



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 elev-ers 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

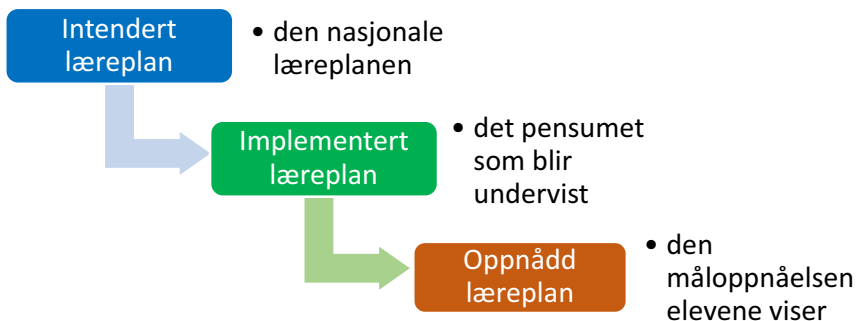
annen forklaring kan være at det rett og slett er få studier på OTL i naturfag, og funnene er derfor mer usikre (Scheerens, 2016). En tredje forklaring er relatert til målingene av OTL, for eksempel hvor gode konstruktene som måler OTL, er. En fjerde forklaring kan knyttes til forskjellen i fagene. Matematikk 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 matematikkprestasjoner, 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 klasstrinn (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

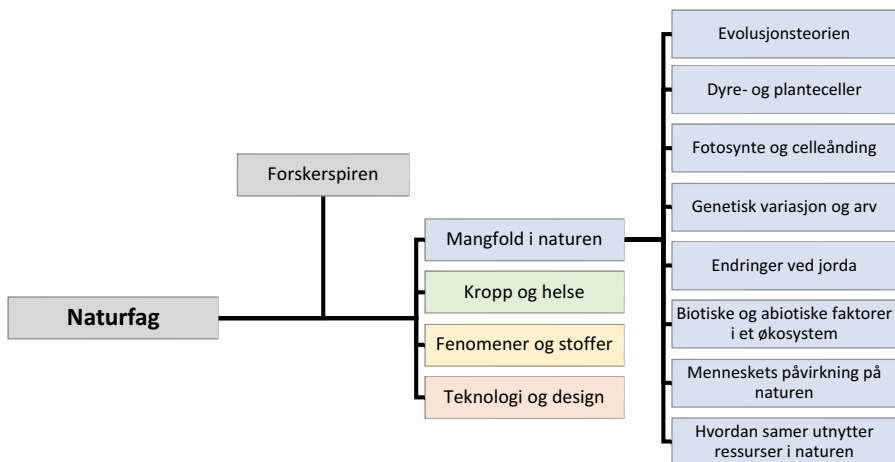
Det finnes mange modeller for læreplannivåer (f.eks. Daus, 2019; Petty & Green, 2007; Scheerens, 2016), men forenklet sett har de tre nivåene til felles den intenderte, den implementerte og den oppnådde læreplan (Daus, 2019). Denne forenklete modellen, som først ble fremmet av IEA (Husén & Postlethwaite,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



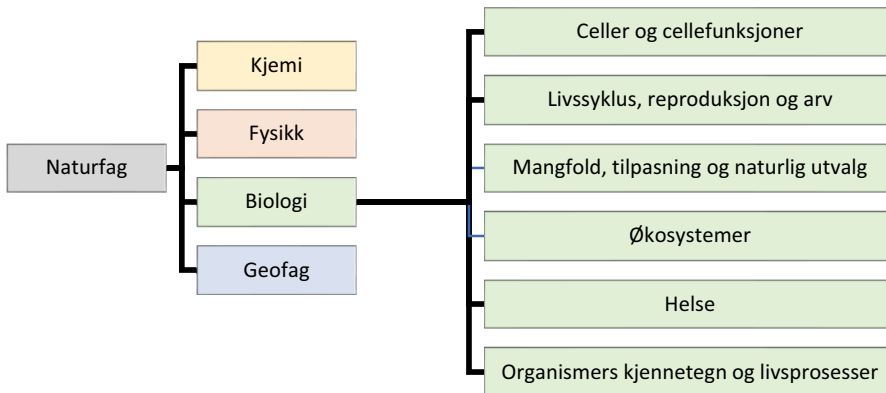
Figur 2.2 Kunnskapsløftet med detaljert informasjon om Mangfold i naturen.

