervisning, relevans og tverrfaglighet knyttet til undervisning i matematikk og naturfag. *Realfagsløyper* legger til rette for at lærere får erfaring med konkrete undervisningsaktiviteter i naturfag, oppleve elevreaksjoner og få respons på endringer i klasserommet kombinert med at de deltar i et skolebasert profesjonelt læringsfellesskap. Flere studier viser at denne kombinasjonen bidrar positivt til lærernes kompetanseutvikling, men også til deres praksisutvikling og dermed kan få effekt på elevers læring (Korsager et al., i trykk).

Nettverkene i *Den naturlige skolesekken* (DNS) og i EU-prosjektet SEAS gir lærere kompetanse i å undervise og designe tverrfaglig undervisning innen bærekraftig utvikling. Forskning og utvikling i DNS viser at etablering av undervisning knyttet til *utdanning for bærekraftig utvikling* tar tid, men skolene har større sannsynlighet for å lykkes ved å etablere kollegial forankring ved skolen, bruke nærmiljøet som læringsarena og samarbeide med eksterne aktører for å motivere både lærere og elever i dette arbeidet (Scheie & Stromholt, 2019). Videre viser forskning på skoleprosjekter i DNS at lærere trenger kompetanse i og støtte til å samarbeide på tvers av fag og bevissthet om at undervisningen bør være eksplisitt for at elever skal få en holistisk forståelse av bærekraftig utvikling (Korsager & Scheie, 2019).

I *Lektor2* får lærere støtte til å samarbeide med fagpersoner fra det lokale arbeidslivet om realfagsundervisningen. Nettverkene og ressursene gir lærerne økt kompetanse i det å samarbeide med eksterne aktører og i hvordan samarbeid og autentiske problemstillinger fra arbeidslivet kan brukes til å skape en mer relevant

og engasjerende undervisning. Forskning på Lektor2 viser blant annet at lærere opplever at det blir lettere å samarbeide med eksterne, og at undervisningen blir mer utforskende og elevaktiv (Kostøl, Remmen, Braathen & Stromholt, 2021). Elever som har deltatt i ordningen, opplever blant annet at de reelle utfordringene de jobber med, gir økt innsats og engasjement, at de får mulighet til å bidra i nærmiljøet, og at de får et utvidet syn på hva realfag kan brukes til i samfunnet (Kostøl et al., 2021).

I Oslo kommune finnes det et tilbud for de som har master eller ph.d. i realfag, og som ønsker å bli lærere eller ledere, som heter «Teach first». Dette programmet ved Universitetet i Oslo gjør det mulig å jobbe fulltid som matematikk- og/eller naturfaglærer på en ungdoms- eller videregående skole i Oslo samtidig som de følger et utdannings- og utviklingsprogram. Dette er en måte å få inn høyt kvalifiserte lærere med både naturfaglig og didaktisk bakgrunn på.

Lærere kan også selv bidra til utvikling og etterutdanning for kolleger. I *KreTek*-prosjektet, som er et samarbeid mellom NTNU og Trondheim kommune (se <https://www.ntnu.no/skolelab/kretek>), har man høstet gode erfaringer med å la dyktige og engasjerte lærere, ved hjelp av en relativt liten tidsressurs, utforske muligheter med å kombinere programmering med utvikling av elevers kreativitet og faglige læring i matematikk og naturfag, og formidle sine nyervervede kunnskap og erfaringer til andre lærere. Dette gir en sterk troverdighet og relevans for mottakerne, siden lærerne hensyntar alle aspekter av undervisningssituasjonen og lærerrollen, noe som er vanskelig å gripe i sin helhet for rene fagpersoner eller fagdidaktikere fra universitetene. Det er her et poeng at utviklingen og formidlingen skjer til kolleger på egen skole, fordi dette er svært utviklende ved at de bygger sin egen profesjonelle identitet, også for lærerne som bidrar. Videre bidrar dette til et praksisfellesskap på tvers av skolene (Bungum & Sanne, i trykk).

Etterutdanning av lærerutdannere. Det er lærerutdanningen ved UH som tilbyr etter- og videreutdanning. Det er imidlertid flere av de som underviser i naturfag i lærerutdanningen, som har naturvitenskapelig bakgrunn uten formell naturfagdidaktisk kompetanse (Mork, Henriksen, Haug, Jorde & Frøyland, i trykk). Dette kan være en utfordring, og det er behov for flere lærerutdannere med bakgrunn i begge fagfelt. Ifølge en studie av Metha og Fine (2019) var det den tradisjonelle undervisningen som dominerte (der lærer snakket mesteparten av tiden og elever satt passive og lyttet). Som nevnt tidligere viser resultater fra TIMSS og PISA at det samme skjer i norske klasserom. En undervisning som følger opp intensjonene i den nye læreplanen LK20, vil med andre ord være krevende å få realisert, men ikke umulig. Metha og Fine (2019) observerte at det var minst én lærer på hver skole som klarte å bryte med tradisjonen og gi elevene en undervisning

som utviklet elevenes dybdeforståelse. Disse lærerne kunne fortelle at de selv hadde opplevd lærere i sin utdanning som også hadde brutt med tradisjonen. Dette bekrefter det Lortie (1975) har påpekt om at lærere underviser slik de selv har blitt undervist. Med andre ord, det er viktig at vi har en lærerutdanning som kan gi lærerstudentene og lærere den undervisningen vi ønsker å ha ute i skolen. Vi må sørge for at lærerutdanningen i Norge har den kompetansen (faglig og fagdidaktisk) som er nødvendig for å få til dette. Dette var også noe som ble løftet fram i rapporten om naturfagene i norsk skole (Eggen et al., 2015) og i rapporten som var kunnskapsgrunnlaget for siste realfagsatsing (Bergem et al., 2015). Her ble det påpekt hvor sentral kompetansen ved lærerutdanningen er for å lykkes med satsing på naturfag og at det kreves tiltak for å styrke den (Eggen et al., 2015):

Det må settes inn tiltak som styrker lærerutdanningene slik at de kan gi god etter- og videreutdanning i naturfag for lærere. Det bør sikres at en tilstrekkelig andel lærerutdannere har førstekompetanse, og forskningsaktiviteten i naturfagdidaktikk bør styrkes. (s.64)

For å bote på dette har Naturfagsenteret i samarbeid med Institutt for lærerutdanning og skoleforskning ved Universitetet i Oslo tilbudt et 30 studiepoengs studium for denne målgruppen (lærerutdannere) i naturfagdidaktikk og forskning innen naturfagdidaktikk.⁴ Dette kan være et tiltak for å utvikle kompetansen innen UH, som nevnt tidligere. Det kan utvikles studier for UH-ansatte innen fagfelt og temaer som praksisfeltet i barnehager og skoler har behov for. Per i dag finnes det ikke en ordning der aktører med spisskompetanse kan søke om midler til å tilby UH slike studier. Men vi anser det som et viktig tiltak for å styrke UH i arbeidet med naturfagdidaktikk og andre praksisnære problemstillinger i de desentraliserte ordningene. Dette kunne ha vært et program ved Direktoratet for internasjonalsisering og kvalitetsutvikling i høyere utdanning (DIKU).

Grunnen til at dette delkapitlet har gitt en så utfyllende beskrivelse av lærerutdanningen og etter- og videreutdanning for lærere, er blant annet at det nå ligger en stor utfordring med å bringe de nye ideene fra Fagfornyelsen inn i praksis. Den største utfordringen for 8–13-utdanningen er også å ta høyde for hvordan endringer i læreplanen for de eldre elevene (for eksempel når gjelder programmering) fører til et behov for å jobbe med disse temaene i lærerutdanningen.

Kunnskapsbasen for vitenskapen og derfor naturfaget endres fort. Et eksempel på dette er kunnskapsendringer når det gjelder virus og vaksiner som har skjedd under pandemien. Lærerutdanningen trenger å utstyre lærere med evnen til å

4 NATDID4901V – Naturfagdidaktikk for lærerutdannere - Universitetet i Oslo (uio.no).

oppdatere seg og til å relatere egen praksis til dagsaktuell vitenskap, uavhengig av læreplanrammeverket.

9.4.2 Lærernes undervisning

I dette delkapitlet beskrives først hva som kjennetegner god undervisning ifølge tidligere forskning. Deretter beskrives de mest kjente teoriene (såkalte rammeverk). Imidlertid er mange av disse generiske og kan benyttes på tvers av fag. Derfor beskrives også de aspektene av undervisningskvalitet som er karakteristiske for naturfag spesielt. Til sist handler det om resultater av forskning på undervisningskvalitet i Norge med fokus på utfordringer og muligheter.

Hva kjennetegner god undervisning generelt?

Undervisning er et vidt begrep og kan inkludere både det som gjøres i klasserommet, ekskursjoner, pensum og forberedelser og etterarbeid til undervisningen. Ofte benyttes to begreper for lærernes undervisning: undervisningskvalitet og praksis. Praksis benyttes om alt læreren gjør i klasserommet, mens undervisningskvalitet benyttes for å beskrive de praksiser som forskning har funnet har positiv effekt på elevers læringsutbytte (Nilsen & Gustafsson, 2016; Praetorius, Klieme, Herbert & Pinger, 2018). Undervisningskvaliteten til læreren påvirkes av deres kompetanse, både den faglige, fagdidaktiske og pedagogiske (Baumert et al., 2010; Neumann, Kauertz & Fischer, 2012). Det benyttes flere forskjellige rammeverk for å beskrive hvilke aspekter av undervisningskvalitet som har positiv effekt på elevers læringsutbytte, og de fleste av disse har blitt utarbeidet innen forskning på matematikkdiradaktikk i Tyskland og USA (se f.eks. Baumert et al., 2010; Kane & Staiger, 2012; Klieme, Pauli & Reusser, 2009; Pianta, La Paro & Hamre, 2006). Rammeverkene er ofte generiske, det vil si at de inkluderer aspekter ved undervisningskvalitet som er generelle på tvers av fag, som for eksempel klasseledelse (Praetorius et al., 2018). Typisk vil de fleste av rammeverkene (f.eks. Praetorius et al., 2018) inkludere aspekter som

1. klasseledelse (orden og disiplin, tidsbruk)
2. støttende undervisning (f.eks. emosjonell og faglig støtte, at læreren ser hver elev, oppsummerer undervisningen, bygger ny undervisning på elevers kunnskap, og gjør undervisningen relevant for elevene)
3. kognitivt stimulerende undervisning (å utfordre elevene til å strekke seg litt lenger, å gi oppgaver som kan løses på flere måter, etc.)

