

8

Undervisning i naturfag

TRUDE NILSEN OG MERETHE FRØYLAND

SAMMENDRAG Norske elever på 5. og 9. trinn rapporterer positivt på lærernes undervisningskvalitet. Undervisningskvalitet har sterk sammenheng med elevenes motivasjon og prestasjoner. Spesielt er utforskende metoder og klasseromsdiskusjoner positivt assosiert med elevers prestasjoner. Norske elever på ungdomstrinnet har svært få undervisningstimer i naturfag sammenliknet med de fleste andre land. Antall timer i naturfag har sammenheng med elevers prestasjoner. Elever på barnetrinnet mangler både utstyr til eksperimenter og laboratorium, og dette har negative konsekvenser for undervisningen, ifølge rektorene.

SUMMARY Norwegian 5th grade and 9th grade students report that their teachers have high instructional quality. Instructional quality is strongly related to motivation and performance. Especially inquiry and classroom discussions are positively associated with performance. Norwegian students in lower secondary school receive very few hours of science instruction as compared to most other countries. Instructional time is related to students' performance. Students in 5th grade lack both equipment for conducting experiments and laboratories, and according to the principals this has negative consequences for the science instruction.

8.1 INTRODUKSJON OG TEORI

Dette kapitlet handler om 1) naturfagundervisning i norske klasserom (undervisningskvalitet og vurdering), og 2) rammebetingelser og muligheter for å lære (Opportunity To Learn, OTL).

Utviklingen av prestasjoner de siste 20 årene i TIMSS-undersøkelsene ble preget av et stort fall i prestasjoner i både matematikk og naturfag på begge trinn fra 1995 til 2003 (Martin, Mullis, Foy & Stanco, 2012). Naturfag på 4. trinn, samt matematikk på begge trinn har hatt en positiv trend siden 2003, men det har ikke naturfag på 8. trinn. Et viktig spørsmål er derfor hvorfor dette bare gjelder 8.-trinnslever i naturfag.

For å forsøke å belyse dette må man undersøke hvilke faktorer som påvirker elevers prestasjoner. Det har blitt gjort lite forskning på faktorer som kan påvirke

elevers prestasjoner i naturfag basert på data med representative utvalg. Som følge av flere små forskningsstudier, har likevel mange pekt på at læreboka dominerer i naturfagtimene, at flere naturfaglærere mangler kompetanse i naturfag, og antall naturfagtimer er svært begrenset sammenliknet med andre skolefag (Eikeseth & Frøyland, 2016; Frøyland, 2016; Hodgson, Rønning & Tomlinson, 2012; Lagerstrøm, Moafi & Revold, 2014).

Det er bred enighet om at hva læreren gjør i klasserommet, altså deres undervisningskvalitet, har større betydning for elevers læringsutbytte (prestasjon og motivasjon) enn noen annen faktor (Creemers & Kyriakides, 2008; Fauth, Decristan, Rieser, Klieme & Büttner, 2014; Klette, 2013; Klieme, Pauli & Reusser, 2009). Ifølge de fleste europeiske forskere inneholder undervisningskvalitet de fire aspektene ved lærerens undervisning som er påvist å ha positiv påvirkning på elevers læringsutbytte: *faglige/kognitive utfordringer* (f.eks. læreren gir elevene utfordrende oppgaver som gjør at elevene må strekke seg litt lenger), *god klasseromsledelse* (f.eks. læreren utnytter tiden og holder orden og ro i klassen), *støttende lærer* (f.eks. læreren ser hver enkelt elev, tilpasser undervisningen og bryr seg om elevene) og *tydelige intensjoner* (f.eks. læreren gir klare mål og forståelig undervisning, oppsummerer etter timen og knytter nytt stoff til gammelt) (f.eks. Baumert et al., 2010; Klieme et al., 2009). Funn fra PISA, TALIS og TIMSS viser også at undervisningskvalitet er viktig for elevers prestasjoner og motivasjon (Baumert et al., 2010; Scherer, Jansen, Nilsen, Areepattamannil & Marsh, 2016; Scherer & Nilsen, 2016; Scherer, Nilsen & Jansen, 2016).

Likevel har de fleste studier på undervisningskvalitet vært i matematikk (f.eks. Baumert et al., 2010; Klieme et al., 2009). Det finnes lite forskning på undervisningskvalitet i naturfag basert på data med representative utvalg internasjonalt, og enda mindre i Norge. Det kan derfor være interessant å undersøke hva som karakteriserer læreres undervisningskvalitet i naturfag, og om den har sammenheng med elevers prestasjoner og motivasjon i naturfag. Dette er spesielt interessant på ungdomstrinnet, som nevnt over.

Mange av de spørsmålene som brukes for å måle undervisningskvalitet, er bedre tilpasset matematikk enn naturfag, og spesielt gjelder det *faglige/kognitive utfordringer* som er nært knyttet til faget (Klieme et al., 2009). *Faglige/kognitive utfordringer*, i matematikk dreier seg mye om problemløsning. I naturfag vil det være mer aktuelt å utfordre elevene kognitivt ved utforskende metoder, hvor for eksempel elevene må tolke data fra eksperimenter. Dette er en del av den vitenskapelige metode, og det å utfordre og lære elevene til å observere, lage hypoteser og planlegge eksperimenter er viktige kompetanser eleven trenger for å forstå naturvitenskapens egenart (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998; Angell et al., 2011).

Utforskende læring er viktig og virker motiverende for elevene (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004) og har vist å ha en sammenheng med økt begrepsforståelse hos elever (Minner, Levy & Century, 2010). Det er likevel få studier som har klart å påvise en positiv påvirkning av utforskende metoder (inquiry) på prestasjoner (Hattie, 2009). Utforskende metoder er en viktig del av norsk læreplan¹, spesielt knyttet til kompetanseområdet *Forskerspiren*.

Et av de viktigste målene på *tydelige intensjoner* i undervisningen innebærer at læreren knytter ny kunnskap til elevers forforståelse (Duit, 2009). Elevers forforståelse for naturvitenskapelige fenomener og begreper har vist seg å være vanskelige å endre (Driver, 1994; Duschl, 1998). Ofte har elevene en såkalt alternativ begrepsforståelse (mange tror f.eks at årstider skyldes avstanden mellom jorda og sola), og for å lære begreper i naturfag har det vist seg å være viktig å ta hensyn til de forestillingene elevene allerede har (Angell et al., 2011). Det er videre viktig at elevene setter egne ord på begreper for å øke begrepsforståelsen (Scott & Mortimer, 2005), og diskusjon i klassen kan bidra til at elevene øker forståelsen for begreper og fenomener (Nilsen & Angell, 2014; Simon, Erduran & Osborne, 2006). I en liten studie om bergarter ble det demonstrert hvor viktig det er å koble observasjoner med teoretisk kunnskap og gi elevene mulighet til å øve seg på å anvende den nye kunnskapen for dybdeforståelsen av begreper (Frøyland, Remmen & Sørvik, 2016). Klar og forståelig undervisning har positiv påvirkning på elevers motivasjon (Fauth et al., 2014).

Støttende lærer er også viktig, og det har vist seg at dersom elevene opplever at læreren ser dem, bryr seg om dem og respekterer dem, så har dette betydning for elevers motivasjon (Fauth et al., 2014). *God klasseromsledelse* er derimot et mer universalt fenomen som er lettere å måle uavhengig av faget.