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. «Rollen 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 estimater.

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

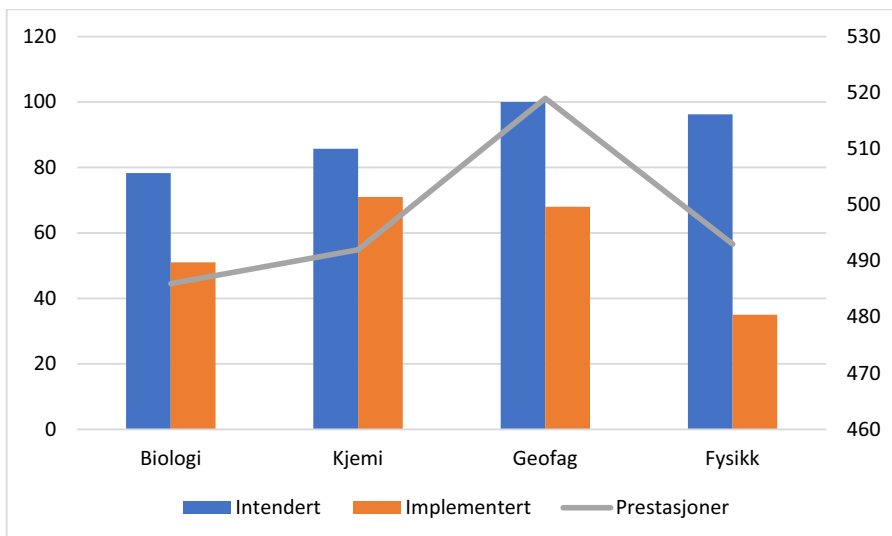
	Intendert (prosent dekningsgrad)	Implementert (prosent dekningsgrad)	Oppnådd (prestasjoner)
Biologi	78	51 (2,2)	486 (2,8)
Kjemi	86	71 (1,5)	492 (3,7)
Geofag	100	68 (2,9)	519 (3,9)
Fysikk	96	35 (2,1)	493 (3,6)

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).

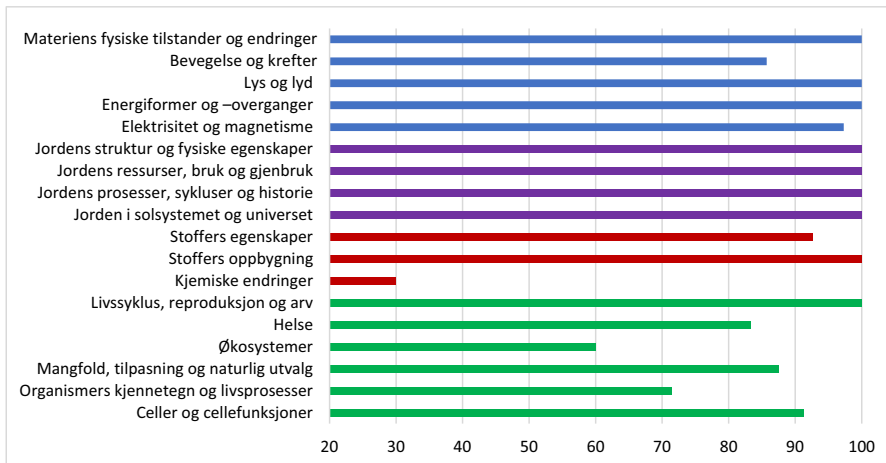
Figur 2.4 viser alle tre læreplannivåer. Y-aksen på venstre side viser prosent dekningsgrad for den intenderte og implementerte læreplanen, mens y-aksen på høyre side viser prestasjoner (poeng). Elevene presterer best i geofag, og her er det størst samsvar mellom dekningsgraden av den intenderte læreplanen 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 deler 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 celledfunksjoner* (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 elevenes 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 minoritetspråklig 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 minoritetspråklige 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 selvrapporing 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 Naturfag-senteret 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 minoritetspråklige 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. Kortrapport*.
- 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.
- Skrefsrud, 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).