

5

En sammenligning av naturfagkompetanser i PISA-rammeverket 2015 og den norske læreplanen

FREDRIK JENSEN, SONJA MORK OG MARIT KJÆRNSLI

SAMMENDRAG I dette kapitlet har vi sammenliknet naturfagskompetanser i rammeverket for PISA 2015 og den norske læreplanen i naturfag. Resultatene viser stor grad av samsvar mellom dokumentene. Det er størst samsvar mellom naturfaglæreplanen og kompetansene *forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte, tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte* samt *innholdskunnskap* i PISA-rammeverket. Dokumentene er mest forskjellig når det gjelder metoder generelt og å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. Mens PISA-rammeverket forventer at elevene skal ha metaperspektiv og kunnskaper om metoder, er dette mer implisitt i læreplanen, der flere kompetansemål kun beskriver at elevene skal gjøre undersøkelser eller forsøk. Videre er det å kommunisere naturfag en del av *scientific literacy* i PISA-rammeverket, mens dette er enda mer eksplisitt og detaljert beskrevet i den norske læreplanen gjennom de grunnleggende ferdighetene.

SUMMARY In this chapter we have compared competencies in science as defined in the PISA 2015 science framework and the Norwegian curriculum in Science. The comparison reveals correspondence between the two documents. A high degree of similarity is evident between the Norwegian curriculum in Science in the competencies *explain phenomena scientifically, interpret data and evidence scientifically* and *content knowledge* in the PISA 2015 science framework. There is less similarity on methods and designing scientific inquiry. While the PISA science framework expects students to have a metaperspective and knowledge about methods, this dimension is more implicit in the Norwegian curriculum. In contrast, communicating science is described explicitly in the Norwegian curriculum through the basic skills framework, but is a more implicit part of the PISA framework.

INNLEDNING

PISA (Programme for International Student Assessment) er en internasjonal undersøkelse av 15-åringers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag, som gjennomføres hvert tredje år. PISA måler elevenes evne til å anvende kunnskaper og erfaringer aktivt i aktuelle situasjoner. De norske rapportene har lagt mest vekt på å sammenligne resultater med de andre nordiske landene og å sammenligne norske 15-åringers prestasjoner over tid (se for eksempel Kjærnsli & Jensen, 2016c; Kjærnsli & Olsen, 2013; Kjærnsli & Roe, 2010).

Det er mye oppmerksomhet og interesse rundt resultatene hver gang de lanseres. For å forstå betydningen av internasjonale sammenligninger i PISA er det relevant å ha kunnskap om de spesifikke landene eller skolesystemene man sammenligner. Det er viktig at resultatene tolkes inn i en nasjonal kontekst. For å kunne tolke de norske PISA-resultatene i naturfag må vi vite noe om hvor relevant innholdet i prøven er for norske elever. For hvert fagområde og for hvert spørreskjema som er med i PISA-undersøkelsen, er det utviklet et eget rammeverk. PISA-rammeverkene er teoretiske fundament for hva som skal måles, og et grunnlag for utvikling av oppgaver og spørsmål. PISA-rammeverkene er utviklet av ekspertgrupper med internasjonalt anerkjente fagdidaktiske forskere innen hvert fagfelt. Alle deltakerlandene oppfordres til å komme med innspill og kommentarer underveis i dette arbeidet før den endelige versjonen godtas av et styre (PISA Governing Board) med medlemmer fra alle OECD-landene.

PISA-undersøkelsen tar altså ikke utgangspunkt i landenes læreplaner, men i rammeverk som beskriver kompetanser som er viktige for elevene med tanke på videre skolegang, utdanning, arbeidsliv og for å bli i stand til å være en aktiv samfunnsborger. Kritikere har hevdet at PISA ikke gir informasjon om det elevene lærer på skolen, fordi undersøkelsen tar utgangspunkt i et rammeverk og ikke i landenes læreplaner (Sjøberg, 2018, p. 188).

Målet med dette kapitlet er å undersøke graden av samsvar mellom innholdet i rammeverket for scientific literacy i PISA 2015 med den norske læreplanen i naturfag. Mens den norske læreplanen i naturfag legger rammer for undervisningen i faget, danner rammeverkene i PISA grunnlaget for utvikling av oppgavene som er med i PISA-prøven.

Tidligere er det gjort tilsvarende sammenligninger av den norske læreplanen i matematikk og rammeverket for matematikk i PISA 2012 (Nortvedt, Pettersen, Pettersson, & Sollerman, 2016) og sammenligning av den norske læreplanen i fysikk og oppgavene i TIMSS Advanced (Pedersen, 2013). Da naturfag sist var hovedområde i PISA 2006, ble det også gjort en sammenligning av PISA-rammeverket i naturfag (OECD, 2006) og den norske læreplanen (LK06). Den sammen-

ligningen ble gjort på et overordnet nivå og fant stor grad av samsvar mellom de to tekstene (Kjærnsli mfl., 2007). I dette kapitlet sammenligner vi LK06 med naturfagrammeverket fra PISA 2015, og vi presenterer en mer detaljert analyse enn det som ble gjort i studien fra 2007. Både PISA-rammeverket (OECD, 2016a) og den norske læreplanen (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013) er senere revidert. I dette kapitlet sammenligner vi de reviderte versjonene av dokumentene og gjør en mer detaljert analyse enn det som ble gjort i studien fra 2007.

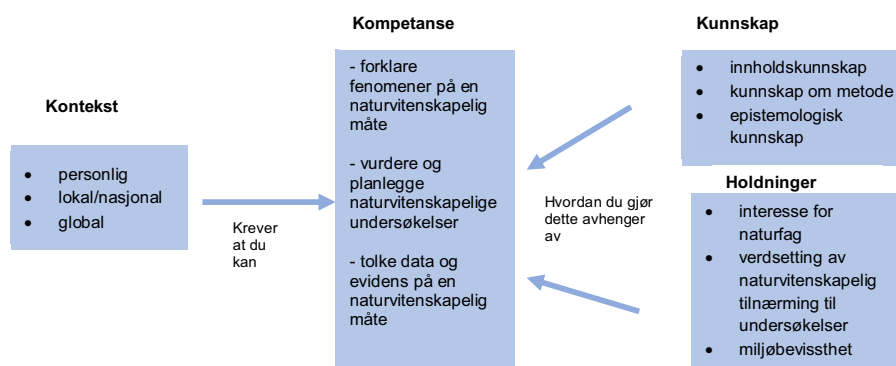
Før vi presenterer forskningsspørsmålene, gir vi en kort beskrivelse av både rammeverket for scientific literacy i PISA og den norske læreplanen i naturfag. Når vi videre i dette kapitlet omtaler PISA-rammeverket, sikter vi til rammeverket for scientific literacy.

RAMMEVERKET FOR SCIENTIFIC LITERACY I PISA

Rammeverket for scientific literacy i PISA gir en teoretisk begrunnelse for hva som menes med scientific literacy i PISA, og hvilke naturfaglige kompetanser som er viktige for 15-åringer når de er ferdige med obligatorisk skolegang. Bruken av begrepet scientific literacy understreker at det er det allmenndannende perspektivet ved naturfag som er sentralt. Det handler om hva slags kunnskap i og om naturvitenskap som alle bør ha for å kunne foreta informerte valg og vurderinger i spørsmål som involverer naturvitenskap. PISA måler i hvilken grad elevene er i stand til å *bruke* den kunnskapen de har i ulike situasjoner, ikke bare kunne gjengi *hva* de har lært. Å se sammenhenger og å kunne overføre og bruke kunnskap på nye områder er for øvrig beskrevet som kjennetegn på dybdelæring (National Research Council, 2012).

Begrepet scientific literacy er mer og mer brukt de siste tiårene, og oppsto først og fremst for å kunne beskrive viktige sider ved naturfagundervisningen også for dem som ikke skulle ha videre studier i naturfag. Et annet begrep som ble brukt i tilsvarende sammenhenger, er «science for all» (Roberts & Bybee, 2014). Definisjon av scientific literacy i PISA 2015 er detaljert beskrevet i det internasjonale rammeverket (OECD, 2016a), og beskrives også i et eget kapittel i den nasjonale rapporten fra PISA 2015 (Kjærnsli & Jensen, 2016a). PISA-rammeverket er basert på internasjonal forskning innen naturfagdidaktikk, som for eksempel (Duschl, 2007; Fensham, 1985; Millar & Osborne, 1998; Osborne, 2010; Roberts & Bybee, 2014). Rammeverket for PISA 2015 er en videreutvikling av tidligere PISA-rammeverk, og dette arbeidet ble ledet av professor Jonathan Osborne fra Stanford University.

Det er vanskelig å finne en norsk oversettelse av begrepet *scientific literacy*, og vi har i dette kapitlet derfor valgt å beholde den engelske betegnelsen. I de nasjonale rapportene brukes betegnelsen *naturfag*, men med et forbehold om at det ikke må forveksles med skolefaget naturfag. *Scientific literacy* i PISA 2015 er definert som evne og vilje til å engasjere seg i og delta i diskusjoner om naturfagrelaterte temaer. Dette igjen er utdypet ved hjelp av følgende tre kompetanser: *forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte*, *vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser* og *tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte*. Figur 5.1 viser en oversikt over ulike aspekter som inngår i rammeverket for *scientific literacy* i PISA.



FIGUR 5.1 Oversikt over de ulike aspektene som inngår i PISAs definisjon av *scientific literacy* i 2015 (Kjærnsli og Jensen, 2016a).

Vi vil nå utdype de ulike aspektene som er vist i figur 5.1.

Med **kontekst** menes her i hvilken sammenheng en oppgave er gitt. Kontekstene skal være relevante og omfatte situasjoner der det er nødvendig med naturfaglig kompetanse. Kontekstene kan være enten historiske eller dagsaktuelle.

Med **kompetanse** menes her kunnskaper og ferdigheter elevene må ha for å løse oppgavene. For å kunne *forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte* må elevene vise at de har naturvitenskapelig kunnskap; for eksempel at de kjenner til og forstår begreper og naturvitenskapelige fenomener. For å kunne *vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser* må elevene for eksempel være i stand til å vurdere hvilke spørsmål som er mulig å undersøke på en naturvitenskapelig måte, og kunne foreslå måter å undersøke et spørsmål på. For å kunne *tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte* må elevene analysere og vurdere data, påstander og argumenter i en rekke ulike framstillinger og trekke riktige naturvitenskapelige konklusjoner.