Ifølge vår modell i kapittel 1, basert på modellen til Creemers og Kyriakides (2008), er vurdering også en viktig del av læreres undervisning. Vi vil derfor også inkludere vurdering som en del av læreres undervisning i naturfag.

Vurdering blir ofte delt inn i formativ og summativ vurdering, hvor formativ vurdering er den vurderingen som skjer underveis i læringsprosessen (underveisvurdering). Underveisvurdering har vist seg å ha stor betydning for elevenes læring (Baird, Hopfenbeck, Newton, Stobart & Steen-Utheim, 2014). Summativ vurdering er den vurderingen som skjer i slutten av læringsperioden, og skjer ofte i form av helårsprøver eller eksamener.

En annen faktor som kan tenkes å ha betydning for elevers læring, er «Opportunity To Learn», OTL (mulighet til å lære). OTL er et bredt begrep, og inkluderer

1. For Kunnskapsløftet, se <http://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/>

ofte læreplandekning, tid brukt på undervisning i faget, og ressurser (Scheerens, 2016). Tidligere studier har funnet at tid brukt til undervisning kan redusere betydningen av elevers hjemmebakgrunn (Gustafsson, Nilsen & Hansen, 2016), og har en positiv sammenheng med prestasjoner (Scheerens, Hendriks, Luyten, Slegers & Glas, 2013). Også læreplandekning har betydning, og i en studie av alle land i PISA fant Schmidt og kollegaer (2015) at dette har betydning for prestasjoner i tillegg til at det kan være med på å redusere eller øke betydningen av elevers hjemmebakgrunn. De skriver videre i sin artikkel at TIMSS har variabler som er sterkere knyttet til det faglige og til læreplan enn PISA, og sånn sett egner seg spesielt godt til å undersøke betydningen av OTL.

Vi skal i dette kapitlet undersøke læreres undervisningskvalitet og OTL i naturfag, samt analysere sammenhenger mellom disse og prestasjoner.

8.2 UNDERVISNING I NATURFAG

I kapittel 7 ble undervisningskvalitet målt av spørsmål som var tett knyttet til matematikk. I dette kapitlet benytter vi spørsmål som er tett knyttet til naturfag.

8.2.1 UNDERVISNINGSKVALITET I NATURFAG

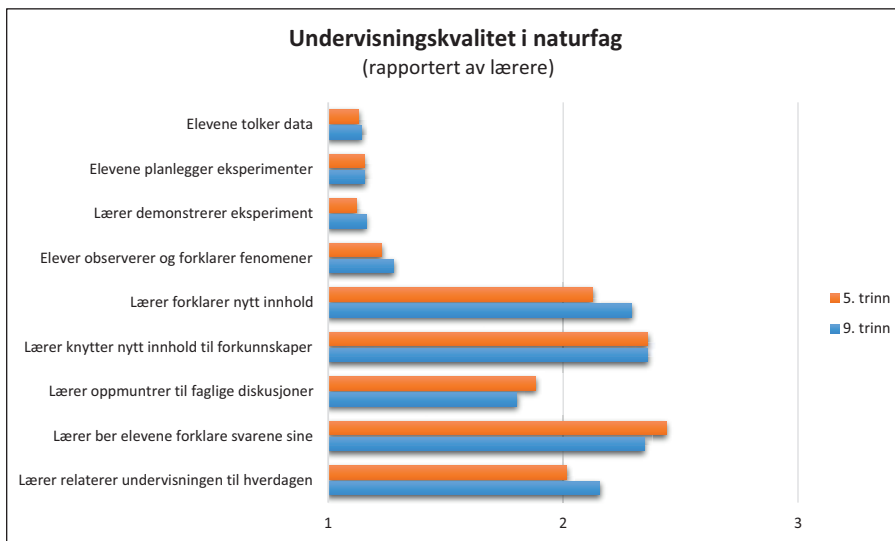
Både lærere og elever ble spurt om undervisningskvalitet i naturfag, hvilket gir et mer nyansert bilde enn om bare elever eller bare lærere blir spurt. Undervisningskvalitet basert på lærernes svar inneholder spørsmål som dekker *faglige/kognitive utfordringer, tydelige intensjoner* og *støttende lærer*, men ikke *god klasseromsledelse*. Undervisningskvalitet basert på elevenes svar inneholder spørsmål om *tydelige intensjoner* og *støttende lærer*, men ikke *god klasseromsledelse* eller *faglige/kognitive utfordringer*. Lærernes og elevenes svar på undervisningskvalitet dekker derfor deler av konstruktet, hvor *god klasseromsledelse* er det aspektet som overhodet ikke blir målt. Likevel kan man argumentere for at god klasseromsledelse er et mål som ikke er like avhengig av faglig kontekst som de andre aspektene. Videre er disse målene på undervisningskvalitet verdifulle fordi de knytter undervisningskvalitet til faget i større grad enn i tidligere studier (Klieme et al., 2009).

Undervisningskvalitet rapportert av lærere

For å måle undervisningskvalitet brukes ni utsagn som naturfaglærerne måtte ta stilling til. Utsagnene var like på begge trinn. Lærerne svarte på en firedelt skala som gikk fra *aldri* (0), til *alltid eller nesten alltid* (3). Utsagnene og resultatene er

presentert i figur 8.1. Da ingen av lærerne benyttet kategorien *aldri* på noen utsagn, viser figuren kategoriene *noen timer* (1), *halvparten av timene* (2) og *alltid* (3). Figuren viser gjennomsnittet av lærernes svar for hvert utsagn.

Spørsmålene omhandler *faglige/kognitive utfordringer* (f.eks. utforme eller planlegge eksperimenter eller undersøkelser), *tydelige intensjoner* (f.eks. knytte nytt innhold til elevens forkunnskaper), og *støttende lærer* (f.eks. relatere undervisningen til elevenes hverdag). Det inneholder derimot ikke god klasseromsledelse.



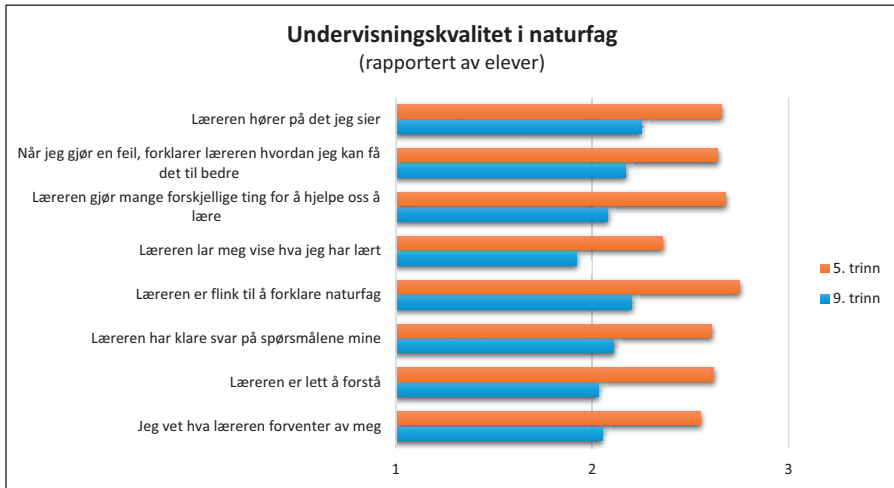
Figur 8.1. Undervisningskvalitet rapportert av lærere i naturfag på 5. og 9. trinn. Skalaen går fra *noen timer* (1), via *halvparten av timene* (2), til *alltid eller nesten alltid* (3).

