

REALFAG

RELEVANTE • ENGASJERENDE • ATTRAKTIVE • LÆRERRIKE



REALFAG

Relevante – Engasjerende – Attraktive – Læreriike

Rapport fra Ekspertgruppa for realfagene

Innhold

Innhold.....	3
Forord.....	6
1 Ekspertgruppas sammensetning og mandat.....	7
1.1 Ekspertgruppas sammensetning.....	7
1.2 Ekspertgruppas formål og mandat.....	7
1.3 Tolkning av mandatet.....	8
1.4 Rapportens struktur.....	8
1.5 Mål for den kommende realfagssatsingen.....	9
1.6 Tiltak knyttet til hvert av målene.....	9
2 Situasjonsbeskrivelse.....	14
2.1 Struktur og rammer for realfagene.....	14
2.1.1 Rammer for matematikk og naturfag i barnehagen.....	14
2.1.2 Struktur for matematikk i grunnopplæringen.....	14
2.1.3 Struktur for naturfagene i grunnopplæringen.....	16
2.1.4 De nasjonale sentrene.....	17
2.2 Kunnskaper, ferdigheter og holdninger til realfag.....	19
2.2.1 Matematikk og naturfag i barnehagen.....	19
2.2.2 Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag.....	20
2.2.3 Norske elevers holdninger til naturfag og matematikk.....	23
2.3 Undervisning og tilrettelegging for læring i realfagene.....	24
2.3.1 Tilrettelegging for læring i realfag i norske barnehager.....	24
2.3.2 Undervisning i matematikk og naturfag i norske klasserom.....	26
2.3.3 Uteundervisning og besøk på vitensentre, museer og bedrifter.....	31
2.4 Teknologi.....	33
2.4.1 Teknologi og design integrert i naturfaget.....	33
2.4.2 Valgfagene Teknologi i praksis og Forskning i praksis; programfaget Teknologi og forskningslære.....	34
2.5 Realfagene i videregående opplæring.....	34
2.5.1 Matematikk og naturfag fellesfag på yrkesfaglige utdanningsprogrammer.....	34
2.5.2 Matematikkfagene på studieforbereende utdanningsprogram.....	36
2.5.3 Naturfagene på studieforbereende utdanningsprogram.....	38

2.6	Bruk av IKT i realfagsundervisning	41
2.6.1	Digitale læremidler	41
2.6.2	Forskning på bruk av digitale læremidler	43
2.6.3	Bruk av digitale hjelpemidler til eksamen.....	45
2.7	Etter- og videreutdanning av lærere.....	45
2.8	Rekruttering til realfag.....	50
2.8.1	Hvorfor skal man satse på rekruttering til realfag?	50
2.8.2	Elevers fagvalg i videregående skole	50
2.8.3	Valg av høyere utdanning	51
2.8.4	Forskning på ungdoms valg og bortvalg av realfagene.....	52
2.9	Bidrag til realfagssatsing fra aktører utenfor skolen	53
3	Viktige momenter for å oppnå bedre læring og mer positive holdninger til realfag.....	55
3.1	Realfaglige kompetanser for fremtiden.....	55
3.2	Forskning på realfag i skolen – kompetanse, motivasjon og utfordringer	57
3.3	Dybdelæring og progresjon	58
3.4	God tilrettelegging for læring av matematikk og naturfag i barnehagen.....	63
4	Mål og begrunnede tiltak.....	66
4.1	MÅL 1: Styrke og videreutvikle realfagsundervisningen i grunnopplæringen.....	66
4.1.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 1	66
4.2	MÅL 2: Heve realfagslæreres faglige og fagdidaktiske kompetanse	68
4.2.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 2	68
4.3	MÅL 3: Styrke posisjonen til naturfag og teknologi 1-10.....	73
4.3.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 3	73
4.4	MÅL 4: Bedre vilkårene for differensiert og tilpasset opplæring og styrke vurderingspraksis.....	74
4.4.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 4	74
4.5	MÅL 5: Økt satsing på realfag fra tidlig alder.....	78
4.5.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 5	78
4.6	MÅL 6: Øke barn og unges interesse og motivasjon for realfag, og styrke rekrutteringen og kjønnsbalansen i realfag	79
4.6.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 6	80
4.7	MÅL 7: Redusere regionale forskjeller i læringsutbyttet i realfag.....	83
4.7.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 7	83
4.8	MÅL 8: Bidra til å øke gjennomføringsgraden i yrkesfaglig videregående opplæring ...	84

4.8.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 6	84
4.9	MÅL 9: Styrke forskning på undervisning og læring i matematikk, naturfag og teknologi 86	
4.9.1	Forslag til tiltak knyttet til Mål 9	86
4.10	Kostnadsoverslag.....	88
Takk	90
5	Referanser.....	91

Forord

Kunnskapsdepartementet oppnevnte våren 2014 et ekspertutvalg som fikk i oppgave å framskaffe et kunnskapsgrunnlag for en ny realfagssatsning for perioden 2015–2018. Gruppen har vært sammensatt av representanter fra universitetssektoren, og Naturfagsenteret har bidratt med sekretærressurs. Ekspertgruppas mandat har vært å gi en situasjonsbeskrivelse for realfagene i det norske utdanningssystemet, med vekt på grunnopplæringen og barnehagen. Oppgaven har videre vært å foreslå tiltak som kan bidra til økt kompetanse, motivasjon og rekruttering.

1 Ekspertgruppas sammensetning og mandat

Kunnskapsdepartementet vil lansere en ny realfagssatsning for perioden 2015–2018. På bakgrunn av dette ble det juni 2014 nedsatt en ekspertgruppe som fikk i oppdrag å utarbeide en samlet analyse av realfagene i det norske utdanningssystemet, og fremme forslag til forbedringstiltak.

1.1 Ekspertgruppas sammensetning

Ekspertgruppa har hatt følgende sammensetning:

Leder:

Ole Kristian Bergem, Universitetet i Oslo

Medlemmer:

Simon Goodchild, Universitetet i Agder

Ellen Karoline Henriksen, Universitetet i Oslo

Stein Dankert Kolstø, Universitetet i Bergen

Guri A. Nortvedt, Universitetet i Oslo

Elin Reikerås, Universitetet i Stavanger

Sekretær:

Maria Vetlester Bøe, Naturfagsenteret¹

1.2 Ekspertgruppas formål og mandat

Formålet med ekspertgruppa er å få utarbeidet en samlet analyse av realfagene i det norske utdanningssystemet, med vekt på grunnopplæringen og barnehagen. Analysen skal gi dypere forståelse for bakgrunnen til de utfordringene som realfagene står overfor, og kunnskap om virkemidler og tiltak som kan bidra til økt kompetanse, motivasjon og rekruttering.

Mandatet til ekspertgruppa er å utarbeide en situasjonsbeskrivelse for realfagene i det norske utdanningssystemet, med vekt på grunnopplæringen og barnehagen. Ekspertgruppa skal analysere mulige årsakssammenhenger og på bakgrunn av dette komme med forslag til tiltak med kostnadsoverslag.

Analysen skal omfatte forskningsbaserte beskrivelser av det som skjer i undervisningen i klasserommet, og det som skjer i barnehagen. Dessuten skal den inneholde en gjennomgang av viktige aspekter knyttet til skole- og eiernivå, drøfting av strukturen i videregående opplæring, og en evaluering av nasjonale virkemidler som læreplan, fag- og timefordeling og eventuelle

¹ Utover rollen som sekretær, har Bøe bidratt aktivt faglig i diskusjoner og tekstproduksjon.

andre tiltak som anses som sentrale for realfagene i norsk skole. Den skal også inkludere en vurdering av hva aktører utenfor skolen kan bidra med.

Ekspertgruppa skal basere sine analyser på tilgjengelig nasjonal og internasjonal forskning og annen tilgjengelig informasjon om realfag i Norge og andre land.

1.3 Tolkning av mandatet

Ekspertgruppa tolker det gitte mandatet slik at man blir bedt om å gi en beskrivelse av viktige trekk ved situasjonen for realfagene i vårt nasjonale utdanningssystem og at man på bakgrunn av dette skal fremme forslag til tiltak som kan settes inn for å møte viktige utfordringer på dette feltet. Ettersom det påpekes at grunnopplæringen og barnehagen skal vektlegges, vil tyngdepunktet i rapporten være relatert til evaluering og analyser av denne delen av elevers utdanningsløp. Høyskole- og universitetssektoren vil først og fremst knyttes til drøftinger av rekrutteringsproblematikk, etter-/videreutdanning av lærere og barnehagelærere og kvalitetssikring av kurs for lærere/barnehagelærere.

Ekspertgruppa anser «realfag» for i denne sammenhengen å inkludere matematikk, naturfag og teknologi i grunntutdanningen, og områdene *Antall, rom og form* og *Natur, miljø og teknikk* i barnehagen. Matematikk vil være faget matematikk i grunnskolen, på videregående og i etter- og videreutdanning av lærere, mens naturfag forstås som det integrerte naturfaget i grunnskolen og som det segregerte naturfaget på videregående skole (fysikk, kjemi, biologi, geologi, og teknologi og forskningslære). Teknologi vil i denne rapporten i hovedsak bli vurdert i relasjon til området «Teknologi og design» i ungdomsskolen og programfaget «Teknologi og forskningslære» i videregående skole.

1.4 Rapportens struktur

Ekspertgruppa har valgt å strukturere denne rapporten på følgende måte:

Kapittel 1 består av informasjon om ekspertgruppas sammensetning, hvilket formål og mandat ekspertgruppa har og tolkning av dette mandatet. I tillegg presenteres allerede her det ekspertgruppa mener bør være målene for den nye nasjonale realfagssatsningen (1.5). De spesifikke tiltakene ekspertgruppa foreslår for å nå disse målene, presenteres så i 1.6. Det er lagt vekt på at både målene og tiltakene skal være konkrete, realistiske og gjennomførbare innenfor det aktuelle tidsrommet (4-6 år), og innenfor fornuftige budsjettmessige rammer. Vi vil gjøre oppmerksom på at begrunnelsene for tiltakene presenteres i et senere kapittel.

Kapittel 2 gir en situasjonsbeskrivelse av realfagene i det norske utdanningssystemet. Utfra det gitte mandatet, er hovedvekten her lagt på barnehagen og grunntutdanningen. Som det framgår av vår tolkning av mandatet (1.3), anser vi imidlertid også lærerutdanning og etter- og videreutdanning av lærere for å være relevante temaer i denne rapporten. Tematikk knyttet til dette vil derfor inngå i vår situasjonsbeskrivelse.

I kapittel 3 vil vi innledningsvis drøfte hvilke realfaglige kompetanser det bør legges vekt på at barn og unge utvikler. Resten av kapitlet omtaler i stor grad fagdidaktisk teori som er sentral i relasjon til tematikken i denne rapporten.

I kapittel 4 presenteres så de faglige begrunnelsene for våre forslag til tiltak. Begrunnelsene vil i stor grad knyttes til relevant forskning innenfor realfagene, særlig fagdidaktisk forskning. Vi har spesielt lagt vekt på å referere til nasjonal forskning, men også knyttet an til internasjonale studier der dette synes hensiktsmessig.

1.5 Mål for den kommende realfagssatsingen

Det overordnede målet for en ny realfagssatsning bør være å forbedre alle barn og unges kompetanse i matematikk, naturfag og teknologi, og oppnå bedre rekruttering og kjønnsbalanse i realfaglige utdanninger. Dette målet kan nås gjennom et systematisk arbeid på flere fronter, hvor styrking og videreutvikling av realfagsundervisningen i grunnsopplæringen vil spille en helt sentral rolle. Realfagsundervisningen bør i større grad få realfag til å framstå som relevante, engasjerende, attraktive og lærerike. Dette vil på sikt øke barn og unges motivasjon for å lære realfag, med høyere kompetansenivå og bedre rekruttering som resultat.

Ekspertgruppa har formulert ni hovedmål som vi mener bør være retningsgivende for Kunnskapsdepartementets nye realfagssatsning. For hvert av disse målene har vi foreslått et knippe konkrete tiltak. Vi har også så langt det er mulig spesifisert indikatorer for måloppnåelse.

Ekspertgruppa vil understreke viktigheten av at det drives et systematisk og langsiktig arbeid for å styrke realfagssektoren. De foreslåtte tiltakene må ses i sammenheng og de vil etter ekspertkomiteens mening trekke i samme retning gjennom å være innrettet mot økt kvalitet i alle ledd i realfagsopplæringen.

Følgende mål (perspektiv 4-6 år) foreslås for den kommende nasjonale realfagssatsningen:

1. *Styrke og videreutvikle realfagsundervisningen i grunnsopplæringen*
2. *Heve realfaglæreres faglige og fagdidaktiske kompetanse*
3. *Styrke posisjonen til naturfag og teknologi 1-10*
4. *Bedre vilkårene for differensiert og tilpasset opplæring og styrke vurderingspraksis*
5. *Øke satsingen på realfag fra tidlig alder*
6. *Øke barn og unges interesse og motivasjon for realfag, og styrke rekrutteringen og kjønnsbalansen i realfagene*
7. *Redusere regionale forskjeller i læringsutbyttet i realfag*
8. *Bidra til å øke gjennomføringsgraden i yrkesfaglig videregående opplæring*
9. *Styrke forskning på undervisning og læring i matematikk, naturfag og teknologi*

1.6 Tiltak knyttet til hvert av målene

MÅL 1: Styrke og videreutvikle realfagsundervisningen i grunnsopplæringen

Indikatorer på måloppnåelse

- Framgang på internasjonale studier som PISA og TIMSS
- Framgang på nasjonale prøver
- Færre elever som stryker i eksamener i realfag i grunnsopplæringen

Forslag til tiltak for knyttet til Mål 1

- a) Etablere et langsiktig nasjonalt program for utvikling av realfagundervisningen og sikre en stabil finansiering av anbefalte tiltak
- b) Kvalitetssikre etterutdanningstilbud kanalisert gjennom Utdanningsdirektoratet

MÅL 2: Heve realfagslæreres faglige og fagdidaktiske kompetanse

Indikatorer på måloppnåelse

- Økt andel barnehagelærere med studiepoeng i barnehagematematikk.
- Økt andel realfagslærere som har minst 60 studiepoeng i matematikk og/eller matematikdidaktikk og naturfag og/eller naturfagdidaktikk, som målt i årlige undersøkelser utført av Utdanningsdirektoratet, og hvert fjerde år i TIMSS.
- Økt andel spesialpedagoger med studiepoeng i matematikkvansker og tilpasset opplæring i realfagene.

Forslag til tiltak knyttet til Mål 2

- a) Bevilge midler til å sette i gang studiepoenggivende kurs for barnehagelærere som ikke har barnehagematematikk i sin utdanning
- b) Gi lærere i grunnskolen mulighet til å ta en praksisrettet master i matematikdidaktikk eller naturfagdidaktikk
- c) På sikt innføre krav om minimum 60 studiepoeng for å kunne undervise i naturfag på ungdomstrinnet (slik som for matematikk)
- d) Gi praksisnære videreutdanningstilbud i matematikkvansker og tilpasset opplæring i realfagene for spesialpedagoger på skoler, i barnehager og PPT-kontor.
- e) Kreve spesialpedagogisk kompetanse innen matematikkvansker i tillegg til faglig kompetanse i undervisningsfaget for de som følger opp elever med matematikkvansker
- f) Utvikle program for etablering av veiledede skolebaserte læringsfelleskap for realfaglærere. Disse bør være forankret i lærernes egen praksis og relatert til skoleeiers utviklingsplaner. Programmet bør også inneholde kurs for skoleledere i tematikken «ledelse av pedagogisk utviklingsarbeid».
- g) Utvikle en karrierevei for lærere som vil bli veiledere i realfag på barnehage-, skole-, region- eller kommunenivå. Dette bør gjøres i samarbeid med stat (finansiell støtte) og høyskoler og universiteter (didaktisk program).
- h) Sikre stabile økonomiske rammer for videreutdanning, slik at barnehagelærere/lærere og barnehage- og skoleeiere vet hvilke tilbud som finnes fra år til år, og slik at kompetanse på slike utdanningstilbud kan bygges opp på universiteter og høyskoler innenfor forutsigbare rammer.
- i) Lage en nasjonal rammeplan for videreutdanning av lærere innen realfag.
- j) Styrke nettverk for erfaringsdeling og kompetanseutvikling blant lærerutdannere i realfagene.

MÅL 3: Styrke posisjonen til naturfag og teknologi 1-10

Forslag til tiltak knyttet til Mål 3

- a) Øke antall undervisningstimer i naturfag i grunnskolen.
- b) Utvikle læringsressurser som støtter lærere i å bruke naturfag og matematikk mer aktivt i teknologi og design.

MÅL 4: Bedre vilkårene for differensiert og tilpasset opplæring og styrke vurderingspraksis

Indikatorer på måloppnåelse

- Flere elever på høyeste kompetansenivå i TIMSS og PISA og nasjonale prøver
- Færre elever på laveste kompetansenivå i TIMSS og PISA og nasjonale prøver
- Mindre sprik mellom standpunktkarakterer og eksamenskarakterer

Forslag til tiltak knyttet til Mål 4

- a) Innføre diagnostiske prøver på 4. og 7. trinn i grunnleggende forståelse i naturfag
- b) Styrke tiltak for høyt presterende elever, spesielt:
 - i. Videreføre tilbud om matematikkundervisning i videregående skole for elever på ungdomstrinnet, og utvide tilbudet til også å gjelde andre realfag.
 - ii. Videreføre tilbud om å ta begynnerkurs i matematikk på universitetet for elever i videregående skole, og utvide tilbudet til også å gjelde andre realfag. Opprette tilsvarende tilbud i byer/tettsteder med høyere utdanningsinstitusjoner der slike tilbud ikke finnes fra før.
 - iii. Etablere økte og stabile rammer for elevdeltakelse i olympiader og andre konkurranser i realfagene, og strukturer som kan gjøre deltakelse mulig for elever ved flere skoler
 - iv. Etablere et nettbasert tiltak som tilbyr utfordrende oppgaver og nettverk for høyt presterende elever. Spesielt skal tiltaket støtte lærere og elever som ikke fenges av konkurranseaspektet i for eksempel olympiadene, og med andre typer oppgaver (for eksempel mer rettet mot anvendelser). Støtte til administrasjon og oppfølging må inngå.
- c) Gjøre kartleggingsprøver i regning obligatoriske for 1. tinn i tillegg til 2. trinn
- d) Kvalitetssikre summativ vurdering slik at det i størst mulig grad gjennomføres en lik nasjonal vurderingspraksis
 - i. Utvikle oppgavebanker
 - ii. Utvikle flere karakterstøttende prøver
 - iii. Høyne kvaliteten på avsluttende eksamener

MÅL 5: Økt satsing på realfag fra tidlig alder

Forslag til tiltak knyttet til Mål 5

- a) Tydeliggjøre betydningen av å satse på realfag fra tidlig alder ved at matematikk og naturfag blir egne fagområder i den nye rammeplanen for barnehagen som er under utarbeiding.
- b) Bevilge midler til rekruttering av realfagskontakter i alle barnehager.

MÅL 6: Øke barn og unges interesse og motivasjon for realfag, og styrke rekrutteringen og kjønnsbalansen i realfag

Indikatorer på måloppnåelse

- Økt rekruttering og bedre kjønnsbalanse i realfagene i videregående skole som det framgår av årlig statistikk fra Utdanningsdirektoratet.
- Økt rekruttering og bedre kjønnsbalanse i høyere utdanning innenfor matematikk, naturvitenskap og teknologi, som indikert i statistikk fra SSB, Samordna Opptak og DBH.
- Høyere skår på relevante variabler i PISA, for eksempel om framtidsrettet motivasjon for naturfag og matematikk, og aspirasjoner for framtidig jobb.

Forslag til tiltak knyttet til Mål 6

- a) Fremme motiverende og interessedskapende undervisning i realfagene på alle alderstrinn, spesielt gjennom å
 - i. satse på tiltak som bidrar med læringsressurser og kompetanseheving av lærere i bruk av varierte arbeidsmåter. Spesielt bør det legges vekt på undervisning knyttet til samfunnsmessige anvendelser og relevans.
 - ii. satse på tiltak som gjør ungdom oppmerksom på spennvidden i realfaglige utdanninger og yrker
- b) Støtte tiltak som skaper positiv oppmerksomhet om realfag og realister i det offentlige rom, for eksempel gjennom et nytt Pro Real-program i Norges Forskningsråd.
- c) Utarbeide et tilbud om etterutdanning innenfor karriereveiledning i realfag for rådgivere i skolen. Tilbudet kan være et samarbeid mellom de nasjonale sentrene Nasjonalt senter for realfagrekruttering, Matematikksenteret og Naturfagsenteret, i samarbeid med Rådgiverforum.
- d) Etablere et pilotprosjekt for å gjøre Ent3r tilgjengelig for elever som ikke bor i nærheten av en høyere utdanningsinstitusjon
- e) Pilotere en informasjonskampanje om realfagsvalg rettet mot foresatte
- f) Sørge for at undervisning som fremmer interesse, motivasjon og rekruttering vektlegges i etter- og videreutdanningstilbud som utvikles på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet

MÅL 7: Redusere regionale forskjeller i læringsutbyttet i realfag

Indikator på måloppnåelse

- Mindre regionale forskjeller som målt i resultatene på nasjonale prøver i regning og nasjonale eksamener i matematikk og naturfag.

Forslag til tiltak knyttet til Mål 7

- a) Prioritere midler til utvikling av lærende nettverk innenfor realfag til regioner med svake elevresultater
- b) Opprette fylkeskommunale nettverk for «små» skoleeiere, det vil si kommuner med få skoler

MÅL 8: Bidra til å øke gjennomføringsgraden i yrkesfaglig videregående opplæring

Indikator på måloppnåelse

- Økt gjennomføringsgrad i yrkesfaglig videregående opplæring som presentert i årlig statistikk fra Utdanningsdirektoratet

Forslag til tiltak knyttet til Mål 8

- a) Utvikle egne læreplaner i matematikk og naturfag for de ulike yrkesfaglige utdanningsprogrammene. Disse læreplanene bør ha vekt på relevans.
- b) Utvikle nye læreplaner for påbyggingskurs i matematikk og naturfag for Vg3 på yrkesfaglige utdanningsprogrammer.
- c) Redusere stofftrengselen i matematikk og naturfag på yrkesfaglige opplæringsprogrammer.
- d) Utvikle læringsressurser (og eventuelle andre tiltak) for å fremme relevans og dybdelæring i undervisningen tilpasset det enkelte yrkesfaglige utdanningsprogram.

MÅL 9: Styrke forskning på undervisning og læring i matematikk, naturfag og teknologi

Indikatorer på måloppnåelse

- Flere stipendiater i realfagdidaktikk ved norske høyere utdanningsinstitusjoner
- Økt antall nasjonale og internasjonale publikasjoner om realfagsdidaktiske temaer.

Forslag til tiltak knyttet til Mål 9

- a) Kartlegge lærerutdanneres kompetanseprofil.
- b) Finansiere forskningsprosjekter som undersøker:
 - i. dagens realfagundervisning (læremidler, oppgavebruk, dialogbruk, prøver etc.)
 - ii. undervisningskvalitet versus elevers motivasjon og læringsutbytte
 - iii. motivasjon og læringsutbytte ved bruk av ulike typer læremidler i realfag, inkludert læreboka, digitale verktøy, APPer mm.
 - iv. motivasjon og læringsutbytte ved bruk av problemløsning og utforskende aktiviteter i undervisningen
 - v. pedagogisk kvalitet på arbeid med realfag i barnehagen
- c) Etablere og finansiere ny forskerskole i realfagsdidaktikk.
- d) Støtte forskning på målrettet bruk av sosiale medier og massemedier i arbeidet med å motivere for, og informere om, utdannings- og karrieremuligheter i realfag.

2 Situasjonsbeskrivelse

2.1 Struktur og rammer for realfagene

2.1.1 Rammer for matematikk og naturfag i barnehagen

Norske barn tilbys plass i barnehage ved ettårsalderen. Barnehagene er organisert på ulike måter, både i aldersinddelte avdelinger, i basebarnehager, og i barnehager der alle barna går sammen i en gruppe. Barnehagedekningen i Norge er høy, og til sammen 90 prosent av barn i alderen 1–5 år gikk i barnehage i 2013. For aldersgruppa 3-5 år, gikk 96,5 % i barnehage dette året.²

Et sentralt trekk ved den norske barnehagetradisjonen er et helhetlig syn på barnet, der læring sees i sammenheng med omsorg, danning, lek og hverdagsaktiviteter.³ Dette kommer også til uttrykk i beskrivelsen av de to realfaglige områdene *Natur, miljø og teknikk* og *Antall, rom og form*, som er to av totalt sju fagområder i *Rammeplanen for barnehagens innhold og oppgaver*.⁴ Denne planen beskriver hva barna i løpet av barnehageårene skal erfare, oppleve og få kunnskap om, og hvordan de ansatte i barnehagen skal stimulere og legge til rette for utforskning, utvikling og læring innenfor de ulike fagområdene. Som en del av rammeplanverket, er det også utarbeidet utdypende temahefter for: *Natur og miljø*⁵, *IKT*⁶ og *Antall, rom og form*.⁷

Det er ikke angitt detaljerte føringer knyttet til ulike alderstrinn/aldersgrupper, og heller ikke hvor mye *Natur, miljø og teknikk* og *Antall, rom og form* skal vektlegges i barnehagens arbeid.

2.1.2 Struktur for matematikk i grunnskolen

Elevene starter i grunnskolen det året de fyller 6 år. Til sammen 97 prosent av norske elever går i offentlig skole.⁸ Grunnskolen er oppdelt i barnetrinn og ungdomstrinn. Matematikk er obligatorisk i samtlige skoleår. Tabell 1 gir en oversikt over timefordeling innenfor bolker av trinn, dvs. 1-4, 5-7 og 8-10. Det gis visse muligheter til å fordele disse matematikktimene på de enkelte trinnene ut fra skolens egne ønsker.⁹

Tabell 1: Antall timer i matematikk i grunnskolen

TRINN	ANTALL TIMER I MATEMATIKK (60 min.)
Trinn 1 - 4	560
Trinn 5 - 7	328
Trinn 8 - 10	313
TOTALT	1201

² (Utdanningsdirektoratet, 2014)

³ (B. Jensen, 2009; OECD, 2006)

⁴ (Kunnskapsdepartementet, 2011b)

⁵ (Lysklett, Buaas, Bakke, Hagen, & Sandseter, 2006)

⁶ (Bjølgan, 2006)

⁷ (Reikerås, 2008)

⁸ (Utdanningsdirektoratet, 2013b)

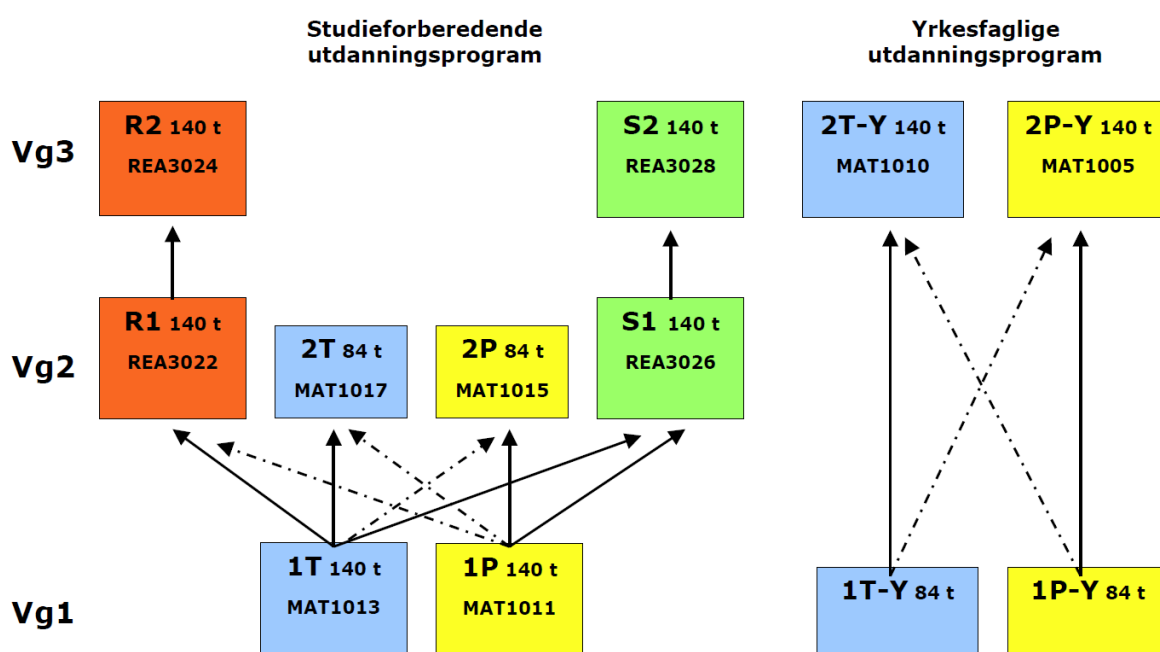
⁹ (Utdanningsdirektoratet, 2014g)

Hvor mange uketimer elevene har i matematikk i videregående skole, varierer med programområde og programfag, men alle elever må ha matematikk i minst ett år.