Scientific literacy innebærer altså mange aspekter av kunnskap i og om naturvitenskap. For eksempel må man kjenne til og forstå naturvitenskapelige fakta og begreper for å kunne forklare naturvitenskapelige og teknologiske fenomener. Spesielt kompetansene *vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser* og *tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte* krever mer enn kunnskap om *hva man vet*; de krever også kunnskap om *hvordan* naturvitenskapelig kunnskap etableres, og holdbarheten av den. Internasjonalt er det benyttet litt ulike begreper om disse kunnskapsområdene, for eksempel «the nature of science» (Lederman, 2007), «ideas about science» (Millar & Osborne, 1998) eller «scientific practices» (National Research Council, 2012).

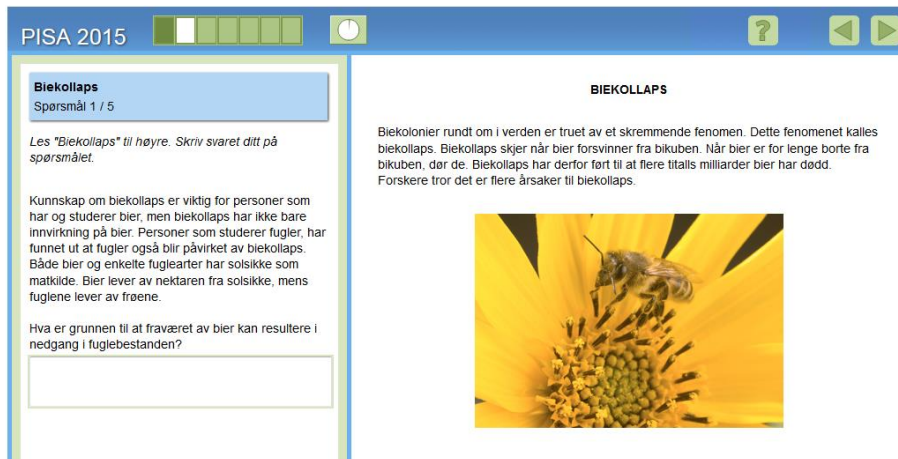
I PISA-rammeverket beskrives tre former for naturfaglig **kunnskap**: *innhold, metode og epistemologi*. *Innhold(skunnskap)* inkluderer faktakunnskap, begreper og teorier som er etablert innen naturvitenskapene. Oppgavetekster er hentet fra områder innen fysikk, kjemi, biologi og geofag. *Metode(kunnskap)* vil si at elevene skal ha kunnskap om metoder som forskere bruker for å komme fram til ny kunnskap, som for eksempel kontroll av variabler, kvantitative og kvalitative målinger, bruk av skalaer og hva måleusikkerhet innebærer. *Epistemologisk kunnskap* innebærer blant annet å kjenne til hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til, og hvordan den blir kvalitetssikret. For eksempel er det nødvendig å kunne skille hva som er en hypotese, og hva som er en naturvitenskapelig teori, og hvorfor det er viktig å kunne gjenta undersøkelser.

Holdninger til naturvitenskap har betydning for elevens interesse og engasjement og er derfor med i PISAs definisjon av scientific literacy. Elevens holdninger undersøkes med et eget spørreskjema, og inngår ikke som en del av den faglige testen.

Oppgavene i testen skal til sammen dekke de ulike sidene som definerer scientific literacy i PISA-rammeverket. PISA-rammeverket oppgir omtrent hvor stor andel av spørsmålene som skal knyttes til hver av de tre kompetansene, hva slags kunnskap de krever, og hvilken kontekst de skal være hentet fra. Oppgavene er kategorisert som én av de tre kompetansene, det vil si den kompetansen den hører mest hjemme i. Tilsvarende prinsipp gjelder også for kunnskapsområder og kontekst. I det følgende er det gitt eksempler på hvordan noen spørsmål i den frigitte oppgaveenheten «Biekollaps» er kategorisert.

«Biekollaps» var ikke med i hovedtesten, men den var med i utprøvingen av oppgaver. Den innledende teksten til oppgaveenheten beskriver fenomenet om at bier forsvinner fra bikubene sine og dør, noe som har ført til at flere titalls milliarder bier har dødd, og mange av verdens biepopulasjoner har forsvunnet. Dette kan ha katastrofale konsekvenser for andre arters næringstilgang. Oppgaveenheten

består av flere korte tekster og grafer knyttet til dette fenomenet og forskningen rundt det. Nedenfor vil vi omtale to av spørsmålene.



Biekollaps
Spørsmål 1 / 5


Les "Biekollaps" til høyre. Skriv svaret ditt på spørsmålet.

Kunnskap om biekollaps er viktig for personer som har og studerer bier, men biekollaps har ikke bare innvirkning på bier. Personer som studerer fugler, har funnet ut at fugler også blir påvirket av biekollaps. Både bier og enkelte fuglearter har solsikke som matkilde. Bier lever av nektaren fra solsikke, mens fuglene lever av frøene.

Hva er grunnen til at fraværet av bier kan resultere i nedgang i fuglebestanden?

BIKOLLAPS

Biekolonier rundt om i verden er truet av et skremmende fenomen. Dette fenomenet kalles biekollaps. Biekollaps skjer når bier forsvinner fra bikuben. Når bier er for lenge borte fra bikuben, dør de. Biekollaps har derfor ført til at flere titalls milliarder bier har dødd. Forskere tror det er flere årsaker til biekollaps.



FIGUR 5.2 Spørsmål 1 i oppgaveenheten Biekollaps.

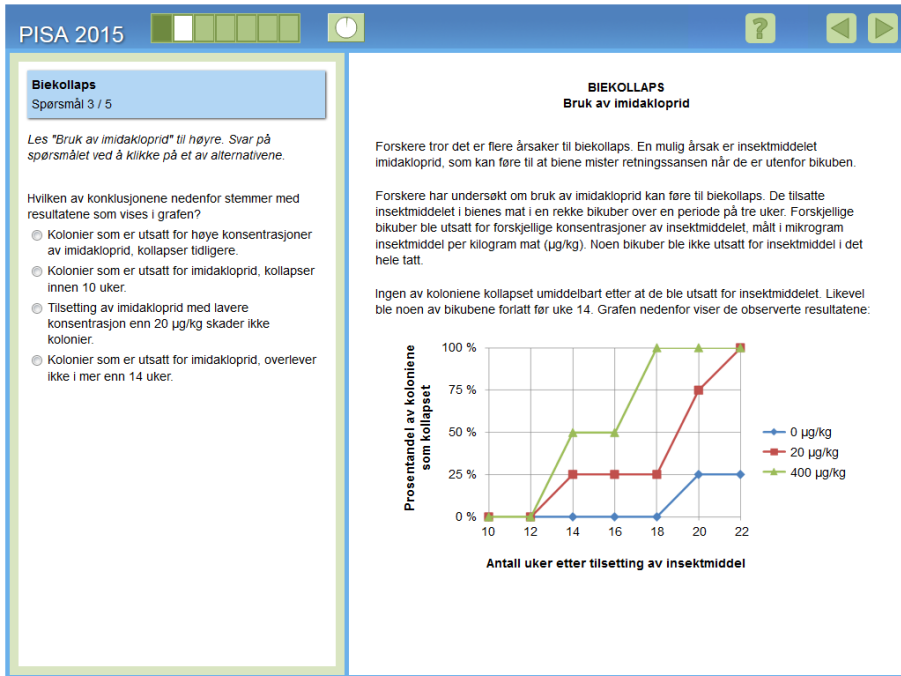
Det første spørsmålet handler om hvorfor fugler også kan bli påvirket av biekollaps. I teksten får elevene oppgitt at både bier og enkelte fuglearter har solsikke som matkilde, og elevene skal begrunne hvorfor fraværet av bier kan gi nedgang i fuglebestanden.

For å svare riktig på denne oppgaven, må elevene gi en forklaring som sier noe om at en blomst ikke kan produsere frø uten bestøvning. Elevene må vise at de har kunnskap om dette fagområdet, og at de er i stand til å gjengi aktuell naturfaglig kunnskap. Spørsmålet er kategorisert i kompetansen *forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte* og i *innholdskunnskap*.

I det tredje spørsmålet fra denne oppgaveenheten skal elevene tolke grafen som viser forholdet mellom konsentrasjonen av insektmiddel og hvor raskt biekoloniene kollapse. Det første svaralternativet er riktig, og spørsmålet er kategorisert under kompetansen *tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte*.

Flere eksempler på frigitte oppgaver og hvordan de er kategorisert, er vist i PISA-rammeverket (OECD, 2016a). Se også frigitte oppgaver på nasjonal hjemmeside for PISA.²⁹

29. <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/pisa/frigitte-oppgaver/>



FIGUR 5.3 Spørsmål 3 i oppgaveenheten Biekollaps.

NORSK LÆREPLAN I NATURFAG

Det norske læreplanverket består av en generell del som er felles for alle fag, og en fagplandel for hvert fag (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013). Den generelle delen skisserer sju sentrale egenskaper ved mennesket som skolen skal være med å utvikle. Elementer fra naturfaget er sentrale i denne delen av den norske læreplanen. Kunnskaper om naturen, naturglede og miljøbevissthet fremheves under overskriften «Det miljøbevisste mennesket». Vitenskapelig arbeidsmåte og aktive elever inngår som sentral del av «det skapende mennesket». Her presiseres det at øving i vitenskapelig forståelse og arbeidsmåte krever trening av evne til undring og til å stille nye spørsmål, evne til å finne mulige forklaringer på det en har observert, og evne til å kontrollere om forklaringene holder gjennom kildegransking, eksperiment eller observasjon. I tillegg er kunnskap om for eksempel teknologi inkludert under andre overskrifter.

I Norge er naturfag et fellesfag for elever fra 1. til 11. trinn. Naturfag inkluderer biologi, fysikk, geofag, kjemi og teknologi. Den norske læreplanen legger vekt på metodefrihet og integrering av de fem grunnleggende ferdighetene lesing, skri-

ving, regning, muntlig og digital kompetanse i alle fag (les mer i Isnes, 2005 og Mork, 2013b).