Figur 8.1 viser at det er sjeldnere at utforskende undervisning som for eksempel innebærer at elevene tolker data, finner sted, da de fleste lærerne svarer at dette bare skjer i noen timer. Dette gjelder begge trinn. Det er dog naturlig at elevene ikke utfører eksperimenter hver time.

Lærere rapporterer at de oftere forklarer nytt innhold, knytter nytt innhold til elevenes forkunnskaper og ber elevene forklare svarene sine. Dette skjer i overkant av halvparten av timene, og gjelder begge trinn. På 9. trinn er snittet av lærere som sier at de ofte forklarer nytt innhold og relaterer innholdet til elevenes hverdag, høyere enn på 5. trinn. På 5. trinn er snittet av de lærerne som rapporterer at de ofte oppmuntrer til faglige diskusjoner og ber elevene forklare svarene sine, høyere enn på 9. trinn, men forskjellene her er små. Snittet er likt på 5. og 9. trinn for utsagnet som gikk på å knytte nytt innhold til forkunnskaper.

Undervisningskvalitet rapportert av elever

Elevene ble også spurt om undervisningskvaliteten til sin lærer, og svarte på hvor enige de var i utsagnene vist i figur 8.2. Elevene svarte på en firedelt skala med svaralternativer: veldig uenig, litt uenig, litt enig og veldig enig. Ingen av elevene svarte svært uenig, derfor viser figuren kun kategoriene *litt uenig* (1), *litt enig* (2) og *veldig enig* (3). Figuren viser gjennomsnittet av elevenes svar for hvert utsagn.



Figur 8.2. Undervisningskvalitet i naturfag rapportert av elever på 5. og 9. trinn. Skalaen går fra *litt uenig* (1), via *litt enig* (2) til *svært enig* (3).

Det er et gjennomgående mønster at elever på 5. trinn svarer mer positivt enn de på 9. trinn. Det samme mønsteret finner vi i forrige kapittel og i kapittel 4 om motivasjon. Det er vanskelig å vite om dette skyldes at elever generelt er mer positive på barnetrinnet. Vi finner det samme mønsteret internasjonalt, og det ser dermed ut til at dette er et fenomen som kan skyldes alder.

Gjennomgående gir elevene et positivt bilde av sine lærere. I snitt er alle elever enig i at læreren yter støtte og har klar og forståelig undervisning. På både 5. og 9. trinn er elevene minst enige i at læreren lar de få vise hva de har lært, og mest enige i at læreren hører på hva de sier, og at læreren er flink til å forklare naturfag.

8.2.2 VURDERING

Ifølge Creemers og Kyriakides (2008) er vurdering også viktig for elevers læring, og undervisningsvurdering er spesielt viktig for læringsprosessen (Baird et al., 2014). Vurdering er et stort felt, og i TIMSS inkluderes kun tre spørsmål om dette. Vi vil

derfor nøye oss med en kort presentasjon av resultatene som er oppsummert i tabell 8.1.

TABELL 8.1. Lærernes vektlegging av vurdering oppgitt i prosentandel elever.

		Norge	Internasjonalt
Underveisvurdering	Populasjon 1	67	77
	Populasjon 2	56	68
Prøver laget av lærer	Populasjon 1	27	58
	Populasjon 2	86	72
Nasjonale prøver, eksamen og regionale prøver	Populasjon 1	5	25
	Populasjon 2	3	33

Tabell 8.1 angir prosentandel elever som har lærere som svarte at de la stor vekt på *underveisvurdering*, *prøver laget av lærer* og *nasjonale prøver, eksamen og regionale prøver*. For underveisvurdering ser vi at Norge vektlegger underveisvurdering mindre enn det internasjonale snittet. Underveisvurdering blir mer vektlagt på barnetrinnet enn ungdomstrinnet både i Norge og internasjonalt.

For prøver laget av lærere vektlegges denne typen vurdering mindre på barnetrinnet i Norge enn internasjonalt. På ungdomstrinnet derimot vektlegges denne typen vurdering i større grad enn internasjonalt. Forskjellen er enda større i Norge mellom barne- og ungdomstrinnet; norske lærere på ungdomstrinnet vektlegger sine egne prøver i langt større grad enn på barnetrinnet. Det skyldes antageligvis at norske elever ikke får karakterer på barneskolen.

Når det gjelder nasjonale prøver, eksamen og regionale prøver, blir dette vektlagt i liten grad i Norge i forhold til det internasjonale snittet. Her kunne man argumentert for den lave vektleggingen av nasjonale prøver med at det ikke finnes slike i Norge for naturfag. Imidlertid er mønstret det samme i matematikk. Kort oppsummert: *Norske lærere på ungdomstrinnet vektlegger i liten grad nasjonale og regionale prøver i sin vurdering av elevers kompetanse, i høyere grad sine egne prøver, og i mindre grad underveisvurdering i begge fag.*

8.3 RAMMEBETINGELSER OG MULIGHETER FOR Å LÆRE

I dette delkapitlet undersøker vi rammebetingelser og elevers mulighet til å lære i naturfag. Vi ser nærmere på tid brukt på naturfagundervisning, dekningsgrad i for-

bindelse med TIMSS rammeverk og i relasjon til norsk læreplan, ressurser til bruk i naturfag og bruk av data i naturfag.

8.3.1 TID BRUKT PÅ NATURFAGUNDERVISNING

Det er ikke bare *kvalitet* ved undervisningen, men også *kvantitet* som har betydning for elevers læring (Scheerens et al., 2013). Tabell 8.2 viser antall timer i året med naturfagundervisning for populasjon 1 og 2². Tabellen viser at på barnetrinnet har Norge 17 naturfagtimer mindre per år enn det internasjonale snittet. Videre har vi 20 timer mindre enn Sverige, 21 timer mindre enn Danmark, og 23 timer mindre enn Finland. Disse forskjellene er store. På ungdomstrinnet er det bare Italia, av alle deltakerland i TIMSS 2015, som har færre timer i naturfag per år enn Norge. Her er det betydelig større forskjeller enn på barnetrinnet. Sett i forhold til det internasjonale snittet har Norge 78 timer mindre, og i forhold til Sverige er det 41 timer mindre.

TABELL 8.2. Antall timer i året med naturfagundervisning, rapportert av lærere og rektorer.