På yrkesfaglig utdanningsprogram har elevene ett år obligatorisk matematikk (84 timer) lagt til første skoleår, men må velge mer matematikk tredje året dersom de ønsker å oppnå generell studiekompetanse.

Ettersom strukturen for matematikkfaget i videregående skole er relativt komplisert, presenterer vi i Figur 1 hvordan det er bygd opp. 1T og 1P står for henholdsvis Teoretisk og Praktisk matematikk, S og R står for henholdsvis Samfunnsfaglig og Realfaglig matematikk. (Dette er en modifisert versjon av en figur presentert i Borge m fl.¹⁰) Ellers illustrerer figuren at det gis mange ulike muligheter for å studere matematikk i videregående skole. Dette blir diskutert videre i 2.5.2.

Figur 1: Fagstruktur for fellesfag og programfag i studieforbereende og yrkesfaglige utdanningsprogrammer



Som det framgår av Figur 1, må elever som velger studieforbereende utdanningsprogram, ha minst to år med matematikkundervisning. Disse elevene har 140 timer første år og enten 84 eller 140 timer andre år, avhengig av studievalg. De elevene som velger full fordypning og har matematikk også tredje skoleår, har totalt 1621 timer matematikk i løpet av 13 års skolegang.

¹⁰ (Borge et al., 2014)

2.1.3 Struktur for naturfagene i grunnsopplæringen

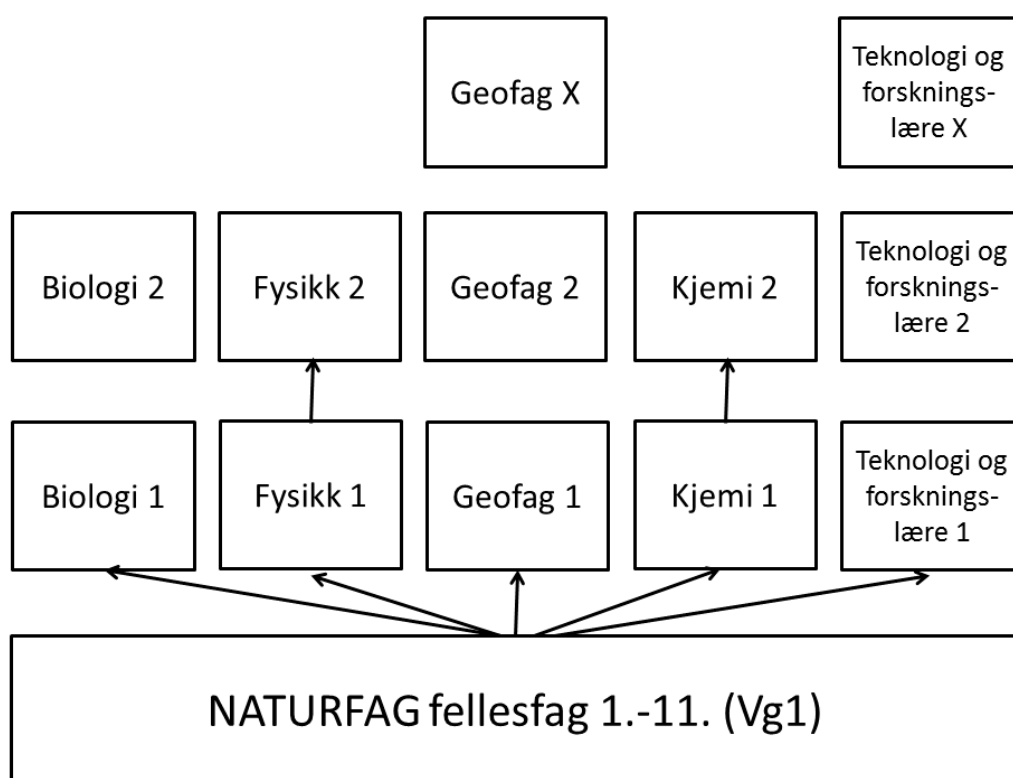
Naturfag er et obligatorisk fellesfag fram til og med Vg1. Tabell 2 viser antall timer i naturfag på de ulike nivåene.¹¹

Tabell 2: Totalt antall timer i naturfag i grunnskolen og Vg1

TRINN	TOTALT ANTALL KLOKKETIMER I NATURFAG
Trinn 1 - 7	328
Trinn 8 - 10	247
Vg1; Studieforberevende utdanningsprogram	140
Vg1; Yrkesfaglig utdanningsprogram	56 ¹²

På studieforberevende utdanningsprogram Vg2 og Vg3 tilbyr programområdet Realfag programfag i biologi, fysikk, geofag, kjemi, og teknologi og forskningslære. De ulike fagene er gjengitt i Figur 2, som viser fagstrukturen for naturfagene i hele skoleløpet. Vg2 og Vg3 er ikke spesifisert i figuren, siden de fleste programfagene kan tas på både Vg1 og Vg2. Valgfag i ungdomsskolen er heller ikke tatt med i figuren, men fagene Teknologi i praksis¹³ og Forskning i praksis¹⁴ er også relevante i denne sammenhengen.

Figur 2: Fagtilbudet i naturfag gjennom skoleløpet



¹¹ (Utdanningsdirektoratet, 2014h)

¹² Det er mulig å ta et påbyggingskurs på Vg3 på 84 klokke timer for elever som ønsker å bygge ut naturfag på yrkesfaglig program til naturfag for studiespesialiserende program.

¹³ <http://www.udir.no/kl06/TPR1-01/>

¹⁴ <http://www.udir.no/kl06/FIP1-01/>

2.1.4 De nasjonale sentrene

Ekspertgruppa har valgt å ta med de tre nasjonale sentrene som synes mest relevante for innholdet i rapporten; Naturfagsenteret, Matematikksenteret, og Nasjonalt senter for realfagrekruttering. Det vil likevel kunne være aktuelt å samarbeide med andre nasjonale sentre i deler av arbeidet med den kommende realfagsstrategien.

Naturfagsenteret

Naturfagsenteret¹⁵ er et nasjonalt kompetansesenter for opplæring og undervisning i naturfagene i barnehagen, grunnskolen og lærerutdanningen. I Naturfagsenterets mandat inngår å bidra til å implementere og utføre nasjonal utdanningspolitikk, og spesielt å forbedre kvaliteten på opplæringen i naturfagene.

Naturfagsenteret driver en omfattende virksomhet. En rekke læringsressurser er tilgjengelige på Naturfagsenterets nettsteder. Disse nettstedene er:

- naturfag.no
- viten.no
- lektor2.no
- natursekken.no
- forskerfrø.no
- miljølære.no

Naturfagsenteret gir ut tre tidsskrifter:

- *Naturfag* - har ansatte i barnehage, naturfaglærere og lærerutdannere som målgruppe.
- *NorDiNa* - formidler forskning og utviklingsarbeid i naturfagdidaktikk.
- *KIMEN* - tar for seg ulike temaer av betydning for naturfag.

Naturfagkonferansen og *Forskerfrøkonferansen* arrangeres årlig, for henholdsvis naturfaglærere og lærerutdannere, og barnehagelærere og barnehagelærer-utdannere. Naturfagsenteret tilbyr etterutdanning for lærere som underviser i naturfag og norsk på 2.-4. trinn og 5.-7. trinn, basert på forsknings- og utviklingsprosjektet *Forskerfötter og leserötter*. Kursene tar for seg bruk av utforskende arbeidsmåter og grunnleggende ferdigheter i naturfagundervisning. Naturfagsenteret jobber også for å forbedre kvaliteten på naturfagundervisningen på yrkesutdanningsprogrammene i videregående skole, gjennom FYR-satsingen (Fellesfag, Yrkesretting, Relevans). *Den naturlige skolesekken* og *miljølære.no* er sentrale deler i Naturfagsenterets satsing på utdanning for bærekraftig utvikling. I *den naturlige skolesekken* kan det søkes midler for å arbeide tverrfaglig og i lokalmiljøet med undervisning som fremmer bærekraftig utvikling. I *Lektor2* og *Energiskolene* samarbeider skole og arbeidsliv om undervisning i naturfagene. Naturfagsenteret utvikler karakterstøttende prøver i naturfag for 10. trinn, for å bidra til å bedre vurderingspraksis, og er ansvarlig for et nettverk av lærerutdannere i naturfag.

¹⁵ www.naturfagsenteret.no

Matematikksenteret

Nasjonalt senter for matematikk i opplæringen jobber med å utvikle og bedre arbeidsmåter og læringsstrategier i matematikkopplæringen fra barnehagen til videregående opplæring, voksenopplæring og lærerutdanning.¹⁶ Senteret driver skolebasert utviklingsarbeid og fungerer som et ressurscenter for fagdidaktisk kompetanse i matematikk. En rekke læringsressurser er tilgjengelige på senterets nettsider, for ulike trinn og matematikkfag.

En stor del av Matematikksenterets virksomhet er knyttet til ulike typer prosjekter. Noen av disse er etter oppdrag fra Utdanningsdirektoratet, mens andre er kurs og kompetansehevingsprosjekter rettet inn mot lærere som underviser på ulike trinn i skolen. For eksempel utvikler Matematikksenteret undervisningsopplegg og holder kurs gjennom prosjektene Ny Giv og FYR (fellesfag, yrkesretting og relevans). Ny GIV er et overgangsprosjekt lansert i 2010, som fokuserer på grunnleggende ferdigheter, der elever som presterer svakt følges opp tett fra 10. klasse til Vg2. FYR er et delprosjekt i Ny GIV, rettet mot fellesfaget matematikk i yrkesfaglige utdanningsprogrammer. I tillegg kommer ulike kompetansehevingskurs som tilbud til skoler, kommuner og regioner. Matematikksenteret har også ansvar for utvikling av nasjonale prøver. Matematikksenteret arbeider forskningsbasert, men driver ikke med egen forskning.

Nasjonalt senter for realfagsrekruttering

Norge har et nasjonalt senter som jobber for å øke rekrutteringen til realfaglige utdanninger og yrker.¹⁷ Senteret ligger direkte under Kunnskapsdepartementet, og arbeider både mot universiteter og høyskoler og mot ungdomsskole og videregående opplæring. Flere tiltak for å styrke rekrutteringen til realfagene, er utviklet og ledet av senteret:

- I realfagstreningsprosjektet Ent3r er studenter i høyere utdanning mentorer for elever i ungdomsskole og videregående skole. De har ukentlige realfagstreninger med elevene. I tillegg arrangerer Ent3r bedriftskvelder der elevene får møte representanter for arbeidslivet, som forteller om hvordan realfagene brukes i deres bedrift.
- På nettstedet www.rollemodell.no presenteres omtrent 1000 personer som rollemodeller innenfor matematikk, naturvitenskap og teknologi. Disse kan bestilles til skolebesøk, og kommer da og forteller om hvem de er og hva de jobber med. Mer enn 400 rollemodellbesøk har vært gjennomført i 2014.¹⁸
- «Hva kan jeg bli med realfag?» er en samling læringsressurser i matematikk og naturfag for ungdomstrinnet og Vg1, som synliggjør ulike yrkesmuligheter innenfor realfagene. Læringsressursene er relevante for hovedområdene i læreplanene, slik at lærere skal kunne bruke dem som en del av den ordinære undervisning i fagene. Prosjektet er et samarbeid mellom Nasjonalt senter for realfagsrekruttering, Matematikksenteret, og Naturfagsenteret. Ressursportalen www.hvakanjegblimedrealfag.no ble lansert i oktober 2014.

¹⁶ www.matematikksenteret.no

¹⁷ www.realfagsrekruttering.no

¹⁸ (Sørli, 2014)

«Velgriktig»¹⁹ er en informasjonsportal for elever, lærere og foreldre, som kan brukes som et undervisningsopplegg. Det gir oversikt over realfagene i videregående opplæring, en liste over relevante yrker, og informasjon om hva som kreves i realfaglige studier.

2.2 Kunnskaper, ferdigheter og holdninger til realfag

2.2.1 Matematikk og naturfag i barnehagen

I rammeplanen for barnehagen er to av sju fagområder realfaglige, *Antall, rom og form* og *Natur, miljø og teknikk*, og dermed skal de være viktige biter i barnehagearbeidet. Internasjonalt er det godt forskningsmessig belegg for at barnehagens tilrettelegging for læring henger sammen med senere skolerresultater.²⁰ For barn som har et svakt utgangspunkt, betyr god tilrettelegging spesielt mye.

Det eksisterer lite nordisk forskning på temaene matematikk og naturfag i barnehagen, noe som blant annet påpekes i en rapport fra 2008 om kvalitet og innhold i norske barnehager.²¹ I databasen *Skandinavisk forskning på barnehageområdet* [NB-ECEC](#)²² som samler all kvalitetsvurdert barnehageforskning i de skandinaviske landene, er det fram til 2013 kun én studie som beskriver norske barns matematikkferdigheter i barnehagealder.²³ Denne kvantitative studien gir en detaljert beskrivelse av de yngste barnehagebarnas matematikkferdigheter, og finner stor spredning allerede for denne aldersgruppen. Studien er ikke gjennomført som en komparativ trendstudie (som for eksempel TIMSS), men funnene knyttes likevel opp mot tidligere forskning om små barns matematiske forståelse. Et sentralt funn er at de norske barna har relativt svake ferdigheter innenfor området *telling og antall*. Dette er et område som anses som svært viktig for hvordan barn senere vil lykkes i å videreutvikle sin matematiske forståelse.²⁴

Arbeid med naturfag i barnehagen gir barna en god start i å bli kjent med og ta vare på naturen. En lekende tilnærming til faget vil stimulere og bevare undringen barn ofte viser overfor naturfaglige fenomener. I en bok i barnehagedidaktikk som er under produksjon, skriver Holter og Langholm om hvordan barn gjennom «undring, utforskning og utfordrende lek i samspill med hverandre og kvalifiserte voksne kan lære om, og lære å ta vare på, naturen, ...».²⁵ Det finnes så vidt ekspertgruppa kjenner til, ingen undersøkelser om hvilke naturfaglige ferdigheter norske barnehagebarn har.

Den svakeste gruppen vil ha behov for god tilrettelegging for læring dersom de skal ha mulighet til å følge de andre barna i faglig utvikling. Uten tilrettelegging er det fare for at disse barna vil streve på skolen.²⁶ Mange studier viser at svak matematisk kompetanse i tidlig alder predikerer svake skolerresultater i matematikk. For eksempel fant Claessens mfl. i en studie der mer enn ti

¹⁹ <http://www.realfagsrekruttering.no/verktoy-for-laerere-og-elever/velgriktig/>

²⁰ (Hannula & Lehtinen, 2005)

²¹ (Borg, Kristiansen, & Backe-Hansen, 2008)

²² (ECEC-NB, 2014)

²³ (Reikerås, Løge, & Knivsberg, 2012)

²⁴ (Hannula & Lehtinen, 2005)

²⁵ (Holter & Langholm, 2014, p. 86)

²⁶ (Griffin, 2003)

tusen barn deltok, sterke sammenhenger mellom matematiske ferdigheter i barnehagealder og matematikkprestasjoner ved 11 års alder.²⁷ Dessverre har vi liten kunnskap om dette feltet i Norge. Så langt ekspertgruppa kjenner til, finnes det ingen norske studier som omhandler tematikk knyttet til spesiell tilrettelegging av realfag for barn i denne alderen.

Matematikk og naturfag er fagområder barnehagene skal arbeide med. I henhold til rammeplan og forskrifter skal alle barn møte tilrettelegging for læring. Den norske skolepolitikken er grunnlagt på prinsippene om inkludering og tilpasset opplæring, men å utvikle en pedagogisk praksis som bygger på disse overordnede prinsippene, er en kontinuerlig utfordring.²⁸

2.2.2 Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag

Vår deltagelse i de store internasjonale studiene PISA og TIMSS gjør det mulig å studere utviklingen i norske elevers faglige kompetanse i matematikk og naturfag over tid. Standpunktkarakterer, eksamenskarakterer og resultater på nasjonale prøver (regning) gir oss informasjon om blant annet regionale forskjeller i elevers læringsutbytte i disse fagene. Her vil det presenteres viktige og relevante funn fra alle de nevnte kildene.

Norske elevers prestasjoner i realfag i et internasjonalt perspektiv

PISA og TIMSS gir informasjon om prestasjonsnivået til en bestemt elevpopulasjon på landsnivå. Gjennom bruk av spørreskjemaer til elever, lærere (kun TIMSS), skoleledere og foresatte (kun 4. og 5. trinn TIMSS), samles det også inn bakgrunnsinformasjon som benyttes i analysene av elevresultatene.

Rammeverkene for PISA og TIMSS beskriver hvilke ferdigheter og kompetanser man ønsker å måle i disse studiene. Det overordnede formålet i PISA er å undersøke hvor godt skolesystemene i ulike land forbereder elevene til videre studier og arbeid, og til demokratisk deltagelse. TIMSS er en læreplanbasert studie i matematikk og naturfag og her legges det vekt på at hver enkelt oppgave som benyttes, i størst mulig grad skal være dekket av de aktuelle læreplaner i alle land som deltar. For en mer utførlig gjennomgang av rammeverkene i disse studiene, henvises det til de internasjonale²⁹ og nasjonale rapportene³⁰, og nettsidene pisa.no og timss.no. Det bør imidlertid påpekes at tross ulikheter i rammeverkene, måler begge disse studiene kompetanser som er vektlagt i norske læreplaner.³¹

Det spesifikke designet til disse studiene gjør det i tillegg mulig å studere langsiktige utviklingstrender, som er et viktig aspekt i både PISA og TIMSS. Dette gjøres ved å holde et visst antall oppgaver hemmelige og benytte dem i hver eneste gjennomføring. Psykometriske eksperter knytter resultatene fra disse oppgavene til resten av testmaterialet, slik at en direkte sammenligning av elevenes prestasjonsnivåer fra en gjennomføring til den neste er mulig.

Generelt kan man si at norske elever har prestert like ved eller noe i underkant av internasjonalt gjennomsnitt i matematikk og naturfag i disse undersøkelsene. Et annet karakteristisk trekk ved de norske elevprestasjonene, er at vi har svært få elever på de høyest definerte

²⁷ (Claessens, Duncan, & Engel, 2009)

²⁸ (P. Haug, 2006)

²⁹ (Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan, & Preuschoff, 2009; OECD, 2013a)

³⁰ (Grønmo, Onstad, Hole, Aslaksen, & Borge, 2012; Kjærnsli & Olsen, 2013)

³¹ (Grønmo et al., 2012; Nortvedt, 2013)

kompetansenivåene. Fra utdanningspolitisk hold har det gjentatte ganger blitt uttalt at vi ikke bør si oss fornøyd med å være «middels» gode. Poenget er ikke at man nødvendigvis skal ha ambisjoner om å toppe slike internasjonale rangeringer, men dersom man erkjenner at både PISA, TIMSS og TIMSS Advanced³² måler sentrale og viktige kompetanser i matematikk og naturfag, vil det være ønskelig at norske elever skårer høyere enn det de har gjort fram til nå. Resultatene indikerer også at sterke elever i større grad bør utfordres faglig. Et positivt trekk som bør nevnes, er at det for den yngste årsklassen som deltar (10-åringer), har vært en klar framgang i prestasjoner i perioden 2003–2011. Dette gjelder både for matematikk og naturfag. Faktisk er det slik at av alle landene som deltok i TIMSS både i 2003 og 2011, var det de norske 10-åringene som hadde størst framgang i matematikk i denne perioden.³³ Forskerne bak studien mener dette trolig skyldes et sett av faktorer, men peker spesielt på betydningen av økt læringstrykk, dvs. at skolen, lærerne og foreldrene i større grad enn tidligere har hatt et tydelig fokus på et godt læringsmiljø og klare forventninger til elevenes faglige prestasjoner.³⁴ I tillegg tyder bakgrunnsdataene som er samlet inn, på at både lærernes og elevenes trivsel har økt i den angjeldende perioden.

Norske elevers prestasjoner i et regionalt perspektiv

Nasjonale prøver i grunnskolen ble første gang gjennomført i 2004 etter forslag fra Kvalitetsutvalget. En evaluering av de to første avholdte prøvene (2004 og 2005) viste at det var stort potensial for forbedring. Etter en pause i 2006, ble nasjonale prøver på nytt avholdt i 2007 og har senere blitt gjennomført hvert år.

De nasjonale prøvene i regning gjennomføres elektronisk, på 5. 8. og 9. trinn. Fram til 2014 har de nasjonale prøvene ikke inneholdt trendoppgaver og man har derfor ikke kunnet bruke resultatene til å si noe om utviklingen av elevers læringsutbytte over tid.³⁵ Fra og med høsten 2014 er imidlertid dette endret og de nasjonale prøvene i regning vil nå kunne brukes til å måle trender. Resultatene fra nasjonale prøver gir også god informasjon om eventuelle regionale forskjeller. De analysene som til nå har blitt utført, viser til dels betydelige og stabile regionale forskjeller på alle trinn som inngår. Særlig er det store forskjeller mellom fylkene i andelen elever på de laveste mestringsnivåene.³⁶ Både på 5. trinn og på 8. trinn er det færrest elever på de to laveste kompetansenivåene i Sogn og Fjordane, Oslo og Akershus. Disse tre fylkene har også høyest gjennomsnittlig mestringsnivå og disse resultatene har vært stabile over de senere år.

Også eksamenskarakterer kan belyse regionale forskjeller i læringsutbytte. Figur 3 viser eksamenskarakterer i matematikk for grunnskolen på fylkesnivå for 2014.³⁷ Oslo ligger på topp, fulgt av Akershus, Sogn og Fjordane og Vestfold. Også i de foregående år fikk elevene i Oslo og Akershus de høyeste gjennomsnittskarakterene på matematikkeksamen på 10. trinn, så dette synes å være robuste mønstre. Det samsvarer også godt med resultatene fra nasjonale prøver i regning.

³² TIMSS Advanced omfatter elever på Vg3 som tar de mest avanserte kursene i matematikk (R2) og fysikk (Fys 2)

³³ (Grønmo et al., 2012)

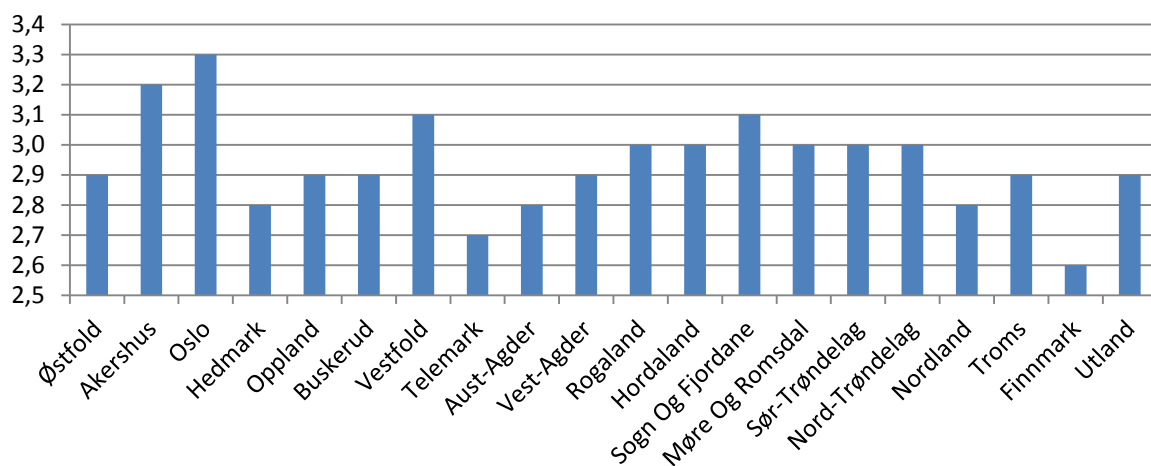
³⁴ (Grønmo et al., 2012; Nilsen & Gustafsson, 2014)

³⁵ (Utdanningsdirektoratet, 2014i).

³⁶ (Utdanningsdirektoratet, 2013a)

³⁷ (Utdanningsdirektoratet, 2014l)

Figur 3: Eksamenskarakterer i matematikk for grunnskolen på fylkesnivå (2014)



Det er åpenbart svært interessant å undersøke hvorfor vi har betydelige regionale forskjeller i elevers læringsutbytte. I en analyse av de nasjonale prøvene i regning fra 2008,³⁸ oppsummerte forskerne sine funn slik:

- Det er relativt store prestasjonsforskjeller mellom by og land i Norge. I kommuner med mindre enn 50000 innbyggere skårer elevene under landsgjennomsnittet, mens kommuner med mer enn 50000 innbyggere skårer over dette snittet.
- I de små kommunene hvor elevene relativt sett skårer bra, har de større skoler enn i tilsvarende kommuner med svakere resultater, dvs. at høy lærertetthet ikke karakteriserer suksessrike små kommuner.
- Elevene i Oslo presterer betydelig bedre enn elever i de andre store norske byene, selv etter at det er kontrollert for sosioøkonomiske forhold. Dette skyldes trolig at Oslo har en relativt lang historie med aktivt skoleeierskap, karakterisert ved sterkt resultatfokus og kompetanseoppbygging.
- De gode resultatene til elevene i Sogn og Fjordane kan skyldes at man har utviklet et godt regionalt samarbeid preget av sterkt læringsfokus og gode muligheter for kompetanseheving for lærerne.

Som man ser av disse punktene, pekes det av forskerne stort sett på strukturelle faktorer når man skal forklare de stabile regionale forskjellene i prestasjoner på nasjonale prøver. Det er god grunn til å forfølge disse interessante funnene videre, for å utvide vår forståelse av hva som kan forårsake slike forskjeller, og for å kunne sette inn målrettede tiltak.

Resultater på eksamener og nasjonale prøver i regning gir god informasjon om elevprestasjoner, men det samles ikke i denne forbindelse inn data om *undervisningskvalitet*, og forskerne kan derfor ikke bruke dette som en forklaringsfaktor for store variasjoner i elevresultater. Internasjonal forskning peker imidlertid på at kvaliteten på undervisningen er svært viktig for elevenes læringsresultater.³⁹ Case-studier og videostudier kan gi oss gode data om

³⁸ (Bonesrønning & Iversen, 2010)

³⁹ (Hiebert & Grouws, 2007)

undervisningskvalitet, men også kvantitative studier kan gjennom spørreskjemaer til elever og lærere framskaffe verdifull informasjon om dette. I et senere kapittel vil denne type forskning bli omtalt (3.2). Analyser og funn fra studier som samler inn data knyttet til kvaliteter ved undervisning, står for øvrig svært sentralt som grunnlag for våre forslag til tiltak (Kapittel 4).

2.2.3 Norske elevers holdninger til naturfag og matematikk

Sentrale aspekter ved norske elevers holdninger til matematikk og naturfag måles i de internasjonale studiene PISA og TIMSS. De ferskeste holdningsresultatene for matematikk er fra PISA 2012, mens holdninger til naturfag sist ble rapportert i PISA 2006 og i TIMSS i 2007.⁴⁰ I det følgende oppsummeres sentrale holdningsresultater fra de siste TIMSS- og PISA-undersøkelsene. Det vil også bli referert til andre relevante studier i Norge.

I PISA 2012 rapporterte norske elever om relativt lav indre motivasjon og utholdenhet i matematikk, samtidig som de i noe større grad enn det som er vanlig internasjonalt, så høy nytteverdi av faget. Norske elever hadde relativt høy instrumentell motivasjon,⁴¹ men norske jenter rapporterte i større grad enn norske gutter om vegring og det som internasjonalt betegnes «mathematics anxiety». De norske guttene rapporterte om høyere indre motivasjon og utholdenhet enn jentene, og hadde i gjennomsnitt høyere selvoppfatning i matematikk enn jentene. Dette er et kjønnsstereotypt mønster i holdninger til matematikk som også ble funnet i TIMSS 2007,⁴² og som i stor grad samsvarer med det man ser internasjonalt.