Disse tre aspektene av undervisningskvalitet er fra det kjente tyske rammeverket kalt «Three Basic Dimensions, TBD», altså de tre grunnleggende dimensjonene (Baumert et al., 2010; Klieme et al., 2009; Praetorius et al., 2018). Det er disse tre aspektene av lærernes praksis som ifølge forskning har betydning for elevers prestasjoner (Praetorius et al., 2018), også i Norge (Nilsen et al., 2018). Det er imidlertid andre praksiser som kan bidra til andre typer utbytte. Typiske eksempler er ekskursjoner, samarbeidsprosjekter, feltarbeid og forsøk. Disse aktivitetene har ikke nødvendigvis en umiddelbar, direkte effekt på prestasjoner, men kan bidra til å øke elevers motivasjon og glede over faget, framtidig rekruttering til faget, trivsel, nysgjerrighet, og forståelse for fagets egenart (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Det kan også tenkes at de har effekt på prestasjoner over tid. Det finnes svært få longitudinelle studier, og enda færre randomiserte, kontrollerte forsøk hvor én type undervisning blir testet for en gruppe elever, mens en annen gruppe elever (med lik fordeling av kjønn, hjemmebakgrunn etc.) fungerer som kontrollgruppe.

Et annet kjent rammeverk fra USA, fra Tripod-prosjektet, inkluderer syv aspekter av undervisningskvalitet, og heter «The 7 C's» (Ferguson & Danielson, 2014). De syv aspektene av undervisningskvalitet er Care (støtte elever faglig og emosjonelt), Confer (oppmuntre og respektere elevenes ideer og synspunkter), Captivate (engasjere og motivere, oppmuntre til aktiv deltakelse), Clarify (undervise på en klar og forståelig måte, samt gi tilbakemelding), Consolidate (repetere og hjelpe elevene til å integrere og syntetisere kunnskap), Challenge (utfordre elevene til å gjøre sitt beste) og Classroom management (holde god disiplin og orden).

Siden de fleste av disse rammeverkene er generelle på tvers av fag, kan de også benyttes i naturfag til tross for at de ble utviklet innen forskningsfeltet matematikdidaktikk. For eksempel har Neumann og kolleger (2012) utviklet et rammeverk i naturfag som ligner veldig på TBD-rammeverket nevnt over, og inkluderer to av de samme dimensjonene, nemlig klasseledelse og kognitivt stimulerende undervisning. I tillegg inkluderer dette rammeverket strukturering av innhold, praktiske arbeidsmåter, motivasjonsstøtte (motiverende undervisning), læringsperspektiv (f.eks. konstruktivistisk læringssyn, elevsentrert læringssyn), elevlærer-relasjon og ikke-verbal kommunikasjon. Dette rammeverket er bredere og inkluderer flere aspekter enn akkurat hva læreren gjør i klasserommet.

Det finnes også rammeverk som dreier seg mer mot undervisningsmetoder. Teaching for understanding (TfU) er et generelt rammeverk for undervisning utviklet ved Harvard-universitetet i Boston i USA (Wiske, 1998). Understanding, eller forståelse, defineres i denne sammenheng som dybdelæring og innebærer at elever forstår når de kan overføre kunnskap til nye situasjoner. Å undervise for forståelse innebærer å kombinere to tilnærminger. For det første handler det om å

engasjere elever i meningsgivende aktiviteter rundt fagets sentral ideer (big ideas) eller spørsmål. Den andre tilnærmingen handler om å undervise og evaluere evnen til å overføre forståelse til nye situasjoner. Det er viktig at elevene får øve på å ta i bruk den nye kunnskapen i autentiske sammenhenger. Lærerens funksjon er å legge til rette for og trene/støtte elevene i deres læringsprosess og etter hvert la elevene bli mer og mer selvstendige. TfU har fire punkter som en lærer kan legge opp sin undervisning rundt: 1. Velg et generisk tema, big idea eller et spørsmål 2. Velg et forståelsesmål: Hva skal eleven forstå / kunne overføre når undervisningen er over? 3. Hvilke aktiviteter skal eleven gjøre for å nå målet? 4. Undervisvurdering: Hvordan vet du at eleven er på rett vei? Dette rammeverket er tilpasset for norsk kontekst og utvidet til også å handle om å undervise både i og utenfor klasserommet i naturfag (Frøyland & Remmen, 2019): 1. Velg et tema. 2. Velg læringsarena inne og ute. 3. Velg oppdrag. 4 Finn mål. 5. Lag aktiviteter (tenk progresjon, vurdering etc.).

Dette harmonerer igjen godt med amerikansk faglitteratur som handler om kjennetegn på «ambisiøs naturfagundervisning» (Windschitl, Thompson, Braaten & Stroupe, 2012). Windschitl og kolleger (2012) foreslo et sett av «kjernepraksiser» som naturfaglærere burde bruke for å gi god naturfaglæring i klasserommet. Disse praksisene inkluderer: 1) planlegge undervisning med de store vitenskapelige ideer, 2) få fram elevers ideer rundt et fenomen og tilpasse undervisningen, 3) støtte utviklingen av elevers tenkning rundt det, og 4) trekke sammen og gi skrive støtte for evidensbaserte forklaringer.

Andre typer rammeverk har blitt utviklet spesielt for å undersøke undervisningskvalitet som blir observert i klasserommet (f.eks. video-observasjoner). Et eksempel er PLATO (Protocol for Language Arts Teacher Observations), som har blitt utviklet i Stanford, USA for språk og kunsthag (Grossman, Loeb, Cohen & Wyckoff, 2013; Klette & Blikstad-Balas, 2018). Dette er en observasjonsmanual laget for å observere de forskjellige aspektene av undervisningskvalitet basert på rammeverket nevnt over, «The 7 C's».

Hva kjennetegner god undervisning i naturfag?

Rammeverkene beskrevet over er internasjonale og har blitt evaluert i flere studier med tanke på reliabilitet og validitet, og er beskrevet i vitenskapelige journaler. For en gjennomgang av de mest kjente rammeverkene for undervisningskvalitet, se Senden, Nilsen & Blömeke (i trykk). Forskningsfeltet etterlyser imidlertid rammeverk som også inkluderer aspekter som er mer faglige i tillegg til de generelle aspektene, som for eksempel klasseledelse (Praetorius et al., 2018). Ennå finnes det ikke ett dominerende internasjonalt anerkjent rammeverk for naturfag spesielt.

Men i Norge har prosjektet *Linking Instruction in Science & Student Impact* (LISSI) utviklet et rammeverk for undervisning i naturfag. Dette rammeverket er beskrevet i rapporten «Tett på naturfag i klasserommet»⁵ (Ødegaard et al., 2021). For mer om LISSI, se under «Hvordan måle undervisningskvalitet».

Også Naturfagsenteret har utviklet et rammeverk basert på forskning, litteratur og egen erfaring i møte med lærere og elever over hele landet, kalt «Kjernen i god naturfagundervisning». Dette rammeverket legger vekt på at undervisningen skal være både støttende for eleven (aspekt nummer 2 i TBD rammeverket) og kognitivt stimulerende (aspekt nummer 3 i TBD). Rammeverket har som mål at elevene oppnår engasjement og dybdelæring, og er utdypet i et nummer av tidsskriftet *Naturfag* (Voll, 2018). Rammeverket består av fem punkter som en lærer bør tenke over når hen planlegger undervisningen, og som Naturfagsenteret har brukt i utvikling av egne undervisningsopplegg (naturfag.no): 1. Motivasjon og tilpassning, 2. Relevans og kontekst, 3. Progresjon og vurdering, 4. Språk og kommunikasjon og 5. Utforskende arbeidsmåter.

Dette var to spesifikke eksempler på rammeverk for undervisningskvalitet i naturfag i Norge. Vi vender nå blikket utover for å beskrive hva internasjonal forskning helt generelt framhever at er karakteristisk for god undervisning i naturfag. Ifølge tidligere forskning bør følgende sentrale elementer inngå i god naturfagundervisning: utforskende arbeidsmåter, faglig diskurs og argumentasjon og representasjoner og modeller (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Disse må sees i sammenheng, da alle må inngå for å oppnå god naturfagundervisning. Resten av dette delkapitlet beskriver disse tre elementene.

Utforskende arbeidsmåter. I utforskende undervisning er vekslingen og sammenhengen mellom ulike typer tilnærminger til faglig innhold viktig for læringsprosessen. Lærerens rolle er å legge til rette for utforskning, men det er elevene som gjennomfører de utforskende aktivitetene. En lærer som implementerte utforskende undervisning som deltaker i prosjektet Skoleutvikling i naturfag (SUN), uttrykte det slik: *Jeg har fått mer tro på at god undervisning ikke dreier seg om å «få sagt» alt elevene skal kunne. Det er viktigere at elevene er deltakende i læringsprosessen* (Fiskum & Korsager, 2013).

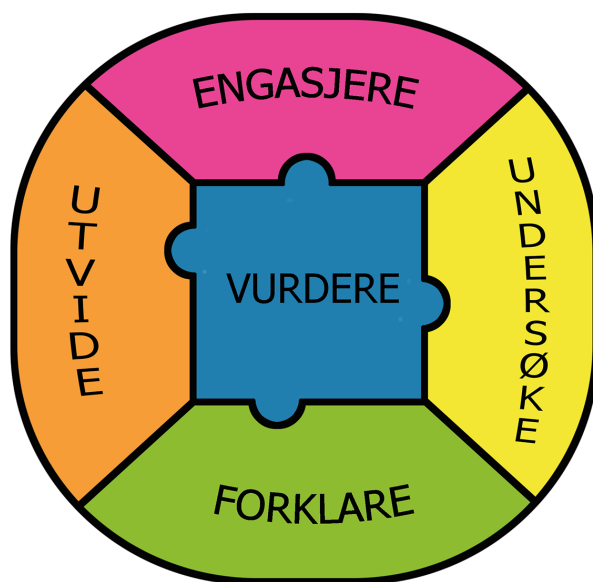
Flere studier har vist at undervisning som legger til rette for utforskende arbeidsmåter, kan virke motiverende for elevene, øke elevenes begrepsforståelse og bidra til dybdelæring (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Men for å oppnå dybdelæring er det ikke likegyldig hvordan læreren legger til rette for at elever kan jobbe utforskende. Det er tre komponenter som utgjør kjernen i utforskende

5 https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/lissi-laring-naturfag/lissi_kortrapport.pdf.

arbeid, som spørsmål, data og forklaring, og som handler om praksisene «å stille forskbare spørsmål», «å planlegge og samle inn data» og «lage forklaringer» (Haug & Mork, 2021). For mange lærere er eksplisitte rammer og støttestrukturer viktige for å få til god utforskende undervisning (Bjønness & Kolstø, 2015).