	Antall timer naturfagundervisning per år	
	Populasjon 1	Populasjon 2
Norge	59	81
Sverige	79	122
Int. snitt	76	159
Danmark	80	–
Finland	82	–

Med andre ord: I forhold til land fra Norden, fra Vest- og Øst-Europa, fra Asia, Afrika, New Zealand, Australia og USA er Norge blant de landene som har færrest timer med naturfag i året. Med tanke på tidligere forskning som siden 60-tallet har dokumentert betydningen av antall undervisningstimer for elevers læring (Good, Wiley & Florez, 2009; Hendriks, Luyten, Scheerens & Slegers, 2014), så argumenterer vi for at dette kan være med på å opprettholde den flate trenden i naturfag

2. Tallene i tabellen blir beregnet ved å gange læreres svar på hvor mange timer naturfag de underviser i uken, med rektorenes svar på antall skoledager per år, og så dele dette produktet på rektorenes svar på antall skoledager per uke.

på 8. trinn siden 2003. Spesielt fordi Norge har ligget under det internasjonale snittet i hele denne perioden. Vi vil påpeke at det nå, etter gjennomføringen av TIMSS 2015, er innført ekstra timer i naturfag på barnetrinnet fra høsten 2016 (Finansdepartementet, 2016).

8.3.2 PENSUMDEKNING

TIMSS har et rammeverk som beskriver elevenes forventede kompetanse i naturfag, både for innhold og kognitivt nivå (se kap. 11.1).

Lærerne ble bedt om å angi om de hadde undervist elevene i temaene innen emnene beskrevet i TIMSS' rammeverk (Martin, Mullis, Foy & Hooper, 2016). Hvert emne inneholdt mange temaer. For eksempel omhandler et av de ni temaene i Biologi «Celler og deres strukturer og funksjoner, inkludert ånding og fotosyntese i celler». Kategoriene lærerne måtte forholde seg til, var følgende: 1) hovedsakelig undervist før dette skoleåret, 2) hovedsakelig undervist dette skoleåret eller 3) ikke undervist ennå, eller bare så vidt introdusert. Resultatet av lærernes svar kalles dekningsgrad.

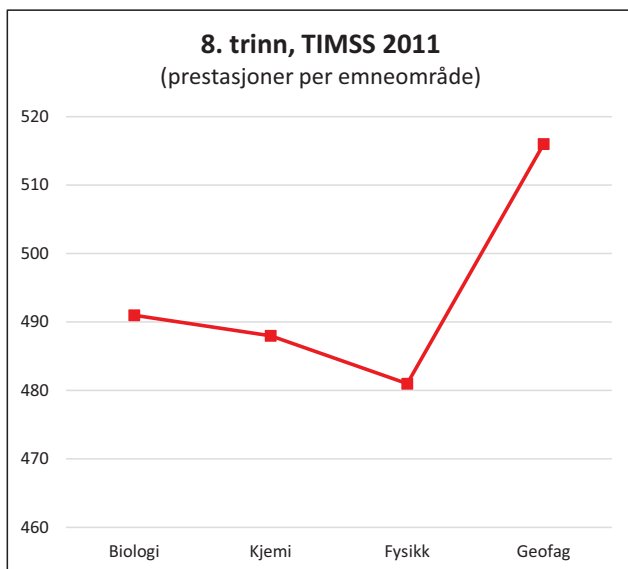
Vi vil her fokusere på fysikk, da alle tidligere rapporter og tidligere forskning har vist at fysikk er et spesielt krevende fag (f.eks. Angell et al., 2011; Grønmo & Nilsen, 2013).

Som nevnt i innledningen vil vi forsøke å belyse hvorfor utviklingen i prestasjoner for 8. trinn i naturfag er den eneste som har ikke hatt en positiv trend siden 2003. Lærerne svarte på spørsmål om i hvor stor grad emner innen Fysikk var dekket i 2003 og i 2015. Både dekningsgraden og prestasjonene har endret seg med henholdsvis 8 prosentpoeng og 5 poeng i skår fra 2003 til 2015. Dette kan indikere at norske lærere bruker mindre tid på Fysikk i 2015 enn de gjorde i 2003, og at dette muligens har hatt negativ innflytelse på prestasjoner i Fysikk.

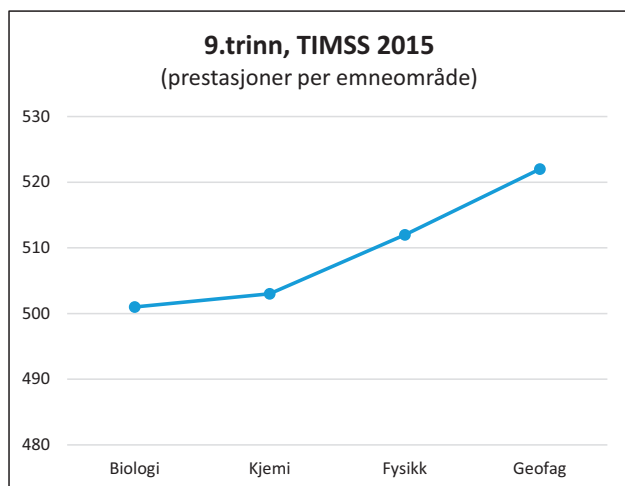
Fysikk har i alle tidligere TIMSS-undersøkelser vært det emneområdet elevene har prestert dårligst på. Prestasjonsprofilen for elever i naturfag har derfor i lang tid sett ut som vist i figur 8.3. Figuren viser profilen for 8. trinn i 2011.

I 2015 er ikke lenger målgruppen elever på 8. trinn, men elever på 9. trinn. Og profilen for 9. trinn er veldig forskjellig fra profilen i 8. trinn, også i 2015. Fysikk er ikke lenger det faget elevene presterer dårligst i (se figur 8.4).

Spørsmålet er om denne forskjellen i profil skyldes at dekningsgraden på 8. trinn er veldig forskjellig fra den på 9. trinn. Derfor undersøkte vi dekningsgraden i fysikk for 8. og 9. trinn for 2015. På 8. trinn får 25 prosent av elevene undervisning i de temaene innen Fysikk som TIMSS inkluderer i sitt rammeverk, mens 46 prosent av elevene får undervisning i disse temaene på 9. trinn.

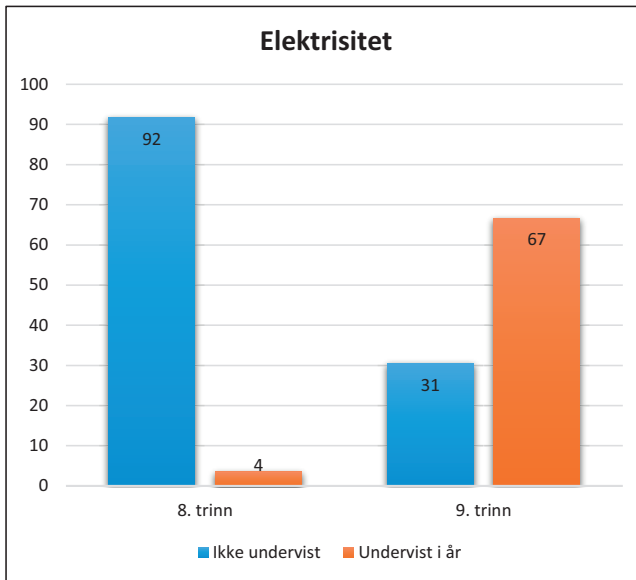


Figur 8.3. Prestasjoner per emneområde i naturfag for 8. trinn i 2011.



Figur 8.4. Prestasjoner per emneområde i naturfag for 9. trinn i 2015.

Figur 8.5 viser en mer detaljert oversikt over dekningsgraden i temaet *elektrisitet* i Fysikk på 8. og 9. trinn. Svarkategoriene som vises i figuren, er *ikke undervist ennå, og hovedsakelig undervist dette skoleåret*.