Norske elevers interesse for naturfag lå i PISA 2006 litt under gjennomsnittet i OECD, mens elevenes mestringsforventning og selvvurdering i naturfag lå omtrent på gjennomsnittet.⁴³ Jenter rapporterte i snitt om lavere mestringsforventning og selvvurdering enn guttene. Som i matematikk, er kjønnsforskjeller i mestringsforventning i naturfag en gjenganger både nasjonalt og internasjonalt.⁴⁴ Elevene uttrykte at de generelt verdsatte naturfag, dvs. erkjente viktigheten av fagområdet for samfunnet, mens de i mindre grad så naturfag som viktig for dem selv personlig. Dette samsvarer med resultater fra ROSE-undersøkelsen (Relevance of Science Education).⁴⁵ I denne studien analyserte man 15-åringers forhold til naturfag i skolen og til naturvitenskap og teknologi, i mer enn 40 land. Studien fant blant annet at selv om norske ungdommers holdninger til betydningen av naturvitenskap og teknologi i samfunnet var positive, kunne veldig få av elevene tenke seg en jobb innenfor denne sektoren senere.⁴⁶

Både ROSE (i 2004) og PISA 2006 fant også kjønnsforskjeller i elevenes interesser i naturfag. Flere jenter enn gutter var for eksempel interessert i å lære om emner knyttet til kropp og helse, og botanikk, og flere gutter enn jenter var interessert i teknologiemner, og i fysikk, kjemi, eksplosiver, bomber og våpen.⁴⁷ Det kjønnsdelte mønsteret i norske ungdommers naturfaginteresser kommer også fram i planer for videre utdanning og yrke. Både PISA 2006 og

⁴⁰ (Grønmo & Onstad, 2009; Kjærnsli, Lie, Olsen, & Roe, 2007)

⁴¹ (F. Jensen & Nortvedt, 2013)

⁴² (Grønmo & Onstad, 2009)

⁴³ (Kjærnsli et al., 2007)

⁴⁴ (Bøe & Henriksen, 2013b; Bøe, Henriksen, Lyons, & Schreiner, 2011)

⁴⁵ (Schreiner & Sjøberg, 2004)

⁴⁶ (Schreiner & Sjøberg, 2007)

⁴⁷ (Kjærnsli et al., 2007; Schreiner, 2006)

Vilje-con-valg fant at flere jenter enn gutter ønsket seg jobber i medisin og biologi, mens flere gutter enn jenter siktet mot jobber innen teknologi og fysikk.⁴⁸

Mål på interesse, motivasjon, selvvurdering og mestringsforventning i matematikk og naturfag i PISA korrelerer positivt med elevenes skår i matematikk og naturfag.⁴⁹ TIMSS rapporterer også en klar positiv sammenheng mellom holdninger og prestasjoner på begge trinn.⁵⁰ Jo mer enige elevene er i påstander om at matematikk er interessant eller nyttig, jo bedre presterer de. Sammenhengen med prestasjoner er aller sterkest for det som kan betegnes som indre motivasjon (interesse, glede). Videre finner TIMSS at elever på lavere trinn i større grad enn elever på høyere trinn liker matematikk og naturfag. Også internasjonal forskning finner en tydelig tendens til at faglig interesse for realfag avtar etter hvert som elevene beveger seg oppover i skoleløpet.⁵¹

2.3 Undervisning og tilrettelegging for læring i realfagene

Som tidligere påpekt, viser PISA og TIMSS at norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag er i underkant av gjennomsnittet i disse studiene. Norge har en større gruppe lavt presterende elever enn det som er ønskelig, samtidig som vi har få elever på det studiene definerer som høye kompetansenivåer.

Flere faktorer påvirker elevers læringsresultater. På individnivå vil for eksempel hjemmebakgrunn ofte ha stor betydning. Forskning viser imidlertid også at kvaliteten på undervisningen betyr mye for elevenes læringsutvikling.⁵² Det vil med andre ord si at dersom vi ønsker at elevene skal utvikle høy realfaglig kompetanse, må undervisningen i de aktuelle fagene være av tilsvarende høy kvalitet. I det følgende vil vi, basert på funn fra foreliggende aktuell forskning, gi en situasjonsbeskrivelse av typiske trekk ved undervisningen i norske realfagsklasserom. Aller først vil vi imidlertid beskrive hvordan arbeid med realfaglige temaer tilrettelegges, utføres og vektlegges i barnehagen.

2.3.1 Tilrettelegging for læring i realfag i norske barnehager

Vektlegging av realfagene i barnehagens arbeid

I Kunnskapsdepartementets evaluering av hvordan Rammeplanen for barnehagens innhold og oppgaver ble innført og praktiseres,⁵³ oppgir barnehagene at de arbeider mer med området *Antall, rom og form* enn de gjorde tidligere. Selv om evalueringsrapporten er fra 2009, bare tre år etter at ny Rammeplan ble gjort gjeldene, kan det se ut til at synliggjøring av matematikk som eget fagområde i barnehagenes arbeid, kan ha hatt en positiv effekt. En rapport utarbeidet av NOVA⁵⁴ viser at i perioden 2008 til 2012 har barnehagenes vektlegging av fagområdet *Antall, rom og form* økt ytterligere.

⁴⁸ (Bøe & Henriksen, 2013b; Kjærnsli & Lie, 2011)

⁴⁹ (Kjærnsli et al., 2007; Kjærnsli & Olsen, 2013)

⁵⁰ (Grønmo & Onstad, 2009)

⁵¹ (Grønmo & Onstad, 2009; Tytler, 2014)

⁵² (Hattie, 2009; MET, 2014)

⁵³ (Østrem et al., 2009)

⁵⁴ (Guldbrandsen & Eliassen, 2013)

Naturfag har en lengre tradisjon i norske barnehager, og inngikk allerede i det tidligere rammeplanverket for barnehagen.⁵⁵ NOVA rapporten nevnt over viste imidlertid at arbeid med fagområdet *Natur, miljø og teknikk* hadde gått noe ned i 2008 sammenlignet med 2002 og 2004, men at det i 2012 hadde nådd opp til det tidligere nivået.

På bakgrunn av de evalueringer som er blitt gjort, synes det ikke som om de realfaglige områdene får stor nok plass i barnehagenes arbeid. En undersøkelse av 1000 norske barnehager i 2012 viste for eksempel at bare rundt halvparten av barnehagene arbeidet mye med *Natur, miljø og teknikk* og *Antall, rom og form*. Til sammenligning oppga 79 % av barnehagene at de arbeidet mye med fagområdet *Kommunikasjon, språk og tekst*.⁵⁶

Arbeidsmåter og tilnærminger til fagene

I rapporten som evaluerer implementeringen av rammeplanen, kommer det fram at aktivitetene knyttet til matematikk i barnehagene i stor grad består av telling og bruk av størrelser og former, og i mindre grad er relatert til det geometriske området.⁵⁷ Det meste av arbeidet innen matematikkfeltet er rettet mot de eldste barnehagebarna. Barnehagene rapporterer selv om at bruk av byggeklosser, ulike typer spill, sanger, rim og regler, og hverdagsaktiviteter som borddekking og matlaging, er de mest vanlige tilnærmingene. Bare i liten grad oppgis temaarbeid som grunnlag for arbeid med matematikk.

Rammeplanen framhever barnehagelærernes ansvar for et bevisst arbeid med «Antall, rom og form» med utgangspunkt i et helhetlig læringssyn, der barns lek og hverdagsaktivitet danner fundamentet.⁵⁸ En kartlegging av barnehagelæreres holdninger viser imidlertid at de enten ser på arbeidet innen matematikkområdet som noe skoleforberedende som bør gjøres i avgrensede aktiviteter, eller så mener de at fagområdet er en naturlig del av alle hverdags situasjoner og at barn derfor lærer matematikk av seg selv, uten noen bestemt form for tilrettelegging.⁵⁹

Friluftslivsdiskursen synes å dominere arbeidet med naturfag i barnehagen.⁶⁰ Det legges her vekt på at barn skal være ute i fri natur, få rikelig med bevegelse og frisk luft, og leke fritt og uforstyrret av de voksne. Dette gjenspeiles også i temaheftet om natur og miljø for barnehagen: «Barn må få muligheter til å utforske i trygge omgivelser. Hvis mulighetene er der, vil læringen skje av seg selv.»⁶¹ Slike grunnleggende ideer gjennomsyrrer også danske⁶² og svenske⁶³ barnehager. Faren med en slik ideologi er imidlertid at potensielle læringsøyeblikk ikke fanges opp av barnehagelærerne, og at barna i liten grad introduseres for realfaglig tematikk tilpasset deres aktiviteter og interesser.

Barns rett til medvirkning understrekes i Barnehageloven.⁶⁴ Denne retten tolkes ofte av de ansatte i barnehagene som at barna selv bør velge de aktiviteter de ønsker å delta i.⁶⁵ Da kan

⁵⁵ (Barne- og familiedepartementet, 1995)

⁵⁶ (Guldbrandsen & Eliassen, 2013)

⁵⁷ (Østrem et al., 2009)

⁵⁸ (Kunnskapsdepartementet, 2011b)

⁵⁹ (Østrem et al., 2009)

⁶⁰ (Hammer, 2012)

⁶¹ (Lysklett et al., 2006, p. 23)

⁶² (Ejbye-Ernst, 2013)

⁶³ (Thulin, 2011)

⁶⁴ (NOU, 2012:1)

imidlertid barna komme til å velge bort aktiviteter som er sentrale for erfaringer og læring innenfor det realfaglige området. Ettersom uformelle lærings situasjoner er dominerende i norske barnehager, synes dette å være en stor utfordring i relasjon til tilrettelegging for realfaglig læring.⁶⁶ Sett i et kjønnsperspektiv, kan det også få uønskede konsekvenser at barn i så stor grad selv bestemmer hvilke aktiviteter de skal være med på. Vi vet at for eksempel klosselek ofte blir valgt bort av jenter.⁶⁷ De vil da i mindre grad enn gutter bli eksponert for situasjoner hvor samtaler knyttet til matematiske tall- og mengdebegreper inngår.

2.3.2 Undervisning i matematikk og naturfag i norske klasserom

Selv om internasjonale studier som PISA og TIMSS gjennom spørreskjemaer samler inn verdifulle data om undervisningen i realfag i norske klasserom, er det nasjonale, kvalitative klasseromsstudier som gir oss det mest detaljerte innsynet i hva som foregår i realfagstimene på de ulike trinn i skoleløpet. I denne type studier er forskerne selv til stede i klasserommet og observerer, og problematikk knyttet til selvrapportering forsvinner. Direkte observasjon vil som regel også styrke validiteten til de analytiske undervisningskonstruksjonene som benyttes i studiene. Fire sentrale funn dokumenteres i nasjonale klasseromsstudier knyttet til realfag.⁶⁸

1. Mye tid brukes til helklasseundervisning, og denne skjer i tett dialog med elevene.
2. Mye tid brukes til individuell oppgaveløsning, og oppgavene hentes stort sett fra læreboka.
3. Lite tid brukes til gruppearbeid, men det er noe mer gruppeaktiviteter i naturfag enn i matematikk.
4. Lite tid brukes til å arbeide med kognitivt utfordrende og sammensatte problemstillinger.

Den typiske matematikktimen i norsk grunnskole består i at læreren gjennomgår teori og viser eksempler/presenterer oppgaver på tavla som ligner på dem man kan finne i læreboka. Deretter løser elevene selv oppgaver fra læreboka. I PISA+-studien fant man at 97 % av den effektive tiden i matematikktimene gikk med til helklasseundervisning og arbeid med oppgaver.⁶⁹ Det er imidlertid verdt å merke seg at helklasseundervisningen, for eksempel gjennomgang av ny teori, skjer i dialog med elevene. Dette foregår ved at læreren stiller spørsmål, ofte relativt faktaorienterte, som elevene så kort besvarer. Lange lærermonologer ble ikke registrert i de 86 realfagstimene som inngikk i PISA+-materialet. Arbeidet med oppgaver foregår stort sett individuelt. Den omfattende bruken av individuelt arbeid med oppgaver omtales ofte som et «oppgaveparadigme»,⁷⁰ og dette synes i stor grad å karakterisere kulturen i matematikklasserommet. Matematikktimene i norske klasserom framstår altså som monotone, og med liten variasjonsbredde i læringsaktiviteter.⁷¹ Det bør forøvrig bemerkes at dette ikke utelukkende er et norsk fenomen, men også rapporteres fra klasseromsstudier i andre land.⁷²

⁶⁵ (Ejbye-Ernst, 2013; Hammer, 2012; Thulin, 2011; Østrem et al., 2009)

⁶⁶ (B. Jensen, 2009)

⁶⁷ (Østrem et al., 2009)

⁶⁸ (Alseth, Breiteig, & Brekke, 2003; P. Haug, 2006; Streitlien, 2006; Ødegaard & Klette, 2012)

⁶⁹ (Bergem, 2009)

⁷⁰ (Grønmo, Onstad, & Pedersen, 2010; Pepin, Lysø, & Sikko, 2011)

⁷¹ (Bergem, 2009; Streitlien, 2006)

⁷² (Hiebert et al., 2003; Rowan, Harrison, & Hayes, 2004; Stigler & Hiebert, 1999)

TIMSS-studien viser imidlertid at Norge er blant de landene hvor det brukes aller mest tid til individuell oppgaveløsning i matematikk.⁷³

Elevenes utbytte av å arbeide med oppgaver må antas å være avhengig av oppgavetyper som benyttes. Skal for eksempel undervisningen bidra til at elevene utvikler dybdekunnskap og metakognitiv kompetanse, må det velges oppgaver som gir mulighet til dette. I matematikkfaget er imidlertid oppgavene ofte knyttet til prosedyrekunnskap og oppgaver som inviterer til drøfting og elevsamarbeid, forekommer sjelden.⁷⁴ I PISA+-studien ble det observert at selv om læreren noen ganger oppfordret elevene til samarbeid, var oppgavene av en type som gjorde at «samarbeidet» ikke besto i å drøfte oppgavetekst og løsningsstrategier, men å sammenligne ferdige svar.⁷⁵

I naturfag synes det å være en noe større bruk av gruppearbeid, særlig knyttet til eksperimenter.⁷⁶ Også i dette faget er imidlertid læreboka det dominerende læringsmiddelet og individuelt arbeid med oppgaver fra læreboka en mye brukt aktivitet. En interessant observasjon fra en nylig gjennomført norsk klasseromsstudie,⁷⁷ var at elevene under individuelt arbeid med oppgaver ofte småpratet seg imellom. Noen ganger sa læren at elevene kunne samarbeide om oppgavene, andre ganger begynte elevene uoppfordret å snakke med medelever. Forskerne fant imidlertid at mye av dette småpratet elevene imellom var om utenomfaglige temaer. Bare et mindretall av de observerte lærerne valgte her å gripe inn og gi tydelige signaler til forventninger om faglig fokus. Forskernes vurdering er at ansvaret for å utnytte tiden til arbeid og læring dermed i stor grad ble overlatt til den enkelte elev, noe som kan være svært krevende når medelever driver mye utenomfaglig prat.

Det synes å være begrenset med forskning på hyppigheten av lærer-initiert gruppearbeid. Men både i PISA+-studien og andre klasseromsstudier ble det gjort enkelte observasjoner av lærer-initiert gruppearbeid og prosjektarbeid, med etterfølgende elevfremføringer. Forskerne synes samstemte i at nivået på mange av disse var relativt høyt, og at lærernes kommentarer var preget av ros. Det påpekes imidlertid at tilbakemeldingene var lite konkrete, og ikke ga hint om hva som kunne forbedres ut fra et faglig ståsted. Dette samsvarer med funn fra studier av videregående trinn. Også her ble det observert flere eksempler på fremføringer, men som regel uten av lærer kommenterte på den faglige kvaliteten.⁷⁸

I naturfag er praktisk arbeid ofte organisert som gruppearbeid, men forekommer noe mindre hyppig enn gjennomsnittet for OECD-land.⁷⁹ Tradisjonelt har det både i Norge og i andre land vært vanlig å bruke strukturerte lukkede forsøk i naturfag (ofte kalt «kokebok-forsøk»), men i de senere år er bruk av mer åpne forsøk blitt noe vanligere. I PISA-undersøkelsen i 2006⁸⁰ fant en for Norges del en svak negativ sammenheng mellom bruk av praktisk arbeid og faglig skår. Selv om praktisk arbeid ofte engasjerer elevene, synes det å være en utfordring å utnytte det

⁷³ (Bergem & Grønmo, 2009)

⁷⁴ (Alseth et al., 2003; Streitlien, 2006)

⁷⁵ (Bergem, 2009)

⁷⁶ (Ødegaard & Klette, 2012)

⁷⁷ (Markussen & Seland, 2013)

⁷⁸ (Ottesen & Møller, 2010)

⁷⁹ (Grønmo & Onstad, 2009)

⁸⁰ (Kjærnsli et al., 2007)

potensialet som denne arbeidsformen tilbyr, i relasjon til læring av faglige abstrakte begreper.⁸¹ Dette setter krav til et gjennomført pedagogisk opplegg og bruk av varierte oppgavetyper.

Undervisning av høy kvalitet eksisterer i Norge

Selv om det her har vært mest fokus på problematiske trekk ved undervisningen i norske realfagsklasserom, finnes det også eksempler på undervisning og elevprestasjoner av høy kvalitet i norske skoler. I en forskningsstudie sammenlignet man undervisningen i skoleklasser med gjentatte gode resultater i KappAbel-konkurransen⁸² med undervisningen i klasserom som ikke utmerket seg på denne måten. Skolene som inngikk i studien, rekrutterte elever med sammenlignbar sosioøkonomisk bakgrunn. Også andre sentrale kontekstuelle faktorer var forholdsvis like.⁸³ Et sentralt funn var her at i de klassene som presterte godt i KappAbel-konkurransen, ga lærerne elevene flere muligheter til å utforske hypoteser, vurdere problemløsningsstrategier, argumentere og resonnere. Slike læringsstrategier bidrar til dybdelæring.⁸⁴ Ekspertgruppa mener at lærerne til disse observerte klassene i større grad kunne brukes for å illustrere eksemplarisk praksis i etter- og videreutdanningsprogrammer for matematikklærere.

Begynneropplæring, tidlig innsats og spesialundervisning

Barna har møtt både naturfag og matematikk i barnehagen. I første klasse er matematikk et sentralt fag, mens naturfag ikke vektlegges før senere i skoleløpet.

I lærerutdanningen har matematikk og matematikdidaktikk tradisjonelt blitt undervist som et integrert fag. Det har imidlertid vært svært varierende hvor stort dette faget har vært, og om det har vært obligatorisk.⁸⁵ Undersøkelser gjort av SSB, viser at nesten en av tre lærere ikke har matematikk fra lærerutdanningen,⁸⁶ og det er bare vel 60 prosent av lærerne som har naturfag som undervisningsfag rent formelt.

Det er grunn til å være bekymret over at mange lærere på småtrinnet har lite formell kompetanse i realfag. Det er trolig at lærere uten formell kompetanse vil oppleve problemer med å kjenne igjen elever som har svak faglig utvikling. Norsk skole kjennetegnes av at spesialundervisning gis sent i skoleløpet, og at andelen elever som får spesialundervisning, øker fra barnetrinnet og utover i ungdomstrinnet.⁸⁷ Mengden av spesialundervisning som ble gitt i norsk skole, økte etter innføringen av kunnskapsløftet, også på ungdomstrinnet.⁸⁸

Når det er mistanke om at en elev ikke har tilstrekkelig utbytte av undervisning og derfor har behov for spesialundervisning,⁸⁹ skal skolen utrede elevens behov og henvise til PPT. Få elever henvises med mistanke om matematikkvansker. Skjæveland⁹⁰ fant at PPT-kontorene i

⁸¹ (Lunetta, Hofstein, & Clough, 2007)

⁸² <http://www.kappabel.com/>

⁸³ (Thorvaldsen, Vavik, & Salomon, 2012)

⁸⁴ (Nordenbo, Larsen, Tiftikci, Wendt, & Østergaard, 2008)

⁸⁵ (Birkeland & Breiteig, 2012; Breiteig, 2013)

⁸⁶ (Lagerstrøm, Moafi, & Revold, 2014)

⁸⁷ (Solli, 2005)

⁸⁸ (Solli, 2005)

⁸⁹ (Lovdata, 2014)

⁹⁰ (Skjæveland, 2009)

gjennomsnitt fikk 150 nye henvisninger per år, kun en seksdel av disse var for mistanke om matematikkvansker. Det lave antallet henvisninger tyder på at skolene ikke i tilstrekkelig grad er i stand til å fange opp elever med store vansker i matematikk. Samtidig viser resultater fra de internasjonale studiene TIMSS og PISA at Norge har et stort antall svake elever i matematikk.⁹¹ Resultatene fra grunnskoleeksamen i matematikk de siste årene viser at 35-40 % av elevene fikk 1 eller 2.

Tidligere forskning har vist at norske lærere har en tendens til å «vente og se» når de oppdager at elever strever med fag. PIRLS 2006 dokumenterte at 42 prosent av lærerne på femte trinn ville «vente og se» dersom en elev strevde med lesing.⁹² I en senere studie poengterer Nordal og Haustätter at «det er mange elever i grunnskolen som gjør det svært dårlig faglig uten at de har spesialundervisning».⁹³ Andelen elever som får spesialundervisning, varierer mye fra skole til skole. Det er også mange skoler som tilbyr spesialundervisning, uten at sakkyndig vurdering foreligger. Når det gjelder spesialundervisning i matematikk, kan dette kanskje forklares ved at få elever henvises til PPT for matematikkvansker, samtidig som PPT opplever å mangle kompetanse til å veilede skoler i hvordan de bør arbeide med matematikksvake elever og forebygge matematikkvansker.⁹⁴ Forskning viser at rundt 10 % av elevene har stabile vansker i matematikkfaget.⁹⁵

Det er lite forskningsbasert kunnskap om hva som skjer i spesialundervisningen. Som ved annen undervisning, er lærerens kompetanse avgjørende. Mye av spesialundervisningen gis av assistenter og ikke lærere, og dessverre har bruk av assistenter økt fra 2001 til 2008.⁹⁶

Med stortingsmelding 16 (2006–2007)⁹⁷ ble tidlig innsats identifisert som nasjonal strategi. Tidlig innsats har to betydninger. Det kan bety at innsats settes inn i barnehagen eller tidlig i skoleløpet for å sikre at alle elever tilegner seg nødvendige basisferdigheter som å kunne lese, skrive og regne. Men tidlig innsats kan også bety at innsats settes inn umiddelbart når vansker oppstår et eller annet sted i utdanningsløpet, for eksempel ved overgangen til et nytt skoleslag.⁹⁸

Som et ledd i strategien «Tidlig innsats», besluttet skolemyndighetene å innføre statlige kartleggingsprøver i tallforståelse og regneferdigheter på 2. trinn etter modell for de statlige leseprøvene. Prøven for 2. trinn ble tatt i bruk i 2009, og i de påfølgende årene ble det utviklet frivillige prøver for 1. og 3. trinn, samt obligatoriske prøver for VG1. Prøvene for småtrinnet ble utviklet for å identifisere elever som hadde behov for oppfølging for å nå sentrale mål i læreplanen Kunnskapsløftet.⁹⁹ I 2012 ble det besluttet å utvikle nye kartleggingsprøver, men disse prøvene skulle i tillegg til å identifisere de 20 prosent svakeste elevene, også kunne brukes

⁹¹ (Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012; OECD, 2013b)

⁹² (van Daal, Solheim, Gabrielsen, & Begnum, 2007)

⁹³ (Nordahl & Hausstätter, 2009)

⁹⁴ (Skjæveland, 2009)

⁹⁵ (Ostad, 1997)

⁹⁶ (Bonesrønning & Iversen, 2010)

⁹⁷ (Kunnskapsdepartementet, 2006)

⁹⁸ (Bjørnsrud & Nilsen, 2012)

⁹⁹ (Thronsen & Alseth, 2013)

til vurdering for læring for denne elevgruppen.¹⁰⁰ Det innebærer at de nye prøvene inneholder mange enkle oppgaver, slik at lærere får informasjon om hva elever under bekymringsgrensen kan. Dermed har de noe å ta utgangspunkt i når tiltak skal iverksettes.

Problemer knyttet til overgangen mellom trinnene i utdanningsløpet

Overgangen mellom de ulike trinnene i barn og unges utdanningsløp framstilles ofte som problematisk. Dette påpekes blant annet i rapporten fra den eksterne arbeidsgruppen oppnevnt av Utdanningsdirektoratet høsten 2013, som fikk i oppgave å gjennomgå matematikkfaget i grunnopplæringen.¹⁰¹ Her argumenteres det blant annet med at det er viktig at «... elevene får med seg de kunnskapene og ferdighetene som er nødvendige for neste trinn (s. 14)». Det påpekes også med utgangspunkt i karakterfordelingen i matematikk på 10. trinn at minst 40 % av elevene har «... svært dårlige forutsetninger for å mestre matematikken i videregående opplæring (s. 15)». Videre sies det at utfordringer fra ungdomstrinnet forplanter seg videre i de studieforberedende utdanningsprogrammene.

Det synes også å være problemer knyttet til overgangen mellom videregående skole og høyskole- og universitetssektoren. En norsk studie som undersøkte dette, inkluderte 720 studenter fra ingeniør- eller lærerutdanninger ved tre høyere utdanninginstitusjoner.¹⁰² Studentene rapporterte her om sine erfaringer fra videregående skole, og de skildret da et tradisjonelt matematikklasserom med lite rom for elevinitiativ og selvregulert læring. Studentene ga uttrykk for at de ikke var godt nok forberedt til universitetsstudiene, og spesielt beskrev de mangler i forhold til det å kunne bruke sin matematiske kunnskap og kompetanse utenfor kjente kontekstuelle rammer. Matematikkrådets forkunnskapstest har også vist at mange begynnerstudenter strever med sentrale matematiske begreper og ferdigheter som dekkes av grunnskolens lærestoff.¹⁰³ Funnene fra disse studiene illustrerer noen av konsekvensene av tradisjonell matematikkundervisning, bestående av lærereksempler etterfulgt av individuelt arbeid med oppgaver fra læreboka, og med lite fokus på begreps- og dybdelæring.

Ytterligere dokumentasjon på en overveiende uniform opplevelse av matematikk kan man finne i en studie som sammenlignet norske (ved Universitetet i Bergen) og finske samfunnsvitenskapelige førsteårs-studenters syn på matematikk.¹⁰⁴ Studien viste at de norske studentene hadde en mye mer ensartet oppfatning av matematikk enn de finske. De norske studentene anså matematikken for å være konkret, og hvor målet typisk var å generere utregninger og gjøre formelle operasjoner. I mindre grad enn de finske studentene anså de matematikken for å være en tenkemåte eller en måte å danne seg en forestilling om verden på. Selv om dette var en småskala studie, og det norske utvalget besto av kun 81 studenter, gir den verdifull innsikt i typiske tenkemåter om matematikk.

Som det tidligere har blitt påpekt, viser analyser av data fra både PISA 2012 og TIMSS Advanced,¹⁰⁵ at nytteverdien av å studere matematikk betraktes som svært viktig for de norske elevene, og at interessen for faget er mindre betydningsfull som motivasjonsfaktor. Gitt den

¹⁰⁰ (Utdanningsdirektoratet, 2014f)

¹⁰¹ (Borge et al., 2014)

¹⁰² (Pepin et al., 2011)

¹⁰³ (Nortvedt, 2014; Nortvedt, Elvebakk, & Lindstrøm, 2010)

¹⁰⁴ (Vähämaa & Härmälä, 2011)

¹⁰⁵ (Pedersen, 2013)

sterke positive sammenhengen mellom motivasjon, selvdisiplin, selvregulerende læring på den ene side og elevers prestasjoner,¹⁰⁶ så synes det viktig at man gjennom undervisningen evner å stimulere elevers interesse for realfag.

Høyt presterende elever

Det brukes mange termer for å beskrive høyt presterende elever: begavede, evnerike, flinke eller eksperter. Mangelen på en nasjonal term gjør det vanskelig å enes om hvilken elevgruppe det snakkes om. En felles definisjon vil kunne gjøre det enklere å utvikle adekvate tilbud til denne elevgruppen ut fra prinsippene om tilpasset opplæring.¹⁰⁷

Også høyt presterende elever trenger å arbeide hardt og målrettet for å lykkes akademisk, evner alene er ikke tilstrekkelig.¹⁰⁸ Skolen må legge til rette for at elevene i den daglige undervisningen møter utfordringer som motiverer til egeninnsats, slik at elevene utvikler den kompetansen de har potensiale for. Holdninger som at «flinke elever klarer seg alltid» kan være fatale fordi de overlater ansvaret for å lykkes til elevene selv.

Tiden på ungdomsskolen er mest kritisk for høyt presterende elever.¹⁰⁹ I denne perioden trenger elevene stabil støtte for å utvikle seg faglig og sosialt. Dersom de ikke mottar dette, økes faren for en asynkron utvikling der elever blir faglig modne, men sosialt umodne.¹¹⁰ Dette kan være en utfordring for eksempel ved forsering av opplæringen.

2.3.3 Uteundervisning og besøk på vitensentre, museer og bedrifter

Internasjonalt har det de siste tiårene vært prøvd ut flere store prosjekter i naturfag, hvor fagstoffet er knyttet til relevante kontekster. I en oppsummeringsartikkel¹¹¹ konkluderes det med at slik undervisning øker elevenes interesse for stoffet og fører til økt innsikt i fagets anvendelser og dets sosiale implikasjoner. I forhold til faglig kompetanse, finner man at elevene som deltar i slike undervisningsprosjekter, skårer noe bedre eller likt med elever uten kontekstfokuset undervisning.