Den norske læreplanen i naturfag består av følgende fem deler:

- ▀ Formålet med faget
- ▀ Beskrivelser av hovedområder (*Forskerspiren, Mangfold i naturen, Kropp og helse, Fenomener og stoffer og Teknologi og design*)³⁰
- ▀ Beskrivelser av de grunnleggende ferdighetene i naturfag (*Å kunne skrive, Å kunne lese, Å kunne regne, Muntlige ferdigheter og Digitale ferdigheter*)
- ▀ Kompetansemål
- ▀ Bestemmelser for sluttvurdering i faget

I beskrivelsen av formålet, det vil si det overordnede målet for naturfaget, er det særlig to perspektiver som er framtreddende. Det første er å forankre naturvitenskapene som en del av vår kultur, gjennom bevisstgjøring om at mennesker gjennom alle tider har vært nysgjerrige og prøvd å finne svar på eksistensielle spørsmål om vår plass i naturen og universet. Det andre perspektivet understreker naturfagets bidrag til allmenndannelsen: Elevene skal bli bevisste på hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles, og at forskning og naturvitenskapelig kunnskap har stor betydning for samfunnsutvikling og livsmiljø. Gjennom kunnskaper, forståelse og opplevelser skal naturfaget bidra til å fremme handlingskompetanse og demokratisk deltagelse hos elevene. Elevenes praktiske og teoretiske arbeid i faget skal fremme kreativitet, kritisk evne, åpenhet og aktiv deltagelse.

Den norske læreplanen er delt inn i de fem tematiske hovedområdene *Forskerspiren, Mangfold i naturen, Kropp og helse, Fenomener og stoffer og Teknologi og design*. Beskrivelsene av disse hovedområdene spesifiserer formålet med faget. *Forskerspiren* handler for eksempel om hvordan naturvitenskapelig kunnskap dannes, og ble etablert som et hovedområde, nettopp for å øke fokus på aktiviteter og prosesser knyttet til dette. Prosessene omfatter utvikling av hypoteser, eksperimentering, systematiske observasjoner, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling. Det er også vanlig å omtale disse prosessene som utforskende (inquiry-based på engelsk). En utforskende tilnærming til naturfagundervisning ble for alvor satt på agendaen internasjonalt med «National science education standards» i USA i 1996 (National Research Council, 1996). Et slikt fokus er også fremtreddende i EU-rapporten «Science education NOW! A renewed pedagogy for the future of Europe» (Rocard et al., 2007). Mange lands lære-

30. Hovedområdene for naturfag Vg1 har følgende betegnelser: *Forskerspiren, Bærekraftig utvikling, Ernæring og helse, Stråling og radioaktivitet, Energi for fremtiden og Bioteknologi*.

planer i naturfag har nå en utforskende tilnærming til naturfag. En utforskende tilnærming har som mål å utvikle forståelse for naturvitenskapelige ideer, naturvitenskapenes egenart og bruk av utforskende arbeidsmåter for å lære naturfaglige ideer, prinsipper og tenkemåter (Duschl & Grandy, 2008).

Utdanningsdirektoratet sammenlignet i 2011 norske læreplaner med læreplaner i Sverige, Finland, Danmark, Skottland og New Zealand (Utdanningsdirektoratet, 2011). For naturfag viser studien at ambisjonsnivået i den norske læreplanen når det gjelder planlegging og gjennomføring av undersøkende aktiviteter, er på samme nivå som i de andre nordiske landene. Rapporten viste for øvrig at ambisjonsnivået i den norske planen var lavere enn i de fem andre landene angående bruk, bearbeiding og vurdering av resultater fra praktiske aktiviteter og hypotese-testing, utvikling av modeller og fokus på sentrale deler av naturvitenskapenes egenart (ibid.). En av føringene for læreplanrevisjonen i 2013 var å styrke bearbeiding av data og bruk av naturfaglig evidens (Mork, 2013a).

Teknologi og design kom inn som et nytt flerfaglig emne ved læreplanreformen i 2006, etter at interessegrupper ikke nådde fram med forsøket på å innføre det som eget fag i norsk grunnskole (Isnes, 2005). I naturfag framstår *Teknologi og design* som et eget hovedområde i læreplanen.

Skolens læringsoppdrag og dannelsesoppdrag henger tett sammen, og grunnleggende ferdigheter er viktige forutsetninger for allmenndannelsen. Elevenes evne til å forstå og vurdere informasjon, kommunisere muntlig og skriftlig i ulike sjangere, regne og forstå tall og bruke digitale ferdigheter i ulike sammenhenger er avgjørende for å mestre livet og rollene som yrkesutøver og samfunnsborger (Kunnskapsdepartementet, 2016). Tidlig på 2000-tallet viste en rekke studier at en stor andel norske elever ikke i tilstrekkelig grad tilegnet seg grunnleggende ferdigheter i løpet av skoletiden (Gees Solheim & Tønnesen, 2003; Grønmo, Bergem, Kjærnsli, Lie, & Turmo, 2004; Lie, Kjærnsli, Roe, & Turmo, 2001). Slike ferdigheter er grunnlaget for all annen læring, både i og utenfor skolen.

Da Kunnskapsløftet (LK06) ble innført i 2006, var en av de viktigste endringene at lærerne ble forpliktet til å fokusere på de grunnleggende ferdighetene lesing, skriving, regning, muntlige og digitale ferdigheter i alle fag. Evalueringen av innføringen av Kunnskapsløftet noen år senere avdekket stor usikkerhet blant lærere og skoleledere om arbeid med disse ferdigheter i fagene (Møller, Prøitz, & Aasen, 2009; Ottesen & Møller, 2010). Det var den viktigste årsaken til at læreplanen i naturfag og fire andre fag ble revidert i 2013 med fokus på å tydeliggjøre grunnleggende ferdigheter i fagene (Mork, 2013a).

Beskrivelsene av de fem grunnleggende ferdighetene i dagens læreplan synliggjør hvordan hver enkelt ferdighet inngår som en naturlig del av faget. Å kunne

lese i naturfag handler for eksempel om å kunne forstå og bruke naturfaglige begreper, symboler, figurer og argumenter gjennom målrettet arbeid med naturfaglige tekster. Å lære det naturfaglige språket og øve på å lese, tolke, vurdere og reflektere kritisk over ulike typer naturfaglige tekster er grunnleggende for elevenes naturfaglige allmenndannelse og for livslang læring (Mork, 2013a). Slike kompetanser kan bidra til en kritisk og reflektert holdning i en virkelighet som blir stadig mer tekstbasert.

Hovedområdet *Forskerspiren* og beskrivelsene av de fem grunnleggende ferdighetene handler om mye av det som i St.meld. 2016: 28 omtales som fagets kjerneelementer: sentrale begreper, metoder, tenkemåter, kunnskapsområder og uttrykksformer i faget (Kunnskapsdepartementet, 2016).

Innenfor hvert tematiske hovedområde i den norske læreplanen spesifiseres fagstoff i form av kompetansemål som beskriver hva elevene skal beherske etter 2., 4., 7., 10. og 11. trinn. Etter 4. trinn skal elevene for eksempel kunne gjennomføre forsøk som viser at stoffer og stoffblandinger kan endre karakter når de blir utsatt for ulike påvirkninger. Etter 10. trinn skal elevene kunne formulere testbare hypoteser, planlegge og gjennomføre undersøkelser av dem og diskutere observasjoner og resultater i en rapport.

Sluttvurdering for grunnskolen skjer etter 10. trinn, hvor elevene kan trekkes ut til muntlig eksamen med et praktisk innslag. Også etter 11. trinn kan elevene trekkes ut til muntlig-praktisk eksamen fordi naturfag avsluttes som obligatorisk fag i videregående skole etter 11. trinn.

FORSKNINGSSPØRSMÅL

Bakgrunnen for dette kapitlet er behovet for en sammenligning av den norske læreplanen i naturfag og rammeverket for naturfag i PISA 2015. En slik sammenligning kan gi ytterligere grunnlag for å kunne tolke de norske resultatene i naturfag i PISA 2015 og være et bidrag til kunnskapsgrunnlaget for fornyelse av læreplaner. I dette kapitlet undersøker vi følgende forskningsspørsmål:

- ▶ På hvilke områder er det samsvar mellom naturfagrammeverket for i PISA 2015 og den norske læreplanen i naturfag?
- ▶ Hvilke forskjeller finnes mellom naturfagrammeverket i PISA 2015 og den norske læreplanen i naturfag?

I neste del beskriver vi fremgangsmåten for analysen.

METODE

UTVALG AV TEKSTER TIL SAMMENLIGNINGEN

Naturfagrammeverket i PISA 2015 og den norske naturfaglæreplanen er dokumenter med ulike formål og av ulikt format. Det er dermed ikke alle delene i de to dokumentene som er like relevante å ha med i en sammenligning.

Vi har valgt å sammenligne innledningen til PISA-rammeverket og de fire aspektene av scientific literacy (kompetanser, kunnskap, holdninger og kontekster). Deler av PISA-rammeverket som handler om de mer tekniske sidene ved oppgaveutvikling, som responsformater (multiple choice, åpne spørsmål etc.) og prestasjonsskala, inngår ikke i sammenligningen. «Cognitive demand» er også en del av rammeverket og beskriver ulike grader av kompleksitet for en oppgave. Vi har valgt å ikke ta med «cognitive demand» i denne sammenlikningen – delvis for å avgrense analysen og delvis fordi en slik sammenlikning ikke ville vært like interessant for å besvare forskningsspørsmålene. I dette kapitlet har vi altså valgt å undersøke grad av samsvar mellom kunnskaper, kompetanser, holdninger og kontekst i PISA-rammeverket og i den norske læreplanen i naturfag framfor å finne fordelingen av kompetansemål på ulike grader av kompleksitet.

Alle deler av den norske læreplanen i naturfag inngår i sammenligningen, med unntak av den delen som beskriver bestemmelser for sluttvurdering. Vi valgte også å begrense analysen av kompetansemålene til kompetansemål etter 10. årstrinn. Kompetansemål etter 2., 4. og 7. årstrinn, samt Vg1 er dermed ikke med i denne sammenlikningen. Begrunnelsen for dette er at naturfaglige kompetanser i PISA-rammeverket er ment å måle 15-åringers kompetanser, som i Norge tilsvarer kompetansemålene etter 10. årstrinn.

FRAMGANGSMÅTE FOR ANALYSEN

Fordi de to dokumentene har ulike formål og ulikt format, har vi valgt å gjøre en generell sammenligning av noen deler av dokumentene, mens sammenlikningen av andre deler er basert på resultater fra koding. I dette kapitlet har vi lagt særlig vekt på den siste. Det vil si å sammenligne kompetanser, kunnskap og holdninger i PISA-rammeverket med kompetansemålene og beskrivelsene av grunnleggende ferdigheter i norske læreplanen (se tabell 5.1). Dette er sentrale deler av de to tekstene. Den innledende delen av PISA-rammeverket er sammenliknet mer generelt med den norske læreplanen og beskrives i innledningen til diskusjonskapitlet. Kontekster i PISA-rammeverket er også sammenliknet mer generelt med den norske læreplanen i et eget avsnitt.