Figur 8.5. Prosentandel elever som har lærere som svarer på dekningsgrad av tema elektrisitet på 8. og 9. trinn i 2015.

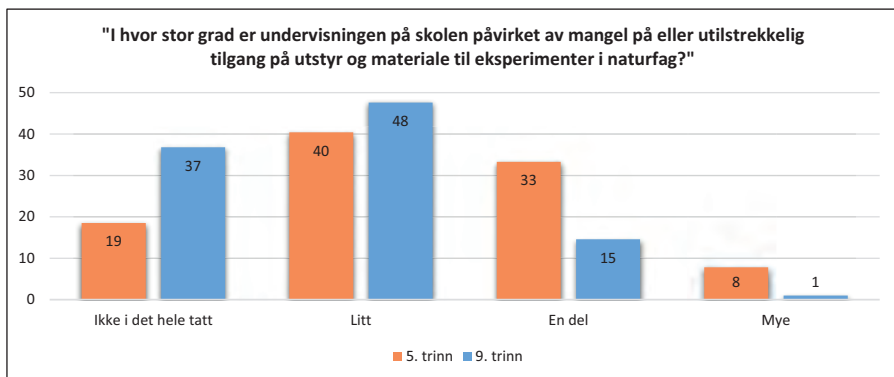
Figuren viser at det er en stor forskjell i dekningsgrad på 8. og 9. trinn når det gjelder *elektrisitet*. Vi finner tilsvarende for de andre temaene (*krefter og bevegelse, lys, energi og stoffenes egenskaper og endinger og idealgassloven*).

Elevene får jevnt over mer undervisning i Fysikk i alle temaer på 9. trinn enn på 8. trinn, men forskjellen er altså størst for *elektrisitet*. Dette stemmer overens med tidligere forskning som indikerer at elever på 8. trinn synes *elektrisitet* er spesielt vanskelig fordi de har lært lite om det (Grønmo & Nilsen, 2013; Nilsen & Angell, 2014). Her er det mulig å analysere om forskjellen i dekningsgrad mellom 8. trinn og 9. trinn har hatt påvirkning på forskjellen i prestasjoner mellom de to trinnene. Slike analyser er under utarbeidelse og publikasjoner om dette kommer senere (se Daus, Braeken & Nilsen, 2016, for analyser av dekningsgrad i TIMSS 2011).

8.3.3 RESSURSER TIL NATURFAGUNDERVISNINGEN

Det er stor forskjell på tilgang til laboratorium på 5. og 9. trinn. Ut fra rektorens svar ser vi 69 prosent på 5. trinn rapporterer at de ikke har tilgang laboratorium, mot 7 prosent på 9. trinn. Man kan muligens argumentere for at behovet for et laboratorium er større på 9. trinn. Likevel vil 5. trinn ha behov for utstyr og materiale til eksperimenter i følge norsk læreplan. Det er derfor interessant å se hva rektorene på 5. og 9. trinn svarte på følgende spørsmål: *I hvor stor grad er under-*

visningen på skolen påvirket av mangel på eller utilstrekkelig tilgang på utstyr og materiale til eksperimenter i naturfag? Figur 8.6 viser hva rektorene svarte, og resultatene viser at langt flere rektorer på 5. trinn mener undervisningen er påvirket av en slik mangel. Rektorene fikk mange slike spørsmål som er relatert til ressurser til naturfag generelt (f.eks. programvare eller app-er for naturfagundervisning, bibliotekmaterieell som er relevant for naturfagundervisning, etc). På 5. trinn har 74 prosent elevene rektorer som svarer at undervisningen blir påvirket av slike mangler, mot 56 prosent på 9. trinn.

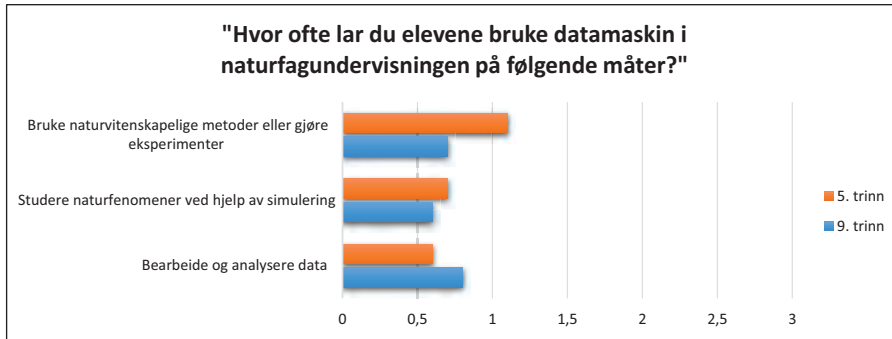


Figur 8.6. Prosentandel elever som har rektorer som rapporterer om i hvilken grad undervisningen blir påvirket av mangel på utstyr til eksperimenter.

Kort oppsummert viser alle disse resultatene at det er langt større mangler på ressurser til naturfag på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet, og at rektorer på barnetrinnet synes dette går ut over undervisningen i større grad enn på ungdomstrinnet.

8.3.4 BRUK AV DATA TIL UTFORSKENDE LÆRING I NATURFAG

Lærerne fikk spørsmål om forskjellige måter de lot elevene bruke datamaskin på, og hvor ofte dette skjedde. De krysset av på en firedelt skala fra *aldri eller nesten aldri* (0), *én eller to ganger i måneden* (1), *én til to ganger i uken* (2) til *hver dag eller nesten hver dag* (3). Figur 8.7 viser at lærerne i gjennomsnitt lar elevene sine bruke datamaskin til de overnevnte aktiviteter i underkant av en eller to ganger i måneden.



Figur 8.7. Gjennomsnittet av lærernes svar på hvor ofte de lar elevene bruke datamaskin på forskjellige måter.

På 5. trinn lar lærerne elevene bruke datamaskin til naturvitenskapelige metoder eller eksperimenter oftere enn på 9. trinn. Det at norske lærere lar sine elever benytte datamaskin relativt sjelden, har også blitt påpekt i ICILS (Ottestad, Thronsen & Hatlevik, 2013).

8.4 UNDERVISNING I NATURFAG, SAMMENHENGER OG ANALYSER

I dette delkapitlet undersøkes sammenhengen mellom prestasjoner i naturfag og undervisningskvalitet, antall timer med undervisning i naturfag og lærerens trygghet i å bruke utforskende metoder. Som nevnt i innledningen ser det ut til at ungdomstrinnet har større utfordringer enn barnetrinnet, og vi fokuserer derfor på 9. trinn.

Metoden er en type regresjonsanalyse som heter strukturell likningsmodellering (SEM) som modelleres på elev- og klassenivå samtidig (se kap. 11 for mer om denne metoden).

Vi undersøker først undervisningskvalitet rapportert av lærere, hvor konstruktet er satt sammen av spørsmålene gitt i delkapittel 8.2.1.

Tabell 8.3 viser at undervisningskvalitet rapportert av lærere hadde en positiv og signifikant ($p < 0,05$) sammenheng med elevers prestasjoner og indre motivasjon i naturfag på 9. trinn. De standardiserte regresjonskoeffisientene var henholdsvis 0,23 og 0,40, og siden koeffisientene er standardiserte, kan vi si at sammenhengen mellom læreres undervisningskvalitet og elevers indre motivasjon er langt sterkere enn sammenhengen med prestasjoner.