I norsk sammenheng har Lektor2-ordningen vært et av initiativene som har vært rettet mot det å gjøre undervisningen i realfag mer relevant og praksisnær. Lektor2-ordningen innebærer at fagpersoner fra industri og øvrig arbeidsliv deltar aktivt i realfagsundervisningen på ungdomstrinnet i grunnskolen og i videregående skole. I løpet av perioden 2009-2014 har 225 skoler deltatt i ordningen. I en NIFU-evaluering¹¹² av Lektor2-ordningen konkluderes det med at elevene vurderte undervisningen med Lektor2 som mer interessant enn vanlig undervisning. Videre fant man at elever som fikk anledning til å delta i praktiske Lektor2-undervisningsopplegg, var mer fornøyd med undervisningen enn de som hadde Lektor2-undervisning i form av et foredrag. I evalueringen uttrykkes det i tillegg at ordningen i liten grad styrket motivasjonen for realfag hos elever med lav vurdering av egen kompetanse i realfagene.

¹⁰⁶ (F. Jensen & Nortvedt, 2013; OECD, 2014)

¹⁰⁷ (EURYDICE, 2006)

¹⁰⁸ (Nissen, Kyed, Baltzer, & Skogen, 2012)

¹⁰⁹ (Horowitz, 2009)

¹¹⁰ (Skogen & Idsøe, 2011)

¹¹¹ (King & Ritchie, 2012)

¹¹² (Sjaastad, Carlsten, & Opheim, 2014)

Det har og vært prøvd ut prosjekter hvor klasser besøker en bedrift og får innblikk i driften, og deretter jobber med bedrifts-relaterte oppgaver i matematikk, naturfag og andre fag. Eksempler på dette er et samarbeid mellom Oddemarka skole og Returkraft initiert av Universitetet i Agder,¹¹³ og selskapet *Gode sirklar*,¹¹⁴ eid av tre kystkommuner vest for Bergen, som bl.a. har som mål å forbedre koblingen mellom skole og lokalt næringsliv.

Den naturlige skolesekken (DNS) er et annet prosjekt som skal stimulere til praktisk og praksisnær undervisning. Prosjektet startet opp i 2009, er drevet av Naturfagsenteret og er basert på et samarbeid mellom Kunnskapsdepartementet og Miljøverndepartementet. Den naturlige skolesekken deler hvert år ut midler til barne-, ungdoms-skoler og videregående skoler, Vg1. Midlene skal stimulere til prosjekter der skolen utarbeider undervisning som tar i bruk andre læringsarenaer, samarbeider med eksterne aktører og fremmer undervisning for bærekraftig utvikling (se for øvrig kapittel 3.1 om realfaglige kompetanser for fremtiden). Mange lærere og elever som har vært med i prosjektet, rapporterer om styrkede kunnskaper, ferdigheter og holdninger knyttet til bærekraftig utvikling. NIFUs evaluering av DNS fra 2014¹¹⁵ ender opp med en anbefaling om at ordningen videreføres. NIFU peker spesielt på at mange av lærerne hevder å ha fått økt kompetanse i bruk av mer praktiske, varierte og utforskende arbeidsmåter og har lyktes bedre med det å utdanne miljøbevisste elever. Elevene samtykker for det meste i at praktisk undervisning på nye utendørs læringsarenaer motiverer dem til å lære. Internasjonal forskning viser også at slike aktiviteter øker elevens interesse for naturfag.¹¹⁶

DNS-prosjektene har i stor grad involvert eksterne aktører som frivillige organisasjoner, museer eller vitensentre, universitets- og høgskolesektoren, kommuner og bedrifter. Noen aktiviteter utenfor skoleområdet har ikke hatt læring som mål, men fokusert på å øke elevenes interesse for naturfag eller for naturfaglige karrierer.

Bruk av museer og vitensentre har vært fremhevet som et virkemiddel for å gjøre fagstoff mer engasjerende og samtidig synliggjøre relevans. Når det gjelder å vurdere læringseffekten av denne måten å arbeide med naturfag på, foreligger det relativt få vitenskapelige studier.¹¹⁷ I en sammenfatning av norske og utenlandske studier på dette feltet, konkluderer Hauan og Kolstø det med at læringsutbyttet synes å være usikkert.¹¹⁸ Spesielt ser læringsutbyttet ut til å være avhengig av at lærer tilrettelegger relevante aktiviteter i for- og etterkant av slike besøk. Lærerens didaktiske kompetanse blir her viktig. Det er også viktig at selve besøket forberedes godt og inkluderer samtaler og utforskende dialoger. Dette fremmer engasjement og læring, i følge Hauan og Kolstø. Denne type tilrettelegging ser likevel ikke ut til å være særlig vanlig.¹¹⁹ Det kan også være utfordringer knyttet til den rollen museumspedagoger spiller, for eksempel ved at det benyttes mye guiding og spørsmål på lavt kognitivt nivå.¹²⁰

¹¹³ <http://vimeo.com/85344807>

¹¹⁴ <http://godesirklar.no/utdanning/>

¹¹⁵ (Sjaastad, Carlsten, Opheim, & Jensen, 2014)

¹¹⁶ (Potvin & Hasni, 2014)

¹¹⁷ (Tal, 2012)

¹¹⁸ (Hauan & Kolstø, 2014)

¹¹⁹ (Frøyland, 2009; Hauan & Kolstø, 2014)

¹²⁰ (Frøyland, 2009)

Det er samtidig mulig å tenke seg at bidrag fra museer og vitensentre skal være noe mer og noe annet enn støtte til elevens begrepslæring. Flere studier¹²¹ finner at elever uttrykker økt faglig interesse etter slike besøk, og det blir også pekt på at det å se ting med egne øyne, arbeide praktisk og se eksempler på anvendelser, kan øke elevens innsikt utover det som måles i faglige tester.¹²² I en evaluering av Vitensenteret og Newton-rommet i Nord-Trøndelag¹²³ ble det funnet at lærere som tok med elever dit, mente at slike besøk økte elevenes realfaginteresse, hevet kvaliteten på undervisningen og ga dem selv faglig påfyll. I en spørreundersøkelse¹²⁴ med flere hundre elever som hadde vært på ulike vitensentre, ble det funnet at mange av elevene mente at besøket hadde bidratt til å øke deres kunnskaper og interesser for naturfag. I en annen undersøkelse fra 2003¹²⁵, hvor utvalget besto av 7. klassinger, uttrykte mange elever at de sjeldent hadde uteundervisning eller besøkte museer eller bedrifter, og at de ønsket å gjøre dette oftere. En god del elever og lærere rapporterte at dette var noe de aldri gjorde.

2.4 Teknologi

2.4.1 Teknologi og design integrert i naturfaget

Gjennom læreplanene for Kunnskapsløftet kom området Teknologi og design inn i norsk skole. Mens mange andre land har teknologi som eget fag, ble Teknologi og design i Norge integrert som del av tre eksisterende fag: naturfag, matematikk og kunst og håndverk. I naturfag-læreplanens beskrivelse av hovedområder står det:¹²⁶

«Emnet teknologi og design er et flerfaglig emne der naturfag, matematikk og kunst og håndverk samarbeider. Teknologi og design dreier seg om å planlegge, utvikle og framstille produkter til nytte i hverdagen. Samspillet mellom naturvitenskap og teknologi står sentralt i dette hovedområdet. Naturfaglige prinsipper vil være et grunnlag for å forstå teknologisk virksomhet.»

Esjeholm¹²⁷ har studert implementeringen av Teknologi og design i norsk skole, særlig i naturfaget. Han fant at læringsmål innen naturfag og matematikk i liten grad var representert i elevens arbeid med teknologi og design. Bungum, Esjeholm og Lysne konkluderte fra en videostudie av bruken av matematikk og naturfag i elevprosjekter i teknologi og design at selv om hensikten var at prosjektene skulle inkludere begrepskunnskap fra matematikk og naturfag, skjedde dette i svært liten grad.¹²⁸ De anbefalte at teknologi og design bør representeres som et eget kunnskapsområde i læreplanen, ikke som en arena for å lære naturfag og matematikk. Esjeholm bemerket imidlertid at denne måten å arbeide med teknologi på også er den mest utbredte i yrkeslivet, og at teknologi og design i skolen på denne måten faktisk representerer teknologiske yrker. Forfatteren påpekte samtidig at innføring av teknologi og design som eget fag ville kreve mye av lærerne, siden kun et fåtall lærere i dag har kompetanse innen teknologi

¹²¹ (Potvin & Hasni, 2014)

¹²² (Braund & Reiss, 2006)

¹²³ (Lysø & Sletterød, 2012)

¹²⁴ (Foss, 2014)

¹²⁵ (Almendingen, Klepaker, & Tveita, 2003)

¹²⁶ <http://www.udir.no/Lareplaner/>

¹²⁷ (Esjeholm, 2013)

¹²⁸ (Bungum, Esjeholm, & Lysne, 2014)

og design. Bungum¹²⁹ anbefalte at det legges opp til økt bruk av utforskende metoder i teknologifaget. Bungum med flere¹³⁰ anbefalte også at teknologi bør behandles som eget felt i utdanningen.

2.4.2 Valgfagene Teknologi i praksis og Forskning i praksis; programfaget Teknologi og forskningslære

Valgfag for 8. trinn ble innført fra 2012 og for 9. trinn i 2013. Fra og med 2014 har elever på alle trinn i ungdomsskolen valgfag. Det finnes 15 ulike valgfag; 6 av dem var nye høsten 2014.¹³¹ Teknologi i praksis var det tredje mest populære faget. 9 % av elevene valgte det, mens 5 % valgte Forskning i praksis. Det må bemerkes at de fleste skolene kun tilbyr en håndfull av valgfagene, gjennomsnittlig 4.¹³² Ekspertgruppa kjenner ikke til noen systematisk undersøkelse av hvordan disse valgfagene fungerer.

I videregående skole kom Teknologi og forskningslære inn som programfag med Kunnskapsløftet i 2006, og i 2014 var det i alt omkring 2600 elever i videregående skoles som fulgte dette faget, mot over 10 000 i hvert av fagene kjemi, fysikk og biologi.¹³³ Berit Bungum konkluderte ut fra en undersøkelse av lærerne i programfaget Teknologi og forskningslære at lærerne framsto som profesjonelle og autonome og at de hadde relevant kompetanse.¹³⁴ Ut fra sin kompetanse tolket lærerne læreplanen i Teknologi og Forskningslære på ganske ulike måter, og faget fikk ganske ulikt innhold og vinkling, avhengig av den enkelte lærers kompetanseprofil. Dette forsterkes ytterligere ved at faget ikke har noen lang tradisjon og ingen lærebøker. Fagets profil blir derfor sterkt preget av den enkelte lærers interesser. Lærerne i Bungums undersøkelse satte pris på friheten til å bruke sin egen kompetanse på kreative måter, men de uttrykte også et behov for faglige møteplasser for utveksling av ideer og erfaringer.

2.5 Realfagene i videregående opplæring

2.5.1 Matematikk og naturfag fellesfag på yrkesfaglige utdanningsprogrammer

For elever som begynner på yrkesfaglig studieretning i videregående skole, er både matematikk og naturfag obligatorisk i første studieår. Det er ikke utviklet egne læreplaner for matematikk og naturfag på yrkesfag, i stedet er det bestemt at gitte kompetansemål fra læreplanene for studieforbereende kurs er obligatoriske for elevene på yrkesfag. Seksti prosent av kompetansemålene for matematikkursene utgjør innholdet i matematikkursene på yrkesfag (Y-kursene). Elever på yrkesfag må velge mellom matematikkursene 1P-Y og 1T-Y. Skoleåret 2012/13 ble disse to kursene valgt av henholdsvis 96 og 4 prosent av elevene. Kompetansemålene er først og fremst knyttet til Tall og algebra og Geometri. I tillegg har elevene en modul i enten funksjoner eller økonomi. For naturfag er kompetansemålene knyttet

¹²⁹ (Bungum, 2013)

¹³⁰ (Bungum, Esjeholm, & Lysne, 2013)

¹³¹ (Utdanningsdirektoratet, 2014k)

¹³² (Utdanningsdirektoratet, 2014k)

¹³³ (Utdanningsdirektoratet, 2014d)

¹³⁴ (Bungum, 2009)

til hovedområdene Bærekraftig utvikling, Ernæring og helse, Energi for fremtiden og Forskerspiren.

Arbeidsgruppen bak rapporten «Matematikk i norsk skole anno 2014»¹³⁵, fant at sentrale faglige elementer som måling og formelregning, ikke er inkludert i fagplanene for matematikk på yrkesfaglig tilbud i videregående skole (1P-Y). Dette mener de er uheldig, ettersom en gjennomgang av kompetansemålene i yrkesfagene identifiserte måling som et sentralt faglig emne i alle disse fagene.

Omtrent 17 prosent av elevene har de siste årene ikke bestått matematikkurset i Vg1 og dette synes å være en medvirkende årsak til frafall.¹³⁶ Skoleåret 2013/2014 ble reviderte læreplaner i matematikk og naturfag tatt i bruk. Eksamensresultatene dette skoleåret viste at 13,3 % av elevene på 1P-Y fikk karakteren 1 (stryk) og 26 % fikk karakteren 2, så fremdeles er strykprosenten høy. Analyser utført av Utdanningsdirektoratet, viser at mange elever ikke består Vg1 fordi de stryker eller mangler vurdering i ett fag. I 60 % av tilfellene er dette matematikk!¹³⁷ Det er en stor utfordring å få matematikkopplæringen til å fungere bedre for denne gruppen av elever.

I forskrift til Opplæringslova av 7.juli 2010 (§ 1-3) blir skoleeier pålagt å yrkesrette fellesfagene gjennom en forskriftsendring:

«Opplæringa i fellesfaga skal vere tilpassa dei ulike utdanningsprogramma». I analyser av Lærlingeundersøkelsen for 2013 konkluderte forskerne blant annet med at «en stor andel av lærlingene opplever manglende yrkesretting i fellesfag. Dette handler delvis om begrensninger i læreplanverket, fellesfaglærere med lite kunnskap om yrkesfag og undervisning på tvers av fagområder.» (s. xvi)

Bortsett fra i Lærlingeundersøkelsen finner ikke ekspertgruppa at det foreligger systemisert kunnskap om i hvilken grad slik yrkesretting faktisk skjer, eller hvordan den praktiseres i klasserommet. Det ser heller ikke ut til å foreligge informasjon om nivået på realfaglæreres kunnskaper om de yrkene fellesfagene skal relateres til.

Både i matematikk og naturfag skal elever på de ulike yrkesfaglige utdanningsprogrammene arbeide med de samme kompetansemålene. Relevansen av kompetansemålene for de ulike programmene varierer sterkt. For lærere kan dette være en stor utfordring. På noen skoler velger man å slå sammen naturfagklasser fra ulike yrkesfaglige utdanningsprogram. Trolig gjøres dette først og fremst ut fra økonomiske vurderinger ved skolene. Dette kan gjøre yrkesretting av undervisningen enda mer utfordrende fordi eksempler som velges, kun får relevans for noen av elevene.

Som en del av overgangsprosjektet Ny GIV, ble det i 2011 startet en satsing kalt FYR-prosjektet. Siktemålet var å forbedre yrkesrettingen av fellesfagene på yrkesfaglige utdanningsprogram. Prosjektet er videreført for perioden 2014-2016 og skal sikre at elever i de yrkesfaglige utdanningsprogrammene får en opplæring i fellesfagene matematikk, norsk, engelsk og naturfag

¹³⁵ (Borge et al., 2014)

¹³⁶ (Utdanningsdirektoratet, 2014e)

¹³⁷ (Utdanningsdirektoratet, 2014e)

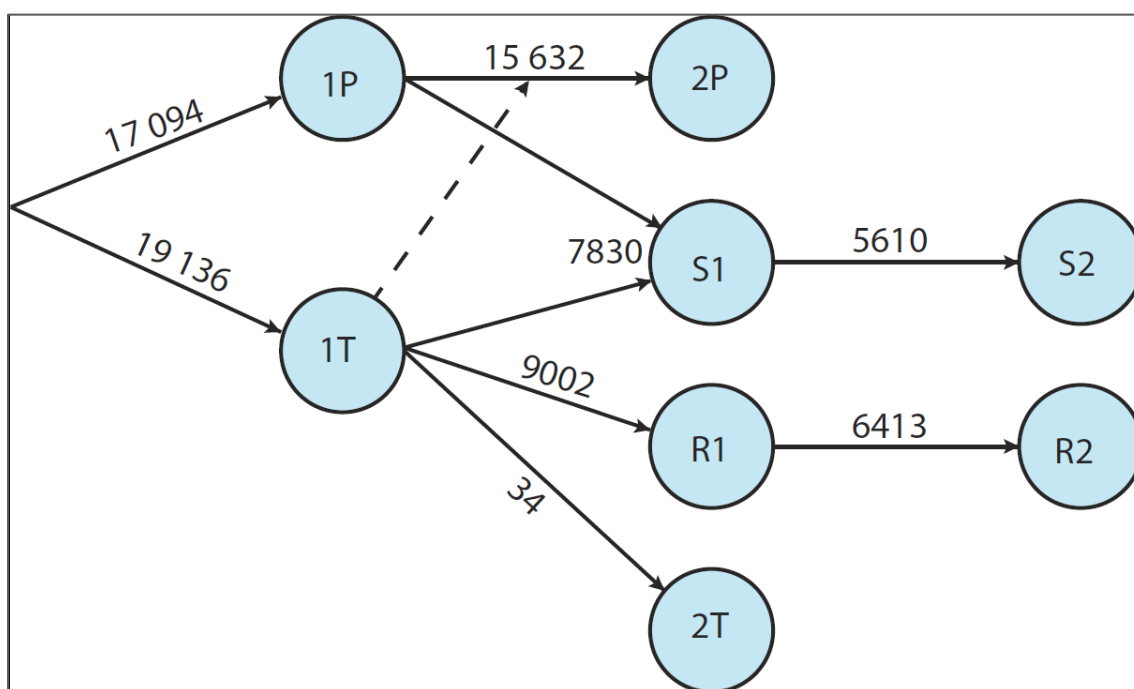
som oppleves som relevant for deres hverdag, og som er yrkesrettet mot fremtidig arbeidsliv. Høsten 2014 omfattet tilbudet 900 lærere.

2.5.2 Matematikkgagnene på studieforberedende utdanningsprogram

For elever som begynner på studieforberedende videregående opplæring, er det obligatorisk å ha matematikk i minst to år. Ved oppstart av første skoleår må elevene velge mellom de to kursene 1P og 1T. 1T er teoretisk orientert og skal forberede elevene på matematikk fordypningsfag i realfaglig retning (R), mens 1P er mer praktisk orientert. Grovt sett kan man si at det er to ulike motiv for å velge 1P; noen elever ønsker å bli «fort ferdige» med matematikk, dvs. de ønsker ikke å ha matematikk ut over de to obligatoriske årene og velger da den minst teoretiske stien 1P og 2P, mens andre velger 1P fordi de ønsker å kvalifisere seg til fordypningsfag i samfunnsfaglig retning (S), og gå videre med S1 og evt. S2 de påfølgende år. Dersom en elev velger 1T, gis det flere muligheter de neste to årene. Man kan gå videre med S1 og evt. S2, man kan velge R1 etterfulgt av R2, eller man kan ta 2T.

Figur 4 illustrerer oppbygningen av matematikkursene på studieforberedende program. Pilene viser hvilke valgmuligheter som gis, og antall elever på de ulike stiene. Dette antallet er hentet fra statistikk for avgangselever i 2014.¹³⁸

Figur 4: Oppbygningen av matematikkurs på studieforberedende utdanningsprogram¹³⁹



Som det går fram av Figur 4, er det en litt større andel elever som velger 1T enn 1P. T og P kursene er for øvrig en del av fellesfagene, mens R og S er programfag. Man kan også legge merke til at det er svært få elever som velger alternativet (2T). I rapporten «Matematikk i norsk skole anno 2014», foreslås det med bakgrunn i dette at 2T alternativet fjernes helt. Til slutt vil vi peke på at det er relativt få elever som velger tre år med matematikk, altså fullfører enten S2

¹³⁸ (Utdanningsdirektoratet, 2014)

¹³⁹ Gjengitt med tillatelse fra Borge et al. (2014)

eller R2. Det tas for øvrig et forsiktig forbehold om det nøyaktige antallet elever som fullførte de ulike valgene det angjeldende år, da det gis rom for å bytte kurs i løpet av skoleåret. Generelt kan man si at en av hovedhensiktene med denne strukturen for matematikkursene på studieforbereidende program, er at den skal være fleksibel og gi elevene mange muligheter til å skaffe seg generell studiekompetanse.¹⁴⁰

Tabell 3 viser eksamenskarakterfordelingen på matematikkursene i skoleåret 2012/2013.¹⁴¹ Fremstillingen viser at elevene på 1P fikk svakere karakterer enn elever på andre matematikkurs. Hele 46,9 % av elevene som tok 1P, fikk dette året karakteren 1 eller 2. De beste karakterene ble gitt til elevene som valgte full fordypning i matematikk (R2). Nesten 60 % av elevene som tok R2 fikk karakterene 4, 5, eller 6. Litt over 2/3 av elevene som tar R1 velger å fortsette med R2. Det er naturlig å anta at dette er godt motiverte elever.

Tabell 3: Karakteroversikt for skoleåret 2012-2013

FAG	1	2	3	4	5	6
1P	14,6	32,3	29,9	16,9	5,8	0,4
1T	10,3	19,2	25,3	23,8	17,8	3,6
2P	10,5	26,9	28,1	20,8	12,2	1,5
S1	9,3	17,2	25,4	25,0	19,4	3,6
S2	11,9	28,8	28,6	20,6	8,9	1,2
R1	6,9	19,1	25,2	24,4	20,4	3,9
R2	5,0	15,6	19,7	24,3	27,5	8,0

En rapport av Bjørkeng viste at det er flere gutter enn jenter som velger full fordypning i matematikk (R2), men samtidig er det slik at jenter får noe bedre karakterer enn gutter på de aller fleste av matematikkursene.¹⁴² Et av Bjørkengs funn var at det skal mer til, i form av karakter på R1, for at jenter skal velge R2 enn gutter.

Det er bekymringsfullt at det er så mange som får svake karakterer på matematikkursene i videregående opplæring, spesielt at strykprosentene er såpass høye. Av alle skriftlige eksamensfag i videregående opplæring skoleåret 2012/2013, var det fem matematikkfag som hadde den høyeste prosentandelen stryk.

Tabell 4: Strykprosent i enkelte matematikkfag i videregående opplæring skoleåret 2012-2013

MATEMATIKKFAG	STRYKPROSENT
1P	34,6
2P	21,0
1P-Y	15,7
2P-Y	35,3
S1	18,8

Mange elever som ikke fullfører videregående skole, stryker eller mangler vurdering i kun ett fag. I et skriv fra Utdanningsdirektoratet til ekspertgruppa for realfagene opplyses det om at i 60 prosent av tilfellene gjelder dette matematikk. Det er derfor viktig å få redusert strykprosenten i

¹⁴⁰ (Borge et al., 2014)

¹⁴¹ www.skoleporten.no

¹⁴² (Bjørkeng, 2011)

matematikkursene i videregående opplæring. Mange av de elevene som stryker i matematikk, har sannsynligvis strevd med dette faget også på lavere klasstrinn og dette reiser igjen spørsmålet om elevene har fått den undervisningen og oppfølgingen som er nødvendig og om tiltak settes inn tidlig nok. Denne problematikken er drøftet i kapittel 2.3.2.

Det bør for øvrig nevnes at tiltaket Ny Giv,¹⁴³ ble igangsatt for å øke gjennomstrømmingen i videregående opplæring. Ett av de mest omfattende tiltakene var intensivopplæring i lesing, skriving og regning for elevene med svakest faglig nivå på tiende trinn. Foreløpige evalueringer viser at Ny Giv synes å føre til at flere elever fullfører videregående opplæring. Det er mindre klare funn med hensyn til konkret læringsutbytte.¹⁴⁴ Undervisningen av elevene som er omfattet av Ny Giv involverer spill, bruk av konkrete og konkurranser. Forskere som observerte undervisningen, fant imidlertid lite bruk av problemløsningsoppgaver og begrepsdrøfting. Det var altså lite innslag av aktiviteter som ga mulighet for dybdelæring.¹⁴⁵

2.5.3 Naturfagene på studieforberedende utdanningsprogram

Parallelt med arbeidet i ekspertgruppa for realfagene, jobber et utvalg satt ned av Utdanningsdirektoratet med en faggjennomgang av naturfagene i hele utdanningsløpet. Denne gruppa skal levere en delrapport 1. desember 2014 og sluttrapport i mars 2015. Ekspertgruppa er godt informert om det arbeidet som gjøres der. I vår egen rapport vil vi, etter å ha gitt en kort situasjonsbeskrivelse av naturfagene innenfor videregående opplæring, særlig legge vekt på å beskrive enkelte utfordringer disse fagene står overfor.

Fagtilbudet innenfor naturfag i studieforberedende videregående opplæring¹⁴⁶ består av fellesfaget Naturfag 1 i Vg1, og følgende programfag: Biologi 1, Biologi 2, Fysikk 1, Fysikk 2, Geofag 1, Geofag 2, Geofag X, Kjemi 1, Kjemi 2, Teknologi og forskningslære 1, Teknologi og forskningslære 2, Teknologi og forskningslære X. Geofag X og Teknologi og forskningslære X er fag med færre timer enn de andre programfagene, laget for å øke fleksibiliteten i fagtilbudet. Bare Geofag 1+2 (og tilsvarende for Teknologi og forskningslære) gir full fordypning. I tillegg inneholder programområdet for realfag ulike matematikkfag (se 2.1.2), Informasjonsteknologi 1 og Informasjonsteknologi 2.¹⁴⁷

Utvikling i elevtall på de ulike fagene

Naturfag 1 er et fellesfag på Vg1 for alle elever. På Vg2 og Vg3 velger elevene programfag selv. Fysikk 2 og Kjemi 2 er formelt lagt opp til å bygge på Fysikk 1 og Kjemi 1, respektivt, mens det for geofag, biologi og teknologi og forskningslære i prinsippet skal være mulig å ta fagene på nivå 2 uten å ha tatt dem på nivå 1. Utvikling i elevtall på de ulike fagene fra 2008 til 2013 er gitt i Figur 5 og Figur 6.¹⁴⁸ Geofag X og Teknologi og forskningslære X er ikke med i figurene, men hadde omtrent 400 og 800 elever, respektivt, i perioden 2010-2013.¹⁴⁹ Som Figur 5 og Figur 6 viser,¹⁵⁰

¹⁴³ <http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/kd/Nyheter-og-pressemedlinger/pressemedlinger/2012/ny-giv-lofter-de-faglig-svakeste-elevene.html?id=708821>

¹⁴⁴ (Eielsen, Kirkebøen, Leuven, Rønning, & Raaum, 2013)

¹⁴⁵ (Hodgson, Rønning, & Tomlinson, 2012)

¹⁴⁶ (Utdanningsdirektoratet, 2014c)

¹⁴⁷ (Borge et al., 2014)

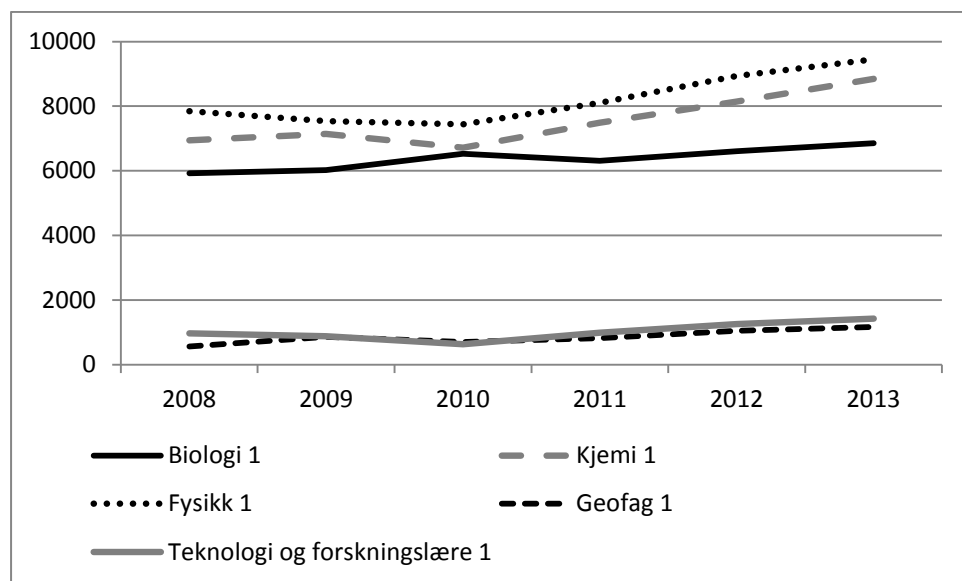
¹⁴⁸ (Utdanningsdirektoratet, 2014a)

¹⁴⁹ (Utdanningsdirektoratet, 2014d)

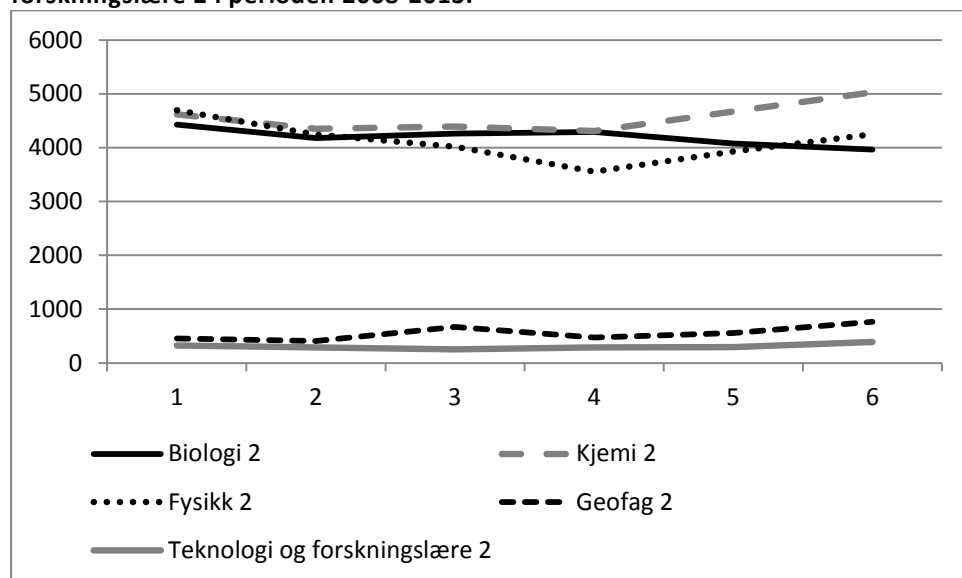
¹⁵⁰ (Utdanningsdirektoratet, 2014b)

er det fysikk, kjemi og biologi som er de største fagene både på nivå 1 og 2, mens geofag og teknologi og forskningslære har færre elever. Kjemi og fysikk har hatt en økning i elevtall de siste årene, spesielt på nivå 1. Det gjelder også til en viss grad geofag og teknologi og forskningslære. Alle fagene opplever imidlertid en nedgang i elevtall mellom nivå 1 og nivå 2, spesielt fysikk og teknologi og forskningslære.¹⁵¹ Det er en klart ujevn kjønnsfordeling på mange av programfagene, med over 2/3 jenter i biologi og over 2/3 gutter i Teknologi og forskningslære og Fysikk 2.