TABELL 5.1 Oversikt over hvilke deler av PISA-rammeverket og den norske læreplanen som er sammenlignet basert på koding. Stjerne markerer at det bare er gjort en generell sammenlikning av den aktuelle delen av PISA-rammeverket og den norske læreplanen.

PISA-rammeverket	Den norske naturfaglæreplanen
Innledende del	*
Kompetanser	Beskrivelser av grunnleggende ferdigheter, Kompetansemål etter 10. årstrinn
Kunnskap	Beskrivelser av grunnleggende ferdigheter, Kompetansemål etter 10. årstrinn
Holdninger	Formål med faget, Beskrivelser av hovedområder, Beskrivelser av grunnleggende ferdigheter, Kompetansemål etter 10. årstrinn
Kontekst	*

Framgangsmåte for koding av kompetansemål og grunnleggende ferdigheter

Vi lagde en kodeguide basert på flere runder med innledende koding og diskusjon. De første rundene kodet vi den norske læreplanen for de ulike elementene av scientific literacy i PISA-rammeverket (kunnskaper, kompetanser, holdninger, kontekster) for å få informasjon om graden av samsvar mellom de to dokumentene. I disse innledende rundene var koderreliabiliteten for lav til å gi resultater som vi kunne bruke. Én utfordring var at vi kodet ulik mengde tekst, en annen var at en del formuleringer i den norske læreplanen krevde stor grad av tolkning for å vurdere om de passet inn i koden, eller ikke. Før neste runde med koding lagde vi mer presise kodebeskrivelser, og vi lagde noen nye koder som kunne fange opp de mest utfordrende tekstsegmentene fra læreplanen.

Tabell 5.2 viser en oversikt over de endelige kodene. De nye kodene oppsummerer noen fokusområder i den norske læreplanen. Vi vil senere diskutere i hvilken grad disse kodene samsvarer med PISA-rammeverket. I resultatdelen vil vi gå gjennom definisjonen av hver kode under egne overskrifter.

TABELL 5.2 Oversikt over koder som er benyttet til koding av kompetansemålene og beskrivelsene av grunnleggende ferdigheter.

	Koder basert på PISA-rammeverket
Kompetanser	Forklare fenomener på en vitenskapelig måte
	Vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser
	Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte
Kunnskap	Innholdskunnskap
	Kunnskap om metode
	Epistemologisk kunnskap
	Koder basert på den norske læreplanen
	Gjøre forsøk og undersøkelser
	Hente informasjon fra tekster og internett
	Kommunisere naturfag
	Teknologi og design
	Annet

Enheten for analyse var hele kompetansemål og hele setninger i teksten om grunnleggende ferdigheter. Dette innebærer at selv om bare en del av et kompetansemål, eller en del av en setning, handlet om for eksempel innholdskunnskap, ble likevel hele kompetansemålet eller hele setningen kodet for innholdskunnskap. Vi ble også enige om å plassere hver enhet i alle relevante koder, slik at hvert kompetansemål eller hver setning kunne bli tilegnet flere koder der det var relevant. Videre har vi valgt å kode for eksplisitte beskrivelser, både fordi vi ønsker å minimere graden av tolkning og øke etterprøvbarehet.

Basert på den endelige kodeguiden ble kompetansemålene og grunnleggende ferdigheter kodet av to av forfatterne i NVivo 11. Der kompetansemål og setninger i grunnleggende ferdigheter ble kodet ulikt (kun kodet av én av forfatterne), ble dette diskutert med den tredje forfatteren. Basert på diskusjonen kom vi til enighet om hvilken kode teksten skulle plasseres i. I noen få grensetilfeller var det vanskelig å bli enig om kode. I resultatkapitlet diskuterer vi valgene vi gjorde i disse tilfellene.

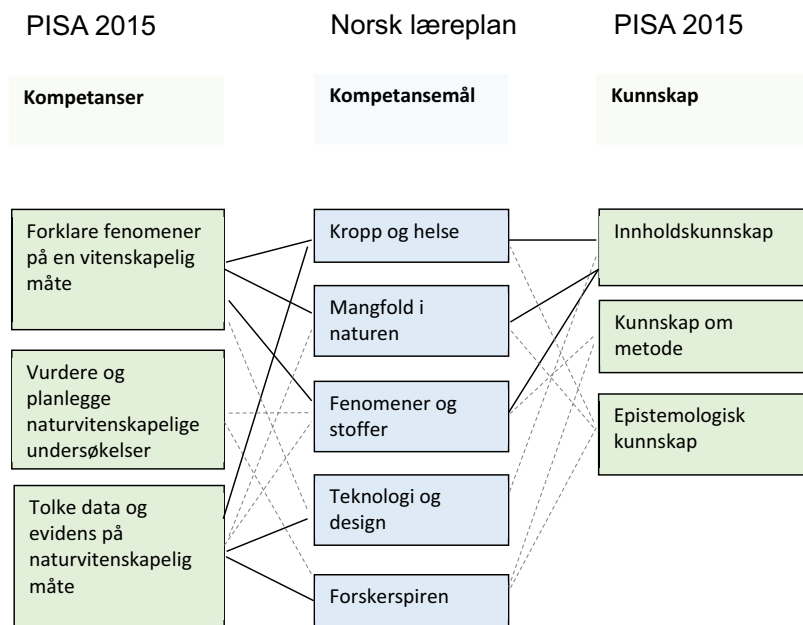
Koding av holdninger

Vi kodet alle delene av den norske læreplanen som er nevnt i tabell 5.1 for koden *holdninger*. Her brukte vi de tre aspektene som er en del av scientific literacy i PISA-rammeverket for naturfag i PISA: «interesse», «verdsetting av naturvitenskapelige tilnærminger til undersøkelser» og «miljøbevissthet». Selv om det ble kodet noe ulikt, var det relativt få setninger eller kompetansemål som eksplisitt handlet om holdninger, og det var derfor en relativt enkel jobb å komme fram til endelig koding ved diskusjon med den tredje forfatteren.

RESULTATER

SAMSVAR MELLOM RAMMEVERKET OG KOMPETANSEMÅL I LÆREPLANEN

I denne delen beskriver vi resultater fra koding av kompetansemål i den norske læreplanen. Figur 5.4 viser en oversikt over hovedtrekk i resultatene. De blå tekst-



FIGUR 5.4 Oversikt over resultater fra koding av kompetansemål. Tekster fra PISA-rammeverket er plassert i grønne bokser og kompetansemål i den norske læreplanen i blå bokser. Heltrukne linjer markerer at minst halvparten av kompetansemålene er kodet inn i en kategori. Stiplede linjer markerer at mindre enn halvparten (men minst ett) av kompetansemålene er kodet inn i en kategori.

boksene representerer hovedområder i den norske læreplanen som kompetansemålene er hentet fra, mens de grønne tekstboksene representerer koder fra PISA-rammeverket, jf tabell 5.2. Heltrukne linjer mellom tekstbokser betyr at minst halvparten av kompetansemålene i et hovedområde i den norske læreplanen samsvarer med en kompetanse eller en kunnskapstype i PISA-rammeverket. Stiplede linjer betyr at færre enn halvparten av kompetansemålene i et hovedområde samsvarer med PISA-rammeverket. Fravær av linje betyr at ingen kompetansemål er plassert i koden. Vi vil nå først beskrive resultater knyttet til kompetansekodene, deretter resultater knyttet til kunnskapskodene.

KOMPETANSER I PISA-RAMMEVERKET

Forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte

Denne koden representerer den første av de tre kompetansene i PISA og krever at elevene kan anvende kunnskap om naturvitenskapelige begreper og teorier til å forklare fenomener. Som det framgår av figur 5.4, viser vår analyse at det er betydelig samsvar mellom tre av fem hovedområder i den norske læreplanen og denne kompetansen. Ett kompetansemål fra teknologi og design ble plassert inn i denne koden, men ingen av kompetansemålene i Forskerspiren. Her er to eksempler på kompetansemål kodet som «Forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte». Tekst i parentes viser hvilket hovedområde kompetansemålet er hentet fra:

- Forklare hovedtrekk i teorier for hvordan jorda endrer seg og har endret seg gjennom tidene, og grunnlaget for disse teoriene (Mangfold i naturen).
- Beskrive kort fosterutviklingen og hvordan en fødsel foregår (Kropp og helse).

Vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser

Denne koden favner det å formulere og identifisere spørsmål som kan undersøkes naturvitenskapelig, og hvordan man planlegger en undersøkelse som sikrer at målingene er pålitelige og objektive. Kun to kompetansemål ble kodet i denne kategorien, som eksplisitt handler om å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser:

- Formulere testbare hypoteser, planlegge og gjennomføre undersøkelser av dem og diskutere observasjoner og resultater i en rapport (Forskerspiren).
- Planlegge og gjennomføre forsøk med påvisningsreaksjoner, separasjon av stoffer i en blanding og analyse av ukjent stoff (Fenomener og stoffer).

Det første av disse kompetansemålene finnes i hovedområdet Forskerspiren. I beskrivelsen av Forskerspiren blir det understreket at kompetansemål fra dette hovedområdet skal integreres i de andre hovedområdene. Dette kan være en årsak til at kompetansemålene i de andre hovedområdene er mer generelle når det gjelder vurdering og planlegging av undersøkelser. Vi ser også at viktige formuleringer angående denne kompetansen finnes i beskrivelsene av de grunnleggende ferdighetene og formålet med naturfag.

Det er mange andre kompetansemål i den norske læreplanen som handler mer generelt om å gjennomføre undersøkelser, men disse uttrykker ikke spesifikt at elevene skal ha et metaperspektiv på forsøk og undersøkelser, altså at de for eksempel skal vite hvorfor de skal følge ulike prosedyrer, at de skal ha kjennskap til ulike metoder, styrker og svakheter ved disse etc. Vi etablerte derfor koden «å gjøre forsøk og undersøkelser» for å fange opp dette «gjøre-perspektivet». Denne koden kommer vi tilbake til under overskriften *Koder basert på den norske læreplanen*.

Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte

Koden «Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte» handler om at elevene må analysere og vurdere data, påstander og argumenter i en rekke ulike framstillinger og trekke riktige naturvitenskapelige konklusjoner. I tillegg til å kunne trekke riktige konklusjoner og forklare resultater fra egne undersøkelser inkluderer denne koden også å kunne presentere data på ulike måter og å kritisk vurdere argumentasjonen i ulike kilder. Følgende kompetansemål fra den norske læreplanen krever at eleven må kunne vurdere argumenter fra ulike kilder:

- ▀ Identifisere naturfaglige argumenter, fakta og påstander i tekster og grafikk fra aviser, brosjyrer og andre medier, og vurdere innholdet kritisk (Forskerspiren).