TABELL 8.3. Tabellen viser standardiserte regresjonskoeffisienter på klassenivå og signifikansnivå.

Sammenheng mellom	Regresjonskoeffisient	Signifikansnivå
Undervisningskvalitet (L) og prestasjoner	0,23	$p < 0,05$
Undervisningskvalitet (L) og indre motivasjon	0,40	$p < 0,05$
Trygghet i å bruke utforskende metoder (L) og prestasjoner	0,59	$p < 0,001$
Undervisningskvalitet (E) og motivasjon	0,58	$p < 0,001$
Antall timer og prestasjoner (L)	0,03	$p < 0,05$

L: rapportert av lærere. E: rapportert av elever

Vi delte deretter undervisningskvalitet i to deler. Den ene delen handler om aktiviteter knyttet til utforskende metoder (f.eks. at elevene observerer naturfenomener og beskriver hva de ser, planlegger eksperimenter og tolker data fra eksperimenter). Den andre delen handler om mer generelle kvaliteter knyttet til tydelige intensjoner og faglige/kognitive utfordringer (f.eks. at elevene blir bedt om å forklare svarene sine, blir oppmuntret til faglige diskusjoner og får hjelp til å knytte nytt innhold til sine forkunnskaper). Resultatene fra denne analysen er ikke inkludert i tabellen, men den delen som handler om utforskende metoder, har sterkere sammenheng med prestasjoner enn den generelle delen. *Dette kan tyde på at dersom læreren bruker utforskende metoder i sin undervisning, har dette en spesiell positiv sammenheng med elevers prestasjoner i naturfag.*

Sammenhengen mellom lærerens trygghet i å bruke utforskende metoder og elevers prestasjoner var signifikant og høy (0,59). Dette viser at ikke bare det læreren gjør i klasserommet av utforskende metoder, men også lærerens trygghet i å bruke utforskende metoder, har sammenheng med elevers prestasjoner.

Undervisningskvalitet ble også rapportert av elever, og konstruktet ble målt av elevenes svar på spørsmålene gitt i delkapittel 8.2.1. Dette konstruktet dekker de aspektene av undervisningskvalitet som er særlig knyttet til *støttende lærer* og *tydelige intensjoner*. Som nevnt innledningsvis har disse aspektene spesielt stor betydning for elevers motivasjon ifølge tidligere forskning (Scherer og Nilsen, 2016). I kapittel 4 fant vi at elevers selvtilit i naturfag var det motivasjonsaspektet som hadde sterkest sammenheng med elevenes prestasjoner i naturfag. Vi undersøkte derfor sammenhengen mellom undervisningskvalitet og elevers selvtilit i naturfag.

Undervisningskvalitet rapportert av elever ble aggregert (se kap. 11.2) til klassenivå fordi elevene uttaler seg om sin lærer. Dette er dermed et klassefenomen

(Marsh et al., 2012). Resultatet (se tabell 8.3) viste at undervisningskvalitet har en signifikant ($p < 0,001$) og positiv sammenheng med elevers selvtilit på 9. trinn. Regresjonskoeffisienten er 0,58, som reflekterer en sterk sammenheng. Med andre ord ser det ut til at læreres støtte og tydelige intensjoner har sammenheng med høy motivasjon.

Tabell 8.3 viser også resultatet av regresjonsanalysene hvor vi undersøkte sammenhengen mellom antall timer per uke og prestasjoner i naturfag. Denne sammenhengen er signifikant, men svak (0,03, $p < 0,05$). Dette kan indikere at antall timer undervist i naturfag har en betydning for elevers prestasjoner. Grunnen til at regresjonskoeffisienten er liten, skyldes at det er svært lite variasjon i antall timer naturfagundervisning elevene får. De fleste elever får altså omtrent det samme antall timer undervisning i naturfag. Det betyr derimot ikke at *sammenhengen* mellom antall timer undervisning og prestasjoner nødvendigvis er svak. At den er signifikant til tross for lite variasjon, kan indikere at antall timer er viktig for elevenes prestasjoner. De aller fleste tidligere studier finner at antall timer har stor betydning for elevenes prestasjoner (Scheerens et al., 2013; Schmidt et al., 2015).

8.5 OPPSUMMERING OG DISKUSJON

Her oppsummerer og diskuterer vi først rammebetingelser og OTL og dernest undervisningskvalitet.

8.5.1 RAMMEBETINGELSER OG OTL

Når det gjelder rammebetingelser og OTL, har Norge langt færre timer med naturfag i året enn våre referanseland og det internasjonale snittet. Forskjellen er dog langt større på ungdomstrinnet, hvor Norge har 78 timer mindre undervisning per år enn det internasjonale snittet. Norsk forskning og rapporter finner at naturfag sammen med musikk er de to skolefagene med færrest timer i norsk skole (Frøyland, 2016). Vi fant videre at antall timer i året har en sammenheng med elevenes prestasjoner på 9. trinn. Tiden har med andre ord en betydning for hva elever sitter igjen med av kompetanse. Det er derfor veldig positivt at det fra høsten 2016 har blitt innført en ekstra time i naturfag på barnetrinnet. Dette kan få stor betydning for elevenes læring, noe det blir mulig å undersøke i neste runde av TIMSS, i 2019. Dersom et tilsvarende tiltak kunne bli satt inn på ungdomstrinnet, kunne dette muligens få store positive effekter.

Angående pensumdekning ser det ut til at elevene får mer undervisning i de emnene som blir testet i TIMSS på 9. trinn, enn på 8. trinn. Videre kan det se ut til

at forskjellen i dekningsgraden (altså det som blir undervist sett i forhold til det som blir testet i TIMSS) over tid kan ha sammenheng med forskjellen i prestasjoner over tid. Man kan spørre seg hvorfor det er langt flere elever som blir undervist i fysikk på 9. enn på 8. trinn. Den norske læreplanen beskriver hvilke kompetanser elevene skal ha etter 7. trinn og deretter etter 10. trinn. Lærerne står dermed fritt til å velge hvilke emner som skal undervises når, innenfor en ramme på tre år. Tidligere forskning har vist at lærere benytter læreboka i høy grad, og det ser dermed ut til at det er lærebokforfattere som tar dette valget (Hodgson et al., 2012; Martin et al., 2012). Fysikk blir ofte oppfattet som et emne som er vanskeligere og mer abstrakt enn de andre naturfaglige emnene og blir derfor ofte skjøvet opp til høyere trinn i læreboka (Angell et al., 2011). Dette kan være problematisk da slike abstrakte emner muligens burde introduseres tidligere slik at elevene får mulighet til å bearbeide abstrakte emner over lengre tid. En slik tilnærming, hvor vanskelige emner gradvis blir introdusert, ville vært i tråd med Ludvigsen-utvalgets rapport, som vektlegger progresjon og dybdelæring (KD, 2014).