Figur 5: Antall elever på programfagene Biologi 1, Fysikk 1, Geofag 1, Kjemi 1, Teknologi og forskningslære 1 i perioden 2008-2013.



Figur 6: Antall elever på programfagene Biologi 2, Fysikk 2, Geofag 2, Kjemi 2, Teknologi og forskningslære 2 i perioden 2008-2013.



Under gjør vi rede for noen viktige utfordringer programfagene i naturfag står overfor.

¹⁵¹ (Utdanningsdirektoratet, 2014d)

Lærerkompetanse, læringsressurser og fagdidaktisk kunnskap

Geofag og Teknologi og forskningslære ble innført med Kunnskapsløftet i 2006, og er slik sett relativt unge fag. Det krever tid å gi nye fag godt fotfeste, både med tanke på å bygge opp lærerkompetansen, utvikle læringsressurser, og forske fram fagdidaktisk kunnskap relevant for de nye fagene. Naturfagsenteret og Universitetet i Oslo har satt i gang et omfattende program for etter- og videreutdanning av geofaglærere, *Geoprogrammet*, og dette skal nå videreføres i samarbeid med skolelabbene i geofag ved Universitetet i Oslo og Universitetet i Bergen.

Forskning i Geoprogrammet har gitt nyttige innsikter for geofagdidaktikk,¹⁵² men det trengs mer forskning for å sikre utviklingen av fagene, lærerkompetansen og læringsressursene. For geofag eksisterer det kun én lærebok, men den har ikke har vært oppdatert siden 2007. For teknologi og forskningslære finnes det ingen lærebok. Det er ikke nødvendigvis negativt å ikke ha lærebok, men det krever ekstra mye undervisningsplanlegging av læreren.

Dybdelæring, progresjon og læreplaner

I fysikktesten i TIMSS Advanced i 2008 skårer norske elever godt over gjennomsnittet for de deltagende land, men det var likevel en klar nedgang i norske elevers prestasjoner i perioden 1995-2008. Forskerne peker på at spesielt algebraiske manipulasjoner framstår som vanskelige for norske elever.¹⁵³ Svarene fra elevspørreskjemaene i TIMSS Advanced 2008 tyder på at de vanligste undervisningsformene er lærers fremlegging av stoff og individuelt arbeid med oppgaver. Arbeid med oppgaver inkluderer ofte noe veiledning fra lærer, men helklassediskusjoner av begreper forekommer i liten grad. Fagdidaktisk forskning viser imidlertid at diskusjoner av sentrale begreper er viktig i relasjon til dybdelæring (se 3.3). I en studie hvor intervjuer med fysikkelever inngikk, ga elevene uttrykk for at diskusjon gjorde teoristoff var vanskelig å få tak på.¹⁵⁴

En annen utfordring ved stor dominans av tradisjonell tavleundervisning og individuelt arbeid i fysikk, er at faget kan framstå som monotont og kjedelig. Det vil derfor kunne framstå som lite attraktivt for elever som ikke trives med denne undervisningsformen.

Utdanningsdirektoratets gruppe for faggjennomgang av naturfagene peker på stofftrengsel i flere av læreplanene i programfagene som et aktuelt problem. Dette kan gjøre det vanskelig å legge til rette for dybdelæring.¹⁵⁵ Gruppen mener også det er flere utfordringer knyttet til læreplanenes progresjon, fra naturfag som fellesfag til de ulike programfagene på Vg2, fra Vg2 til Vg3, og i noen tilfeller fra Vg3 og videre over til høyere utdanning. Spesielt mener gruppen at Naturfag 1 i for liten grad forbereder elever på å fortsette med programfag i naturfag. Det argumenteres for at dette i stor grad skyldes omfattende og kompliserte læreplanmål som lærere blir tvunget til å behandle så overflatisk, at dybdelæring ikke kan skje. For fysikk framhever faggjennomgangen at koblingen til innholdet i Matematikk R1 ikke er bra nok og at fagene i større grad burde koordineres, slik at det for eksempel ble tatt hensyn til den matematikken elevene har behov for i Fysikk 1. For geofag er det en utfordring at læreplanene ble laget med tanke på at Geofag 2 skulle bygge på Geofag 1, mens det nå har blitt åpnet for å ta

¹⁵² (Frøyland & Remmen, 2013; Remmen, 2014)

¹⁵³ (Lie, Angell, & Rohatgi, 2010)

¹⁵⁴ (Guttersrud, 2001)

¹⁵⁵ (Eggen et al., 2014)

Geofag 2 før Geofag 1. Dette medfører store utfordringer for lærerne, som må undervise kompetansemål i Geofag 2 som egentlig bygger på forkunnskaper i Geofag 1.

Vurdering

Utdanningsdirektoratets gruppe omtaler flere utfordringer knyttet til vurdering, og drøfter spesielt enkelte aspekter ved eksamen i programfagene.¹⁵⁶ De peker på at skriftlig sentralgitt eksamen i stor grad definerer innholdet og styrer undervisningen i fagene. Når læreplanene i utgangspunktet er veldig omfattende, blir lærere tvunget til å prioritere emner som vanligvis kommer på eksamen. Et beslektet tema som ekspertgruppa problematiserer, er at dagens kompetansemål i liten grad er relatert til den foreliggende eksamensordningen. Flere av kompetansemålene er vanskelig å måle i en skriftlig eksamen, de ignoreres derfor til eksamen, noe som gjør at de også nedprioriteres i undervisningen. Videre peker gruppa på at det er et stort sprik mellom resultater på skriftlig og muntlig eksamen. Det er færre som oppnår sterke karakterer i skriftlig enn i muntlig. Karakterstatistikk viser dessuten at elever som tar de mest avanserte kursene i matematikk og fysikk i videregående skole, presterer høyere enn gjennomsnittet i andre fag, som for eksempel norsk.¹⁵⁷ Det synes imidlertid som om det kreves mer for å få en god karakter i realfag, enn i andre fag. Elever vil oppfatte dette som om de «straffes» for å velge realfag og dette kan lede til uheldige strategiske bortvalg av realfag, spesielt av de fagene som legger lista for gode karakterer høyest (for eksempel Fysikk 2).¹⁵⁸

Kjønnskjev valg og mangel på full fordypning

Enkelte av programfagene har en veldig kjønnskjev elevgruppe. I biologifagene er 2/3 av elevene jenter, mens mer enn 2/3 av elevene i teknologi og forskningslære, informasjonsteknologi og Fysikk 2 er gutter. Videre er det en utfordring for fysikk at bare rundt halvparten av elevene som tar Fysikk 1, fortsetter til Fysikk 2. Flere jenter enn gutter velger å slutte etter Fysikk 1.¹⁵⁹ Mange fysikkelever velger Fysikk 1 av strategiske så vel som interessebaserte grunner.¹⁶⁰ At så mange velger bort Fysikk 2, kan derfor skyldes at faget ikke kreves formelt for inntak til noen høyere utdanninger, og at Fysikk 1 ikke stimulerer nok interesse for fysikkfaget.

2.6 Bruk av IKT i realfagsundervisning

2.6.1 Digitale læremidler

I 2006 ble det å beherske digitale verktøy og medier innført som en av de fem grunnleggende ferdighetene som inngår på tvers av fagene i Læreplanverket for Kunnskapsløftet (LK06). LK06 beskriver kompetansemål relatert til bruk av digitale verktøy og digitale medier i de ulike fagene og på de ulike nivåene. Hatlevik og kolleger¹⁶¹ hevder i sin utredning «Monitor skole 2013» at IKT blir brukt hyppigere i humanistiske fag som norsk, samfunnsfag og engelsk, enn i matematikk og naturfag. Matematikk er det faget der IKT blir brukt minst i undervisningen. Dette mønstret fant

¹⁵⁶ (Eggen et al., 2014)

¹⁵⁷ (Lie et al., 2010)

¹⁵⁸ (Bøe & Henriksen, 2013a)

¹⁵⁹ (Utdanningsdirektoratet, 2014d)

¹⁶⁰ (Bøe & Henriksen, 2013a)

¹⁶¹ (Hatlevik, Egeberg, Gudmundsdóttir, Loftsgarden, & Loi, 2013)

man på alle tre trinnene som ble undersøkt. En stor utfordring innenfor realfagene er derfor å utvikle programvare og innhold av høy kvalitet som kan stimulere bruken av digitale læremidler.

I det følgende vil vi presentere noen av de mest brukte digitale læremidlene som er blitt utviklet for realfag i løpet av de siste årene. Vi refererer til relevante funn fra forskning på bruk av IKT innen realfag og peker på muligheter og utfordringer som denne teknologien gir.

Viten.no

Viten.no, som eies og drives av Naturfagsenteret, har vært en nettressurs for norske lærere og elever siden 2002. Viten.no tilbyr gratis, interaktive og nettbaserte undervisningsopplegg og de fleste av disse er tilpasset læreplanen i naturfag på ungdomstrinnet og Naturfag 1 i videregående skole.¹⁶² I utformingen av Viten-programmene er det tatt hensyn til oppdatert naturfagdidaktisk og naturvitenskapelig forskning. En viktig faktor i utviklingen av programmene har vært å utnytte de mulighetene som finnes i digitale medier for å skape engasjement og motivasjon. Eksempelvis benyttes det interaktive oppgaver som gir umiddelbar feedback, animasjoner som er bygd opp etter forskning på læring, osv. Det har også blitt lagt vekt på å skape varierte og motiverende læringsaktiviteter ved hjelp av et brukervennlig og oversiktlig visuelt design. I skoleåret 2011/2012 hadde de mest brukte Viten-programmene mer enn 10 000 innloggede elever, Ufra analyser av sidevisninger, er det grunn til å tro at det reelle antall brukere er nær det dobbelte.¹⁶³ Pr. høsten 2014 er i overkant av 20 ulike programmer tilgjengelige.

GeoGebra

GeoGebra¹⁶⁴ er et interaktivt dynamisk matematikkprogram, opprinnelig lagd av østerrikeren Markus Hohenwarter som kan brukes på alle nivåer, fra barneskole til universitet. Programmet videreutvikles kontinuerlig av brukerne, og kan benyttes på ulike plattformer. Norsk GeoGebra-institutt, som er en del av Matematikksenteret, organiserer den norske delen av «International GeoGebra Institute». De utvikler ressurser og tilbyr kurs og verksteder for lærere og andre brukere.

Matematikksenteret har i korrespondanse med ekspertgruppa informert om at det foreløpig ikke har blitt utført evalueringer og systematiske kartlegginger av bruken av GeoGebra. Likevel vurderer de det slik at bruken av GeoGebra har økt betydelig de siste årene, både i ungdomsskolen og på videregående nivå. De knytter denne økte bruken blant annet til vedtak og gjennomføring av nye eksamensordninger for matematikk, med opplegg for mer bruk av IKT-hjelpemidler. Ut fra tilbakemeldinger fra lærere, mener Matematikksenteret at GeoGebra for det meste benyttes i relasjon til tradisjonell oppgaveløsning og at det i mindre grad brukes i mer utforskende typer oppgaver og problemstillinger.

Kikora

Kikora¹⁶⁵ er et norsk programvareselskap, stiftet i 2005, som utvikler og tilbyr nettbaserte læremidler for matematikk. Et sentralt poeng i Kikora er at elever som løser matematikkoppgaver i programmet, får fortløpende tilbakemeldinger om hva som er riktig og

¹⁶² (Sjørborg, Mork, & Erlie, 2013)

¹⁶³ (Sjørborg et al., 2013)

¹⁶⁴ <http://en.wikipedia.org/wiki/GeoGebra>

¹⁶⁵ <http://www.kikora.no/om-kikora>

galt i utregningene. Elevene vil derfor ha mulighet til å gå tilbake og rette opp mulige feil. Et annet viktig poeng er at lærerne kan følge med på elevenes arbeider og få en oversikt over hvor elevenes problemer ligger. Bruken av Kikora har økt kraftig gjennom de siste årene.

DragonBox

DragonBox er en prisbelønt App som er utviklet av en norsk matematikklærer. App-en er ment som et supplement til algebraundervisningen i skolen. Dette læringsverktøyet er utformet etter mekanismer barn og unge gjenkjenner fra dataspill. Tall og bokstaver blir på de første nivåene i spillet erstattet av ulike tegneserie-aktige figurer og objekter. Etter hvert introduseres så tall og matematiske uttrykk. Tanken bak App-en er å gjøre arbeidet med matematikken mer spennende og motiverende for elevene uten å gå på akkord med det matematiske innholdet. Brukerne er først og fremst elever på ungdomsskoletrinnet og videregående skole.

2.6.2 Forskning på bruk av digitale læremidler

Det har blitt gjennomført flere studier av bruken av digitale læremidler innen realfag i norsk skole. Her vil vi presentere noen av disse.

Matematikk

På bestilling fra Kunnskapsdepartementet lyste Utdanningsdirektoratet i 2012 ut et oppdrag om forskning på læremidler. Formålet med det angjeldende forskningsprosjektet var å få økt kunnskap om hvilken betydning læremidlene har for undervisning og læring ut fra kompetansemålene i sentrale skolefag, som matematikk, naturfag, engelsk og samfunnsfag.¹⁶⁶

En av delrapportene som nå er utgitt, har tittelen: «Læremidler og arbeidsformer for algebra i skolen». Her undersøker forskerne hvordan to spesifikke digitale læremidler, *Kikora* og *DragonBox*, brukes i matematikkundervisningen i en storklasse (75 elever) på 8. trinn ved en skole på Østlandet. Studiedesignet inkluderte pre- og posttest for å måle læringsutbyttet, videoopptak av interaksjoner, og intervjuer med elever og med læreren. Ambisjonene med studien var å undersøke hvilken effekt læremidlene hadde på interaksjon, engasjement og læring.

Kikora kjennetegnes ved at programmet er tilgjengelig via skolens digitale læringsplattform. Elevene kan arbeide individuelt eller i par med dette programmet, som generelt presenterer algebra på samme måte som det gjøres i lærebøker i faget. I *DragonBox* (app) må elevene forholde seg til et spill gjennom å bruke symboler og operasjoner som er spesielt utviklet for denne app-en, og som altså ikke er tett knyttet til de algebrasymboler de kjenner fra den tradisjonelle matematikkundervisningen.

Følgende hovedfunn rapporteres fra forskerne: Styrken til *DragonBox* var at den hadde en rask oppstart og skapte et stort engasjement blant elevene. Alle elever var fokusert gjennom hele timen mens de jobbet med denne appen. For å komme i gang med *Kikora*, måtte man logge seg inn på skolens læringsplattform, og det tok derfor mye lenger tid å komme i gang med dette programmet. Det skapte heller ikke samme engasjement som *DragonBox*. Analysene av pre- og posttestene som ble gjennomført, viste imidlertid at elevene i denne klassen fikk klart best læringsutbytte av å bruke *Kikora*. Forskerne forklarer dette ved at *DragonBox* ikke syntes å gi elevene mulighet til å bruke et matematisk standardspråk i diskusjonene som oppsto, da de

¹⁶⁶ (Dolonen & Kluge, 2014)

løste problemer i denne appen. Symbolene og mekanismene lot seg også vanskelig overføre til f. eks. kladdebok eller tavle. Appen genererte altså ikke diskusjoner som lett kunne knyttes til etablerte matematiske diskurser. Også læreren fant det problematisk å relatere symbolene og prosedyrene i DragonBox til etablert matematisk diskurs. Til bruken av *Kikora* derimot, hvor det benyttes et standardisert matematisk språk, ble det enklere for læreren å benytte sitt vante repertoar av forklaringsmåter.

Forskerne konkluderer med at det er svært utfordrende å ta i bruk læremidler som bruker symboler og operasjoner som avviker fra etablert praksis i lærebok og på prøver. Det setter stor krav til «oversetting». Dersom en slik oversetting ikke presenteres, får elevene store problemer med å nyttiggjøre seg denne type digitale læremidler.

Dette funnet samsvarer også med forskning på bruken av digitale verktøy i matematikk utført ved Universitetet i Agder. I deres forskningsrapporter påpekes viktigheten av at lærerne får kursing i å utnytte potensialet i nye læremidler knyttet til IKT. Hvis ikke slik støtte gis, vil introduksjon av digital teknologi i liten grad føre til endring i undervisningen på en måte som kan gi bedret læringsutbytte. Lærere må i tillegg få tilstrekkelig teknisk støtte.¹⁶⁷ Skoler med et sterkt lederskap eller med lærergrupper som samarbeider tett, vil i følge forskernes ha bedre muligheter til å lykkes med å skape nye muligheter for læring, enn lærere som står alene.¹⁶⁸

Ulike uavhengige forlag produserer også nettbaserte ressurser knyttet til sine læreverker for å støtte bruken av digital teknologi i realfag.

Naturfag

For naturfag er NDLA (Norsk digital læringsarena)¹⁶⁹ en viktig leverandør av digitale læringsressurser. I en rapport om NDLA skrevet av Erstad mfl.,¹⁷⁰ gis det en bred evaluering av denne digitale læringsressursen på videregående trinn. Det er fagene naturfag, norsk og helse som inngår i NDLA og det er spesielt naturfagdelen som er relevant for vår rapport.

Erstad mfl. mener generelt at det er mange gode initiativ til faglige relevante læringsressurser i NDLA og at det bør satses på å videreutvikle disse. De finner også at læringsressursene har en høy grad av brukervennlighet, dvs. at det ikke kreves spesielle digitale kompetanser for å benytte dem. Naturfag-siten framstår for øvrig som den mest omfattende og best utviklete, med god overensstemmelse mellom mål og innhold på nettressursene og med fotografier av god billedmessig og teknisk kvalitet. Stoffet preges imidlertid av en svært saklig informasjonsformidling. Erstad et al. peker på at dette kan styrke troverdigheten, men at det lett kan oppleves som noe kjedelig. De foreslår at det benyttes en større andel problembaserte oppgaver med mere kontroversielle vinklinger, og mener dette kan bidra til å øke elevenes interesse og motivasjon for naturfag. Generelt hevder de at en grunnleggende utfordring ligger i å videreutvikle det potensialet som ligger i digitale plattformer. De bør for eksempel ikke kun blir en digital kopi av trykte læringsmidler. Ved å utnytte potensialet fullt ut, bant annet ved i større grad å gjøre programmene interaktive, vil en øke sannsynligheten for at elevene opplever digitale verktøy som personlig engasjerende ressurser for egen læring og kunnskapsutvikling.

¹⁶⁷ (Billington, 2009)

¹⁶⁸ (Fuglestad, 2010)

¹⁶⁹ <http://ndla.no/en>

¹⁷⁰ (Erstad, Drotner, & Duus, 2009)

I en annen nyere studie om sammenhengen mellom bruk av IKT og læringsutbytte i videregående opplæring, (Krumsvik, Egelandsdal, Sarastuen, Jones, & Eikeland, 2013), som omfattet over 17000 elever og 2500 lærere, fant en at IKT var mye brukt, men ofte var lite faglig orientert. IKT ble i mindre grad brukt i tilknytning til underveisvurdering (vurdering for læring) eller sluttvurdering. Undersøkelsen fant mye utenomfaglig bruk av PC. Utenomfaglig bruk av PC kan tenkes å være en årsak til at god klasseledelse er en større utfordring i klasser hvor elevene bruker PC (Zucker & McGhee, 2005). Forskerne peker på at et godt læringsutbytte ved bruk av IKT synes å falle sammen med høy digital og didaktisk kompetanse hos lærer.

I en studie basert på 30 naturfagtimer i 2008 i to ulike Vg1-klasser på skoler på Østlandet, fant forskerne at mange elever i liten grad bearbeidet den informasjonen de fant på Internett. Ofte limte de i stedet inn tekstfragmenter i egne dokument (Mork, Kluge, & Sørborg, 2009).

2.6.3 Bruk av digitale hjelpemidler til eksamen

Etter forsøksordning i 2008 ble todelt eksamen med bruk av hjelpemidler innført for matematikkurs i grunnskolen og videregående skole i 2009. I del 1 skulle elevene svare på oppgaver som kan løses uten digitale hjelpemidler, og de hadde kun tilgang til et formelark som ble trykket i eksamensheftet. Del 1 inneholdt typisk oppgaver som krever grunnleggende begrepsforståelse og regneferdigheter, og elevene kunne arbeide med del 1 i inntil to timer.

På del 2 fikk elevene bruke alle hjelpemidler som ikke innebærer kommunikasjon. Denne delen inneholdt flere problemløsningsoppgaver. Noen oppgaver var merket med et symbol som indikerte at denne burde løses ved hjelp av digitale hjelpemidler. Elevene i grunnskolen fikk bruke PC (regneark og dynamiske geometriprogram) og håndholdt kalkulator. I de første årene fra og med 2009, brukte elever i videregående skole først og fremst grafisk kalkulator. Etter at skolene begynte å kjøpe inn læremidler til elevene, har det blitt mer vanlig å bruke PC sammen med håndholdt kalkulator også i videregående skole.

I en evaluering av denne eksamensordningen ble det anbefalt at oppgavene i større grad burde tilpasses et variert hjelpemiddelbruk.¹⁷¹ Det ble også foreslått å sette i gang et arbeid som sikret at eksamen ble gjennomført med samme type hjelpemidler på alle skoler. En betydelig utfordring er å lage eksamensoppgaver som har samme vanskegrad, uavhengig av hvilket hjelpemiddel elevene bruker. Det er innført endringer i eksamen i matematikk som trer i kraft våren 2015. Endringene er dels strukturelle (fordeling del 1 og 2), og dels knyttet til krav om bruk av spesifikke hjelpemidler.

På mange skoler er det fremdeles begrenset tilgang til IKT-utstyr, noe som kan hemme planlagte aktiviteter. Forandringer i krav til eksamen for 10. klasse og videregående skole, vil trolig bidra til å stimulere til en økt bruk av digital teknologi (spesielt regneark, symbolbehandlende programmer og grafplottere) på de øverste trinnene.¹⁷²

2.7 Etter- og videreutdanning av lærere

Etterutdanning betegner opplæringstilbud som er beregnet på praktiserende lærere og som *ikke* gir formell kompetanseøkning i form av studiepoeng. *Videreutdanning* er tilsvarende

¹⁷¹ (Utdanningsdirektoratet, 2009)

¹⁷² (Utdanningsdirektoratet, 2014j)

opplæringstilbud som *gir* studiepoeng. Lærerløftet¹⁷³ er Regjeringens strategi for satsing på kunnskapsskolen. Tre av de fem overordnede tiltakene i Lærerløftet involverer etter- og videreutdanning:

- Krav om at alle lærere skal ha fordypning for å undervise i de mest sentrale fagene
- Økt satsing på etter- og videreutdanning og skolebaserte utviklingstiltak
- Pilot for å skape flere karriereveier i skolen

Ekspertgruppa tenker seg at etter- og videreutdanning (EVU) henger sammen med skolebaserte utviklingstiltak og med læreres refleksjon over og forskning på egen praksis. Her vil også karriereveier i skolen komme inn i bildet, siden en viktig oppgave for «ekspertlærere» nettopp kan være å lede læringsfelleskap og forskning på praksis i egen skole eller region. Dermed trengs det opplæringstilbud både for brede grupper av lærere og for lærere som ønsker å kvalifisere seg til en karriere som faglig veileder/ekspertlærer.

Forskning¹⁷⁴ tyder på at etter- og videreutdanningskurs oftest fører til endringer i undervisning og elevenes læring hvis de er praksisnære. Læreres arbeid i læringsfelleskap trenger samtidig å være støttet av skoleledelse og skoleeier i den krevende fasen der nye ideer med usikkert utfall skal prøves ut. Forskning viser også at vellykkede utviklingsprosjekt normalt er informert av teori, og at læringsfelleskap trenger støtte fra veiledere med relevant kompetanse fra UH-sektoren eller lærere med prosjekterfaring, jfr. behovet for ekspertlærere. Adey hevdet at «... penger brukt på faglig utvikling som tilbyr umiddelbar suksess, som ikke støtter lærerne i klasserommet, hvor målene har blitt pålagt lærerne, og hvor tid til refleksjon ikke har vært tilgjengelig, er trolig helt bortkastet.»¹⁷⁵

TALIS-undersøkelsen¹⁷⁶ tyder på at det som lærere i både grunn- og videregående skole etterspør sterkest når det gjelder behov for faglig og yrkesmessig utvikling, er elevvurdering, IKT-ferdigheter for undervisning, kunnskap og forståelse innen eget fagområde, og kunnskap og forståelse av didaktikk innen eget fagområde. Opplæring innen andre områder, som f.eks. klasseromsledelse, å undervise elever individuelt, og undervisning i flerkulturelt/flerspråklig miljø, etterspørres i klart mindre grad av lærerne. Lærere som har deltatt i forskjellige profesjonelle utviklingsaktiviteter, svarer i TALIS på i hvilken grad de mener at deltakelsen har hatt betydning for undervisningen. Igjen er det områdene elevvurdering, kunnskap og forståelse innen eget fagområde, og kunnskap og forståelse av didaktikk innen eget fagområde som rangeres av lærerne på alle trinn som mest betydningsfulle for deres undervisningspraksis.

Figur 7 viser en modell for etter- og videreutdanning av lærere, utviklet av ekspertgruppa. Hovedpoenget med modellen er å illustrere hvordan en rekke faktorer må «spille på lag» for at etter- og videreutdanning skal ha best mulig effekt. «Lærere i læringsfelleskap» er plassert sentralt i modellen og pilene viser hvilke andre aktører og momenter som vil påvirke hvordan et slikt læringsfelleskap fungerer. Modellen viser at en rekke aktører i stat og kommune må bidra

¹⁷³ (Kunnskapsdepartementet, 2014a)

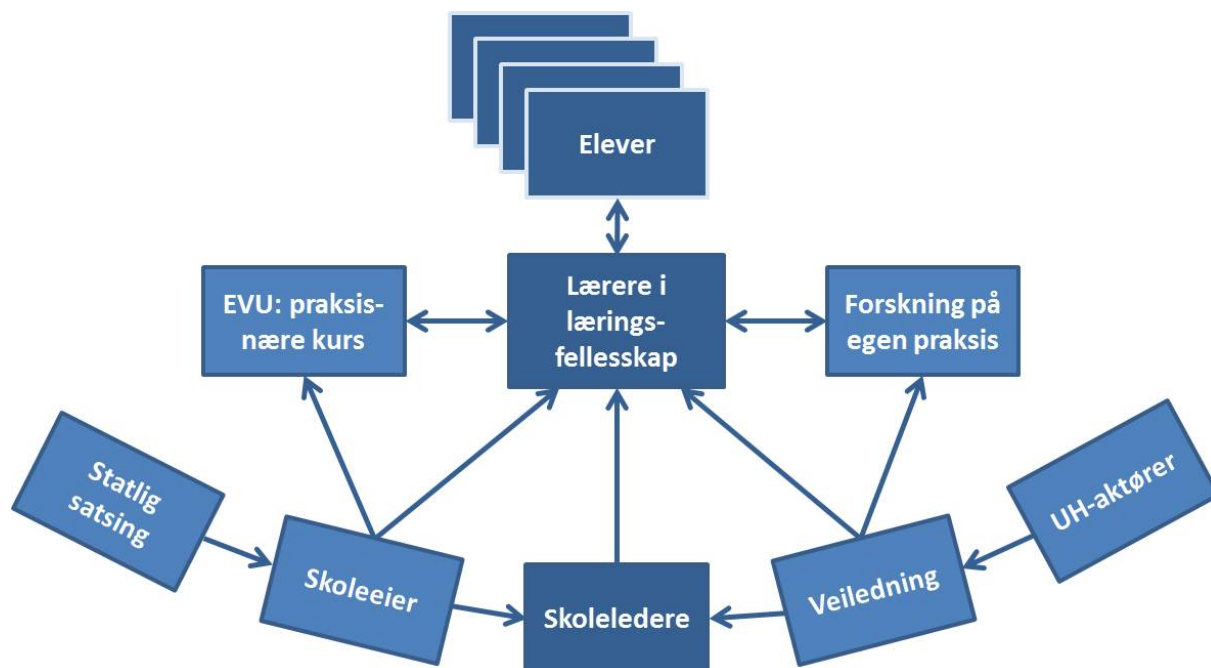
¹⁷⁴ (Adey, 2004; Zehetmeier & Krainer, 2011)

¹⁷⁵ (Adey, 2004, pp. 176-177, vår oversettelse)

¹⁷⁶ (Caspersen, Aamodt, Vibe, & Carlsten, 2014)

for å skape et fruktbart samspill mellom EVU, utvikling av læringsfellesskap, og forskningsbasert/refleksiv undervisningspraksis.