Koden «tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte» inkluderer også at elevene skal kunne gjøre om data fra en representasjonsform til en annen. Følgende kompetansemål i læreplanen favner dette:

- ▀ Innhente og bearbeide naturfaglige data, gjøre beregninger og framstille resultater grafisk (Forskerspiren).

Flere av kompetansemålene som handler om å gjøre forsøk eller undersøkelser, inkluderer også at elevene skal tolke resultater, for eksempel:

- Gjennomføre forsøk med lys, syn og farger, og beskrive og forklare resultatene (Fenomener og stoffer).
- Undersøke og registrere biotiske og abiotiske faktorer i et økosystem i nærområdet og forklare sammenhenger mellom faktorene (Mangfold i naturen).

Noen kompetansemål var vanskelige å vurdere om de passet inn i denne kategorien. For eksempel diskuterte vi om kompetansemålet nedenfor skulle kodes som «tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte». Vi endte opp med å kode dette kompetansemålet som epistemologisk kunnskap på grunn av formuleringen «forklare ... grunnlaget for disse teoriene»:

- Forklare hovedtrekk i teorier for hvordan jorda endrer seg og har endret seg gjennom tidene, og grunnlaget for disse teoriene (Mangfold i naturen).

KUNNSKAP

De tre kompetansene beskrevet ovenfor avhenger av naturfaglig kunnskap. Vi har kodet kompetansemålene i henhold til tre typer naturfaglig kunnskap: innhold, metode og epistemologi. Nedenfor presenteres resultatene for disse tre kodene.

Innhold

Denne koden favner faktakunnskap, begreper, ideer og teorier innen de etablerte naturvitenskapene. Generelt har PISA-rammeverket en overordnet beskrivelse av innholdskunnskap, mens kompetansemålene i den norske læreplanen har langt mer detaljerte eller spesifikke beskrivelser av hvilke kunnskaper elevene skal tillegne seg. I PISA-rammeverket (OECD, 2016a, p. 26) er det listet opp en lang rekke temaer som eksempler på innholdskunnskap, men også presiserert at disse kun er ment som eksempler på temaer som kan inngå i oppgaver i PISA. Et flertall av kompetansemålene ble kodet som innholdskunnskap. Figur 5.4 viser et betydelig samsvar mellom innholdskunnskap og tre av de fem hovedområdene i den norske læreplanen. Her er noen eksempler på kompetansemål som ble kodet som innhold:

- Beskrive kort fosterutviklingen og hvordan en fødsel foregår (Kropp og helse).
- Forklare hovedtrekkene i evolusjonsteorien og gjøre rede for observasjoner som støtter teorien (Mangfold i naturen).
- Forklare hvordan råolje og naturgass er blitt til (Fenomener og stoffer).

Kunnskap om metode

Denne koden krever at elevene kjenner til begreper som kontroll av variabler, kvantitative og kvalitative målinger, måleusikkerhet og bruk av skalaer. Kun følgende to kompetansemål ble kodet som metode:

- ▶ Forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen (Forskerspiren).
- ▶ Planlegge og gjennomføre forsøk med påvisningsreaksjoner, separasjon av stoffer i en blanding og analyse av ukjent stoff (Fenomener og stoffer).

Epistemologisk kunnskap

Denne koden krever kjennskap til hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til, og hvordan slik kunnskap blir kvalitetssikret. Epistemologisk kunnskap inkluderer også å forstå forskjellen på begreper som observasjon, fakta, hypotese, modell og teori. Følgende fire kompetansemål ble kodet under epistemologi:

- ▶ Forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen (Forskerspiren).
- ▶ Forklare hovedtrekkene i evolusjonsteorien og gjøre rede for observasjoner som støtter teorien (Mangfold i naturen).
- ▶ Forklare hovedtrekk i teorier for hvordan jorda endrer seg og har endret seg gjennom tidene, og grunnlaget for disse teoriene (Mangfold i naturen).
- ▶ Gi eksempler på samisk og annen folkemedisin og diskutere forskjellen på alternativ medisin og skolemedisin (Kropp og helse).

SAMSVAR MELLOM PISA-RAMMEVERKET OG GRUNNLEGGENDE FERDIGHETER

Vi finner relativt stor grad av samsvar mellom beskrivelsene av de grunnleggende ferdighetene og kompetansen *tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte*. Tabell 5.3 viser eksempler på hvordan denne kompetansen inngår i beskrivelsen av alle de fem grunnleggende ferdighetene.

TABELL 5.3 Eksempler på hvordan kompetansen *Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte* er relatert til beskrivelsene av de grunnleggende ferdighetene i naturfag.

	Eksempel relatert til <i>Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte</i>
Muntlige ferdigheter	Det innebærer å bruke naturfaglige begreper for å formidle kunnskap, formulere spørsmål, argumenter og forklaringer.
Å kunne skrive	Det innebærer også å beskrive observasjoner og erfaringer, sammenstille informasjon, argumentere for synspunkter og rapportere fra feltarbeid, eksperimenter og teknologiske utviklingsprosesser.
Å kunne lese	Lesing i naturfag inkluderer kritisk vurdering av hvordan informasjon framstilles og brukes i argumenter, blant annet gjennom å kunne skille mellom data, antakelser, påstander, hypoteser og konklusjoner.
Å kunne regne	Videre innebærer det å kunne gjøre gradvis mer avanserte framstillinger og vurderinger og bruke regning i faglig argumentasjon.
Digitale ferdigheter	Det innebærer også å bruke søkeverktøy, beherske søkestrategier og kritisk vurdere kilder og velge ut relevant informasjon om naturfaglige tema.

Videre finner vi at beskrivelsen av *å kunne regne* i naturfag for eksempel er koblet til *vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser*:

Utviklingen av regneferdigheter i naturfag går fra å bruke enkle metoder for optelling og klassifisering til å kunne vurdere valg av metoder, begreper, formler og måleinstrumenter.

Å kunne regne er også koblet til *metode*, som handler om at elevene for eksempel skal kjenne til hva kontroll av variabler, kvantitative og kvalitative målinger, bruk av skalaer og måleusikkerhet innebærer:

Utviklingen av regneferdigheter i naturfag går fra å bruke enkle metoder for optelling og klassifisering til å kunne vurdere valg av metoder, begreper, formler og måleinstrumenter.

Beskrivelsen av muntlige ferdigheter er for eksempel koblet til kompetansen *forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte*:

Det innebærer å bruke naturfaglige begreper for å formidle kunnskap, formulere spørsmål, argumenter og forklaringer.

Mens beskrivelsen av lesing som grunnleggende ferdighet for eksempel har koblinger til epistemologisk kunnskap:

Lesing i naturfag inkluderer kritisk vurdering av hvordan informasjon framstilles og brukes i argumenter, blant annet gjennom å kunne skille mellom data, antakelser, påstander, hypoteser og konklusjoner.

NYE KODER BASERT PÅ NATURFAGLÆREPLANEN

Beslutningen om å kode for eksplisitte beskrivelser hjalp oss med å kartlegge kompetansemål og setninger som ikke passet direkte inn i kodene fra PISA-rammeverket, men som hadde en litt annen vektlegging. Prosessen med å lage nye koder som fanget opp disse tekstene, hjalp oss i neste runde med å identifisere noen interessante forskjeller mellom PISA-rammeverket og den norske læreplanen. De nye kodene samsvarer riktignok med PISA-rammeverket, men gir uttrykk for litt ulik vektlegging i de to dokumentene. I det følgende presenterer vi de nye kodene med utspring i den norske læreplanen: *Gjøre forsøk og undersøkelser*, *Hente informasjon fra tekster og internett*, *Kommunisere naturfag* og *Teknologi og design*.

Gjøre forsøk og undersøkelser

Selv om vi i henhold til PISA-rammeverket benytter kodene *kunnskap om metode og vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser*, ser vi også behov for koden *gjøre forsøk og undersøkelser*. Årsaken til dette er at mange av kompetansemålene i den norske læreplanen benytter en del formuleringer knyttet til at elevene skal gjøre og gjennomføre, uten at det eksplisitt kreves noen bevissthet om hvorfor. PISA-rammeverket har i større grad forventninger om at elevene skal ha en bevissthet om, og et metaperspektiv på, det de gjør.

Gjøre forsøk og undersøkelser favner kompetansemål og setninger som handler om å gjøre forsøk og undersøkelser uten at det er eksplisitt beskrevet i hvilken grad elevene selv trenger å planlegge eller forstå hvordan slike undersøkelser bør planlegges for å gi pålitelige resultater. Her er noen eksempler på kompetansemål som ble gitt denne koden:

- Undersøke og registrere biotiske og abiotiske faktorer i et økosystem i nærområdet og forklare sammenhenger mellom faktorene (Mangfold i naturen).
- Undersøke egenskaper til noen stoffer fra hverdagen og gjøre enkle beregninger knyttet til fortykning av løsninger (Fenomener og stoffer).
- Gjøre forsøk og enkle beregninger med arbeid, energi og effekt (Fenomener og stoffer).

Hente informasjon fra tekster og internett

Selv om scientific literacy i PISA-rammeverket innebærer å kunne lese og kritisk vurdere tekster med naturvitenskapelig innhold, står det ikke noe eksplisitt i definisjonen av kompetansene og kunnskapene i PISA-rammeverket om at elevene skal hente inn informasjon fra ulike kilder. En årsak til dette kan være at PISA-rammeverket danner grunnlag for utvikling av oppgaver, der slik informasjon allerede er hentet inn i oppgavene når eleven tar prøven. Samtidig skal scientific literacy representere kunnskaper og kompetanser elever bør ha etter endt obligatorisk skolegang. Å innhente informasjon fra ulike kilder er sentralt i så måte. *Hente informasjon fra tekster og internett* er en kode vi mener er nødvendig for å løfte fram den norske læreplanens fokus på tekster og det digitale aspektet, for eksempel:

- Det innebærer også å bruke søkeverktøy, beherske søkestrategier og kritisk vurdere kilder og velge ut relevant informasjon om naturfaglige tema (Digitale ferdigheter).
- Undersøke et emne fra utforskningen av verdensrommet, og sammenstille og presentere informasjon fra ulike kilder (Fenomener og stoffer).