En naturlig oppfølging av dette vil være å undersøke om det finnes andre ulemper ved å la læreboka styre timene. Det kan være behov for videre forskning på hvorvidt det at læreboka styrer timene kan medføre at det blir for lite rom for andre typer aktiviteter som eksperimenter, ekskursjoner, variasjon av undervisningsmetoder eller å gå i dybden på enkelte temaer. Lærebøkene har ofte ett kapittel om forskerspiren, mens de resterende kapitlene handler om naturfaglige tema. I læreplanen er det lagt opp til at forskerspiren skal kombineres med alle temaene. Forskerspiren er på den måten naturfagets grunnleggende ferdighet i tillegg til de fem andre. Kort oppsummert trengs videre forskning på hvorvidt en dominerende lærebok kan føre til at undervisningstiden blir bundet opp slik at lærere får liten tid til for eksempel eksperimenter, at forskerspiren ikke blir integrert med de naturfaglige emnene, og at vanskelige og abstrakte emner ikke følger en progresjon, men blir innført på tampen av den treårige læreplanen.

Ifølge Harlan (2015) bør dagens skole velge ut noen få kjerneideer, big ideas, som elevene skal tilegne seg gjennom hele grunnskolen, for å respondere på elevens opplevelse av at naturfaget er en fragmentert samling av fakta og teorier med liten relevans. Ved å tilpasse undervisningen med progresjon mot de grunnleggende ideene, vil elevene i større grad bygge forståelse for hvordan verden virker, oppleve at dette angår dem, og at de faktisk kan både forstå og anvende kunnskapen (Harlan, 2015).

Angående mangel på ressurser til undervisningen er det 5. trinn som er spesielt berørt av dette. Få har tilgang til utstyr og materiell til eksperimenter, og nesten ingen har tilgang til laboratorium. Ifølge rektorene ser dette ut til å affisere undervisningen på 5. trinn, men ikke på 9. trinn. Lærere på 5. trinn lar elevene sine

bruke datamaskin til naturvitenskapelige metoder eller eksperimenter oftere enn på 9. trinn. Alt i alt bruker elevene på begge trinn datamaskin i undervisningen svært sjeldent, noe som er i tråd med ICILS-rapporten (Ottestad et al., 2013).

8.5.2 UNDERVISNINGSKVALITET

For undervisningskvalitet rapportert av lærere viste resultatene våre at lærere legger mindre vekt på utforskende læring enn mer tradisjonelle undervisningsmetoder. Begge deler hadde betydning for elevenes prestasjoner på 9. trinn, men utforskende læring hadde noe større betydning. Med andre ord hadde utforskende læring en sterkere sammenheng med prestasjoner i naturfag. Også læreres trygghet i å undervise utforskende læring hadde positiv sammenheng med elevenes prestasjoner på 9. trinn. Til tross for at utforskende læring hadde en sterk og positiv sammenheng med elevenes prestasjoner, blir utforskende læring og eksperimenter lite vektlagt i Norge (Martin et al., 2016). Muligens kan dette være en av årsakene til at naturfagprestasjoner på ungdomstrinnet ikke har samme framgang som matematikk på 4. og 8. trinn, eller naturfag på 4. trinn siden 2003. Bruk av eksperimenter og utforskende læring er tettere koblet til naturfagets egenart og kan derfor sies å være mer i tråd med god naturfagdidaktisk undervisning. Selv om mer generelle pedagogiske grep også er viktig, er disse mer uavhengig av fagets egenart. Naturfagets egenart er spesielt viktig for elevens forståelse både i og for naturfag (Harlen, 2015). Sett i sammenheng med at det kan se ut til at læreboka dominerer undervisningen (Hodgson et al., 2012), samt at mange lærere, og spesielt de unge, mangler kompetanse i naturfag (Eikeseth & Frøyland, 2016; Lagerstrøm et al., 2014), kan man spørre seg om naturfagundervisningen i Norge er ganske tradisjonell. Flere studier dokumenterer at tradisjonell undervisning fører til overflatelæring (Pellegrino & Hilton, 2012). For eksempel fant en norsk studie at elever som fikk observasjons- og tolkningsverktøy til å observere ute i felten, ett år senere var i stand til å anvende kunnskapene på en hensiktsmessig måte (Frøyland et al., 2016). Elever som fikk en mer tradisjonell undervisning, var kun i stand til å ramse opp ord og uttrykk de hadde pugget, men kunne ikke bruke sin kunnskap.

For undervisningskvalitet rapportert av elever var det forskjeller på 5. og 9. trinn. Elevene på 5. trinn rapporterte at deres lærere ga mer støtte og klarere og mer forståelig undervisning enn på 9. trinn. Vi fant at undervisningskvalitet hvor lærere gir støtte og klar undervisning, har sterk sammenheng med elevens motivasjon (selvtillit) på 9. trinn. Dette er i tråd med tidligere forskning internasjonalt (f.eks. Fauth et al., 2014). Når alle andre land også rapporterer om høyere undervisningskvalitet på barnetrinnet enn på ungdomstrinnet, kan dette ha noe med

alder å gjøre. Selv om andre land også har forskjeller, er det større forskjeller mellom barne- og ungdomstrinnet i Norge enn det er i Sverige og internasjonalt. Det finnes lite forskning på hvorvidt det faktisk er forskjell på undervisningskvaliteten til lærere på barneskolen og ungdomsskolen. Nyere funn fra den internasjonale studien *Childrens Worlds* viser imidlertid at norske elever på barnetrinnet i Norge er langt mer fornøyde med sine lærere enn elever på ungdomstrinnet (Backe-Hansen, 2016). For eksempel oppfatter 8-åringene sine lærere som rettferdige, at de hører på elevene, og tar hensyn til hva elevene sier. Etter hvert som elevene blir eldre, er de mindre fornøyde med sine lærere og har dårligere relasjoner med sine lærere. Dette stemmer også overens med hva vi fant i kapitlet om skolemiljø, hvor elever på barnetrinnet føler en sterkere tilhørighet, og rapporterer om mindre mobbing enn på ungdomstrinnet. Spørsmålet som fremdeles gjenstår, er om forskjellene på barne- og ungdomstrinnet skyldes at elever generelt er mer negative på ungdomstrinnet, eller om disse tallene i noen grad gjenspeiler virkeligheten.

Dersom man ser på undervisningskvalitet rapportert av elever og lærere under ett, kan det se ut til at følgende aspekter ved lærerens undervisning er viktige for elevens læring i naturfag:

1. *støttende lærer*: læreren hører på og respekterer hver enkelt elev, hjelper elevene til å forstå av sine feil
2. *tydelige intensjoner*: læreren har klar og forståelig undervisning, bygger ny kunnskap på forforståelse, har variert undervisning, og har klare forventninger
3. *faglige/kognitive utfordringer*: læreren stimulerer elevene ved utforskende metoder, og gjennom stimulering til diskusjoner

Disse funnene stemmer også overens med kapittel 7, og med tidligere forskning (f.eks. Baumert et al., 2010; Creemers & Kyriakides, 2008; Klieme et al., 2009). Det er dog vanskelig å vite om dette stemmer overens med norsk forskning i naturfag, da det ikke finnes forskning på dette på klassenivå med representative utvalg. Det er med andre ord viktig både med generell pedagogisk og fagdidaktisk kompetanse hos lærere i naturfag, men fagdidaktisk kompetanse ser ut til å være noe viktigere, da utforskende læring hadde sterkere sammenheng med elevenes læringsutbytte.