Figur 7: En modell for hvordan etter- og videreutdanning (EVU) henger sammen med utvikling av læringsfellesskap



Etterutdanning

Etterutdanning for lærere innen realfag gis av mange ulike aktører og med ulikt innhold, vinkling, varighet mm. Noen tilbud er initiert av Utdanningsdirektoratet og oppdraget tildelt institusjoner etter en form for anbudsrunder – dette gjelder bl.a. den nasjonale satsingen «Nøkler til naturfag».¹⁷⁷ Noen tilbud skreddersys av ulike aktører i offentlig eller privat sektor på oppdrag fra enkeltskoler, -kommuner eller -regioner, og atter andre tilbys av private aktører av ulike slag. Det er ekspertgruppas inntrykk at innhold, arbeidsmåter og generell kvalitet på etterutdanningstilbudene er variabel. Ekspertgruppa kjenner ikke til noen nasjonal oversikt eller evaluering av etterutdanningstilbud.

Videreutdanning

«Kompetanse for kvalitet»¹⁷⁸ angir den nasjonale strategien for videreutdanning 2012-2015. Strategien identifiserer flere sentrale aktører (partnere) i gjennomføringen: skoleledere og skolemiljøer, nasjonale utdanningsmyndigheter, kommuner og fylkeskommuner, KS, lærerforbund og høyere utdanning. Matematikk er et av de prioriterte områdene i denne strategien, og Regjeringen investerer tungt for å implementere strategien. Gjennom «Kompetanse for kvalitet» fikk over 2000 lærere innvilget søknader om videreutdanning i

¹⁷⁷ http://www.naturfagsenteret.no/c1515376/artikkel/vis.html?tid=2054035&within_tid=1512163

¹⁷⁸ (Kunnskapsdepartementet, 2011a)

matematikk og naturfag i skoleåret 2014-2015.¹⁷⁹ Kapasiteten foreslås styrket betraktelig i Regjeringens forslag til statsbudsjett for 2015.¹⁸⁰

NIFUs deltakerundersøkelse for 2014¹⁸¹ tyder på at de fleste lærere som har tatt videreutdanning gjennom «Kompetanse for kvalitet» er fornøyd, at ordningen fungerer godt og at deltakerne opplever at de har fått økt kompetanse og motivasjon. I NIFUs undersøkelse pekes det spesielt på viktigheten av at deltakerne får diskutert og prøvd ut det de har lært på sitt arbeidssted. Dette henger sammen med tiltak for å skape en kultur for læring og for faglig og didaktisk videreutvikling på den lokale skole (og/eller kommunalt eller fylkesnivå), se Figur 7. Tiltak for å bygge «lærende fellesskap» på skoler må altså antas å øke effekten av videreutdanning – og videreutdanning kan i sin tur bidra til å bygge slike fellesskap lokalt. Dette er i tråd med strategiens målsetninger om å utvikle en kultur for kunnskapsdeling innad på hver skole, og at lærere anerkjenner kompetanseutvikling som en naturlig del av sitt arbeid.¹⁸²

Kommuner og fylkeskommuner er pålagt å samarbeide med universiteter og høyskoler for å utvikle et videreutdanningstilbud innen UH-sektoren. Den nasjonale strategien for videreutdanning fastsetter de grunnleggende komponentene ved et slikt tilbud. Kursene skal inneholde:¹⁸³

- Fag og fagdidaktikk, sistnevnte med vekt på god praksis identifisert av forskning og erfaring.
- Et fokus på praksis, at deltakerne prøver ut ting i praksis som grunnlag for refleksjon.
- Innhold som bidrar til en mer variert praksis og relevant læring og undervisning for elevene.
- Innhold som fokuserer på sentrale elementer i Kunnskapsløftet: evaluering og vurdering, tilpasset opplæring, bruk av digitale verktøy i undervisningen og et fokus på grunnleggende ferdigheter på fagets egne premisser.

Tidligere faser av Kompetanse for kvalitet (2009-2012) har på oppdrag av Utdanningsdirektoratet vært gjenstand for en grundig evaluering.¹⁸⁴ Undersøkelsen viste at lærere generelt var fornøyd eller svært fornøyd med emnene de hadde tatt ved universiteter og høyskoler. Rapporten pekte likevel på en del utfordringer:

- Skolenes tilrettelegging for videreutdanning og kunnskapsdeling var i mange tilfeller ikke i tråd med strategiens forutsetninger om langsiktig og systematisk arbeid med kompetanseoppbygging og kunnskapsdeling lokalt på skolene.
- Lærere etterspurte opplæring i didaktiske og metodiske områder som f.eks. elevvurdering og tilpasset opplæring, i større grad enn det som ble gitt i videreutdanningen.

¹⁷⁹ <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/pressemeldinger/2014/Over-3000-larere-far-tilbud-om-videreutdanning.html?id=757511>

¹⁸⁰ <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/pressemeldinger/2014/En-milliard-til-videreutdanning-av-larere.html?id=770876>

¹⁸¹ (Gjerustad & Lødding, 2014)

¹⁸² (Kunnskapsdepartementet, 2011a, p. 15)

¹⁸³ (Kunnskapsdepartementet, 2011a, p. 15)

¹⁸⁴ (Klewe & Rasmussen, 2012)

- På en del skoler er det utfordringer med å få dekket opp undervisning mens lærere deltar i videreutdanning.

Angående det siste punktet, er inntrykket til de av ekspertgruppas medlemmer som er involvert i arbeid med videreutdanning, at mange lærere ikke frikjøpes fra undervisning i det omfang som forutsettes i «Kompetanse for kvalitet». Det blir dermed vanskelig for dem å følge den studieprogresjonen som emner med et visst antall studiepoeng krever.

Den nåværende «Kompetanse for kvalitet»-strategien bygger videre på resultater fra evalueringen. Likevel stiller ekspertgruppa spørsmål ved i hvilken grad rapportens anbefalinger er blitt implementert. Ekspertgruppas gjennomgang av videreutdanningen som tilbys ved 19 høyere utdanningsinstitusjoner i 2014-2015, totalt 30 emner, tyder på at veldig få av disse emnene eksplisitt inkluderer alle områdene som er identifisert av strategien. Dette betyr ikke nødvendigvis at områdene er utelatt i implementeringen av emnene. Som det fremgår av evalueringsrapporten,¹⁸⁵ kan implementeringen av emner være bredere og rikere enn angitt i emnebeskrivelsene. Videre er det ikke klart fra emnebeskrivelsene hvilken erfaring og kompetanse de ansvarlige personer har for å gjennomføre emnene. Utvidelsen av videreutdanning i matematikk har medført stor rekruttering av faglig ansatte i matematikdidaktikk ved universiteter og høyskoler. Det fremgår ikke om disse nyrekruttede blir satt til å undervise de nylig utviklede emnene, eller om disse emnene blir undervist av personale med erfaring i å samarbeide med lærere. Så vidt vi kjenner til, er det i Norge ingen spesialiserte opplæringstilbud for universitets- og høyskoleansatte som skal lede og undervise innen profesjonell faglig utvikling for lærere.

Når det gjelder suksessfaktorer og utfordringer knyttet til videreutdanning av lærere i matematikk og naturfag, viser norsk og internasjonal forskning bl.a. følgende:

- Når lærere tror de har klart å implementere nye tilnærminger med suksess, så er det mulig at de er opptatt av overflateegenskaper ved praksisen og ikke de fundamentale aspektene som berører kvaliteten på elevenes opplevelse av matematikken.¹⁸⁶
- Det kan ha stor verdi at lærere og spesialister i matematikdidaktikk møtes til workshops,¹⁸⁷ og at lærere er informerte og oppdaterte på kunnskap om elevers læring.¹⁸⁸
- Læreres aksjonsforskning – en kritisk utforskning av egen praksis, leder i de fleste tilfeller til vedvarende endringer av praksis.¹⁸⁹
- Endring av praksis er krevende, selv for erfarne lærere. Lærere trenger støtte og oppmuntring for å implementere nye metoder.¹⁹⁰
- Lærere arbeider innenfor begrensede rammer (læreplan, tidsressurser, materiell og læringsressurser, elev- og foreldreforventninger) som kan vanskeliggjøre en lærers forsøk på å endre praksis.¹⁹¹

¹⁸⁵ (Klewe & Rasmussen, 2012)

¹⁸⁶ (Cohen, 1990; Fennema, Franke, Carpenter, & Carey, 1993; Knapp & Peterson, 1995)

¹⁸⁷ (Lyngved, Pepin, & Sikko, 2012)

¹⁸⁸ (Kleve, 2011)

¹⁸⁹ (Zehetmeier & Krainer, 2011)

¹⁹⁰ (Jaworski, Goodchild, Eriksen, & Daland, 2011)

- Lærere tilpasser ofte spesialdesignede, forskningsbaserte undervisningsaktiviteter til sin egen rutinemessige praksis, istedenfor å endre egen praksis i relasjon til disse nye aktivitetene.¹⁹²

2.8 Rekruttering til realfag

2.8.1 Hvorfor skal man satse på rekruttering til realfag?

Når det snakkes om en «krise» i rekrutteringen til realfag, dreier det seg ikke så mye om en reell nedgang i tallet på realfagselever/-studenter. Det dreier seg mer om at utredninger og strategiske satsinger tilsier at vi trenger *økt* rekruttering og et *større mangfold* (for eksempel bedre kjønnsbalanse) av folk med realfagskompetanse for å nå viktige mål om utvikling av velferdsstat og næringsliv, både i Norge¹⁹³ og internasjonalt.¹⁹⁴ SSBs framskrivninger av etterspørselen etter kandidater med høyere realfaglig utdanning¹⁹⁵ tyder på at det spesielt kan oppstå knapphet på lærere i realfagene, mens en tidligere antatt mangel på ingeniører og andre med realfagsbakgrunn nå er tonet litt ned.

Ungdom velger ikke utdanning primært ut fra samfunnets behov – de velger utdanning basert på sine egne interesser og framtidsplaner.¹⁹⁶ Både for den enkelte utdanningssøker og for samfunnet er det imidlertid et mål at valget skal tas på et mest mulig fritt og velinformert grunnlag. Dette forutsetter blant annet tilstrekkelig informasjon om utdanninger og yrker, og fravær av formelle og uformelle hindre for frie valg (f.eks. stereotype forestillinger om realfagene og deres utøvere, eller ukorrekte oppfatninger om egne forutsetninger for å lykkes i realfag). Bedre rekruttering til realfag innebærer at en større og mer kjønnsbalansert gruppe unge, basert på velinformerte valg, søker seg til realfagene.¹⁹⁷

Nedenfor presenteres noen sentrale tall for realfagsvalg i videregående skole og høyere utdanning, og deretter gis en kort gjennomgang av relevant forskning på ungdoms valg og bortvalg av realfagene.

2.8.2 Elevers fagvalg i videregående skole

Skoleåret 2013/14 gikk 43 prosent av elevene på Vg2 studiespesialisering på programområdet realfag, mens 53 prosent gikk på språk, samfunnsfag og økonomi og 3 prosent gikk på formgivingsfag.¹⁹⁸ Antall elever som velger realfag i videregående skole, har vist en svak økning siden 2010, og 16 av de 19 ulike programfagene innen realfag hadde økt elevtall i 2013-2014 i forhold til skoleåret før. De største programfagene innenfor området realfag var matematikkfagene Matematikk R (realfagsinnretning) og Matematikk S (samfunnsfaginnretning) og deretter fysikk, kjemi og biologi. Informasjonsteknologi, geofag samt teknologi og forskningslære har et mindre antall elever.

¹⁹¹ (Goodchild, 2014; Goodchild, Jaworski, & Fuglestad, 2013)

¹⁹² (Artigue, 2009)

¹⁹³ (Kunnskapsdepartementet, 2009, 2013b)

¹⁹⁴ (EU, 2010)

¹⁹⁵ (Cappelen, Gjefsen, Gjelsvik, Holm, & Stølen, 2013)

¹⁹⁶ (Bøe & Henriksen, 2013b; Eccles et al., 1983; Wigfield & Eccles, 2000)

¹⁹⁷ (Bøe & Henriksen, 2013b)

¹⁹⁸ (Utdanningsdirektoratet, 2014d)

Det er ujevn kjønnsfordeling på mange av realfagene, med over 2/3 jenter i biologi og over 2/3 gutter i Informasjonsteknologi, Teknologi og forskningslære og Fysikk 2. Dette mønsteret har vært relativt stabilt over flere år.¹⁹⁹ Alle realfagene som bygger på et tilsvarende fag på lavere nivå (Fysikk 2, Kjemi 2, Matematikk R2 osv.), viser en betydelig nedgang i elevtall fra nivå 1 til nivå 2. Utdanningsdirektoratet²⁰⁰ bemerker følgende: «Skilnadene mellom faga kan forklarast med at enkelte studium, som medisin, odontologi, ernæring og farmasi, krev full fordjuping i kjemi og anten matematikk R1 eller S1 og S2. Ingen studium krev fordjuping i fysikk. Alle programfaga i realfag gir uansett tilleggspoeng når ein søker høgare utdanning». Jenteandelen i flere av fagene synker også i denne overgangen (spesielt for Matematikk R, Fysikk, og Informasjonsteknologi).

Også på realfagsrelaterte yrkesfaglige studieprogrammer er kjønnsfordelingen i mange tilfeller svært skjev, som for eksempel programmene Helse- og oppvekstfag (jentedominert) og Teknikk og industriell produksjon, Bygg- og anleggsteknikk og Elektrofag, som er guttedominerte.²⁰¹

2.8.3 Valg av høyere utdanning

I følge NIFUs evaluering av satsingen på matematikk, naturvitenskap og teknologi (MNT) i universitets- og høyskolesektoren, har det vært en større økning av studenter på MNT-fag enn på andre fagområder fra 2003-2013.²⁰² Rapporten vurderer at satsingen på rekruttering til MNT-fagene i denne perioden langt på vei har lyktes. I 2014 mottok Samordna opptak 3 850 søknader til høyere utdanning med et studieprogram i kategorien realfag (matematikk og naturfag) som førsteprioritet, og 13 870 søknader med et teknologisk studieprogram (ingeniør, sivilingeniør, arkitekt, maritim, annet) som førsteprioritet. Disse utgjorde hhv 3 % og 12 % av den totale søkermassen.²⁰³ Realfag hadde en økning på 63 % siden 2007, mens økningen for teknologifag var på 50 % og økningen i totalt antall søkere til høyere utdanning var 30 %. Realfagene har altså styrket sin stilling noe gjennom de siste 7 årene. Likevel viser Kunnskapsdepartementets tilstandsrapport for høyere utdanning 2014 at det fremdeles er slik at norske elever i større grad enn det som er gjennomsnittet i OECD-land, velger å studere helsefag og pedagogiske fag, og at færre tar realfag.²⁰⁴

Antall kvalifiserte førstegangssøkere pr. studieplass kan si noe om den relative populariteten til ulike studieområder. I 2013 hadde jus flest kvalifiserte søkere pr studieplass (litt over 3); Teknologifag hadde 1,5, realfag 1,2, mens lærerutdanninger hadde 1,1 kvalifisert søker pr. studieplass. Den realfaglige utdanningen med flest søkere pr. plass var nanoteknologi ved NTNU med 8 søkere pr. plass.²⁰⁵

Tilstandsrapporten dokumenterer at kvinnene utgjorde 60 % av alle studenter i 2013. Kvinnene har vært i flertall blant studentene fra 2004. Bare innenfor naturvitenskapelige og tekniske fag var menn i flertall med 68 % av studentene. Kjønnsfordelingen varierer sterkt mellom de ulike

¹⁹⁹ (Bjørkeng, 2011)

²⁰⁰ (Utdanningsdirektoratet, 2014d, p. 17)

²⁰¹ (Utdanningsdirektoratet, 2014d)

²⁰² (Langfeldt et al., 2014)

²⁰³ (Samordna Opptak, 2014)

²⁰⁴ (Kunnskapsdepartementet, 2014c)

²⁰⁵ <http://www.samordnaopptak.no/tall/2014/mai/foerstevalg/plasser/rangert>

fagområdene innen realfag og teknologi; i studieåret 2009/2010 var for eksempel jenteandelen på biologiske fag 68 %, mens den var 10 % på elektrofag og 12 % på informasjons- og datateknologi. Innen kjemiske fag var kjønnsfordelingen ganske jevn (tall fra SSB).

2.8.4 **Forskning på ungdoms valg og bortvalg av realfagene**

Empirisk forskning så vel som sosialpsykologiske modeller for utdanningsvalg, tyder på at opplevelser og påvirkningsfaktorer kan bidra til bedre rekruttering til realfag dersom de:

- gir mestringsopplevelser og selvtillit i realfagene
- øker interessen for realfag
- hjelper ungdom å «se seg selv» som en realfagstudent og senere yrkesutøver
- viser mulighetene for trygg jobb og spennende karriere innen realfag
- minsker oppfatningen av at det er ekstra vanskelig og krevende å lykkes i realfag²⁰⁶

Forskningsprosjektet Vilje-con-valg²⁰⁷ undersøkte valg og bortvalg av realfag blant norske elever i videregående skole og studenter i høyere utdanning. Elever på programområdet Realfag baserte fagvalget først og fremst på egen interesse og selvrealisering, i tillegg til nytteverdien av realfagene for høyere utdanning. Mange av realfagselevne framsto som bredt motiverte og foreløpig åpne for mange ulike videre studier, også ikke-realfaglige utdanninger.²⁰⁸ Førsteårsstudentene i høyere utdanning innen matematikk, naturvitenskap og teknologi (MNT) uttrykte at interesser og selvrealisering var viktigst for valgene deres, men de ønsket seg også trygg jobb, god lønn og hadde altså også instrumentelle motiv. Både elever og studenter forventet å møte spennende og engasjerende fagstoff, samtidig som de trodde det kom til å bli krevende.²⁰⁹ Forskerne fant store kjønnsforskjeller i realfagselevnes planer for utdanning og yrker. Flere jenter enn gutter siktet seg inn mot medisinstudier og andre helserelaterte yrkesveier, mens flest gutter ville studere og jobbe med teknologi.

Både Vilje-con-valg og internasjonal forskning trekker fram identitet som en betydningsfull faktor for ungdoms valg eller bortvalg av realfaglig utdanning.²¹⁰ Ungdom må kunne se seg selv i realfagene, kjenne seg igjen i både yrkesutøvelsen og yrkesutøverne, for å velge en realfaglig utdanning. Med utgangspunkt i PISA-data fant Kjærnsli og Lie at affektive størrelser som interesse, nytte, mestringsforventning og selv vurdering predikerte ønsket om framtidig jobb bedre enn faktiske prestasjoner målt i naturfagskår i PISA.²¹¹ Selv om Vilje-con-valg og PISA-undersøkelsene forteller en god del om enkelte viktige faktorer for unges utdanningsvalg, som interesser, instrumentell motivasjon og selv vurdering, vet vi lite om hvor godt norske elever klarer å identifisere seg med realfagene. På dette området trengs det mer forskning.

Når det gjelder foreldre, lærere og andre personer som står i en personlig relasjon til de unge, viser forskning at de ofte er viktige inspirasjonskilder og sparringpartnere for elever i

²⁰⁶ (Bøe & Henriksen, 2013b; Henriksen, Dillon, & Ryder, 2014; Schreiner, Henriksen, Sjaastad, Jensen, & Løken, 2010)

²⁰⁷ <http://www.naturfagsenteret.no/c1515601/prosjekt/vis.html?tid=1512157>

²⁰⁸ (Bøe, 2012a; Bøe & Henriksen, 2013a)

²⁰⁹ (Bøe & Henriksen, 2013b)

²¹⁰ (Bøe et al., 2011; DeWitt, Archer, & Osborne, 2014; Hazari, Sonnert, Sadler, & Shanahan, 2010; Taconis & Kessels, 2009)

²¹¹ (Kjærnsli & Lie, 2011)

valgprosesser knyttet til utdanning og karriere.²¹² Slike personer påvirker gjerne valg gjennom at de er med på å forme elevenes mestringsforventninger, interesser og i hvilken grad de kan identifisere seg med ulike valgmuligheter.²¹³ Også kortere møter med personer kan ha innvirkning på elevers realfagsvalg. For eksempel studerte Jensen og Bøe²¹⁴ «Jentedagen» ved NTNU, der jenter som går på realfag i videregående skole tilbringer to dager på NTNU. Der møter de studenter, går på foredrag, og deltar i sosiale aktiviteter. Forskerne fant at tiltaket så ut til å virke positivt på rekrutteringen, gjennom at det endret deltakernes oppfatning av hvorvidt realfagsstudier kunne passe for dem og hvorvidt de kom til å lykkes. Elevene opplevde møtet med studentene som spesielt fruktbart. De ble sett på som «oppnåelige rollemodeller» som kom med troverdig informasjon om hvordan det var å studere realfag.

Realfagenes image i populærkulturen bidrar også i stor grad til å forme unges oppfatning av disse fagene og av dem som jobber med fagene. Populærvitenskap er derfor en viktig inspirasjonskilde for mange unges valg av realfag.²¹⁵

Noe av det aller viktigste for ungdoms forhold til realfag, er imidlertid deres opplevelser av disse fagene i skolen.²¹⁶ Skolen er en viktig arena for erfaring med realfag. Det er et sted der interesse oppstår og utvikles, der mestring eller mangel på mestring oppleves, der planer for videre utdanning og yrke kan vekkes, og der oppfatninger av hvem fagene passer for kan oppstå eller utfordres. Mange elever, spesielt mange jenter, har lav faglig selvtillit i realfagene, og flere jenter enn gutter opplever realfagene som spesielt krevende.²¹⁷ Dersom elevene har fått oppleve at realfagene kan være relevante og engasjerende, bidrar det til en mer positiv holdning til fagene. Det sannsynliggjør videre realfagsvalg, og det kan gjøre at de anses som overkommelig og verdt en ekstra innsats. I en gjennomgang av forskningslitteratur om ungdoms holdninger til naturfag, skriver Osborne mfl. at «den største endringen som kan gjøres for å heve kvaliteten på naturfagopplæringen, er å rekruttere og beholde kompetente og entusiastiske naturfaglærere.»²¹⁸

2.9 Bidrag til realfagssatsing fra aktører utenfor skolen

Samarbeid med arbeidsliv, universitets- og høyskolesektoren, vitensentre og museer innebærer muligheter for å øke elevers faglige interesse og opplevelse av realfagenes relevans. Utvalget har ikke funnet en samlet systematisert informasjon om utbredelsen eller læringseffekter av slikt samarbeid i norsk skole, men kjenner til en rekke eksempler på slikt samarbeid, der noen inngår i evaluerte prosjekter.

Noen eksempler på samarbeid mellom skole og arbeidsliv er Lektor 2, Energiskolene²¹⁹ (samarbeid mellom videregående skoler og energibedrifter) og partnerskapet «Gode sirkler». NIFU evaluerte Lektor 2 i 2014, og konkluderte med at prosjektet hadde styrket båndene mellom

²¹² (Sjaastad, 2012a, 2012b; Tytler, 2014)

²¹³ (Eccles & Wigfield, 2002)

²¹⁴ Jentedagen-artikkel

²¹⁵ (Henriksen, Jensen, & Sjaastad, 2014)

²¹⁶ (F. Jensen & Henriksen, 2014; Regan & DeWitt, 2014)

²¹⁷ (Bøe, 2012b)

²¹⁸ (Osborne, Simon, & Collins, 2003, p. 1069, vår oversettelse)

²¹⁹ <http://www.naturfagsenteret.no/c1525443/prosjekt/vis.html?tid=1520715>

skole og arbeidsliv.²²⁰ «Gode sirkler» (se 2.3.3) er ett av flere eksempler på at arbeidslivsorganisasjoner bidrar inn mot realfagssatsingen. I faget Utdanningsvalg²²¹ skal ungdomsskoleelever blant annet bli kjent med lokalt arbeids- og næringsliv. NHO tilbyr her etablering av partnerskap med skoler gjennom deres satsing «Næringsliv i skolen».²²² I Bergen har Bergen kommune inngått et samarbeid med NHO og Hordaland fylkeskommune kalt «Ka vil DU bli? Samarbeidsordning for ungdomsskolene i Bergen kommune». Gjennom dette samarbeidet får elever i faget Utdanningsvalg besøke tre ulike lokale bedrifter og utdanningsinstitusjoner, en dag på hvert sted. Opplegget har potensiale til å skape motivasjon og interesse i skolefag gjennom synliggjøring av relevans. NHO og Tekna er også samarbeidspartnere for Ent3r-prosjektet²²³, mens både NITO, NHO, Tekna, Energi Norge, Norsk Industri, Norsk Teknologi, og Norsk Olje og Gass har bidratt økonomisk og i referansegrupper til forskningsprosjekter om valg og bortvalg av realfag.²²⁴ Statoil bidrar blant annet til programmet Teach First, der nyutdannede kandidater innenfor matematikk, naturvitenskap og teknologi underviser i realfag i skoler i Oslo, samtidig som de får lærerutdanning og kompetanseutvikling i regi av Statoil og av Teach First i England.²²⁵

Universiteter og høyskoler samarbeider med skoler om å ta i mot elever på skolebesøk, for eksempel gjennom «Ung forsk»²²⁶ ved Universitetet i Oslo, opplegg ved energilaboratoriene på NMBU,²²⁷ og «Jentedagen» ved NTNU.²²⁸ Mange andre universiteter og høyskoler tilbyr lignende opplegg for besøk av elever. I tillegg tilbyr noen universiteter at høyt presterende elever ved videregående skoler kan følge undervisning i kurs på universitetsnivå.

Norges Forskningsråd er en viktig aktør i realfagssatsingen for barn og unge i skolealder, med konkurranser som «Nysgjerrigper» og «Unge forskere», og gjennom programmer som støtter populærvitenskapelig formidling (slik Pro Forsk og tidligere ProReal gjorde). Vitensentre og museer utgjør en annen stor samling av eksterne realfagsaktører. De er beskrevet i et eget delkapittel i rapporten (se 2.3.3). Det er flere indikasjoner på at besøk til slike institusjoner kan bidra til økt interesse for realfag.²²⁹ Hvorvidt det også har en positiv effekt på elevenes læring, har vist seg vanskelig å dokumentere.²³⁰

²²⁰ (Sjaastad, Carlsten, & Opheim, 2014)

²²¹ http://www.udir.no/kl06/UTV1-01/?wa_kt=topp

²²² <http://nhoung.nho.no/artikler/om-naeringsliv-i-skolen-nis>

²²³ <http://www.ent3r.no/om-ent3r/samarbeidspartnere/>

²²⁴ <http://www.naturfagsenteret.no/c1515601/prosjekt/vis.html?tid=1512157>

²²⁵ www.teachfirstnorway.no

²²⁶ <http://www.ungforsk.com/>

²²⁷ <http://www.nmbu.no/om/fakulteter/miljotek/institutter/imt/laboratorier/energilab/skole>

²²⁸ <http://www.ntnu.no/jentedag>

²²⁹ (Foss, 2014; Potvin & Hasni, 2014)

²³⁰ (Hauan & Kolstø, 2014)

3 Viktige momenter for å oppnå bedre læring og mer positive holdninger til realfag

3.1 Realfaglige kompetanser for fremtiden

Dagens samfunn er preget av store og raske endringer knyttet til teknologiutvikling, globalisering, klima og generell kunnskapsutvikling, noe som gjør at arbeidslivets kompetansebehov stadig forandres. Dette gjør det nødvendig å ha et gjennomtenkt forhold til hvilke kompetanser som bør vektlegges i opplæringen i realfagene. På bakgrunn av analyser av arbeidslivets behov, har for eksempel OECD pekt på at det er viktig at kunnskapstilegnelse i skolen resulterer i kompetanser i betydningen anvendbare kunnskaper. I OECDs DeSeCo-utredning (Definition and Selection of Competencies) ble det konkludert med at «En kompetanse er evnen til å mestre en kompleks utfordring eller utføre en kompleks aktivitet eller oppgave».²³¹ Dette er en forståelse av kompetanse som ligger nær det som uttrykkes i Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk for livslang læring og i Kvalitetsutvalgets utredning «I første rekke», som kom i forkant av innføringen av Kunnskapsløftet.²³² I praksis innebærer dette kompetansebegrepet et fokus på det å kunne anvende kunnskaper, ferdigheter og holdninger i situasjoner som ikke er preget av ren reproduksjon. Forskning tilsier at en slik anvendelse er knyttet til dybdelæring og erfaring med bruk av kunnskap i relevante kontekster.²³³ Utfordringer knyttet til bærekraftig utvikling og arbeidslivets behov i et globalisert samfunn, peker også mot viktigheten av en fokusering på anvendelse av kunnskaper.