En måte å strukturere utforskende undervisning på er å bruke 5E-modellen (Bybee et al., 2006). Studier viser at 5E-modellen (se figur 9.3) kan hjelpe lærere med å legge til rette for utforskende undervisning, men modellen gir også en god støtte for elevers læring (Akar, 2005; Coulson, 2002; Lord, 1997).

5E-modellen ble utviklet i 1987 og har siden da vært brukt til å utvikle læringsressurser og undervisningsforløp i naturfagene. De fem E-ene kommer fra de engelske ordene engage, explore, explain, elaborate og evaluate. Den norske modellen er oversatt og bearbeidet i en årrekke av lærerutdannere fra Naturfagsenteret og NTNU i samarbeid med naturfaglærere i ungdomskolen og videregående skole som har deltatt i etterutdanning. På norsk oversettes de fem E-ene til engasjere, undersøke, forklare, utvide og vurdere.



Figur 9.3 Modell av Bybee et al., 2006.

En sentral endring som ble gjennomført i den norske 5E-modellen, er at vurderingsfasen inngår i alle de andre fasene (Fiskum & Korsager, 2018). Vurdering forstås dermed som en prosess hvor læreren innhenter og tolker informasjon om elevers tenkning og forståelse, for så å bruke denne informasjonen som utgangs-

punkt for tilbakemeldinger og justering av undervisning (Black & Wiliam, 1998; Harlen, 2012). En slik prosess bidrar også til å motivere elevene (engasjere) til å utforske (undersøke). Når elevene videre skal forske på fenomenet, vil utgangspunktet i deres egne ideer være viktig for elevenes følelse av eierskap og autonomi. Det å la elevene sette ord på egne ideer gjør at de også får mulighet for å kommunisere, diskutere og reflektere (forklare) over egen forståelse, noe som er helt sentralt for læring (Driver, Asoko, Leach, Scott & Mortimer, 1994; Mercer, 2002) og en viktig del av utforskende naturfagsundervisning (Bell, Urhahne, Schanze & Ploetzner, 2010).

Utforskende arbeidsmetoder kan i høyeste grad sies å være kognitivt stimulerende og hører således innunder det tredje aspektet av undervisningskvalitet, nemlig kognitivt stimulerende undervisning.

Med økt fokus på utforskende arbeidsmåter i Fagfornyelsen (LK20) blir lærernes evne til å undervise i dette enda viktigere. Forskning tyder på at tydelig veiledning fra læreren er viktig for at elever skal ha godt læringsutbytte av utforskende arbeid i naturfag (Aditomo & Klieme, 2020; Zhang & Cobern, 2020). Siden eksperimentelt og praktisk arbeid i naturfag ofte (men ikke alltid) inngår i utforskende arbeid, kan vi også merke oss at forskning indikerer at hvis elever skal lære om naturfaglige begreper og arbeidsmåter, må praktisk arbeid være mer fokusert på ideene og begrepene og mindre på selve gjennomføringen av målinger og observasjoner (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein & Kind, 2012). Dette støttes også av norsk forskning som viser at lærere ofte ikke tar seg nok tid til oppsummerings- og konsolideringsfasen i forbindelse med praktisk arbeid i naturfag (Ødegaard, Haug, Mork & Sørvik, 2014). Ifølge Furtak et al. (2012, s. 323) er det viktig å engasjere elevene i å konstruere, utvikle og begrunne vitenskapelige forklaringer som en del av naturfagaktivitetene, for å hjelpe dem til å lære naturfag. Disse perspektivene henger også sammen med fokuset på kritisk tenkning og argumentasjon som sentrale kompetanser for det 21. århundre, noe som framheves både i overordnet del av læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2017) og i internasjonal forskning (OECD, 2018b; Osborne, 2010).

Faglig diskurs og argumentasjon. Faglige samtaler med elever har vist seg å ha positiv effekt på elevers begrepsforståelse (Mercer, 2002; Osborne, 2010). Når elevene benytter faglige begreper i faglige samtaler, får de en mer varig og dyp begrepsforståelse (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Når læreren utfordrer elevene til å diskutere faglige emner, kan dette også sies å tilhøre aspektet kognitivt stimulerende undervisning. Å diskutere og argumentere for synspunkter og forklaringsmodeller er en viktig praksis i naturfag (Furtak et al. (2012, s. 323). Gjennom læringsdialog basert på elevenes erfaringer fra egen utforskning kan forklarende

abstrakte begreper bli utviklet og forstått. Gjennom oppgaver og samtaler der elever skal anvende de nye begrepene, kan de få brukt og videreutviklet den faglige diskursen som er viktig for å få en dypere forståelse for naturfaglige begreper (Mortimer & Scott, 2003).

I denne sammenhengen er det naturlig å fokusere på at elevene må øve på å argumentere naturvitenskapelig (Osborne, 2010). Mork og Erlien (2017) beskrev tre sentrale mål for å arbeide med argumentasjon i naturfagundervisningen: 1) La elevene lære om argumentasjon og kritikk som sentrale praksiser for utvikling av naturvitenskapelig kunnskap, 2) La elevene lære å bruke naturfaglig evidens som begrunnelse for egne argumenter og 3) La elevene utvikle kompetanse i argumentasjon som strategi for dybdelæring. Diskusjon og argumentasjon i norske naturfagklasserom er blant annet undersøkt gjennom LISSI-prosjektet, der det viste seg at elevene fikk en del øvelse i å argumentere for egne utsagn, men lite øvelse i å diskutere med andre, komme med motargumenter eller utfordre andre elevers utsagn (Hagset, 2019; Ødegaard et al., 2021).

Representasjoner og modeller. Å benytte forskjellige representasjoner for samme fenomen er spesielt viktig i naturfag (Angell et al., 2011; Knain, Fredlund & Furberg, 2021). Typisk for et fenomen i naturfag, for eksempel krefter, er at det kan framstilles ved matematiske ligninger, grafer, vektorer, illustrasjoner, tekst og ved demonstrasjon eller eksperiment, for å nevne noen. Det er viktig at læreren benytter forskjellige representasjoner for å belyse fenomenet fra forskjellige perspektiver, og for dermed å øke elevers forståelse for begrepet eller fenomenet (Angell et al., 2019). Representasjoner er også viktige redskaper for å utvikle forståelse, ved at elevene arbeider i spennet mellom egne erfaringer fra naturfaglige fenomener, autoritative kilder (for eksempel lærer eller lærebok) og representasjoner de lager underveis (Knain et al., 2021). Arbeid med representasjoner er også en inngang til å undervise om naturvitenskapens egenart. Videre må elevene lære seg å tolke, forstå og bytte mellom ulike representasjoner. Under pandemien så man for eksempel hvor viktig det var for befolkningen å kunne forstå grafer over smittetall, illustrasjoner av hvordan vaksiner virker, og flere andre representasjoner.

Siden naturvitenskap kan sies å ha som mål å konstruere modeller av virkeligheten, bør modeller også ha en sentral plass i skolens naturfag. Gilbert (2004, s.116) hevdet at modeller er essensielle for produksjon, formidling og aksept av vitenskapelig kunnskap og bygger bro mellom vitenskapelig teori og virkelighet. I dette ligger det at modeller kan representere naturvitenskapelig «innholdskunnskap» (for eksempel «big bang»-modellen for universets opprinnelse), at modellering er en måte å arbeide på i naturfag (for eksempel gjennom at elever får bygge

fysiske modeller eller arbeide med matematiske modeller av fenomener), og at modeller dessuten kan brukes som pedagogiske verktøy for å gjøre det lettere for elever å forstå naturfaglige fenomener (for eksempel «vannstrøm-modellen» for strøm i en elektrisk krets).

Modeller og modellering er også tett knyttet til naturfagets mange representasjonsformer, som diskutert over. Angell og kolleger (2019) skiller mellom fenomenologisk, eksperimentell, grafisk, matematisk-symbolsk og begrepsmessig representasjon. En vesentlig utfordring for elever som skal lære naturfag, er å se sammenhengen mellom de ulike representasjonene av et fenomen og kunne bevege seg sømløst mellom å omtale fenomenet med ord, beskrive det gjennom formler / symbolsk representasjon, tolke en grafisk framstilling av fenomenet og så videre. Ifølge Pajchel, Ramton, og Sollid (2019) kan modeller og modellering i naturfaget knyttes til dybdelæring.

I tillegg til å *bruke* modeller legger Fagfornyelsen vekt på at elevene skal utvikle egne modeller. Dette er en del av mange utforskende prosesser og er mer kognitivt aktiverende enn å ta i bruk ulike modeller eller representasjoner. Lærerne bør dermed ikke bare kunne bruke disse i sin undervisning, men også kunne stimulere til modellering.

Hvordan måle undervisningskvalitet

Det er vanskelig å måle hvorvidt undervisningskvaliteten er god. For det første må forskere være enige om hvordan undervisningskvalitet skal defineres. For det andre må man ha gode mål på undervisningskvalitet, og en metode til å måle det. Det kan for eksempel måles ved å observere en klasse, ved å intervjuere elever og lærere, ved å samle inn skriftlige arbeider og/eller ved å gi elever og lærere spørreskjema. De mest valide dataene får man selvfølgelig dersom man benytter alle disse måtene å samle inn data på. Men også målene på undervisningskvalitet må være reliable og valide. Dersom man for eksempel stiller for få, eller uklare, irrelevante spørsmål til elevene i et spørreskjema, eller ikke dekker begrepet (for eksempel klasseledelse) godt nok, er det vanskelig å få reliable, valide mål. En indikasjon på hvorvidt målene fungerer, er dersom de viser en sammenheng med elevers prestasjoner. I kapittel 8 i denne antologien fant forfatterne at undervisningskvaliteten til lærerne har blitt bedre siden 2015, og det påvirker læringsutbyttet, og at tilbakegangen høyst sannsynlig hadde vært større i naturfag hadde det ikke vært for den økte kvaliteten på undervisningen.

Dersom man skal sammenligne læreres undervisningskvalitet på tvers av for eksempel tid, klassetrinn og land, bør man ha samme mål på undervisningskvali-

tet, og målene må være sammenlignbare (det kan f.eks. være at elever har en annen forståelse og et annet svarmønster når de svarer på de samme spørsmålene i et spørreskjema i 5. trinn og 9. trinn).

Det første store prosjektet i Norge som undersøkte undervisningskvalitet, var Linking Instruction and Student Achievement (LISA)-prosjektet (Klette, Blikstad-Balas & Roe, 2017). Prosjektet fikk midler av Norges forskningsråd og undersøkte læreres undervisningskvalitet i matematikk og norsk.