8.5.3 AVSLUTTENDE KOMMENTARER

Basert på våre funn sett i sammenheng med andre kapitler og rapporter fra Udir og KD (Kunnskapsdepartementet, 2014, 2016; Utdanningsdirektoratet, 2015) ser det ut til at følgende punkter er viktige for videre forskning og debatt:

- ▶ Flere timer til naturfag på ungdomstrinnet
- ▶ Høyere naturfagdidaktisk kompetanse hos lærere
- ▶ Mer utstyr til eksperimenter på barnetrinnet
- ▶ En læreplan som i større grad vektlegger dybde og progresjon
- ▶ En lærerutdanning som i større grad vektlegger støttende og klar undervisning, samt faglig/kognitivt stimulerende undervisning via utforskende metoder
- ▶ Etterutdanningstilbud og deltakelse på etterutdanning med både pedagogisk, faglig og naturfagdidaktisk innhold

REFERANSER

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. & Lederman, N.G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417–736.
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E.K., Kolstø, S.D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Oslo: Høyskoleforlaget A/S
- Backe-Hansen, E. (2016). *Children's World's National Report Norway*. Oslo: Nova.
- Baird, J., Hopfenbeck, T., Newton, P., Stobart, G. & Steen-Utheim, A. (2014). *State of the field review—Assessment and learning*. Oslo.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., et al. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180.
- Creemers, B., & Kyriakides, L. (2008). *The dynamics of educational effectiveness. A contribution to policy, practice and theory in contemporary schools*. Abingdon: Routledge.
- 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.
- Driver, R., Leach, J., Scott, P., Wood-Robinson, C. (1994). Young people's understanding of science concepts: Implications of cross-age studies for curriculum planning. *Studies in Science Education*, 24, 75–100.
- Duit, R. (2009). Bibliography STCSE: Students' and teachers' conceptions and science education Retrieved from <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>
- Duschl, R.A., Hamilton, R.J. (1998). Conceptual change in science and in the learning of science. In B.J. Fraser, Tobin, K.G. (Ed.), *International handbook of Science Education, Part 2* (pp. 1047–1066). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 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.
- Finansdepartementet. (2016). Statsbudsjettet for 2016. Retrieved from <http://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2016/>

- Frøyland, M. (2016). Vi høster som vi sår. *Dagbladet*. Retrieved from <http://www.dagbladet.no/kultur/vi-hoster-som-vi-sar/60316766>
- Frøyland, M., Remmen, K.B. & Sørvik, G.O. (2016). Namedropping or Understanding?: Teaching to Observe Geologically. *Science Education*, 100(5), 923–951.
- Good, T.L., Wiley, C.R. & Florez, I.R. (2009). Effective teaching: An emerging synthesis *International handbook of research on teachers and teaching* (pp. 803–816): Springer.
- Grønmo, L.S. & Nilsen, T. (2013). Læringsmuligheter og prestasjoner i fysikk på 8.trinn. I L.S. Grønmo & T. Onstad (red.), *Opptur og Nedtur*. Analyser av TIMSS data fra Norge og Sverige. Oslo: Akademika Forlag.
- Gustafsson, J.-E., Nilsen, T. & Hansen, K.Y. (2016). 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*.
- Harlen, W. (2015). *Working with the Big Ideas of Science Education* Science Education Programme (SEP) of IAP.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. New York, NY: Routledge.
- Hendriks, M., Luyten, H., Scheerens, J. & Slegers, P. (2014). Meta-Analyses. In J. Scheerens (Ed.), *Effectiveness of Time Investments in Education: Insights from a review and meta-analysis* (pp. 55–142). Cham: Springer International Publishing.
- Hodgson, J., Rønning, W. & Tomlinson, P. (2012). *Sammenhengen mellom undervisning og læring. En studie av lærers praksis og deres tenkning under Kunnskapsløftet*. Retrieved from Utdanningsdirektoratet
- KD. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole. Et kunnskapsgrunnlag*. Oslo: NOU
- Klette, K. (2013). Hva vet vi om god undervisning? Rapport fra klasseromsforskningen. I R.J. Krumsvik & R. Säljö (red.), *Praktisk-pedagogisk utdanning: en antologi* (pp. 173–201). Bergen: Fagbokforlaget.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Eds.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (pp. 137–160). New York, NY: Waxmann Publishing Co.
- Kunnskapsdepartementet (2014). *REALFAG, Relevante – Engasjerende – Attraktive – Lærike. Rapport fra ekspertgruppa for realfagene*. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Rapport-fra-ekspertgruppa-for-relafagene/id2343488/>
- Kunnskapsdepartementet (2016). *Stortingsmelding 28: Fag – Fordypning – Forståelse. En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/>.
- Lagerstrøm, B.O., Moafi, H. & Revold, M.K. (2014). *Kompetanseprofil i grunnskolen. Hovedresultater*. Statistisk sentralbyrå.
- Marsh, H.W., Lüdtke, O., Nagengast, B., Trautwein, U., Morin, A.J., et al. (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 College: TIMSS & PIRLS International Study Centre.

- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P. & Stanco, G.M. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Science*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 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.
- 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.
- Ottestad, G., Throndsen, I. & Hatlevik, O. (2013). Digitale ferdigheter for alle? *Norske resultater fra ICILS 2013*.
- Pellegrino, J.W. & Hilton, M.I. (2012). *Education for Life and Work: Developing transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. . Washington D.C.
- Scheerens, J. (Ed.) (2016). *Opportunity to Learn, Curriculum Alignment and Test Preparation: A Research Review*: Springer.
- Scheerens, J., Hendriks, M., Luyten, H., Slegers, P. & Glas, C. (2013). Productive time in education. A review of the effectiveness of teaching time at school, homework and extended time outside school hours.
- Scherer, R., Jansen, M., Nilsen, T., Areepattamannil, S. & Marsh, H.W. (2016). The Quest for Comparability: Studying the Invariance of the Teachers' Sense of Self-Efficacy (TSES) Measure across Countries. *PLoS one*, 11(3), e0150829.
- Scherer, R. & Nilsen, T. (2016). The Relations Among School Climate, Instructional Quality, and Achievement Motivation in Mathematics. In T. Nilsen & J.-E. Gustafsson (Eds.), *Teacher Quality, Instructional Quality and Student Outcomes* (pp. 51–80). Cham: Springer International Publishing.
- Scherer, R., Nilsen, T. & Jansen, M. (2016). Evaluating Individual Students' Perceptions of Instructional Quality: An Investigation of their Factor Structure, Measurement Invariance, and Relations to Educational Outcomes. *Frontiers in psychology*, 7.
- 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.
- 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.
- Scott, P. & Mortimer, E.F. (2005). Meaning making in high school science classrooms: A framework for analysing meaning making interactions. In K. Boersma, M. Goedhart, O. De Jong & H. Eijkelhof (Eds.), *Research and the quality of science education* (pp. 395–406). Dordrecht: Springer.
- Simon, S., Erduran, S. & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International journal of science education*, 28(2–3), 235–260.
- Utdanningsdirektoratet. (2015). *Naturfagene i norsk skole, anno 2015. Rapport fra ekstern arbeidsgruppe oppnevnt av Utdanningsdirektoratet*. Oslo: Utdanningsdirektoratet.