Skal skolen gi elevene realfaglig kompetanse som forbereder dem på høyere utdanning og arbeidsliv så vel som aktiv samfunnsdeltakelse, er det ikke nok å dyrke fram kognitive aspekter av fagene.²³⁴ Holdningsaspekter som interesse og motivasjon er viktige drivkrefter for å lære matematikk og naturfag, og for å velge realfaglige utdanninger og yrker. Det naturfag og matematikk kan gi av undring, glede og oppdagelser av verden omkring oss, er også verdifullt i seg selv. Realfagene i skolen bør gjenspeile betydningen av de affektive sidene ved fagene på en måte som gir elever opplevelser av undring, mestring og interesse, og bidrar til at de verdsetter viktigheten av disse fagene for samfunnet og seg selv.

Mange vektlegger i dag betydningen av innovativ og kreativ tenkning i alle yrker. I skolesammenheng kommer dette til uttrykk på ulike måter, bl.a. gjennom fokus på livslang læring og innføring av fagområdet «Teknologi og design». I realfagene utvikles innovativ og kreativ tenkning i fagene særlig gjennom utforskende tilnærming i naturfag og matematisering/matematisk modellering i matematikk. Disse arbeidsmetodene kan derfor være relevante utover innlæring av faglige begreper.

Fremskritt i teknologi endrer kjennetegn på realfaglig aktivitet og bruk av fagene i hverdagen og på arbeidsplasser. Det å kunne bruke faglige relevante IKT-verktøy er i dag en naturlig del av realfaglig kompetanse. Dette kommer til uttrykk i identifiseringen av «Digitale ferdigheter» som

²³¹ (Knain, 2005, p. 49)

²³² (NOU, 2003:16)

²³³ (Bransford, Broen, Cocking, Donovan, & Pellegrino, 2000)

²³⁴ (Olsen, 2013; Sjøberg, 2009)

en grunnleggende kompetanse i Kunnskapsløftet. En utfordring er likevel å vurdere når læring av IKT skal være et mål i seg selv, og når det bare skal brukes hvis det samtidig effektiviserer læringen i det aktuelle realfaget. Det som synes klart, er at realfagene i skolen til enhver tid må videreutvikles for å kunne holde tritt med de teknologiske fremskrittene som finner sted, slik at kompetansene elevene utvikler blir relevante for det 21. århundre.²³⁵ Et eksempel her er endringene på de arbeidsplasser hvor datamaskiner nå har tatt over oppgaver som er preget av regelbaserte algoritmiske rutineprosedyrer.²³⁶ Det kan synes lite meningsfullt å bruke mye ressurser på å undervise i algoritmer med bruk av blyant og papir for regneoperasjonene, hvis det eneste stedet disse er i bruk er i skolen, og den eneste hensikten er å forberede seg til eksamen. Imidlertid kan det være et poeng å lære slike algoritmer dersom de kan bidra til elevenes utvikling av tallkunnskap, matematisk kompetanse og ferdigheter i relasjon til problemløsning og strategisk tenkning. Som et konkret eksempel, vil operasjoner med brøker (addisjon, subtraksjon, multiplikasjon og divisjon) være noe de fleste elever bare møter i skolen. Men det å lære om brøkmengder og brøkdeler vil være viktig for å underbygge forståelsen av prosent og prosentregning, som er viktige begreper å kjenne til for å kunne nyttiggjøre seg informasjon innenfor mange sektorer i samfunnet. Både numeriske og algebraiske operasjoner med brøker kan utføres ved hjelp av digital teknologi, men brukeren må være i stand til å forstå rasjonale tall og relasjoner for å kunne vurdere gyldigheten av et svar og bruke det innenfor sammenhenger som ikke er rutinemessige.

Det er viktig at læreplanene i matematikk og naturfag imøtekommer behovene til dagens generasjon av elever og bidrar til å støtte dem gjennom livslang læring. I relasjon til dette, er det en rekke grunnleggende spørsmål som bør diskuteres og evalueres, for eksempel:

- Hvilke realfaglige ferdigheter og kompetanser kreves for å kunne delta aktivt i demokratiske politiske prosesser i Norge i dag og i fremtiden?
- Hvilke realfaglige ferdigheter og kunnskaper er viktige som grunnlag for den mer spesialiserte realfaglige kompetansen som utvikles gjennom yrkes- og profesjonsutdanning?
- Hvilke grunnleggende ferdigheter, kunnskaper, forståelser, og kompetanser er nødvendig for å støtte livslang læring i realfagene for dagens unge?

Dette er vanskelige spørsmål som det ofte kan være mange ulike meninger om. Svaret på slike spørsmål bør imidlertid være forankret i forskning på hva dagens og framtidens behov for matematikk- og naturfagkompetanse vil være, både når det gjelder deltagelse i politiske prosesser og i arbeidslivet. Selv om det ligger i periferien av mandatet for ekspertgruppa å ta opp denne tematikken, vil vi anbefale at det etableres en arbeidsgruppe som får i oppgave å vurdere hva nasjonal og internasjonal forskning indikerer om dette, slik at dette kan tas hensyn til under framtidig arbeid med læreplaner i realfag.

²³⁵ (Gravemeijer, 1994)

²³⁶ (Levy & Mumane, 2012)

3.2 Forskning på realfag i skolen – kompetanse, motivasjon og utfordringer

Det har blitt forsket på undervisning og læring i realfag i flere årtier, men denne type forskning har fått økt relevans i løpet av de siste årene. Dette skyldes både den store betydningen realfag har for samfunnets teknologiske og økonomiske utvikling, og den politiske prioriteringen av et stadig utvidet utdanningstilbud til alle barn og unge. Mens det midt på 60-tallet var godt under 20 % av elevkullet i Norge som tok examen artium,²³⁷ gjennomfører nå godt over 70 % videregående opplæring.²³⁸ Som en følge av denne økningen, er det nå en langt mer heterogen gruppe av elever som møtes av krav om å videreutvikle sin kompetanse i realfag utover det man har lært på barne- og ungdomstrinnet. Dette har medført betydelige utfordringer når det gjelder utvikling av læreplaner og pensum, og tilrettelegging for læring i klasserommet. Resultater fra blant annet PISA og TIMSS, som viser at en alt for stor andel av de norske elevene befinner seg på det som defineres som lave kompetansenivåer, illustrerer at man ikke har lyktes med å utvikle alle elevers realfagskompetanse i tilstrekkelig grad. I tillegg viser eksamensstatistikk fra de siste årene at svært mange elever i grunnskolen (nesten 40 %) får karakteren 1 eller 2 og at strykprosenten i matematikk og naturfag i videregående skole er svært høy. Dette siste medvirker til lavere gjennomføringsgrad enn ønskelig. Frafallsproblematikken står høyt på den politiske agendaen og hva som bør kreves i matematikk og naturfag på de ulike linjene eller programmene det er mulig å velge, er derfor viktig å debattere.

I tillegg til å diskutere faglige krav, vil kvaliteten på undervisningen også ha avgjørende innflytelse på gjennomføringsgraden. Hva kjennetegner så god undervisning i realfag og finnes det god dokumentasjon på disse kjennetegnene på undervisningskvalitet?

En stor utfordring for empirisk utdanningsforskning har vært å designe studier som evner å relatere observasjoner av undervisning til måling av elevers læringsutbytte. Store internasjonale studier som PISA og TIMSS er avhengig av å innhente informasjon om undervisning gjennom spørreskjemaer. En ulempe med dette er at spørsmålene knyttet til undervisning lett blir for generelle og at egenrapportering kan gi unøyaktige data. Selv om disse studiene innhenter data av høy kvalitet på elevers faglige prestasjoner, er det altså vanskelig å oppnå samme kvalitet på undervisningsdataene. Små case studier, hvor forskere selv er til stede i klasserommet og observerer, har det motsatte problemet. Her vil undervisningsdataene kunne være mer nøyaktige, men slike studier har små muligheter til å oppfylle kravene om tilfeldige utvalg av en viss størrelse. Analyser og funn som eventuelt gjøres om undervisningskvalitet i relasjon til elevers utvikling av faglig kompetanse, vil derfor i begrenset grad kunne generaliseres utover det gitte utvalget. Samsvarighet i funn mellom case-studier, og mellom case-studier og kvantitative studier, vil imidlertid styrke troverdigheten til disse funnene.

Fra midten av 90-tallet har video-studier blitt tatt i bruk i stadig større grad i klasseromsforskning og dette har vist seg å gi gode muligheter for å knytte analyser av undervisning tettere opp mot elevenes læringsresultater.²³⁹ Gjennom video-opptak av faktisk undervisning i klasserommet og

²³⁷ (SSB, 1968)

²³⁸ (Utdanningsdirektoratet, 2014)

²³⁹ (Fischer & Neumann, 2012; Hiebert et al., 2003; Hugener et al., 2009; Jannik & Seidel, 2009; Lipowsky et al., 2009)

målinger av elevenes faglige prestasjoner og kompetanseutvikling, har det nå blitt mulig å i større grad korrelere undervisning og læringsutbytte. I en stor amerikansk studie, *Measuring Effective Teaching (MET)*,²⁴⁰, ble det gjort video-opptak av et utvalg timer i over 2500 klasserom. Disse timene ble så kodet ut fra teoribaserte kategorier knyttet til kvaliteter ved undervisning. Ved hjelp av et sett tester som målte elevenes læring over en spesifikk periode, analyserte man så sammenhengen mellom undervisningskvalitet og læring. I rapporteringen fra MET-studien konkluderes det med at kvaliteten på undervisningen i fagene har en helt avgjørende betydning for elevenes læringsutbytte. En god lærer viste seg å ha vesentlig større betydning enn klassestørrelse, skolestørrelse og andre faktorer som inngikk i analysene. Lignende konklusjoner framkommer også i systematiske gjennomganger og oppsummeringer av dette forskningsfeltet. I sin store meta-analyse av forskning på faktorer som påvirker elevers læring, *Visible Learning*, oppsummerer Hattie²⁴¹ det slik:

«There are many teaching strategies that have an important effect on student learning. Such teaching strategies include explanation, elaboration, plans to direct task performance, sequencing, drill repetition, providing strategy cues, domain-specific processing and clear instructional goals. These can be achieved using methods such as reciprocal teaching, direct instruction, and problem solving methods.»

I en tilsvarende skandinavisk review-studie, konkluderer forskerne med at «lærerens undervisningshandlinger er den faktoren som i størst utstrekning forklarer elevenes framgang i læring»²⁴² Hva vil så være viktige prinsipper for kvalitet i undervisning i realfag?

3.3 Dybdelæring og progresjon

I delutredningen til Ludvigsenutvalget²⁴³ presenteres noen viktige forskningsbaserte prinsipper for god læring. I relasjon til undervisning i realfag vil vi her spesielt trekke fram to av de sentrale begrepene som benyttes i oppsummeringen av læringsforskningen, nemlig «dybdelæring» og «progresjon». Dybdelæring defineres i Ludvigsenrapporten²⁴⁴ som:

«... at elevene utvikler forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fagområde. Det innebærer å knytte nye ideer til allerede kjente begreper og prinsipper, slik at ny forståelse kan brukes til problemløsning i nye og ukjente sammenhenger.»

Dybdelæring kontrasteres til overflatelæring, som klassifiseres som mer prosedural og faktafokuseret, og hvor det i liten grad gis mulighet til å knytte nytt stoff til egne erfaringer og det man allerede kan fa før. Dybdelæring relateres dessuten til faglig tilpasset *progresjon* i elevenes læringsarbeid, det vil si at forholdene legges til rette for at elevene kontinuerlig kan videreutvikle sin forståelse av sentrale faglige begreper og sammenhenger. Det påpekes i denne rapporten at kvaliteten på undervisningen er av sentral betydning for å lykkes med ambisjonene om å oppnå

²⁴⁰ (Measuring Effective Teaching, 2014)

²⁴¹ (Hattie, 2009, p. 236)

²⁴² (Nordenbo et al., 2008, p. 56)

²⁴³ (NOU, 2014:7)

²⁴⁴ (NOU, 2014:7, p. 10)

større grad av dybdelæring. Vi vil her tilføye at funn fra flere forskningsstudier tyder på at det er viktig at dybdelæring knyttes til fagspesifikke aktiviteter,²⁴⁵ og at det ikke bør bli jobbet med isolert fra faglig kontekst. Hattie²⁴⁶ uttrykker det slik:

«... with deeper strategies the best results are obtained when the strategies are taught directly within the domain. »

I realfagene står begrepslæring svært sentralt. I læreplanene innenfor både matematikk og naturfag er det fokus på kompetanser med en klart uttalt forventning om at elevene skal sitte igjen med evner til å anvende sine kunnskaper i nye situasjoner utenfor skolen. Forskning finner en tydelig sammenheng mellom evne til å anvende kunnskaper og dybdeforståelse.²⁴⁷ Utvikling av dybdeforståelse av nye begreper krever tid, innsats og vel planlagte og tilrettelagte aktiviteter. Samtidig viser forskning at anvendelse av kunnskap i nye situasjoner normalt forutsetter mer enn kjennskap til en liste med usammenhengende fakta.²⁴⁸ Kjennskap til fakta er nødvendig, men fakta som ikke inngår i meningsfylte sammenhenger knyttet til begreper og ideer, er mindre nyttige som tankeredskaper senere i livet. Siden forberedelse til deltagelse i voksenliv er et sentralt mål for skolen, har det vært mye forskning på elevers evner til å bruke kunnskaper i situasjoner utenfor skolen. Det mest sentrale funnet fra denne forskningen er at slik bruk særlig henger sammen med i hvilken grad elevene har utviklet en dypere forståelse av ideer og sammenhenger.²⁴⁹

En annen innsikt som legger premisser for elevenes begrepsutvikling, er at begreper ikke ser ut til å endres enkeltvis. Begreper inngår i tematiske og faglige sammenhenger med tilstøtende begreper som tilsier at læring krever endring av sett av begreper samtidig.²⁵⁰ Denne innsikten står i et spenningsforhold til lærebøkens lineære fremlegging av nye begreper. Hensikten med undervisning som legger til rette for dybdelæring, er nettopp å la elever arbeide med grupper av begreper snarere enn enkeltbegreper.

Forskning på elevers begrepsendring fokuserer i dag mer på hvordan tilrettelegge for prosesser der ny informasjon og etablerte forestillinger sammenholdes og bearbeides. Et hovedfunn er den viktige rollen dialogen spiller for kvaliteten på elevenes læring, det være seg om denne skjer gjennom gruppearbeid eller i helklasse.²⁵¹ I en oppsummeringsstudie fra NRC i USA konkluderes det blant annet med at elevene må stimuleres til aktivt å bearbeide egne forestillinger i lys av ny informasjon.²⁵² Slik bearbeiding kan for eksempel skje gjennom at elevene, i en eksperimentell situasjon som læreren antar vil resultere i en kognitiv utfordring, lager en forutsigelse og begrunner denne. Med utgangspunkt i resulterende overraskende observasjoner og elevenes begrunnede forutsigelser, tilrettelegger lærer for felles diskusjon av ulike måter observasjonene kan tolkes på. En sentral oppgave for læreren vil da være å stimulere frem metakognitiv bevissthet om eksistensen av ulike syn, og tydeliggjøre hvordan disse kan skyldes forskjeller i

²⁴⁵ (Seidel & Shavelson, 2007)

²⁴⁶ (Hattie, 2009, p. 103)

²⁴⁷ (Schwartz, Sadler, Sonnert, & Tai, 2008)

²⁴⁸ (Kilpatrick & Swafford, 2002)

²⁴⁹ (Bransford et al., 2000)

²⁵⁰ (Dumont, Instance, & Benavides, 2010)

²⁵¹ (Duit & Treagust, 2012)

²⁵² (Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007)

begrepsbruk og forståelse. Slik kan man stimulere til undring og refleksjon og bidra til at elevene selv vil ønske å diskutere og avklare begreper gjennom diskusjoner i grupper og i helklasse. Denne mer utforskende dialogiske tilnærmingen åpner også for å bygge videre på fruktbare tenkemåter og forkunnskaper hos elevene, og dermed legge til rette for at elevene vurderer og endrer forkunnskaper i lys av nye ideer.²⁵³ God innsikt i elevenes ideer er her en forutsetning for å lykkes.²⁵⁴ Samtidig vil bruk av dialog knyttet til kontrastfylte observasjoner og synspunkter nettopp gi læreren den innsikten som gjør det mulig å gi elevene utfordringer, med utgangspunkt i deres hverdagsforestillinger. Viktigheten av lærerens kjennskap til elevenes forestillinger er konsistent med læringseffekter knyttet til bruk av undervisningsvurdering. Det sentrale er da at læreren søker å få innsikt i elevenes tenkemåter, og veileder og underviser med utgangspunkt i dette.²⁵⁵

Bruk av mer utforskende arbeidsmåter har også vist seg å fremme elevers evne til kritisk tenkning og til å arbeide naturvitenskapelig.²⁵⁶ Det er i dag et vanlig syn at praksiser som fremmer dybdeforståelse, har fellestrekk med naturvitenskapelige måter å tenke og arbeide på. Dette er for eksempel nedfelt i de nye amerikanske veiledende standardene for naturfagundervisning.²⁵⁷ I en større sammenfatning av studier ble det funnet at utforskende arbeidsmåter ga bedre begrepsforståelse enn tradisjonell undervisning. Dette gjaldt spesielt ved bruk av arbeidsmåter som innebar at elevene ble stimulert til aktiv gjennomtenkning av hvilke konklusjoner som var støttet av data, og hvor lærer tilrettela for hypotesetesting og debatt.²⁵⁸

Inkludering av elevenes begrunnede forutsigelser og lærers bevisstgjøring av konflikter mellom ulike syn, innebærer også at elevene stimuleres til en metakognitiv bevissthet om egen læring. Et slikt metakognitivt element er en sentral komponent i all begrepsendring.²⁵⁹ En viktig faktor i alle forskningsbaserte undervisningsmodeller fokusert på begrepsendring, er bruk av konflikt eller overraskende kontraster mellom observasjoner eller synspunkter. Slike konflikter og kontraster har vist seg å fremme faglig nysgjerrighet og engasjement.²⁶⁰ Dette er av stor betydning ettersom det kognitive og det affektive henger tett sammen.²⁶¹ Konflikter og kontraster stimulerer også til elevers utvikling av forslag til forklaringer, noe som igjen innebærer en bevegelse mot åpenhet for evidensbasert argumentering og diskusjon og endring av tenkemåter. Produktiv argumentasjon oppstår lettere i grupper hvor elevene kan snakke direkte til hverandre. Det stimulerer også elevene til å utvikle og prøve ut egne synspunkter før felles oppsummerende klassesamtaler.²⁶² Spesielt finner kvalitative studier at produktiv videreutvikling av elevers idéer fremmes av undervisning som:

- a) får fram elevenes ulike forkunnskaper

²⁵³ (Vosniadou, 2012)

²⁵⁴ (Dumont et al., 2010; Duschl et al., 2007)

²⁵⁵ (Hattie, 2009)

²⁵⁶ (Hattie, 2009)

²⁵⁷ www.nextgenscience.org

²⁵⁸ (Minner, Levy, & Century, 2010)

²⁵⁹ (Duschl et al., 2007; Thomas, 2012)

²⁶⁰ (Bransford et al., 2000)

²⁶¹ (Duit & Treagust, 2012; Duschl et al., 2007)

²⁶² (Duschl et al., 2007)

- b) presenterer ny informasjon på måter som bidrar til sammenlikning med forkunnskaper
- c) gjennom tilbakemeldinger får elevene til å utvikle kriterier for vurdering av ideer og overvåke egen framgang
- d) får elevene til å klargjøre egne synspunkt og diskutere disse med andre.²⁶³

Tilsvarende praksiser, inkludert bruk av eksperimenter og oppgaver som fremmer idéutvikling, samarbeid og diskusjon av idéer, lå til grunn for det vellykkede tyske storskalaprojektet SINUS.²⁶⁴ Det er i dag anerkjent at barn helt fra førskolestadiet har evne til å tenke i årsakssammenhenger og utvikle og vurdere ideer logisk og kritisk.²⁶⁵ Fokusering på dybdeforståelse er derfor mulig gjennom hele skoleløpet.

Praksisene beskrevet ovenfor har mye til felles med effektive læringsstrategier og lesestrategier. Slike strategier innebærer blant annet klargjøring av forkunnskaper, vurdering av ny informasjon i lys av forkunnskaper, metakognitiv overvåking av læringsprosessen og oppsummering av egne tolkninger. Det mer generelle bildet som fremtrer, er derfor at dybdelæring fremmes av undervisning som stimulerer elevene til å ha en utforskende holdning til ny informasjon og til det å lære.

Oppgaver som gir kognitive utfordringer er av sentral betydning for å lykkes med dybdelæring.²⁶⁶ Etter en innledende fase med aktivering og utfordring av hverdagsforestillinger, trengs utfordrende oppgavetyper for å bringe elevenes forståelse videre. I SINUS-prosjektet ble følgende progresjon i oppgavetyper identifisert:²⁶⁷

1. Innledende oppgaver som konfronterer elevene med problemer de ikke har sett før og motiverer til å prøve å finne en løsning selv.
2. Fordypningsoppgaver for bearbeiding og konsolidering av nye ideer.
3. Praktiske oppgaver for å støtte tryggere anvendelse av nye ideer og operasjoner og hindre glemsel.
4. Komplekse anvendelsesoppgaver hvor elevene utfordres til selv å velge steg som kan gi løsninger, gjennom at de må anvende sine kunnskaper i nye situasjoner.
5. Oppgaver som trekker inn stoff som har vært arbeidet med tidligere, slik at det kan bli integrert og anvendt sammen med ny kunnskap.

Forskning viser at ikke bare dialog, men også oppgaver hvor det inngår lesing og skriving kan fremme elevenes begrepsutvikling. Innen leseforskning finner en at opplæring i effektive lesestrategier kan øke elevenes evne til å lese med forståelse.²⁶⁸ Innen forskning på skriving i naturfagopplæringen finner en at skriving særlig kan fremme klargjøring av egne tanker og konsolidering og kommunisering av forståelse. Dette gjelder særlig hvis lærer klargjør normer og formål knyttet til skrivingen.²⁶⁹ Både lesing og skriving kan følgelig bidra til økt forståelse og evne

²⁶³ (Linn, 2006)

²⁶⁴ (Prenzel, Stadler, Friedrich, Knickmeier, & Ostermeier, 2009)

²⁶⁵ (Duschl et al., 2007)

²⁶⁶ (Dumont et al., 2010; Duschl et al., 2007)

²⁶⁷ (Prenzel et al., 2009)

²⁶⁸ (Hofstein & Kind, 2012; Palinscar & Brown, 1984)

²⁶⁹ (Hand & Prain, 2012)

til å anvende naturvitenskapelige talemåter, inklusive symboler, grafer og andre multimodale ressurser. Økt bruk av situasjoner og problemstillinger fra yrkes- og samfunnsliv vil være viktig for å gjøre fagstoffet meningsfullt som kontekst for læringsarbeidet.²⁷⁰

Også innen matematikdidaktisk forskning har det blitt argumentert for en større vektlegging av muntlige aktiviteter i klasserommet²⁷¹ og nødvendigheten av å relatere matematikken til elevers erfaringsverden.²⁷² Samtidig understrekes det fra forskerhold at kvaliteten på de matematikklaglige samtaler og de erfaringsnære klasseromsaktivitetene er av helt avgjørende betydning for elevenes læringsutbytte.²⁷³ En betydelig utfordring knyttet til bruk av utforskende dialoger og problemfokuserede og realistiske oppgaver er at det synes å forutsette lærere som er trygge på fagstoffet. Funn fra flere studier tyder på at lærere som er faglig svake, fokuserer mer på korrekt gjengivelse av fakta i stedet for å behandle begreper dialogisk.²⁷⁴ Likeledes finner man at faglig dyktige lærere i større grad er i stand til å utnytte det potensialet som ligger i å bruke muntlige aktiviteter, og problembaserte, realistiske oppgaver. De evner å variere sine undervisningsmetoder og legge forholdene til rette for elevsamarbeid og elevinvolvering. Dette gir bedre læringsresultater for elevene.²⁷⁵

Forskning har imidlertid vist at det ikke er nok å ha høy formell kompetanse i et *fag* for å være en god lærer, det trengs også *fagdidaktisk* kompetanse. Amerikanske forskere har innført begrepet «mathematical knowledge for teaching» (MKT) som er knyttet til disse to elementene; altså hvilke faglige kunnskaper en lærer må ha, og hva han/hun må være i stand til å gjøre i klasserommet for å være en god lærer i matematikk.²⁷⁶ Forskerne viste at denne kombinasjonen av fagkunnskap og fagspesifikk didaktikkkompetanse kan måles og at det gjennom dette kan dokumenteres at lærerens systematiske og gjennomtenkte bruk av ulike fagspesifikke lærings- og undervisningsverktøy har stor betydning for elevenes læringsutbytte²⁷⁷. Lignende funn ble rapportert fra en stor tysk studie.²⁷⁸ Utvalget i denne studien besto av et representativt utvalg klasser på 10. trinn og deres matematikklærere. Man fant at lærernes fagdidaktiske kunnskap hadde en betydelig positiv effekt på elevenes læringsresultater. Denne positive effekten var et utslag av at lærerne som skåret høyest på indikatorene knyttet til fagdidaktisk kunnskap, i større grad utfordret elevene kognitivt og ga elevene en mer tilpasset støtte i læringsarbeidet. Dette er altså to kritiske faktorer for å lykkes med å øke elevenes læringsutbytte.

Meichenbaum og Biemiller benytter også disse begrepene i sine analyser av generiske prinsipper for god undervisning.²⁷⁹ De påpeker at god undervisning kjennetegnes av en balanse mellom *tilegnelsessituasjoner*, *utprøvingssituasjoner* og *konsolideringssituasjoner*. I *tilegnelsessituasjonene* introduseres elevene for nytt stoff eller nye faglige tema. Dette kan skje

²⁷⁰ (King & Ritchie, 2012)

²⁷¹ (Cobb, 2007; Sfard, 2000; Yackel, 1995)

²⁷² (Blum, Galbraith, Henn, & Niss, 2007; Boaler, 1993; Mellin-Olsen, 1987)

²⁷³ (Bergem & Klette, 2010; Cobb, McClain, & Whitenack, 1997; Sfard, Nesher, Streefland, Cobb, & Mason, 1998)

²⁷⁴ (Kelly, 2007)

²⁷⁵ (Nordenbo et al., 2008)

²⁷⁶ (Ball, Hill, & Bass, 2005; Even & Tirosh, 2008; Hill, Rowan, & Ball, 2005)

²⁷⁷ (Klette, 2003)

²⁷⁸ (Baumert et al., 2010)

²⁷⁹ (Meichenbaum & Biemiller, 1998)

gjennom bruk av ulike virkemidler, for eksempel film/video, en tekstsnett, et foredrag, en historie eller en uteaktivitet. I tillegg til å introdusere elevene for nye temaer, er det viktig at det skapes interesse for læring gjennom de virkemidlene som benyttes. I *utprøvingssituasjonene* bør elevene gis mulighet til å prøve ut oppgaver eller øvelser knyttet til den nye tematikken. Dette kan skje gjennom ulike former for aktiviteter og arbeidsmåter, individuelt, parvis eller gruppevis. I denne fasen er det viktig at læreren benytter et variert repertoar av støttestrukturer, og tilpasser disse til elevenes ulike behov. Læreren vil altså her hovedsakelig ha en veiledningsrolle. Det sentrale elementet i *konsolideringssituasjonene* er knyttet til begrepet metakognisjon. I denne fasen bør elevene få anledning til å reflektere over læringsaktivitetene og egen læring. Dette kan skje gjennom aktiv deltakelse i gruppe- eller helklassediskusjoner, men også gjennom egne refleksjonsnotater eller lignende. Meichenbaum og Biemiller understreker altså at det er viktig at disse tre situasjonene balanseres på en god måte i lærerens undervisningsopplegg, for slik å sikre et optimalt læringsutbytte for alle elever.²⁸⁰

I rapporteringen fra studier som er gjennomført i norske klasserom, går det fram at det gis rikelig med tid til utprøvingssituasjoner i realfag,²⁸¹ men at det ofte er lite variasjon i de aktivitetene som benyttes. Som tidligere beskrevet, brukes det mye tid på individuelt arbeid med oppgaver, med eller uten veiledning fra lærer.²⁸² Når det gjelder tilegnelsessituasjoner og konsolideringssituasjoner, synes potensialet her i liten grad å være utnyttet. Fra PISA+-studien rapporteres det fra realfagstimene om få forekomster av faglige appetittvekkere i tilegnelsessituasjonene og liten bruk av aktiviteter som stimulerte til refleksjon over egen læring i konsolideringsfasen. Det synes derfor som om norske realfagsklasserom kjennetegnes av en skjev balanse mellom disse tre fasene i elevenes læringsarbeid. Tilsvarende hevdet Berit Haug i sin avhandling om læring av naturfaglige begreper gjennom utforskende arbeidsmåter at lærere trenger veiledning i å bruke konsolideringsfasen mer effektivt og utnytte såkalte "teachable moments" til å bedre elevenes forståelse.²⁸³

For at man innen realfagene i større grad skal lykkes med å utvikle elevers dybdelæring og oppnå en bedre progresjon i elevenes utvikling av faglig kompetanse, vil ekspertgruppa fremme en rekke forslag til konkrete tiltak som bør iverksettes. Disse forslagene er allerede presentert i innledningen til denne rapporten, og vil bli mer utførlig begrunnet i kapittel 4.