LISSI er et prosjekt inspirert av LISA. I LISSI har det vært sentralt å belyse utforskende arbeidsmåter i naturfag ved å bruke videoobservasjoner i klasserommet, men også intervju av lærere og skriftlig prøve i naturfag og spørreskjema til elever. Prosjektet er finansiert av Utdanningsdirektoratet, som ønsket å utforske sentrale funn og utfordringer som er avdekket blant annet i PISA og TIMSS fra 2015. For å lese mer om studien og resultater, se Ødegaard et al. (2021).

Et tredje prosjekt om undervisningskvalitet er TESO. Prosjektet fikk støtte av Norges forskningsråd, og datainnsamling pågår fremdeles. Prosjektet er en utvidelse av TIMSS-prosjektet. TESO undersøker undervisningskvaliteten i naturfag og matematikk ved spørreskjemaer til elever og lærere, og ved videoobservasjoner. Prosjektet har et longitudinelt design. Preliminære analyser tyder på at elevene blir mer kognitivt stimulert i matematikk enn i naturfag (Teig, Nilsen & Senden, 2021), og at lærerne gjør lite utforskende arbeidsmetoder i naturfag (se kap.3 i denne antologien).

Utfordringer og muligheter

Hvilke utfordringer som er knyttet til lærernes undervisningskvalitet i Norge, er et komplekst og sammensatt spørsmål, og det finnes relativt lite forskning på dette.

Utforskende arbeidsmåter. TIMSS-undersøkelsen har i årevis vist at lærerne gjør lite utforskende undervisning i naturfag (Mullis et al., 2020) og det samme finner PISA (OECD, 2019). Også LISSI-undersøkelsen viser at elevene i liten grad er med på å utvikle egne forskningsspørsmål, hypoteser eller prediksjoner (Ødegaard et al., 2021, s. 82), til tross for at disse skolene ble valgt ut nettopp fordi det ble antatt at disse benyttet utforskende arbeidsmåter i stor grad. Samtidig er det kanskje ikke overraskende i og med at det å undervise i utforskende arbeidsmåter avhenger av lærerens kompetanse innen dette området, og lærerne etterspør mer etterutdanning innen dette temaet (Mullis et al., 2020). Likevel er det alvorlig, siden flere tidligere forskningsstudier har funnet at utforskende arbeidsmåter har betydning for elevenes læringsutbytte (Furtak et al., 2012; kap.3 i denne antologien; Teig et al., 2018). Samtidig viser funn fra TIMSS-undersøkelsen at den gene-

relle undervisningskvaliteten til naturfaglærere på 9. trinn har blitt bedre siden 2015 (se kap. 8 i denne antologien). Dersom også lærerne hadde økt sin kompetanse i å undervise i utforskende arbeidsmåter, ville det høyst sannsynlig økt elevenes læringsutbytte.

Lærernes kompetanse. Ikke bare utforskende arbeidsmåter, men undervisningskvalitet generelt er avhengig av læreres kompetanse (Baumert et al., 2010; Carlson et al., 2019). I forhold til andre land, og spesielt de nordiske, får norske lærere lite spesialisering i naturfag i sin utdanning, og lite etterutdanning (Mullis et al., 2020). Læreres undervisningskvalitet har stor betydning for elevers læringsutbytte; å øke læreres kompetanse i naturfag, spesielt faglig og fagdidaktisk, er viktig.

Læremidler og digitalisering. Lærebøkene er ganske styrende for undervisningen i norske klasserom generelt (Juuhl, Hontvedt & Skjelbred, 2010), dette gjelder også i naturfag (Andersson-Bakken, Jegstad & Bakken, 2020; Hodgson, Rønning & Tomlinson, 2012).

Med Fagfornyelsen ble læreplanens kompetansemål mer generelle og mindre spesifikke; dette stiller økte krav til læreres autonomi og dømmekraft i å velge ut lærestoff til elevene. Å bare «følge læreboka» er mindre aktuelt enn før.

Matematikk og naturfag. Matematikk er et viktig verktøy i naturfag. Naturvitenskapelig informasjon i samfunnet inkluderer ofte tabeller, grafer, tallfesting av størrelser og usikkerheter. Kritisk vurdering i møte med slik informasjon forutsetter ofte evne til å kunne sammenligne tall eller grafer fra ulike kilder og med variasjon i framstillingsmåte. Tett samarbeid med matematikk vil her kunne gi elevene mer øvelse i å hankses med matematikk i ulike kontekster i livet. Kompetansemålene i naturfag vektlegger kvalitativ forståelse i faget, og erfaringsmessig er det i dag lite bruk av matematikk. Et naturfag som skal forberede på samfunnsdeltakelse, bør i større grad inkludere matematikk knyttet til bruk av data og argumentasjon.

Bruk av programmering i naturfag kan gi elevene begynnende innsikt i hvordan modellering og programmering brukes til å løse problemer som er for kompliserte til å løses ved regning. Samtidig kan de få innsikt i hvordan problemløsning forutsetter etablering av betingelser og andre elementer som inngår i algoritmisk tenkning.

Naturfag kan også kombineres med andre fag og benyttes for å øke læringsutbytte, for eksempel i språkutviklingen i barnehager eller i norskfaget i skolen.

9.5 ELEVERS KOMPETANSE OG MOTIVASJON I NATURFAG

9.5.1 Kompetanse i naturfag

I dette delkapitlet beskriver vi først hva som kjennetegner god kompetanse i naturfag, og trekker inn tidligere forskning. Deretter diskuterer vi utfordringer og muligheter knyttet til elevers kompetanse i naturfag.

God kompetanse i naturfag

Kompetanse er et svært generelt og allment begrep, og innen utdanningsforskning finnes det et stort antall studier som definerer begrepet (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015). I dette kapitlet vil vi kun kort poengtere at det er viktig å skille mellom begrepene kunnskap og kompetanse. Kompetanse handler om å kunne bruke kunnskap i forskjellige kontekster (Dolin, 2002; Mullis & Martin, 2017). Mens kunnskap handler om hva du *kan*, dreier kompetanse seg om hva du *kan gjøre* (Dolin, 2002).

God kompetanse i naturfag er viktig både for å oppnå kompetansemålene i læreplanen, for et godt grunnlag for videre studier og arbeidsliv og for å kunne delta i et samfunn med økende teknologibruk og utfordringer som må løses for å skape et bærekraftig samfunn innen viktige områder som klima, miljø, helse og økonomi. Men hva kjennetegner god kompetanse i naturfag? Ifølge læreplanen Fagfornyelsen (LK20) defineres kompetanse i naturfag på følgende måte:

Elevene viser og utvikler kompetanse på 8., 9. og 10. trinn når de bruker fagspråk, teorier og modeller for å beskrive, forklare og drøfte naturfaglige fenomener. De viser og utvikler også kompetanse når de utforsker, argumenterer, analyserer og reflekterer over naturfaglige emner og sammenhenger mellom dem, og vurderer egne funn og resultater. Videre viser og utvikler de kompetanse når de anvender fagets praksiser, og når de reflekterer over hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles. Elevene viser også kompetanse når de bruker programmering og utforsker teknologi.

Denne beskrivelsen gjenspeiler nøkkelbegreper i naturfagdidaktikken: faglig diskurs, utforskende arbeidsmåter, fagets egenart, modeller og representasjoner og begrepsforståelse (Abell & Lederman, 2007). Disse har blitt beskrevet grundig tidligere i dette kapitlet, og det er viktig at elever har kompetanse innen disse områdene. På et vis kan faglig diskurs, utforskende arbeidsmåter, fagets egenart, modeller og representasjoner betraktes både som faglig utbytte, men også som

læringsprosesser som øker begrepsforståelsen. På den måten er kanskje begrepsforståelse et av de viktigste faglige utbyttene i naturfag og henger sammen med gode prestasjoner i naturfag (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Driver, 1989). Det er en vanlig utfordring at elever har såkalte hverdagsforestillinger (Angell et al., 2019), noe som innebærer at de allerede har en forestilling om eller forståelse av et begrep fra egne erfaringer som ikke nødvendigvis er riktig sett fra et vitenskapelig ståsted. Disse forestillingene er ofte konsistente over tid, deles av mange og er motstandsdyktige for undervisning (Angell et al., 2019). For eksempel betraktes krefter ofte mer som en egenskap ved objektet enn som vekselvirkning mellom objekter. Et annet eksempel er forestillingen om årstider, hvor mange tror at det er kaldere om vinteren fordi de mener at jorden er lenger vekk fra sola, og varmere om sommeren fordi jorden er nærmere sola. Å ha forståelse for begreper et viktig for å forstå fenomener og for å kunne bruke vitenskapelige lover og modeller korrekt. Å forstå hvordan verden rundt oss fungerer, er viktig allmennkunnskap.

Det er når elevene forstår begrepene, kan bruke begrepene i nye situasjoner og forklare fenomener, at de har oppnådd dybdelæring. Dybdelæring handler om at elevene skal kunne bruke ny kunnskap i nye situasjoner. Men i naturfagundervisningen kan det være mye memoreringsstoff, slik som navnsetting på dyr, planter og stein, som handler mer om å huske enn å ta i bruk (Sawyer, 2005). I flere biologiske og geologiske emner er klassifisering og sortering sentralt, slik som for insekter, fugler, blomster, trær, dyr og steiner. Dette er relevante emner i naturfag fordi vi opplever dem rundt oss hele tiden. Det er også tema som er lette å engasjere små barn i. Men i undervisningen av slike temaer er det ofte navnene til de enkelte objektene som er i fokus, og ikke det å forstå systematikken. Det fører til at denne undervisningen ofte kan preges av å memorere en rekke navn. I stedet kunne disse objektene vært utgangspunkt for å forstå systematikk, som igjen kan være inngangen til å forstå naturfaglige fenomener, slik det ble gjort i Frøyland, Frøyland og Hurum (2011). Framfor å vektlegge navnene til bergarter fikk elevene anledning til å øve på å skille de tre hovedgruppene bergarter ved hjelp av å observere mønstre på stein. Når de kunne skille steinen i de tre hovedgruppene, kunne de også forklare hvordan steinene var blitt dannet. Senere studier har vist at elevene klarte å anvende denne sorteringskunnskapen på stein ett år etter undervisningen; de oppnådde dybdelæring (Frøyland, Remmen & Sørvik, 2016; Remmen & Frøyland, 2020). I naturfag kan koblingen mellom observasjon og systematikk kanskje være en vei å gå for å unngå memoreringsstoff og heller ha søkelys på forståelse eller dybdelæring.