Kommunisere naturfag

I de siste tiårene har det vokst fram en slags konsensus innen naturfagdidaktisk forskning om at språk og kommunikasjon er avgjørende for å lære naturfag (Lemke, 1990; Mestad & Kolstø, 2014; Mork & Erlien, 2010; Mork & Erlien, 2017; Mortimer & Scott, 2003; Norris & Phillips, 2003; Pearson, Moje, & Greenleaf, 2010; Wellington & Osborne, 2001). Samtidig har vi sett økende fokus på både generell og faglig literacy i flere lands læreplaner, også den norske (Kunnskapsdepartementet, 2006/2013; Utdanningsdirektoratet, 2011). Å kommunisere naturfag er sterkt vektlagt i beskrivelsen av alle de grunnleggende ferdighetene i den norske læreplanen og er også inkludert i noen av kompetansemålene. I ram-

meverket for PISA 2006 var kommunisere eksplisitt beskrevet i ett av underpunktene for kompetanse 3: *kommunisere konklusjoner og de resonnementer og den evidens de bygger på* (Kjærnsli mfl. 2007). Kommunisere er også vektlagt i hele rammeverket for PISA 2015, men ikke like eksplisitt. Det er derfor behov for koden *Kommunisere naturfag*. I tabell 5.4 viser vi eksempler på setninger knyttet til denne koden innenfor hver av de grunnleggende ferdighetene.

TABELL 5.4 Eksempler på hvordan kompetansen Kommunisere naturfag er uttrykt i beskrivelsene av de grunnleggende ferdighetene i naturfag.

	Eksempel relatert til <i>Kommunisere naturfag</i>
Muntlige ferdigheter	Muntlige ferdigheter i naturfag er å lytte, tale og samtale for å beskrive, dele og utvikle kunnskap med naturfaglig innhold som er knyttet til observasjoner og erfaringer.
Å kunne skrive	Å kunne skrive i naturfag er å bruke naturfaglige tekstsjangere til å formulere spørsmål og hypoteser, skrive planer og forklaringer, sammenligne og reflektere over informasjon og bruke kilder hensiktsmessig.
Å kunne lese	Å kunne lese i naturfag er å forstå og bruke naturfaglige begreper, symboler, figurer og argumenter gjennom målrettet arbeid med naturfaglige tekster.
Å kunne regne	Regning i naturfag er også å kunne sammenligne, vurdere og argumentere for gyldigheten av beregninger, resultater og framstillinger.
Digitale ferdigheter	Digitale ferdigheter i naturfag er å bruke digitale verktøy til å utforske, registrere, gjøre beregninger, visualisere, dokumentere og publisere data fra egne og andres studier, forsøk og feltarbeid.

Teknologi og design

I de innledende rundene med koding, fant vi det vanskelig å kode kompetansemålene fra hovedområdet teknologi og design i henhold til kodene om kompetanse og kunnskap fra PISA-rammeverket. En årsak til dette kan være at designaspektet ved kompetansemålene i dette hovedområdet skiller seg noe fra innholdet i PISA-rammeverket. Vi valgte derfor å lage koden *Teknologi og design*. Kodingen vår ga likevel et visst samsvar med kompetansene i rammeverket. De to første av de tre kompetansemålene ble kodet inn i kompetansen «Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte», og det siste av de tre kompetansemålene ble kodet inn i med kompetansen «Forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte» og «Innholdskunnskap»:

- Utvikle produkter ut fra kravspesifikasjoner og vurdere produktenes funksjonalitet, brukervennlighet og livsløp i forhold til bærekraftig utvikling.
- Teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess, og vurdere materialbruken ut fra miljøhensyn.
- Beskrive et elektronisk kommunikasjonssystem, forklare hvordan informasjon overføres fra avsender til mottaker, og gjøre rede for positive og negative konsekvenser.

Vi merker oss også at bærekraftig utvikling er sentralt både i beskrivelsen av hovedområdet *Teknologi og design* og i de tilhørende kompetansemålene.

Annet

Vi lagde også en egen «Annet»-kode for kompetansemål som ikke passet inn i noen av de andre kodene. Fordi det bare var to kompetansemål som ble kodet inn i denne kategorien, lagde vi ikke egne koder for disse. Det første kompetansemålet handler om å følge sikkerhetstiltak og er spesielt relevant for gjennomføring av praktiske forsøk og undersøkelser:

- Følge sikkerhetstiltak som er beskrevet i HMS-rutiner og risikovurderinger (Forskerspiren).

Det andre kompetansemålet handler om «hvordan samer utnytter ressurser i naturen», og det inneholder sånn sett kunnskap som er spesielt relevant for norske elever, selv om bruk av naturressurser mer generelt er en kontekst for naturfagoppgaver i PISA:

- Gi varierte eksempler på hvordan samer utnytter ressurser i naturen (Mangfold i naturen).

HOLDNINGER TIL NATURFAG I PISA-RAMMEVERKET OG I DEN NORSKE LÆREPLANEN

Holdninger er en viktig del av scientific literacy i rammeverket for naturfag i PISA, og blir målt ved et eget spørreskjema. Her er det lagt vekt på tre typer holdninger: «interesse», «verdsetting av naturvitenskapelige tilnærminger til undersøkelser» og «miljøbevissthet». I den norske læreplanen er ikke holdninger beskrevet i en egen del, men er nevnt noen steder. Den følgende gjennomgangen er basert

på koding av alle deler av den norske læreplanen som er inkludert i sammenligningen i dette kapitlet (Formål med faget, Beskrivelser av hovedområder, Beskrivelser av grunnleggende ferdigheter og Kompetansemål etter 10. årstrinn).

En del av «interesse» i scientific literacy handler om nysgjerrighet for naturvitenskap, og dette er også beskrevet i følgende avsnitt fra den norske læreplanen:

- Varierte læringsmiljøer, som feltarbeid i naturen, eksperimenter i laboratoriet og ekskursjoner til museer, vitensentre og bedrifter, vil berike opplæringen i naturfag og gi rom for undring, nysgjerrighet og fascinasjon (Formål).

Interesse som del av scientific literacy handler også om vilje til å skaffe seg naturvitenskapelig kunnskap. Avsnitt som handler om at elevene skal bli i stand til å delta i situasjoner der naturfaglig kunnskap er sentralt, kan derfor tolkes som samsvarende med definisjonen av interesse som del av scientific literacy, for eksempel:

- Samtidig skal naturfag bidra til at barn og unge utvikler kunnskaper og holdninger som gir dem et gjennomtenkt syn på samspillet mellom natur, individ, teknologi, samfunn og forskning. Dette er viktig for den enkeltes mulighet til å forstå ulike typer naturvitenskapelig og teknologisk informasjon. Dette skal gi den enkelte et grunnlag for å delta i prosesser i samfunnet (Formål).

Verdsetting av naturvitenskapelige undersøkelser handler om å verdsette evidens som grunnlag for kunnskap, ha en naturvitenskapelig tilnærming til undersøkelser der det passer, og å verdsette kritisk diskusjon og argumentasjon som kvalitetssikring av ideer. Vi fant ingen deler av den norske læreplanen som eksplisitt beskriver verdsetting av naturvitenskap slik det er definert i rammeverket (scientific literacy), men det er flere deler av den norske læreplanen som likevel kan bidra til slike holdninger. For eksempel er følgende kompetansemål i tråd med dette:

- Forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen (Forskerspiren).

Miljøbevissthet som del av scientific literacy handler om å bry seg om og å være villig til å handle på måter som er positive for miljø og bærekraft, for eksempel:

- ▶ Kunnskap om, forståelse av og opplevelser i naturen kan fremme viljen til å verne om naturressursene, bevare biologisk mangfold og bidra til bærekraftig utvikling (Formål).

KONTEKSTER

Følgende beskrivelse er ikke basert på resultater fra koding, men er en mer generell beskrivelse og vurdering av hvordan kontekstene i PISA-rammeverket samsvarer med den norske læreplanen. De tre kontekstene som er beskrevet i PISA-rammeverket er «Personlig», «Lokalt/Nasjonalt» og «Globalt». Den norske læreplanen dekker de tre kontekstene i PISA-rammeverket. Den har eksempler på kompetansemål knyttet til «det personlige»: Under *kropp og helse*: «forklare hvordan egen livsstil kan påvirke helsen, herunder slanking og spiseforstyrrelser, sammenligne informasjon fra ulike kilder, og diskutere hvordan helseskader kan forebygges». Knyttet til «det lokale»: Under *mangfold*: «undersøke og registrere biotiske og abiotiske faktorer i et økosystem i nærområdet og forklare sammenhenger mellom faktorene». Knyttet til «det globale»: Under *fenomener og stoffer*: «forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder, og diskutere hvilke miljøeffekter som følger med ulike måter å produsere energi på».

DISKUSJON

For å kunne tolke de norske resultatene fra PISA 2015 på en god måte er det viktig å ha kunnskap om både den norske konteksten og rammeverket som ligger til grunn for PISA-testen. I dette kapitlet har vi presentert en empirisk analyse som har kartlagt likheter og forskjeller i rammeverket for naturfag i PISA 2015 (OECD, 2016a) og den norske naturfaglæreplanen (LK06/13). I det følgende vil vi diskutere resultatene i henhold til forskningsspørsmålene.

Vi har sammenlignet to dokumenter med ulike formål, men vår analyse viser at de likevel har mange innholdsmessige likhetstrekk. Naturfagrammeverket i PISA er et dokument med to funksjoner: a) å definere scientific literacy, altså den naturvitenskapelige kompetansen man mener er viktig for 15-åringer når de er ferdige med obligatorisk skolegang, og b) å være et grunnlag for utvikling av oppgaver som skal måle denne kompetansen. Formålet med den norske læreplanen i naturfag er å beskrive hva slags kunnskap og kompetanse elever bør ha tilegnet seg i og om naturvitenskap og teknologi i løpet av grunnopplæringen. Naturfaget skal

fremme handlingskompetanse og aktiv deltagelse i prosesser i samfunnet og være et grunnlag for yrkesutdanning og videre studier.

På et overordnet nivå, innledningen i PISA-rammeverket og formålet med naturfaget, legger begge de to dokumentene størst vekt på naturfag i et allmenn-dannende perspektiv, selv om de også omtaler rekruttering til realfaglige studier og yrker. I PISA-rammeverket inngår begrepet «preparedness for life» i beskrivelsen av allmenndannelse. Et overordnet mål er at elevene skal kunne *anvende* den naturfaglige kunnskapen de har, i ulike situasjoner der naturvitenskap og teknologi står sentralt. Tilsvarende fremhever den norske læreplanen mål om å fremme elevenes handlingskompetanse og demokratisk deltagelse knyttet til spørsmål med naturvitenskapelige dimensjoner. Både anvendelse i nye kontekster og demokratisk deltagelse er helt i tråd med kompetansedefinisjonen som legges til grunn for fagfornyelsen:

Kompetanse er å tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter til å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger og situasjoner. Kompetanse innebærer forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning (Kunnskapsdepartementet, 2016, p. 28).