Utfordringer og muligheter

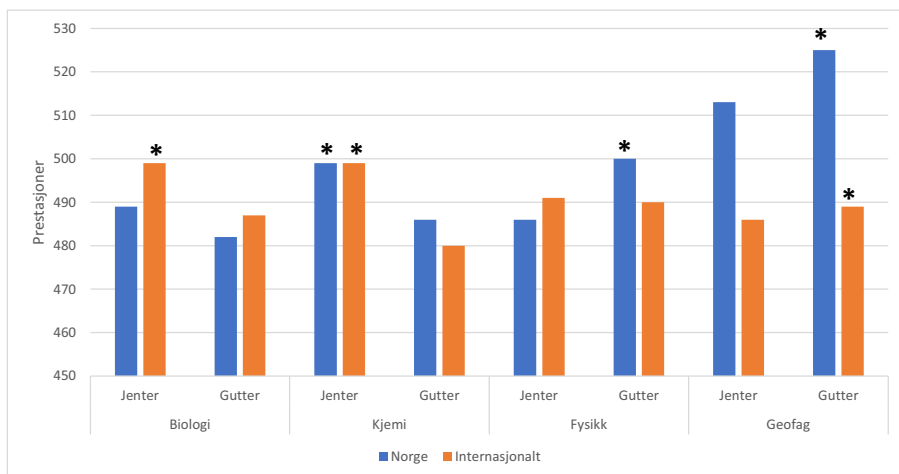
I dette delkapitlet skisserer vi noen av utfordringene elevene har når det gjelder kompetanse i naturfag. Disse utfordringene gjelder spesielt naturfaglig diskurs og språk, utforskende arbeidsmåter, kjønnsforskjeller, hjemmebakgrunn og språkkompetanse.

Diskurs og språk. Kapittel 4 i denne antologien viser at det i 75 prosent av de analyserte elevsvarene ikke benyttes naturfaglig diskurs, men hverdagsspråk. Dette kan tyde på at fagspesifikk diskurs burde ha en enda sterkere plass i naturfagundervisningen i Norge. Videre viser kapitlet at jenter i større grad bruker fagspråk enn gutter, og forklarer dette med at jenter er bedre på abstrakt språkbruk, er bedre lesere enn gutter på ungdomstrinnet, og engasjerer seg oftere i språklige aktiviteter. Videre finner forfatterne i kapittel 4 at minoritetsspråklige (målt ved hvor ofte de snakker norsk hjemme) i mindre grad benytter fagspråk enn majoritetsspråklige.

Utforskende arbeidsmåter. Det finnes ikke mye evidens for i hvilken grad elever i Norge har kompetanse innen utforskende arbeidsmåter. I 2015 var naturfag hovedområdet til PISA, og av de tre kompetansene målt i PISA (Forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte, Vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser og Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte) skåret norske elever signifikant dårligst i Vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser (Kjærnsli & Jensen, 2016). Ser man dette resultatet i lys av at flere studier finner lite utforskende læring i norske klasserom (Mullis et al., 2020; Ødegaard et al., 2021), er det plausibelt at elevene ikke har høy kompetanse i utforskende arbeidsmåter. Likevel, her kreves mer forskning, spesielt fordi utforskende arbeid nå har en mye sterkere posisjon i naturfaget gjennom LK20, og at det er viktig at lærere får kjennskap til forskningsresultater om hvordan lærere best kan tilrettelegge og støtte læring gjennom utforskende arbeidsmåter i naturfag. Dette er helt sentralt for at det utforskende arbeidet skal føre til dybdelæring slik det er intendert.

Kjønnsforskjeller

I TIMSS består den faglige testen av mer enn 200 oppgaver fordelt på biologi, kjemi, fysikk og geofag på 9. trinn. Disse oppgavene er fordelt mellom tre forskjellige kognitive dimensjoner: å kunne, å anvende og å resonnerere. Videre er mange av oppgavene innen utforskende arbeidsmåter (Mullis & Martin, 2017). For den totale skåren, på tvers av alle disse fagområdene, er det ingen kjønnsforskjeller. Likevel er det kjønnsforskjeller innen hvert fagområde, og disse har gjentatt seg i hver eneste syklus av TIMSS siden 1995. Helt siden 1995 har gutter prestert signifikant bedre enn jenter i fysikk og geofag. Innen andre områder har det variert litt,

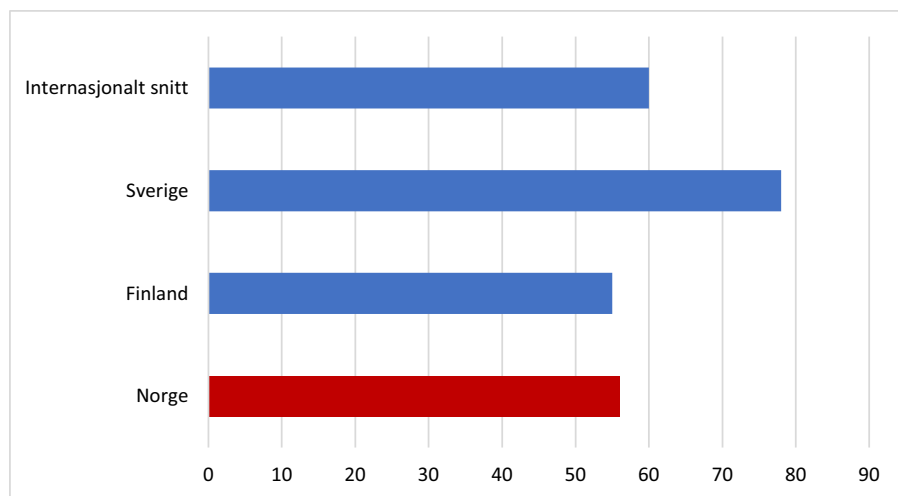


Figur 9.4 Kjønnsforskjeller i elevers prestasjoner på TIMSS 2019. * betyr signifikant forskjellig fra motsatt kjønn.

men i 2019 (se figur 9.4) presterte jenter bedre enn gutter i kjemi i Norge (i kjemi presterte jenter også bedre internasjonalt). I biologi var det ingen signifikante kjønnsforskjeller i Norge i 2019 (men jentene presterte bedre internasjonalt). Disse kjønnsforskjellene er foruroligende, og spesielt de forskjellene som har holdt seg i mer enn 20 år (altså at gutter har prestert bedre enn jenter i fysikk og geofag på ungdomstrinnet). På den ene siden hevdes det at (grunn)skolen er en «kvinnekultur» som favoriserer jenters uttrykksformer (også gjennom karaktersetting; jentene får bedre karakter enn guttene). På den annen side finnes det forskning som tyder på at jenter fortsatt er en «marginalisert gruppe» i realfagene (spesielt i fysikkrelaterte fagområder), med gjennomsnittlig lavere interesse og deltakelse og lavere faglig selvtilit enn guttene (Bøe & Henriksen, 2013; Henriksen, Dillon & Ryder, 2015). Her trengs det mer forskning på hvorfor det er slik. Lærerne kan også forsøke å utjevne denne forskjellen ved å motivere jenter innen fysikk og geofag, og å være bevisste på at jenter og gutter ikke blir forskjellsbehandlet i undervisningen.

Elevenes hjemmebakgrunn

Ikke bare kjønnsforskjeller, men også forskjeller i hjemmebakgrunn (målt ved SØS) har betydning for elevers kompetanse i naturfag. Figur 9.5 viser forskjellen i prestasjoner mellom elever med høy og lav SØS i de nordiske landene som deltok i TIMSS 2019 (9. trinn). Forskjellen i Norge var på 56 poeng, eller et halvt standardavvik.



Figur 9.5 Forskjell i prestasjoner mellom elever med høy og lav SØS.

Forskjellen i prestasjoner i naturfag mellom 8. og 9. trinn ligger på rundt 20 poeng (Bergem et al., 2016; Kaarstein et al., 2020). Det betyr at forskjellen i prestasjoner i naturfag for de med høy og lav SØS tilsvarer rundt to og et halvt års skolegang. Internasjonalt tilsvarer forskjellen 3 år, og for Sverige nesten 4 år. Selv om det er større forskjeller internasjonalt, er likevel to og et halvt års skolegang mye.

I Norge er forskjellen mellom de som alltid snakker norsk hjemme, og de som aldri snakker norsk hjemme, 32 poeng (Mullis et al., 2020). Videre er det en sterk sammenheng mellom denne variabelen og prestasjoner (og SØS), og sammenhengen er sterkere enn i matematikk (Bergem et al., 2016). Vi kan derfor anta at en stor andel av gapet mellom høy- og lav-SØS-elever i naturfagprestasjoner skyldes språkkunnskaper (elever som har vært i Norge kortere enn ett år er ekskludert fra TIMSS). Det viser videre at språk er spesielt viktig i naturfag. Dette blir diskutert i kapittel 6 i denne antologien. Det ligger altså store muligheter for å øke elevers kompetanse i naturfag på 9. trinn ved å sørge for grundig språkopplæring for minoritetsspråklige, og ved at de lærer naturfaglige begreper.

9.5.2 Motivasjon i naturfag

God motivasjon. Tidligere forskning

Det finnes et stort antall studier som har funnet at elevers motivasjon har sammenheng med deres prestasjoner (f.eks. Bandura, 1997; Eccles & Wigfield, 2002; Osborne et al., 2003; Pintrich, 1999). I naturfag er elevers motivasjon spesielt viktig

fordi det ikke bare har sammenheng med prestasjoner i naturfag (Bøe & Henriksen, 2013; Osborne et al., 2003), men også med rekruttering til videre studier og yrkesliv innen realfag (Bøe, 2012). Motivasjon kan betraktes både som et mål i seg selv og som et middel til å støtte læring av kunnskaper og ferdigheter.

Utfordringer og muligheter

I en tidligere studie fant Kaarstein og Nilsen (2018) at elevers motivasjon for naturfag har økt jevnt fra 1995 til 2015. Men fra 2015 til 2019 gikk elevers selvtilitt i naturfag ned for elever på 9. trinn (se kapittel 6 i denne antologien). Elever i Norge har, i et internasjonalt perspektiv, god selvtilitt og motivasjon i naturfag (Mullis et al., 2020; OECD, 2019). Likevel, både TIMSS og PISA viser at gutter har bedre selvtilitt enn jenter. TIMSS 2019 viste også at gutter har høyere indre motivasjon for naturfag enn jenter på både barne- og ungdomstrinnet (Kaarstein et al., 2020).

Resultater fra PISA 2015 (Kjærnsli & Jensen, 2016) viser at norske elever svarer noe mer positivt til utsagnene som utgjør konstruktet «Interesse for naturvitenskap», enn hva de gjorde i PISA 2006. Det er også en større andel som er enige i at naturfag er nyttig for senere jobbmuligheter i 2015, sammenlignet med i 2006. Det er en tydelig forskjell i guttenes favør når det gjelder interesse for naturfag, mestringsforventning og i hvilken grad de gjør naturfagrelaterte aktiviteter på fritiden. Kjønnsforskjellene i interesse varierer imidlertid avhengig av hvilke temaer elevene blir spurt om. For eksempel er det en større andel jenter enn gutter som svarte at de var interesserte i «Hvordan naturvitenskap kan hjelpe oss å forebygge sykdommer». Det er en større andel av elevene i 2015 enn i 2006 som forventer å ha et realfaglig yrke når de blir 30 år. Her er det også tydelige kjønnsforskjeller, med flest jenter som ser for seg å jobbe innen medisinske yrker, og flere gutter enn jenter som ser for seg å jobbe som naturvitere, matematikere, sivilingeniører, teknikere eller innen IKT. Når det gjelder den instrumentelle motivasjonen, altså om elevene synes naturfag er viktig for videre utdanning og jobb, er det ingen kjønnsforskjell. Det er en positiv sammenheng mellom prestasjoner i naturfag og interesse, naturfagrelaterte aktiviteter, mestringsforventning og instrumentell motivasjon for naturfag. Den tydeligste sammenhengen er mellom interesse og prestasjoner.

9.6 KONKLUSJON – VEIEN VIDERE

I dette kapitlet løftet vi fram betydningen av naturfagene i skolen. Kompetanse innen naturfagene er ikke bare viktig for å bidra til glede og nytte for den enkelte

elev, men essensielt for å sørge for at vårt samfunn har en befolkning som både forstår og kan løse mange av dagens og framtidens utfordringer. Dette er også grunnen til at naturfagene internasjonalt har fått en sentral plass i skolen og regnes som kjernefag.

Læreplanen i naturfagene fokuserer på dybdelæring gjennom problemløsning, kritisk tenkning og kompetanser innen bærekraftig utvikling, folkehelse og livsmestring og demokrati og medborgerskap. Dette er positivt med tanke på naturfagenes nytteverdi for individet og samfunnet. Men for å oppnå intensjonene i læreplanene trenger Norge lærere med oppdatert kompetanse og tid til å gjennomføre god naturfagundervisning.

Til tross for nasjonale tiltak som Realfagstrategien ser vi likevel at det lokalt satses lite på naturfagene. En mulig forklaring er at, i motsetning til internasjonalt, er naturfag i Norge ikke et kjernefag, men et fag med få timer. Dette kan også forklare hvorfor Norge har et stort antall lærere med lite eller ingen spesialisering i naturfagene. Det betyr at vi har behov for et krafttak for naturfagene. Vi foreslår følgende tiltak:

1. **Naturfagene må bli et av skolens kjernefag** – på lik linje med engelsk, norsk og matematikk. Det kan blant annet skje ved at det blir et større fag i skolen. Vi foreslår derfor flere timer i naturfag på ungdomstrinnet.
2. **Styrking av læreres kompetanse** i god naturfagundervisning. Dette innebærer flere tiltak:
 - 2.1. *Flere lærere som får spesialisering i naturfagene.* Dette innebærer både naturfaglig og naturfagdidaktisk kompetanseutvikling.
 - 2.2. *Kvalitet i EVU-tilbudet* – styrke, videreutvikle og synliggjøre de kompetansetilbudene som finnes, og som vi vet fungerer godt. Dette gjelder blant annet nasjonale satsinger og lokale EVU-tilbud fra UH.
 - 2.3. *Styrke og videreutvikle naturfagdidaktikken i lærerutdanningen* – sørge for at flere ansatte ved lærerutdanningene får tilgang til kompetanseutvikling i naturfagdidaktikk. Dette kan bidra til å styrke UH i rollen som veiledere i DeKomp, ReKomp og kompetanseløftet.
 - 2.4. *Forskning innen naturfagdidaktikk.* For å øke kunnskap om hva som kjennetegner god naturfagundervisning, og hvordan man kan bistå lærere i å gjennomføre denne undervisningen, trenger vi flere didaktiske forskningsprosjekter, både kvalitative og kvantitative, som setter søkelys på dybdelæring, kritisk tenkning, tverrfaglighet og utforskning innen naturfag.

REFERANSER

- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International journal of science education*, 22(7), 665–702.
- Abell, S.K. & Lederman, N.G. (Red.). (2007). *Handbook of research on science education*: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.
- Aditomo, A. & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504–525.
- Ainley, J. & Carstens, R. (2018). Teaching and learning international survey (TALIS) 2018 conceptual framework. Hentet fra https://meyda.education.gov.il/files/Rama/TALIS_2018_Framework.pdf
- Akar, E. (2005). *Effectiveness of 5E learning cycle model on students' understanding of acid-base concepts*. Middle East Technical University,
- Andersson-Bakken, E., Jegstad, K.M. & Bakken, J. (2020). Textbook tasks in the Norwegian school subject natural sciences: what views of science do they mediate? *International journal of science education*, 42(8), 1320–1338.
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E.K., Kolstø, S.D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011). Fysikkdidaktikk. Høyskoleforlaget.
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E.K., Kolstø, S.D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2019). *Fysikkdidaktikk*: Høyskoleforlaget.
- Bailin, S. & Battersby, M. (2016). Fostering the virtues of inquiry. *Topoi*, 35(2), 367–374.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. WH Freeman and Co.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S. & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International journal of science education*, 32(3), 349–377.
- Bergem, O.K., Goodchild, S., Henriksen, E., Kolstø, S., Nortvedt, G. & Reikerås, E. (2015). Real-fag – relevante, engasjerende, attraktive, lærerike. Hentet fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/vedlegg/rapporter/rapport_fra_ekspertgruppa_for_realfagene.pdf
- Bergem, O.K., Kaarstein, H. & Nilsen, T. (Red.). (2016). *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Universitetsforlaget.
- Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university*: McGraw-hill education (UK).
- Bjønness, B. & Kolstø, S.D. (2015). Scaffolding open inquiry: How a teacher provides students with structure and space. *NorDiNa : Nordic Studies in Science Education*, 11(3).
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74.

- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R.J. (2015). Approaches to competence measurement in higher education. *Zeitschrift für Psychologie* 2015, 223(1), 1–2. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000193>
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational researcher*, 33(8), 3–15.
- Brandon, R.N. (1994). Theory and experiment in evolutionary biology. *Synthese*, 59–73.
- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International journal of science education*, 28(12), 1373–1388.
- Bungum, B. & Sanne, A. (i trykk).
- Bybee, R.W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K-12 science education. *Science and Children*, 49(4), 10.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Bøe, M.V. (2012). *What's in it for me? Norwegian students' choices of post-compulsory science in an expectancy-value perspective*. (Ph.d.-avhandling), Universitetet i Oslo.
- Bøe, M.V. & Henriksen, E.K. (2013). Love It or Leave It: Norwegian Students' Motivations and Expectations for Postcompulsory Physics. *Science Education*, 97(4), 550–573. <https://doi.org/10.1002/sce.21068>
- Carlson, J., Daehler, K.R., Alonzo, A.C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., . . . Friedrichsen, P. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (s. 77–94). Springer.
- Cochran-Smith, M., Alexandersson, M., Ellis, V., Grudnoff, L., Hammerness, K., Oancea, A. & Toom, A. (2020). Transforming Norwegian teacher education: The final report of the international advisory panel for primary and lower secondary teacher education.
- Coe, R., Aloisi, C., Higgins, S. & Major, L.E. (2014). What makes great teaching? review of the underpinning research.
- Coulson, D. (2002). BSCS Science: An inquiry approach – 2002 evaluation findings. Arnold, MD: PS International.
- Crawford, B.A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. I *Handbook of research on science education, volume II* (s. 529–556). Routledge.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M.E. & Gardner, M. (2017). Effective teacher professional development. Learning Policy Institute.
- Daus, S., Braeken, J. & Nilsen, T. (2016). *Diving deeper into 'opportunity to learn'. Does the 'opportunity to learn'-effect depend upon the content learned and the teacher?* Paper presented at the EARLI Sig 18 & 23, Oslo.
- Desimone, L. & Garet, M.S. (2015). Best practices in teacher's professional development in the United States. *Psychology, Society & Education*, 7(3), 252–263 <https://doi.org/10.25115/psye.v7i3.515>
- Desimone, L. & Pak, K. (2017). Instructional coaching as high-quality professional development. *Theory Into Practice*, 56(1), 3–12.

- Desimone, L., Smith, T. & Phillips, K. (2013). Linking student achievement growth to professional development participation and changes in instruction: A longitudinal study of elementary students and teachers in Title I schools. *Teachers College Record*, 115(5), 1–46.
- Dolin, J. (2002). *Fysikfaget i forandring*. (Doktoravhandling.) Roskilde University, Denmark.
- Driver, R. (1989). Changing conceptions. I P. Adey (Red.), *Adolescent development and school science* (s. 79–103). Falmer Press.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P. & Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational researcher*, 23(7), 5–12.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual review of psychology*, 53(1), 109–132.
- Eggen, P.O., Bøe, M.V., Fimland, N., Johansen, A., Nilsen, T., Olsen, R.V., Reitan, B., Trudeng, M., Tsigaridas, K.G., Urdahl, H. & Øren, F. (2015). *Naturfagene i norsk skole*. Hentet fra <https://www.udir.no/tall-og-forskning/finn-forskning/rapporter/naturfagene-i-norsk-skole-anno-2015/>
- Erduran, S. & Dagher, Z.R. (2014). Reconceptualizing nature of science for science education. I S. Erduran & Z.R. Dagher (Red.) *Reconceptualizing the nature of science for science education* (s. 1–18). Springer.
- Erduran, S., Kaya, E., Cullinane, A., Imren, O. & Kaya, S. (2020). Practical learning resources and teacher education strategies for understanding nature of science. I *Nature of Science in Science Instruction* (s. 377–397). Springer.
- Ferguson, R.F. & Danielson, C. (2014). How framework for teaching and tripod 7Cs evidence distinguish key components of effective teaching. *Designing teacher evaluation systems*, 98–143.
- Fiskum, K. & Korsager, M. (2013). SUN – skoleutvikling i naturfag – utforskende etterutdanning for naturfaglærere. *Naturfag*, 1, 55–57.
- Fiskum, K. & Korsager, M. (2018). 5E-modellen i utforskende undervisning. *Naturfag*, 1, 108–110.
- Frøyland, M., Frøyland, S.L. & Hurum, J.H. (2011). Kapittel 6: Stein og fossiler i barnehagen. I G. Langholm, I. Hilmo, K. Holter, A. Lea & K. Synnes (Red.), *Forskerfrøboka. Barn og natur* (s. 225–246): Fagbokforlaget.
- Frøyland, M. & Remmen, K. (2019). *Utvidet klasserom i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Frøyland, M., Remmen, K.B. & Sørvik, G.O. (2016). Name-Dropping or Understanding? Teaching to Observe Geologically. *Science Education*, 100(5), 923–951.
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D.C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
- Gabrielsen, A. & Korsager, M. (2018). Nærmiljø som læringsarena i undervisning for bærekraftig utvikling. En analyse av læreres erfaringer og refleksjoner. *Nordic studies in science education*, 14(4), 335–349.
- Garet, M.S., Porter, A.C., Desimone, L., Birman, B.F. & Yoon, K.S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915–945.
- Gilbert, J.K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115–130.