KOMPETANSER

Våre analyser viser at det er stor grad av samsvar mellom PISA-rammeverket og naturfaglæreplanen når det gjelder å *kunne forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte*. Mer enn halvparten av kompetansemålene i hovedområdene Kropp og helse, Mangfold i naturen og Fenomener og stoffer i læreplanen er koblet til denne kompetansen. Analysene våre viser også koblinger mellom å forklare fenomener naturvitenskapelig og beskrivelsen av fire av de fem grunnleggende ferdighetene.

Denne kompetansen er knyttet til naturvitenskapelig innhold som ofte er nøye utforsket og lite kontroversielt. Det er også denne typen fagstoff vi finner en overvekt av i lærebøker (Nelson, 2006). Sammenliknet med OECD-gjennomsnittet for de ulike kompetansene har norske elever prestert relativt best på oppgaver knyttet til denne kompetansen i de tidligere PISA-studiene (Kjærnsli & Jensen, 2016b; Kjærnsli, Lie, Olsen, & Roe, 2007).

Kun to kompetansemål er koblet til kompetansen å *vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser*. Et kompetansemål som eksplisitt uttrykker slik kompetanse, finner vi i hovedområdet Forskerspiren. I beskrivelsen av Forskerspiren understrekes det at innhold i dette hovedområdet skal integreres med de andre

hovedområdene. Denne presiseringen er sentral og ble føyd til da den norske naturfaglæreplanen ble revidert i 2013 (Mork, 2013b). Dette kan være en mulig forklaring på hvorfor kompetansemål fra de andre hovedområdene legger større vekt på praktisk gjennomføring av ulike metoder. Videre viser analysen av tekstene om grunnleggende ferdigheter at skriftlige ferdigheter, regning og digital kompetanse også er koblet til denne kompetansen. Sammenliknet med OECD-gjennomsnittet var å *vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser* den av de tre kompetansene norske elever presterte svakest på i PISA 2015 (Kjærnsli & Jensen, 2016b), men det er viktig å påpeke at det er små forskjeller i norske elevers prestasjoner på tvers av de tre kompetansene. Det kan være at læreplanen ikke kommuniserer tydelig nok til lærere, lærebokforfattere og lærerutdannere at kunnskaper *om* metoder er helt sentralt for å kunne planlegge og gjennomføre undersøkelser.

Å tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte innebærer at elevene må kunne analysere og vurdere data, påstander og argumenter i en rekke ulike framstillinger og trekke riktige naturvitenskapelige konklusjoner. Mer enn halvparten av kompetansemålene i Forskerspiren, Kropp og helse samt Teknologi og design er koblet til å *kunne tolke evidens på en naturvitenskapelig måte*. Likeledes ser vi at det er en sterk kobling mellom denne kompetansen og alle de grunnleggende ferdighetene. Vår analyse viser altså et godt samsvar mellom PISA-rammeverket og naturfaglæreplanen for denne kompetansen. En logisk forklaring på dette er at en av føringene for revidering av den norske læreplanen i 2013 var å styrke bearbeiding av data og bruk av naturfaglig evidens (Mork, 2013a). Det var flere begrunnelser for denne revisjonen. Først og fremst er dette en sentral naturfaglig kompetanse. Revisjonen var også basert på resultater fra en komparativ analyse av læreplaner i 6 land (Utdanningsdirektoratet, 2011). Analysen viste at den norske læreplanen sammenlignet med de andre, hadde et lavt ambisjonsnivå knyttet til bearbeiding og vurdering av resultater fra undersøkende aktiviteter, samt mindre fokus på sentrale deler av naturvitenskapenes egenart (Utdanningsdirektoratet, 2011).

Å tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte innebærer kompetanser assosiert med 21st Century skills og dybdelæring (National Research Council, 2012; NOU 2014: 7, 2014; Sawyer, 2006). Basert på data fra PISA 2006, fant Taylor, Stuhlsatz, and Bybee (2009) at elever fra de høyest presterende landene presterte relativt bedre på oppgaver som krever at man bruker naturfaglig evidens til å trekke konklusjoner og kunne kommunisere disse, sammenlignet med elever fra lavtpresterende land. I flere tidligere PISA-studier var det å *kunne bruke naturvitenskapelig evidens* (som tilsvarer kompetansen *tolke av data og evidens på en*

naturvitenskapelig måte i PISA 2015) den av de tre kompetansene som norske elever relativt sett presterte klart svakest på (Kjærnsli et al., 2007; Kjærnsli & Olsen, 2013; Kjærnsli & Roe, 2010). I PISA 2015 er det mindre forskjell i norske elevers prestasjoner mellom de ulike kompetansene (Kjærnsli & Jensen, 2016c).

KUNNSKAP

Vår analyse viser at over halvparten av kompetansemålene i den norske læreplanens hovedområder *Kropp og helse*, *Mangfold i naturen* og *Fenomener og stoffer* er koblet til innholdskunnskap. Ett kompetansemål fra Forskerspiren og ett fra Fenomener og stoffer ble kodet som *Metode* i rammeverket. Metode er også koblet til to av de fem grunnleggende ferdighetene.

Epistemologisk kunnskap i PISA-rammeverket er koblet til den norske læreplanen i form av fire kompetansemål fra tre ulike hovedområder og også til grunnleggende ferdigheter i lesing. Epistemologi innebærer å kjenne til hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til, og hvordan den blir kvalitetssikret, i tillegg til for eksempel å forstå forskjell på begreper som observasjoner, slutninger, fakta, hypoteser, modeller og teorier. En metaanalyse av studier om utforskende undervisning viste positiv effekt på elevenes utbytte når de engasjerte seg i aktiviteter som krevde epistemisk kunnskap, for eksempel å samle, evaluere og tolke evidens fra egne naturfaglige undersøkelser (Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs, 2012).

FORSKJELLER MELLOM NATURFAGRAMMEVERKET FOR PISA 2015 OG NATURFAGLÆREPLANEN

Det andre forskningsspørsmålet handler om forskjeller mellom PISA-rammeverket og naturfaglæreplanen. En viktig forskjell er at den norske læreplanen gjennom de fem grunnleggende ferdighetene eksplisitt fokuserer på sentrale naturvitenskapelige prosesser knyttet til kommunikasjon og tekster: lesing, skriving, regning, muntlig og digital kompetanse. De spesialiserte måtene vi bruker språk og tekst på i naturvitenskap, er uløselig knyttet til hva det vil si å «gjøre» naturfag, noe som tilsier at dette også må være viktige aspekter ved å jobbe utforskende i skolen (Mork & Erlien, 2017; Norris & Phillips, 2003; Osborne, 2010; Osborne, 2014; Pearson et al., 2010; Sørvik & Mork, 2015; Wellington & Osborne, 2001). Disse ferdighetene er ikke like eksplisitt beskrevet i PISA-rammeverket.

Digitale verktøy og digital kompetanse har stor innflytelse på naturvitenskapelig forskning, og bidrar til store og raske framskritt på dette området. Slik kompetanse er en nødvendighet i moderne vestlige samfunn. Den norske læreplanen i naturfag anerkjenner dette ved å inkludere digital kompetanse i naturfag som en

grunnleggende ferdighet. I naturfaglæreplanen kobles dette både til bruk av naturfaglige digitale verktøy for simuleringer, registrering og bearbeiding av data og til bruk av mer generelle digitale verktøy for informasjonssøk, kildevurdering, tekstproduksjon og publisering. I PISAs naturfagrammeverk er ikke ordet digital nevnt, men i rammeverket for lesing i PISA 2018 (OECD, 2016b) er det å vurdere troverdigheten til ulike tekster en del av definisjonen av kompetanse i lesing. Det digitale perspektivet er også implisitt med i naturfag da selve PISA-testen er digital, og oppgavetyperne er designet for å utnytte noen av de mulighetene som finnes i digitale medier. Dette reflekteres for eksempel i form av oppgaver der elevene skal bruke simuleringer.

Innholdsområdet *Metode* i PISA-rammeverket beskriver at elevene både skal ha kjennskap til ulike metoder, og at de skal ha en mer overordnet kunnskap om de ulike metodene og begrunnelsene for dem. For eksempel kunnskap om ulike måter å vurdere og minimere usikkerhet i målinger. I naturfaglæreplanen er mange av kompetansemålene knyttet til metode formulert med tanke på praktisk gjennomføring. Dette er kanskje det tydeligste utslaget av de to dokumentenes forskjellige formål: PISA-rammeverket er et teoretisk fundament for en test, mens læreplanen skal sikre at elevene får erfaringer med praktisk arbeid i naturfag. Bevissthet rundt ulike metoder og hvorfor man bruker dem, er mer implisitt i læreplanen, selv om noen formuleringer knyttet til dette også finnes i Forskerspiren og beskrivelsene av de grunnleggende ferdighetene. Det kreves både god faglig og fagdidaktisk kunnskap for å tolke og se disse formuleringene i sammenheng. Basert på vår analyse mener vi at framtidige naturfaglæreplaner bør formulere tydeligere forventninger om at elevene skal ha bevissthet og kunnskap om ulike metoder. I lys av de senere års fokus på – og føringer om – dybdelæring (Kunnskapsdepartementet, 2016; NOU 2014: 7, 2014; NOU 2015: 8, 2015) er dette særlig relevant. Slik kompetanse er definert i stortingsmeldingen (Kunnskapsdepartementet, 2016), skal elevene «tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter for å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger og situasjoner. Kompetanse innebærer forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning» (Kunnskapsdepartementet, 2016). Hvis elevene skal kunne planlegge en undersøkelse eller anvende en metode til å løse et ukjent problem, må de for eksempel ha kunnskap om ulike metoder og vite hvilke metoder som passer til ulike formål.

Relatert til læreplanens praktiske tilnærming til metoder er det også verdt å merke seg at den norske læreplanen har kompetansemål knyttet til sikkerhetsregler og rutiner. I naturfagrammeverket er ikke sikkerhetsregler nevnt.