- Goe, L. (2007). The Link between Teacher Quality and Student Outcomes: A Research Synthesis. *National Comprehensive Center for Teacher Quality*.
- Griffin, P. & Care, E. (2014). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*: Springer.
- Grossman, P., Loeb, S., Cohen, J. & Wyckoff, J. (2013). Measure for measure: The relationship between measures of instructional practice in middle school English language arts and teachers' value-added scores. *American Journal of Education*, 119(3), 445–470.
- Guskey, T.R. (2000). *Evaluating professional development*. Corwin press.
- Guskey, T.R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and teaching*, 8(3), 381–391.
- Hagset, K. (2019). *Tilretteleggelse for diskusjon i utforskende undervisning*.
- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Association for Science Education. Ashford Colour Press Ltd.
- Harlen, W. (2012). The quality of learning: assessment alternatives for primary education. *The Cambridge Primary Review Research Surveys*, 504–540.
- Haug, B.S. & Mork, S.M. (2021). Taking 21st century skills from vision to classroom: What teachers highlight as supportive professional development in the light of new demands from educational reforms. *Teaching and Teacher Education*, 100, 103286.
- Henriksen, E.K., Dillon, J. & Ryder, J. (2015). *Understanding student participation and choice in science and technology education*: Springer.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. & Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Hodgson, J., Rønning, W. & Tomlinson, P. (2012). Sammenhengen mellom undervisning og læring. *En studie av læreres praksis og deres tenkning under Kunnskapsløftet*, 4, 12.
- Hofstein, A. & Kind, P.M. (2012). Learning in and from science laboratories. *Second international handbook of science education*, 189–207.
- Huang, L., Ødegård, G., Hegna, K., Svagård, V., Helland, T. & Seland, I. (2017). Unge medborgere. Demokratiforståelse, kunnskap og engasjement blant 9.-klassinger i Norge. The International Civic and Citizenship Education Study (ICCS) 2016.
- Jensen, F. & Kjærnsli, M. (2016). Elevers oppfatninger av naturfagsundervisning. I *Stø kurs* (s. 94–106).
- Juuhl, G.K., Hontvedt, M. & Skjelbred, D. (2010). Læremiddelforskning etter LK06: eit kunnskapsoversyn.
- Kane, T.J. & Staiger, D.O. (2012). Gathering Feedback for Teaching: Combining High-Quality Observations with Student Surveys and Achievement Gains. Research Paper. MET Project. *Bill & Melinda Gates Foundation*.
- Kennedy, M.M. (2016). How does professional development improve teaching? *Review of Educational Research*, 86(4), 945–980.
- Kjærnsli, M. & Jensen, F. (Red.). (2016). *Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. Universitetsforlaget.
- Klette, K. & Blikstad-Balas, M. (2018). Observation manuals as lenses to classroom teaching: Pitfalls and possibilities. *European Educational Research Journal*, 17(1), 129–146.

- Klette, K., Blikstad-Balas, M. & Roe, A. (2017). Linking Instruction and Student Achievement. A research design for a new generation of classroom studies. *Acta Didactica Norge*, 11(3), 19, sider.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom*, 137–160.
- Knain, E. (2019). Utforskende arbeidsmåter—en oversikt. I E. Knain & S.D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag*, 2.
- Knain, E., Fredlund, T. & Furberg, A. (2021). Exploring student reasoning and representation construction in school science through the lenses of social semiotics and interaction analysis. *Research in Science Education*, 51(1), 93–111.
- Kolstø, S.D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310.
- Korsager, M., Reitan, B., Gaare Dahl, M., Skår, A.R. & Frøyland, M. (i trykk).
- Korsager, M. & Scheie, E. (2019). Students and education for sustainable development—what matters? A case study on students' sustainability consciousness derived from participating in an ESD project. *Acta Didactica Norge*, 13(2), 6–26.
- Kostøl, K.B., Remmen, K.B., Braathen, A. & Stromholt, S. (2021). Co-designing cross-setting activities in a nationwide STEM partnership program—Teachers' and students' experiences. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(1), 426–456.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International journal of science education*, 33(1), 27–50.
- Kuger, S., Klieme, E., Jude, N. & Kaplan, D. (2016). *Assessing contexts of learning: An international perspective*. Springer.
- Kunnskapsdepartementet. (2021). Lærerutdanning 2025. Nasjonal strategi for kvalitet og samarbeid i lærerutdanningene.
- Kaarstein, H. & Nilsen, T. (2018). Norske elevers motivasjon for naturfag gjennom 20 år. I J.K. Björnsson & R.V. Olsen (Red.), *Tjue år med TIMSS og PISA i Norge* (s. 34–56). Universitetsforlaget.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.-C. W., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). *TIMSS 2019. Kortrapport*. Hentet fra: <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/2019/timss-2019-kortrapport.pdf>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. *Handbook of research on science education*, 831–879.
- Leicht, A., Heiss, J. & Byun, W.J. (2018). *Issues and trends in education for sustainable development* (vol. 5). Unesco Publishing.
- Lord, T.R. (1997). A comparison between traditional and constructivist teaching in college biology. *Innovative Higher Education*, 21(3), 197–216.
- Lortie, D. (1975). *Schoolteacher: A sociological study*. University of Chicago.
- Lødding, B., Tellmann, S.M., Bungum, B., Vennerød-Diesen, F.F., Sølberg, J., Røsdal, T., Jarness, V., Larsen, E.H. (2019). Evaluering av Tett på realfag. Implementeringen. Delrapport 2.
- Løken, M. & Skåtun, T. (2021). Museumsforlaget.
- Mayer, R.E. (2010). *Applying the science of learning*. Pearson Merrill Prentice Hall.

- Mehli, H. (2014). *Rom for læring: Hva kan erfaringer fra autentisk naturvitenskapelig arbeid bidra med i klasserommet?* (Doktoravhandling.) NTNU.
- Mehli, H. & Bungum, B. (2013). A space for learning: how teachers benefit from participating in a professional community of space technology. *Research in Science & Technological Education*, 31(1), 31–48.
- Mercer, N. (2002). *Words and minds: How we use language to think together*. Routledge.
- Metha, J. & Fine, S. (2019). *In search of deeper learning. The quest to remake the American high school*. Harvard University Press.
- Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1984). *Qualitative Data Analysis: a sourcebook of new methods*. Sage Publications.
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- Mork, S.M. & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Mork, S.M., Henriksen, E.K., Haug, B.S., Jorde, D. & Frøyland, M. (i trykk). Defining Knowledge Domains for Science Teacher Educators.
- Mortimer, E.F. & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Open University Press.
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (2017). TIMSS 2019 Assessment Frameworks. Hentet fra <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.
- Neumann, K., Kauertz, A. & Fischer, H.E. (2012). Quality of instruction in science education. I *Second international handbook of science education* (s. 247–258). Springer.
- Nilsen, T. & Frøyland, M. (2016). Undervisning i naturfag. I O.K. Bergem, H. Kaarstein & T. Nilsen (Red.), *Vi kan lykkes i realfag* (s. 137–157).
- Nilsen, T. & Gustafsson, J.-E. (2016). *Teacher quality, instructional quality and student outcomes: relationships across countries, cohorts and time*. Springer Nature.
- Nilsen, T., Scherer, R. & Blömeke, S. (2018). 3. The relation of science teachers' quality and instruction to student motivation and achievement in the 4th and 8th grade: A Nordic. *Northern Lights on TIMSS and PISA 2018*, 61.
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole – Fornylse av fag og kompetanser*. Oslo: Norges offentlige utredninger (NOU).
- OECD (2018a). The future of education and skills: Education 2030. *OECD Education Working Papers*.
- OECD (2018b). The future of education and skills: Education 2030: Conceptual Learning Framework. Skills for 2030. *OECD Education Working Papers*. Hentet fra https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/skills/Skills_for_2030_concept_note.pdf
- OECD (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing.
- OECD (2020). *TALIS 2018 Results (Volume II) Teachers and School Leaders as Valued Professionals*. OECD Publishing.

- Osborne, J.F. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463–466.
- Osborne, J.F., Borko, H., Fishman, E., Gomez Zaccarelli, F., Berson, E., Busch, K., Reigh, E., Tseng, A. (2019). Impacts of a practice-based professional development program on elementary teachers' facilitation of and student engagement with scientific argumentation. *American Educational Research Journal*, 56(4), 1067–1112.
- Osborne, J.F., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International journal of science education*, 25(9), 1049–1079.
- Pajchel, K., Ramton, A.M.T.S. & Sollid, P.Ø.D. (2019). Modeller og modellering i naturfag. I L.O. Voll, A.B. Øyehaug & A. Holt (Red.), *Dybdeløring i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Pellegrino, J. & Hilton, M. (2012). Importance of deeper learning and 21st century skills. *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*, 37–68.
- Pianta, R.C., La Paro, K.M. & Hamre, B.K. (2006). CLASS: Classroom assessment scoring system manual preschool (Pre-K) version. Center for Advanced Study of Teaching and Learning.
- Pintrich, P. & Schunk, D. (2002). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications* (2. utg.). Merrill Prentice Hall.
- Pintrich, P.R. (1999). Motivational beliefs as resources for and constraints on conceptual change. I W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Red.), *New perspectives on conceptual change* (s. 33–50). Pergamon.
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B. & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of three basic dimensions. *ZDM*, 50(3), 407–426.
- Regjeringen. (2016). Meld. St. 21 (2016–2017). Lærelyst – tidlig innsats og kvalitet i skolen.
- Remmen, K.B. & Frøyland, M. (2020). Students' use of observation in geology: towards 'scientific observation' in rock classification. *International journal of science education*, 42(1), 113–132.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S. & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground—A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197.
- Sadler, T.D. (2011). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. I *Socio-scientific Issues in the Classroom* (s. 355–369). Springer.
- Sawyer, R.K. (2005). *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press.
- Scheerens, J. (2016). *Opportunity to learn, curriculum alignment and test preparation: A research review*. Springer.
- Scheie, E. & Stromholt, S. (2019). "The Sustainable Backpack": Exploring possibilities in education for sustainable development through a nationwide professional development program. *Acta Didactica Norge*, 13(2), 5–22.
- Schmidt, W.H. & Maier, A. (2012). Opportunity to learn. I *Handbook of education policy research* (s. 557–575). Routledge.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G. & Crawford, B.A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645.
- Senden, B., Nilsen, T. & Blömeke, S. (i trykk). A review of instructional quality: what is it, how do we measure and how does it relate to student outcomes?