BEGRENSNINGER VED STUDIEN

For å oppnå tilfredsstillende reliabilitet var det et viktig grep å kode kun eksplisitt uttrykt innhold i den norske læreplanen mot våre tydelig definerte koder fra PISA-rammeverket. Det innebærer at det reelle samsvaret mellom scientific literacy i PISA-rammeverket og den norske læreplanen trolig er sterkere enn det som kommer fram av figur 5.4. Flere steder kan man tolke implisitt samsvar mellom scientific literacy i PISA-rammeverket og den norske læreplanen. Ett eksempel på dette er at kun ett kompetansemål i den norske læreplanen ble kodet under metodekunnskap. Det bør ikke tolkes som at metodekunnskap er fraværende i den norske læreplanen. Mange kompetansemål ble plassert i koden «Gjøre undersøkelser og forsøk», som man kan argumentere for at implisitt krever metodekunnskap. Videre er det ene kompetansemålet som ble kodet inn i metodekunnskap, plassert under forskerspiren, og læreplanen uttrykker eksplisitt at kompetansemålene under forskerspiren skal integreres med kompetansemål under de andre hovedområdene. Holdninger er også et eksempel på at det i realiteten kan være større samsvar mellom dokumentene enn kodingen viser.

OPPSUMMERING

Vår analyse viser at det på mange områder er stor grad av samsvar mellom naturfagrammeverket i PISA 2015 og naturfaglæreplanen. Analysen av kompetansemålene viser en sterk sammenheng mellom kodene *Forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte*, *Innholdskunnskap* i PISA-rammeverket og de tre største hovedområdene i den norske læreplanen: *Kropp og helse*, *Mangfold i naturen* og *Fenomener og stoffer*, jf. figur 5.3. Både tidligere PISA-studier og undersøkelsen i 2015 viser at norske elever presterer relativt sett noe bedre på oppgaver knyttet til denne kompetansen enn på andre oppgaver, sammenliknet med OECD-gjennomsnittet i de ulike kompetansene (Kjærnsli & Jensen, 2016c; Kjærnsli et al., 2007; Kjærnsli, Lie, Olsen, Roe, & Turmo, 2004; Kjærnsli & Olsen, 2013). Det er også stort samsvar mellom koden *Tolke data og evidens på en naturvitenskapelig måte* og kompetansemålene i *Forskerspiren*, *Kropp og helse* samt *Teknologi og design*.

Vår analyse av kompetansemålene viser at det er en svakere sammenheng mellom kodene *Vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser*, *Metode* og *Epistemologi* og kompetansemålene i norsk læreplan. Disse kodene representerer kunnskap om sentrale praksiser innen naturvitenskapene og er sentrale for å oppnå dybdelæring i naturfag. Det er særlig kunnskap om ulike metoder, undersøkelser og naturvitenskapenes egenart som er lite eksplisitt uttrykt i norsk læreplan. På

samme måte finner vi lavt samsvar mellom de nevnte kodene i PISA-rammeverket og beskrivelsene av de grunnleggende ferdighetene. Samtidig har evalueringer av Kunnskapsløftet vist at de grunnleggende ferdighetene ikke er blitt tatt tilstrekkelig på alvor i skolen, og at mange faglærere oppfatter de grunnleggende ferdighetene som elementære og «norskfaglige» ferdigheter, ikke som en del av de enkelte fagene (Møller et al., 2009; Ottesen & Møller, 2010). Det er dermed uklart hvorvidt beskrivelsene av de grunnleggende ferdighetene har samme status som kompetansemålene hos lærere og lærebokforfattere.

Stortingsmelding 28 (Kunnskapsdepartementet, 2016), slår fast at fornyelsen av Kunnskapsløftet skal bidra til mer dybdelæring hos elevene, og videre at fagfornyelsen skal ta utgangspunkt i fagenes kjerneelementer. Kjerneelementer beskrives som sentrale begreper, metoder, tenkemåter, kunnskapsområder og uttrykksformer i faget. Fagfornyelsen gir gode muligheter til å uttrykke disse sentrale delene av faget mer eksplisitt enn i dagens norske læreplan.

Vår analyse viser at de ulike tekstene i læreplanen til sammen bidrar med viktige perspektiver på naturfaget. For at lærere, lærerutdannere og lærebokforfattere skal få et helhetlig bilde av naturfaget, er det viktig at de har et aktivt og bevisst forhold til alle tekstene i naturfaglæreplanen, ikke bare kompetansemålene. En utfordring for fagfornyelsen vil være å ta grep for å sikre at målgruppene forholder seg til alle tekstene i fagplanene.

REFERANSER

- Duschl, R. (2007). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (2008). *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Fensham, P. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415–435.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.
- Gees Solheim, R., & Tønnesen, F. E. (2003). PIRLS. En kortversjon av den internasjonale rapporten om 10-åringers lesekunnskaper. Stavanger: Senter for leseforskning.
- Gronmo, L. S., Bergem, O. K., Kjærnsli, M., Lie, S., & Turmo, A. (2004). Hva i all verden har skjedd i realfagene? Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2003 *Acta Didactica*. Oslo: ILS, Universitet i Oslo.
- Isnes, A. (2005). Nye læreplaner i norsk skole – hva og hvorfor? *Nordic Studies in Science Education*, 1(2), 86–90.

- Kjærnsli, M., & Jensen, F. (2016a). Naturfag i PISA: Definisjon og oppgaver. In M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. (s. 32–48). Oslo: Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M., & Jensen, F. (2016b). Resultater i naturfag. In M. Kjærnsli & F. Jensen (Red.), *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* (s. 49–71). Oslo: Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M., & Jensen, F. (Red.). (2016c). *Stø kurs. Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R. V., & Roe, A. (2007). *Tid for tunge løft. Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R. V., Roe, A., & Turmo, A. (2004). *Rett spor eller ville veier? Norske elevers prestasjoner i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2003* Oslo: Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M., & Olsen, R. V. (Red.). (2013). *Fortsatt en vei å gå: norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M., & Roe, A. (Red.). (2010). *På rett spor. Norske elevers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag i PISA 2009*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2006/2013). Kunnskapsløftet. Læreplan for grunnskolen og videregående skole: <https://www.udir.no/kl06/NAT1-03>. Oslo: Utdannings og forskningsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2016). Meld. St. 28. Melding til Stortinget. Fag – Fordypning – Forståelse. En fornyelse av Kunnskapsløftet. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, s. 831–879). Mahwah, NJ: Routledge, Lawrence Erlbaum.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and values*. (J. Green). Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Lie, S., Kjærnsli, M., Roe, A., & Turmo, A. (2001). Godt rustet for framtida? Norske 15-åringers kompetanse i lesing og realfag i et internasjonalt perspektiv. Oslo: Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Mestad, I., & Kolstø, S. D. (2014). Using the Concept of Zone of Proximal Development to Explore the Challenges of and Opportunities in Designing Discourse Activities Based on Practical Work. *Science Education*, 98(6), 1054–1076. doi: [10.1002/sce.21139](https://doi.org/10.1002/sce.21139)
- Millar, R., & Osborne, J. (Red.). (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: School of Education, Kings College.
- Mork, S. M. (2013a). Revidert læreplan – økt fokus på grunnleggende ferdigheter. *Naturfag*, 2(13), 7–14.
- Mork, S. M. (2013b). Revidert læreplan i naturfag – Økt fokus på grunnleggende ferdigheter og forskerspiren [Revised Norwegian science curriculum – Increased focus on literacy and inquiry skills]. *Nordic Studies in Science Education*, 9(2), 206–210.
- Mork, S. M., & Erlien, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.

- Mork, S. M., & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (2 ed.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Møller, J., Prøitz, T. S., & Aasen, P. (2009). Kunnskapsløftet – tung bør å bære? Underveisanalyse av styringsreformen i skjæringspunktet mellom politikk, administrasjon og profesjon (Knowledge Promotion: Analysis) *NIFU STEP Rapport* (Vol. 42). Oslo.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academic Press.
- National Research Council. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: National Research Council.
- Nelson, J. (2006). Hur används läroboken av lärare och elever? *Nordic Studies in Science Education*, 2(2), 16–27.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240.
- Nortvedt, G. A., Pettersen, A., Pettersson, A., & Sollerman, S. (2016). Is PISA 2012 relevant to mathematics education in Norway and Sweden? In N. C. o. Ministers (Ed.), *Northern Lights on PISA and TALIS*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- NOU 2014: 7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole. Et kunnskapsgrunnlag*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole. Fornyelse av fag og kompetanser*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- OECD. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publications.
- OECD. (2016a). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*. Paris: OECD Publications.
- OECD. (2016b). *PISA 2018 Draft Analytical Frameworks (May 2016)*. Paris: OECD Publications.
- Osborne, J. (2010). Discourse. Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328, 463–466.
- Osborne, J. (2014). Scientific practices and inquiry in the science classroom. In N. G. Lederman & S. Abell (Red.), *Handbook on research in science education. Volum 2* (s. 579–599). New York: Routledge.
- Ottesen, E., & Møller, J. (2010). Underveis, men i svært ulikt tempo. Et blikk inn i ti skoler etter tre år med Kunnskapsløftet. Delrapport 3 Underveisanalyse av Kunnskapsløftet som styringsform *NIFU-rapport* (Vol. 37). Oslo.
- Pearson, P. D., Moje, E., & Greenleaf, C. (2010). Literacy and Science: Each in the Service of the Other. *Science*, 328, 459–463.
- Pedersen, I. F. (2013). Is TIMSS Advanced an appropriate instrument for evaluating mathematical performance at the advanced level of Norwegian upper secondary school? An analysis of curriculum documents and assessment items. *Acta Didactica Norge*, 7(1), 1–24. doi: [10.5617/adno.1112](https://doi.org/10.5617/adno.1112)

- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific Literacy, Science Literacy and Science Education. In S. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. II, s. 545–558). New York and London: Routledge.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Wallberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission.
- Sawyer, K. S. (2006). The new science of learning. In K. S. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*. (s. 1–18). New York: Cambridge University Press.
- Sjøberg, S. (2018). The power and paradoxes of PISA: Should Inquiry-Based Science Education be sacrificed to climb on the rankings? *Nordic Studies in Science Education (NorDiNa)*, 14(2), 186–202. doi: <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.6185>
- Sørvik, G. O., & Mork, S. M. (2015). Scientific literacy as social practice: Implications for reading and writing in science classrooms. *Nordic Studies in Science Education*, 11(3), 268–281.
- Taylor, J. A., Stuhlsatz, M. A. M., & Bybee, R. W. (2009). Windows into high-achieving science classrooms. In R. W. Bybee & B. McCrae (Red.), *PISA Science 2006: Implications for science teachers and teaching* (s. 123–138). Arlington: NSTA Press.
- Utdanningsdirektoratet. (2011). *Kunnskap og læringsambisjoner for ungdom i seks land (Sive-sindrapporten)*. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.