- Sinnes, A.T. (2015). *Utdanning for bærekraftig utvikling: hva, hvorfor og hvordan?* Universitetsforlaget.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (3.utg.). Gyldendal.
- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (2015). *Motivasjon for læring: teori og praksis*. Universitetsforlaget.
- Stoknes, P.E. (2019). *Det vi tenker på når vi prøver å ikke tenke på global oppvarming*. Tiden.
- Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M. & Thomas, S. (2006). Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of Educational Change*, 7(4), 221–258.
- Sørensen, K., Van Den Broucke, S., Fullam, J., Doyle, G., Pelikan, J., Slonska, Z. & Brand, H. (2012). Health literacy and public health: A systematic review and integration of definitions and models. *BMC Public Health*, 12(1), 80. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-80>
- Teig, N., Nilsen, T. & Senden, B. (2021). *Identifying Effective Science Instruction: Patterns and Relations to Student Cognitive and Affective Outcomes*. Paper presented at the ECER 2021.
- Teig, N., Scherer, R. & Nilsen, T. (2018). More isn't always better: The curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56, 20–29.
- UNEP. (2021). Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. Hentet fra <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>
- Utdanningsdirektoratet (2016). Fag- og timefordeling og tilbudsstruktur for Kunnskapsløftet Udir-1-2016 Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fag-og-timefordeling/Tidligere-rundskriv/udir-01-2016/vedlegg-1/2.-grunnskolen/>
- Utdanningsdirektoratet (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*.
- Utdanningsdirektoratet (2019). Læreplan i naturfag (NAT01–04). Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Utdanningsdirektoratet (2021a). Kompetanseutvikling i barnehage, skole og fag- og yrkesopplæring. Hentet fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/lokal-kompetanseutvikling/>
- Utdanningsdirektoratet (2021b). Lærerspesialistutdanning. Hentet fra <https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/etter-og-videreutdanning/larerspesialister/larerspesialistutdanning/>
- Voelkel Jr, R.H. & Chrispeels, J.H. (2017). Understanding the link between professional learning communities and teacher collective efficacy. *School Effectiveness and School Improvement*, 28(4), 505–526.
- Voll, L.O. (2018). Hva er dybdelæring? *Naturfag*, 1, 6–9.
- Voll, L.O., Bøe, M.V., Mork, M., Haug, B., Fiskum, K. & Frøyland, M. (2019). Bærende ideer i naturfag. I A. Holt, L.O. Voll & A.B. Øyehaug (Red.), *Dybdelæring i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Windschitl, M., Thompson, J., Braaten, M. & Stroupe, D. (2012). Proposing a core set of instructional practices and tools for teachers of science. *Science Education*, 96(5), 878–903.
- Wiske, M.S. (1998). *Teaching for Understanding. Linking Research with Practice. The Jossey-Bass Education Series*. ERIC.
- Zhang, L. & Cobern, W.W. (2020). Confusions on “Guidance” in Inquiry-Based Science Teaching: a Response to Aditomo and Klieme (2020). *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1–6.

- Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S.M. & Sørvik, G.O. (2014). Challenges and support when teaching science through an integrated inquiry and literacy approach. *International Journal of Science Education*, 36(18), 2997–3020.
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Karlsen, S., Kersting, M., Lunde, M.L.S., Olufsen, M. & Sæleaset, J. (2021). *Tett på Naturfag i klasserommet*. Hentet fra Universitet i Oslo: https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/lissi-laring-naturfag/lissi_kortrapport.pdf



Forfatteromtaler

Forfattergruppen består av personer i TIMSS-gruppen ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning (ILS) ved Universitetet i Oslo (UiO). Andre forfattere ved UiO innen naturfagdidaktikk inkluderer kolleger fra ILS, Naturfagsenteret (NSNO) og skolelaboratoriet ved Fysisk institutt (FI). I tillegg inkluderer forfattergruppen naturfagdidaktikere fra Institutt for fysikk og teknologi (IFT) og Institutt for kjemi (IK) ved Universitetet i Bergen (UiB), Institutt for fysikk (IFY) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og Østfoldmuseene (ØM).

TIMSS-gruppen (alle ved ILS, UiO):

Seniorforsker **Trude Nilsen** (ph.d.) har jobbet med TIMSS og andre undersøkelser siden 2010. Hun leder NFR-prosjektet TESO og forskergruppen LEA, er med i internasjonale ekspertgrupper for blant annet TIMSS og har publisert bøker og artikler innen skolemiljø, undervisningskvalitet, likeverd og anvendt metode.

Forsker **Hege Kaarstein** (ph.d.) har jobbet med TIMSS siden 2009 og overtok ledelsen i 2018. Hun deltar og i den internasjonale ekspertgruppen for matematikk i TIMSS. Hennes interesser er blant annet lærernes undervisningskompetanse i matematikk, elevenes motivasjon for faget og svar på åpne oppgaver.

Forsker **Ole Kristian Bergem** (ph.d.) har deltatt i flere prosjekter ved ILS (TIMSS, PISA, PISA+, LISA) og ledet TIMSS 2015. Hans primære forskningsinteresse er undervisningskvalitet i matematikk og hva den betyr for elevers motivasjon og læring.

Forsker **Jelena Radišić** (ph.d.) jobber på TIMSS og er leder for NFR-prosjektet MathMot. Hennes forskningsinteresser er blant annet motivasjon for læring og hvordan ulike undervisningspraksiser kan fremme slik utvikling/læring som helhet.

Forsker **Anne-Catherine W.G. Lehre** (ph.d.) startet å jobbe på TIMSS-prosjektet i 2020. Hennes forskningsinteresser inkluderer bl.a. anvendt metode, storskalaundersøkelser, kjønnsforskjeller, likeverd og elevsvar.

TIMSS-gruppen har skrevet sammen med:

Postdoktor **Nani Teig** (ph.d.) ved ILS, UiO, har doktorgrad i naturfagdidaktikk med vekt på TIMSS og PISA. Hun er også førsteamanuensis II ved Høgskolen i Innlandet. Hennes forskningsinteresser ligger innen utforskende arbeidsmåter, undervisningskvalitet og akademisk resiliens.

Stipendiat **Bas Senden** ved ILS, UiO, har jobbet på NFR-prosjektet TESO siden 2020. I sin doktorgrad bruker han blant annet TIMSS-data til å forske på sammenhengen mellom lærernes kompetanse og undervisningskvalitet og elevenes prestasjoner og motivasjon.

Forsker **Tove Stjern Frønes** (ph.d.) ved ILS, UiO, jobber med elevers leseforståelse, og hvordan tekster på nett og i tradisjonelle medier leses. Hun har jobbet mye med å utvikle leseprøver (bl.a. nasjonale prøver og PISA) og har også skrevet lærebøker i norsk.

Forsker **Fredrik Jensen** (ph.d.) ved ILS, UiO, har jobbet med PISA-undersøkelsen siden 2013, hvor han overtok som leder i 2017. Han er opprinnelig utdannet realfagslærer, og hans forskningsinteresser inkluderer rekruttering og holdninger til realfag.

Professor **Merethe Frøyland** er leder for Naturfagsenteret. Hennes forskning er innenfor naturfagdidaktikk og handler om geodidaktikk og bruk av andre læringsarenaer i naturfagundervisningen. Hun har skrevet en rekke artikler og bøker innenfor feltet.

Professor **Ellen Karoline Henriksen** ved FI, UiO, arbeider med forskning og undervisning knyttet til fysikk i skolen og til lektorutdanning i fysikk. Gjennom en bistilling ved OsloMet arbeider hun med forskning og utvikling innenfor naturfaglærerutdanningen.

Professor **Stein Dankert Kolstø** ved IFT, UiB, har undervist i lektorutdanningen siden 1996. Hans forskningsinteresser er bruk av utforskende arbeidsmåter, argumentasjon, læringsdialog og samfunnsaktuelle problemstillinger i naturfag.

Professor **Doris Jorde** ved ILS, UiO, er naturfagdidaktiker og leder av ProTed – Senter for fremragende lærerutdanning. Hun er medlem av PISA 2025 Science Expert Group og er tidligere President i European Science Education Association.

Førsteamanuensis **Majken Korsager** (ph.d.) NSNO, UiO, jobber som prosjektleder for Realfagsløyper, utvikler nettbaserte læringsressurser og gjennomfører kompetanseutvikling i naturfagdidaktikk for lærere. I hennes forskning legger hun spesielt vekt på utforskende undervisning, utdanning for bærekraftig utvikling og kompetanseutvikling for lærere.

Professor **Erik Knain** ved ILS, UiO, jobber i stor grad tverrfaglig med utforskende arbeidsmåter i naturfag, sosiovitenskapelige tema og bærekraftdidaktikk. Han har ledet flere prosjekter om utvikling av undervisningspraksis i samarbeid med lærere.

Professor **Marianne Ødegaard** ved ILS, UiO, er naturfagdidaktiker og har ledet flere prosjekter om naturfag og utforskning (Forskerføtter og leserøtter og LISSI). Hun er også interessert i naturfag i sosiovitenskapelige sammenhenger som bærekraft og helse.

Førsteamanuensis **Marit Kjærnsli** ved ILS, UiO, har deltatt i flere prosjekter (TIMSS 95, PISA og LISSI). Hun ledet PISA-undersøkelsen fra PISA 2003 til og med PISA 2015. Forskningsinteresser er spesielt elevers kompetanser og holdninger til naturfag.

Professor **Berit Bungum** ved IFY, NTNU, arbeider med forskning og utvikling innen fysikk og teknologi i skolen og med kompetanseutvikling for lærere. Hun er tilknyttet Skolelaboratoriet ved NTNU og har lang erfaring med lærerutdanning i realfag.

Forskningsdirektør **Marianne Løken** (ph.d.) ved ØM har en tverrfaglig tilnærming til forskning på motivasjon, læring og psykisk helse. Hennes forskningsinteresser inkluderer bl.a. kjønnsperspektiver, kunnskapsproduksjon og interseksjonelle studier.

Førsteamanuensis **Matthias Gregor Stadler** (ph.d.) ved IK, UiB, har jobbet som didaktiker i naturfag og kjemi siden 2010. Hans forskningsinteresser er undervisningskvalitet og hvordan forståelse kommer til uttrykk i elevers skriftlige og muntlige ytringer.