3.4 God tilrettelegging for læring av matematikk og naturfag i barnehagen

I en ny rapport som oppsummerer forskning på små barns matematiske utvikling og læring,²⁸⁴ understrekes betydningen av en god start. Særlig viktig er det at de barna som har et svakt utgangspunkt, blir fulgt opp tidlig i det pedagogiske løpet som barnehagen er en del av.

I evalueringen av Rammeplanen²⁸⁵ rapporteres det at mange av de norske barnehagelærerne ser på matematikk som en naturlig del av alt som skjer i barnehagen, og at barna derfor vil lære

²⁸⁰ (Meichenbaum & Biemiller, 1998)

²⁸¹ (Alseth et al., 2003; Bergem, 2009; P. Haug, 2006; Klette, 2003; Streitlien, 2006)

²⁸² (Bergem & Grønmo, 2009)

²⁸³ (B. S. Haug, 2014)

²⁸⁴ (Clements, Baroody, & Sarama, 2014)

matematikk uten at de voksne trenger å stimulere til videre utvikling. Forskning har vist at en slik tilnærming til matematikkfaget, hvor den voksnes støtte er fraværende, i liten grad gir de ønskede resultater.²⁸⁶ Skolepreget undervisning, som er i den andre ytterkanten av mulige arbeidsmåter, har heller ikke vist seg å være den beste tilnærmingen for de yngste barnas læring.²⁸⁷

Funn tyder på at barn i barnehagealder lærer best i meningsfulle kontekster, der voksne tidvis støtter barnet både i uformelle og mer strukturerte aktiviteter.²⁸⁸ I tillegg må den voksne kunne gjenkjenne hvilke begreper og delferdigheter barnet har, for bedre å kunne legge til rette for at barnet kommer videre i sin matematiske utvikling.²⁸⁹

Rammeplanen framhever lek som sentralt i hele barnehagens virksomhet.²⁹⁰ I barnas frilek oppstår det ofte situasjoner som den voksne kan observere og ta utgangspunkt i, som grunnlag for arbeidet med matematikk sammen med barnet eller barnegruppen. Slik kan matematiske begreper utvikles i samspill med omgivelsene, for eksempel gjennom samtaler knyttet til lek med andre barn og gjennom bruk av artefakter som klosser og leketøy. Fagområdet *Antall, rom og form* slik det er beskrevet i Rammeplanverket,²⁹¹ peker på nettopp slike muligheter. Lek eller lekaktiviteter der barnet inviterer den voksne inn eller lek eller lekaktivitet initiert av voksne kan altså være gode innfallsvinkler for å legge til rette for utforskning og læring innen fagområdet. Undersøkelser viser imidlertid at i barnegrupper der frileken er enerådende, og hvor voksne ikke initierer relevante meningsfulle samtaler, får barnas matematiske utvikling svake vekstvilkår.²⁹²

I møtet med naturfaglige fenomener vil det være en stor fordel at barnehagelærerne både har relevant fagkunnskap og god fagdidaktisk kompetanse, slik at de kan legge til rette for læring innenfor fagområdet, tilpasset barnas alder. Utforskende arbeidsmåter er sentrale i arbeidet med *Natur, miljø og teknikk*. Det er derfor viktig at det benyttes omgivelser, verktøy og materiell som stimulerer til bruk av utforskende metoder. Også på dette området vil læring i stor grad være avhengig av kompetente voksne som kan møte barnas undring og nysgjerrighet, og utforske fenomenene sammen med dem. Her er det essensielt at de voksne legger til rette for at barna får anledning til å stille spørsmål, og at de gjennom dialog får hjelp til bedre å forstå sine omgivelser. Noen naturfaglige spørsmål er lett å imøtekomme i barnehagen, andre kan man bare undre seg over sammen med barnet.²⁹³

I kompetansestrategien for barnehagen, vektlegges et godt språkmiljø for alle barn som et tematisk satsingsområde. «*Barns språk utvikles best der barn får være aktive og blir involvert, og der de møter voksne og andre barn som gir svar som åpner og utvider forståelsen av det temaet*

²⁸⁵ (Østrem et al., 2009)

²⁸⁶ (Cross, Woods, & Schweingruber, 2009)

²⁸⁷ (Stipek, Feiler, Daniels, & Milburn, 1995)

²⁸⁸ (Frye et al., 2013)

²⁸⁹ (Østrem et al., 2009)

²⁹⁰ (Kunnskapsdepartementet, 2011b)

²⁹¹ (Reikerås, 2008)

²⁹² (Chien et al., 2010)

²⁹³ (Hansson, Løfgren, & Pendrill, 2014)

*det snakkes om.»²⁹⁴ Slike språklige samspill er helt sentrale for læring innenfor områdene *Antall, rom og form* og *Natur, miljø og teknikk*.*

²⁹⁴ (Kunnskapsdepartementet, 2012, p. 80)

4 Mål og begrunnede tiltak

Ekspertgruppa foreslår følgende mål for den kommende nasjonale realfagsstatsingen:

1. *Styrke og videreutvikle realfagsundervisningen i grunnopplæringen*
2. *Heve realfaglæreres faglige og fagdidaktiske kompetanse*
3. *Styrke posisjonen til naturfag og teknologi 1-10*
4. *Bedre vilkårene for differensiert og tilpasset opplæring og styrke vurderingspraksis*
5. *Øke satsingen på realfag fra tidlig alder*
6. *Øke barn og unges interesse og motivasjon for realfag, og styrke rekrutteringen og kjønnsbalansen i realfag*
7. *Redusere regionale forskjeller i læringsutbyttet i realfag*
8. *Bidra til å øke gjennomføringsgraden i yrkesfaglig videregående opplæring*
9. *Styrke forskning på undervisning og læring i matematikk, naturfag og teknologi*

I de neste avsnittene foreslår vi konkrete tiltak for å nå hvert av disse målene, og vi gir kunnskapsbaserte begrunnelser for de enkelte tiltakene. I tillegg formuleres indikatorer på måloppnåelse.

4.1 MÅL 1: Styrke og videreutvikle realfagsundervisningen i grunnopplæringen

Indikatorer på måloppnåelse

- Framgang på internasjonale studier som PISA og TIMSS
- Framgang på nasjonale prøver
- Færre elever som stryker i eksamener i realfag i grunnopplæringen

4.1.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 1

- a) Etablere et langsiktig nasjonalt program for utvikling av realfagundervisningen og sikre en stabil finansiering av anbefalte tiltak.

Som påpekt i kapittel 1.5, står Mål 1 helt sentralt i relasjon til det overordnede målet for realfagsstatsingen; å forbedre elevenes realfaglige kompetanse. Målet kan synes noe generelt formulert, men ekspertgruppa ønsker med dette å understreke viktigheten av å ha fokus på det som skjer i selve undervisningen. Et sentralt punkt vil her være å oppnå en større vektlegging av arbeidsmåter som fremmer dybdelæring og faglig progresjon.

Utvalget mener økt fokus på dybdelæring vil kreve endringer i læreres undervisning og læringskulturen i mange klasserom. Varige endringer oppnås gjennom kurs, veiledning og skoleutvikling som både er praksisnære og teoribaserte.²⁹⁵ Endring fremmes når lærere samarbeider om å utforske endringsmuligheter, får kompetent veiledning og opplever støtte og tydelige forventinger fra skoleledelse og skoleeier. Forskning på SINUS-programmet i Tyskland

²⁹⁵ (Clarke & Hollingsworth, 2002)

viser at det er mulig å oppnå skoleutvikling som resulterer i økt kvalitet på undervisning og høyere skår på PISA-tester.²⁹⁶

Undervisning i realfag med større fokus på dybdelæring, krever endring av flere metoder og faktorer samtidig. Som påpekt i kapittel 3.3, må for eksempel interessevekking, oppgavetyper, dialogtyper og evaluering utgjøre et konsistent hele og trekke i samme retning. SINUS-prosjektet identifiserte et knippe av satsingsområder som innbar rom for helhetlig utvikling av undervisning, og viste at slik helhetlig tilnærming over tid kan gi gode resultater. Samtidig viser forskning på skoleutvikling og praktisk-pedagogisk kompetanseutvikling at endring tar tid. Langsiktighet synes derfor å være en forutsetning for suksess. Det krever også tid å øke antall personer som kan gi praksisnær veiledning. En mulighet vil derfor være å begynne med et begrenset antall skoler og så oppskalere over tid. I Norge har vi gode erfaringer med skoleutvikling basert på nettverk og oppskalering over tid, gjennom prosjektet Vurdering for læring.²⁹⁷

Forskning viser også at grunnleggende endringer fordrer praksisnær kompetanseutvikling som samtidig er teoretisk forankret. Det ville derfor være naturlig med et tett samarbeid mellom Universitets- og høyskolesektoren, skoleeiere og skoleledere. Nødvendigheten av langsiktighet for å oppnå virkelige endringer krever stabil finansiering. Dette er også viktig for at UH-sektoren skal kunne bygge opp tilstrekkelig volum og kompetanse på de som skal drive etter- og videreutdanning og veiledning knyttet til tiltak som for eksempel læringsfelleskap.

b) Kvalitetssikre etterutdanningstilbud kanalisert gjennom Utdanningsdirektoratet

Et nasjonalt program som vi har skissert, bør inneholde relevante kurs i realfag og realfagdidaktikk for lærere, relatert til alle nivåer i utdanningsløpet. I kapittel 2.7 skrev vi at det finnes forskningsbasert kunnskap om kjennetegn på praksisrelevante kurs bygget på forskning om god undervisning og praktisk-pedagogisk kompetanseutvikling. Kjennskap til denne forskningen hos kursholdere og kurstilbydere er sannsynligvis varierende. Utvalget foreslår derfor en form for kvalitetssikring av i hvert fall de etterutdanningstilbudene som kanaliseres gjennom Utdanningsdirektoratet. Basert på forskning om kompetanseutvikling hos lærere, foreslår utvalget videre at etterutdanningstilbud bør ha som hovedregel at flere lærere fra hver skole deltar sammen, slik at kursene vil støtte utvikling av læringsfelleskap og ressurssterke realfagsmiljø på den enkelte skole.

²⁹⁶ (Ostermeier, Prenzel, & Duit, 2010; Prenzel, Carstensen, Senkbeil, Ostermeier, & Seidel, 2005)

²⁹⁷ <http://www.udir.no/Vurdering-for-laring/>

4.2 MÅL 2: Heve realfagslæreres faglige og fagdidaktiske kompetanse

Indikator på måloppnåelse

- Økt andel barnehagelærere med studiepoeng i barnehagematematikk.
- Økt andel realfagslærere som har minst 60 studiepoeng i matematikk og/eller matematikdidaktikk og naturfag og/eller naturfagdidaktikk, som målt i årlige undersøkelser utført av Utdanningsdirektoratet, og hvert fjerde år i TIMSS.
- Økt andel spesialpedagoger med studiepoeng i matematikkvansker og tilpasset opplæring i realfagene

4.2.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 2

- a) Bevilge midler til å sette i gang studiepoenggivende kurs for barnehagelærere som ikke har barnehagematematikk i sin utdanning

Et godt barnehagetilbud er avhengig av personalets kompetanse. Dette understrekes i Strategidokumentet *Kompetanse for framtidens barnehage 2014-2020*.²⁹⁸ Den viktige rollen de ansatte i barnehagen har for barnas læring, gjelder også i relasjon til det realfaglige området²⁹⁹. For best mulig å kunne støtte barnets læring innenfor et utviklingsområde, må pedagogen ha gode kunnskaper om barnets utvikling og læring på det aktuelle feltet, og vite hvilke arbeidsmåter som fungerer godt. Barnehagelærere som tok sin utdanning før 1998, mangler formell kompetanse i barnehagematematikk, ettersom dette da ikke var en del av barnehagelærerutdanningen. For å styrke arbeidet med realfag i barnehagen foreslår ekspertgruppa at barnehagelærere uten matematikk i sin grunnutdanning, gis tilbud om studiepoenggivende kurs i barnehagematematikk.

- b) Gi lærere i grunnskolen mulighet til å ta en praksisrettet master i matematikdidaktikk eller naturfagdidaktikk.

Fra og med 2017 vil lærerutdanningen bli femårig og inkludere en master. Da lærerutdanningen ble utvidet fra tre til fire år, ønsket mange etablerte lærere å gjennomføre videreutdanning slik at de oppnådde den samme formelle kompetansen som sine nyutdannede kolleger.³⁰⁰ Det er naturlig å anta at en tilsvarende situasjon vil kunne oppstå i forbindelse med innføringen av den nye masterutdanningen for grunnskolelærere. Det finnes allerede en rekke to-årige masterprogrammer lærere kan søke seg til, men trolig vil det for en periode være behov for flere studieplasser innen disse programmene. I tillegg bør det tilrettelegges for deltidsstudier. Hvordan slike ordninger skal finansieres, vil ekspertgruppa ikke i detalj gå inn på, men ulike typer stipender og stimulanseordninger til frikjøp av lærere vil kunne bidra til å gjøre situasjonen lettere for lærere og skoleeiere.

Ekspertgruppa foreslår spesielt at det utvikles praksisrettede masterprogram i matematikk- og naturfagdidaktikk. Et opptakskriterium til slike masterprogrammer bør være 60 studiepoeng i matematikk + matematikdidaktikk eller naturfag + naturfagdidaktikk. Masterprogrammene bør

²⁹⁸ (Kunnskapsdepartementet, 2013a)

²⁹⁹ (Cross et al., 2009)

³⁰⁰ (Grønmo & Onstad, 2012)

utvikles gjennom moduler som kan samordnes med moduler i allerede eksisterende tilbud. Det anbefales også at studiet gjøres fleksibelt slik at det er mulig å gjennomføre det i tillegg til å inneha en redusert stilling i skolen.

- c) På sikt innføre krav om minimum 60 studiepoeng for å kunne undervise i naturfag på ungdomstrinnet (slik som for matematikk).

På ungdomstrinnet skal elevene i naturfag lære å forstå og resonnerer med abstrakte naturvitenskapelige modeller. Undervisning som skal fremme dybdelæring hos elevene, forutsetter faglig kompetanse hos lærer. Det virker derfor urimelig at det i et sentralt realfag ikke stilles større krav til lærer enn «formell fordypning» i faget. Slik formell fordypning innebærer i praksis kun et krav om 30 studiepoeng, hvor disse ikke trenger å gå utover nivået i naturfagene på videregående skole. I fagene matematikk, engelsk og norsk er det krav om minimum 60 studiepoeng for å kunne undervise på ungdomstrinnet.

I dag er situasjonen den at mange naturfaglærere i barneskolen og dels på ungdomsskolen mangler faglig fordypning i naturfag. I følge en SSB-rapport fra 2014 er det i dag kun én av fire naturfaglærere som oppgir å ha 60 studiepoeng i faget.³⁰¹ Nesten halvparten av lærere under 30 år som underviser i naturfag, har ingen studiepoeng i faget. Data fra TIMSS viser at under 50 % av norske naturfaglærere har 60 studiepoeng i naturfag. Her er det internasjonale gjennomsnittet over 80 %. Det er også bare rundt 10 % av norske naturfaglærere som har fordypning i naturfagdidaktikk, mens det internasjonale gjennomsnittet er på nærmere 40 %.

Tiltak for å gi alle naturfaglærere faglig fordypning er allerede under implementering, men det vil ta noe tid å gjennomføre. På bakgrunn av den fremlagte situasjonsbeskrivelsen, mener ekspertutvalget at det på sikt bør være et mål å heve den generelle kompetansen ytterligere, og innføre krav om minimum 60 studiepoeng for å kunne undervise i naturfag på ungdomstrinnet. Et slikt krav vil også tydeliggjøre at naturfaget skal forstås som et kjernefag, slik det er vanlig internasjonalt.

- d) Gi praksisnære videreutdanningstilbud i «matematikkvansker» og «tilpasset opplæring i realfagene» for spesialpedagoger på skoler, i barnehager og PPT-kontor.

De internasjonale komparative studiene TIMSS, PISA og PIACC viser at en relativt stor andel barn, unge og voksne har svake ferdigheter i realfag. Svak kompetanse i matematikk og naturfag kan i verste fall føre til frafall i skolen, arbeidsløshet og manglende evne til å delta i demokratiske prosesser. Dette har store konsekvenser for enkeltindivider, og det er viktig med systematisk innsats på nasjonalt nivå for å heve kompetansen til de svakeste og mest utsatte elevene. Ekspertgruppa foreslår at det utvikles nasjonale rammeplaner for to videreutdanningskurs i emnene *matematikkvansker* og *tilpasset opplæring i realfag* for spesialpedagoger på skole og PPT. Begge kursene bør gi 30 studiepoeng. Det foreslås videre at det bevilges midler til UH-sektoren for å utvikle lokale planer og tilby kursene. I tillegg til å gi deltakerne et solid teoretisk fundament, bør innholdet også knyttes tett opp til arbeidet med faget i praksisfeltet.

³⁰¹ (Lagerstrøm et al., 2014)

- e) Innføre krav om spesialpedagogisk kompetanse innen matematikkvansker i tillegg til faglig kompetanse i undervisningsfaget for de som følger opp elever med matematikkvansker

Andelen elever som får spesialundervisning, øker utover i skoleløpet. Dette har sammenheng med at innsats settes inn sent og at den innsatsen som settes inn, ikke har ønsket utfall. Nordahl og Haustätter³⁰² fant at en tredel av timerressursene som ble gitt til spesialundervisning, ble dekket av assistenter. Det er også svært få elever som meldes til sakkyndig vurdering hos PPT for mistanke om matematikkvansker, sammenlignet med for eksempel lese- og skrivevansker.³⁰³ For elever med behov for spesialundervisning i matematikk, er det viktig å få en god sakkyndig vurdering samt motta godt tilrettelagt undervisning av en person med kompetanse på matematikkvansker. Det bør kreves at lærere og spesialpedagoger som følger opp elever med matematikkvansker, har kompetanse i både matematikk og spesialpedagogikk. Disse personene må kunne kartlegge elevenes matematiske kompetanse, utvikle en plan for undervisning (IOP), gjennomføre tiltak samt evaluere disse.

- f) Utvikle program for etablering av veiledede skolebaserte læringsfellesskap for realfaglærere. Disse bør være forankret i lærernes egen praksis og relatert til skoleeiers utviklingsplaner. Programmet bør også inneholde kurs for skoleledere i tematikken «ledelse av pedagogisk utviklingsarbeid».

Som påpekt i kapittelet om kompetanseutvikling hos lærere, viser forskning at endringer på klasseromsnivå forutsetter praksisnære tiltak. Samtidig må tiltak ta høyde for at lærere arbeider i kontekster hvor læreplaner, lærebøker, eksamener og forventninger fra elever og foreldre gjør det krevende og risikofyllt for den enkelte lærer å gjøre endringer. Den enkelte lærer trenger derfor å erfare støtte i møte med daglige utfordringer. En tilnærming som har vist seg fruktbar, er etablering av læringsfellesskap der lærere går sammen om å identifisere utfordringer i egen praksis og prøver ut endringer gjennom diskusjon og samarbeid med kolleger. Samtidig tilsier forskning at langsiktighet og kvalitet på forskning på egen praksis forutsetter nær tilknytning til skoleledernivå og at den fremmes gjennom praksisnær veiledning. I Norge kan vi her bygge på gode erfaringer med læringsfellesskap, for eksempel i prosjektet «Vurdering for læring». Veiledede læringsfellesskap var også et sentralt element i SINUS-prosjektet.

- g) Utvikle en karrierevei for lærere som vil bli veiledere i realfag på barnehage-, skole-, region- eller kommunenivå. Dette bør gjøres i samarbeid med stat (finansiell støtte) og høyskoler og universiteter (didaktisk program).

Som beskrevet i kunnskapsgrunnlaget (2.7), er det et dokumentert behov og en uttrykt målsetning fra utdanningsmyndighetenes side at fagdidaktiske «lærende fellesskap» skal utvikles og styrkes på den enkelte skole og i den enkelte kommune/region. Dette forutsetter blant annet etter- og videreutdanningstilbud og ikke minst arbeidsforhold og lokal tilrettelegging som støtter opp om utvikling av slike lærende fellesskap. Et annet ønske er å utvikle faglig-didaktiske

³⁰² (Nordahl & Hausstätter, 2009)

³⁰³ (Skjæveland, 2009)

karriereveier for velkvalifiserte lærere. En måte å møte begge disse behovene på, er å utdanne og ansette «ekspertlærere i realfag».

Ekspertgruppa foreslår at det utvikles et videreutdanningstilbud for lærere som har høy realfagskompetanse, solid undervisningserfaring, god innsikt i tilrettelegging for læring i realfag, og erfaring i veiledning av lærerkollegaer eller lærerstudenter. Det bør utvikles en nasjonal rammeplan for innholdet i en slik utdanning, med veiledning, didaktisk arbeid, «best practice» fra internasjonal forskning, og utvikling av lærende fellesskap. Utvalgte universiteter og høyskoler bør inviteres til å utvikle lokale planer og tilby kurset. Ekspertgruppa foreslår at det som en start utvikles en prøveordning med ett universitet/høgskole som tilbyr. Universitetet/Høgskolen bør så innlede et samarbeide med enkeltkommuner som ønsker å prøve ut modellen. Det må fra sentralt hold legges praktiske og økonomiske rammer som gjør at deltakende lærere får støtte til kursdeltagelse i form av frikjøp. Dette kan gjøres på lignende måte som videreutdanningstilbudene som i dag administreres gjennom «Kompetanse for kvalitet».

En viktig forutsetning for at et slikt prosjekt skal bli en suksess, er at det finnes passende stillinger for de lærerne som kvalifiserer seg til ekspertlærere. Helt konkret bør en veileder/ekspertlærer i realfag ha en viss prosent av stillingen sin dedikert til faglig-didaktisk utviklingsarbeid, ledelse av «lærende fellesskap», kollegaveiledning osv. Ordningen bør evalueres etter at det første kullet med ekspertlærere har fungert gjennom en viss periode. Dersom ordningen i ettertid skaleres opp, bør det å være veileder utvikles som en egen karrierevei med klart identifiserte oppgaver og eventuelt med egen lønnsstige.

- h) Sikre stabile økonomiske rammer for videreutdanning, slik at barnehagelærere og barnehage- og skoleeiere vet hvilke tilbud som finnes fra år til år, og slik at kompetanse på slike utdanningstilbud kan bygges opp på universiteter og høyskoler innenfor forutsigbare rammer.

Som beskrevet i 2.7, satser Regjeringen sterkt på videreutdanning (altså formelt kompetansegivende utdanning) av lærere.³⁰⁴ Dette er en videreføring og utvidelse av satsninger innenfor «Kompetanse for kvalitet». Videreutdanningen knyttes til målet om å bygge lærende fellesskap på skoler; en kultur for blant annet kollegaveiledning og faglig-didaktisk utviklingsarbeid. NIFUs deltakerundersøkelse for 2014³⁰⁵ tyder på at de fleste lærerne er fornøyd, at ordningen fungerer godt og at deltakerne opplever at de har fått økt kompetanse og motivasjon. I NIFUs undersøkelse pekes det spesielt på viktigheten av at deltakerne får diskutert og prøvd ut det de har lært på sitt arbeidssted.

Imidlertid pekte sluttrapporten om forrige versjon av nasjonal strategi for videreutdanning av lærere på at mindre enn 30 % av skolelederne var helt enige eller enige i at skolen har systematiske planer for lærernes deltakelse i videreutdanning, mens under halvparten var helt enige eller enige i at videreutdanning ble planlagt på lang sikt.³⁰⁶ Som hindringer for å sende lærere på videreutdanning, pekte skoleledere på skolens økonomi, lærernes tid samt problemer

³⁰⁴ (Kunnskapsdepartementet, 2014a)

³⁰⁵ (Gjerustad & Lødding, 2014)

³⁰⁶ (Klewe & Rasmussen, 2012)

med å skaffe vikar. Det kan altså se ut til at det er behov for mer langsiktig planlegging og trygghet for stabile og tilstrekkelige økonomiske rammer for at den enkelte skole og kommune skal kunne lage en langsiktig plan for kompetanseutvikling av sine ansatte.

Universiteter og høyskoler, som er de som utvikler og implementerer videreutdanningstilbudene, har på tilsvarende vis behov for langsiktighet. Som nevnt i 2.7, finnes det ingen oversikt over erfaring og kompetanse hos de universitets- og høyskoleansatte som faktisk gjennomfører videreutdanningen av realfaglærere. Så lenge tildeling av videreutdanningsoppdrag gjerne skjer for ett år av gangen og avgjøres kun få måneder før videreutdanningstilbudet skal implementeres, er det sannsynlig at de høyere utdanningsinstitusjonene i mange tilfeller må leie inn midlertidig arbeidskraft for å implementere tilbudene. Dette kan bety at en del tilbud gis av uerfarne ansatte og at opparbeidet kompetanse går tapt når de midlertidig ansatte går videre til andre jobber.

For å sikre forutsigbarhet – og dermed kvalitet – i videreutdanningstilbudene, er det viktig både for deltakerne, for skoleeier og for universiteter og høyskoler som tilbyr utdanningen, at organisatoriske og finansielle rammer er stabile og forutsigbare over tid. Bare slik kan skoleeiere planlegge for kompetanseheving av ansatte over tid, og bare slik kan høyere utdanningsinstitusjoner sikre kvalifiserte medarbeidere og gjennomprøvde kursopplegg.

i) Lage en nasjonal rammeplan for videreutdanning av lærere innen realfag

I strategiplanen «Kompetanse for kvalitet»³⁰⁷ spesifiseres det blant annet at videreutdanningstilbud skal inneholde fag og fagdidaktikk, være praksisnære, og fokusere på evaluering og vurdering, tilpasset opplæring, bruk av digitale verktøy osv. Ekspertgruppas gjennomgang av videreutdanningstilbud i 2014-2015 tyder på at veldig få av de kursene som tilbys, inkluderer alle områdene som er identifisert av strategien. Dette kan ses i sammenheng med kompetansen hos kurstilbyderne i universitets- og høyskolesektoren, som diskutert i punktet over. Videre er det en utfordring at det pr. i dag er liten grad av samordning mellom videreutdanningskursene som tilbys ved forskjellige utdanningsinstitusjoner. Et tilbud som for eksempel heter «Naturfag 2», kan ha forskjellig innhold og nivå på ulike institusjoner.

Ekspertgruppa foreslår derfor at det utarbeides en nasjonal rammeplan for videreutdanning. Her bør det stilles krav til faglig og didaktisk kompetanse hos kurstilbyderne, etableres en mer enhetlig kursstruktur (inkludert terminologi), og legges føringer for å sikre at strategiplanens krav om innholdskomponenter og praksisnærhet blir fulgt.

j) Styrke nettverk for erfaringsdeling og kompetanseutvikling blant lærerutdannere i realfagene

Det eksisterer i dag til en viss grad nettverk for erfaringsdeling og kompetanseutvikling for lærerutdannere i naturfag og matematikk, gjennom møtepunkter og konferanser forankret hos Naturfagsenteret og Matematikksenteret. Nettverkene bør støttes og videreutvikles, blant annet for også å kunne inkludere kurs for lærer- og lektorutdannere.

³⁰⁷ (Kunnskapsdepartementet, 2011a)

4.3 MÅL 3: Styrke posisjonen til naturfag og teknologi 1-10

4.3.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 3

- a) Øke antall undervisningstimer i naturfag i grunnskolen

Naturfaget i norsk grunnskole har et klart lavere timetall enn faget har i svært mange andre land. Faget er i øyeblikket ikke blant de seks skolefag i Norge med flest undervisningstimer, selv om fellesfaget har komponenter fra fem disipliner (biologi, fysikk, geofag, kjemi og teknologi). Gitt viktigheten av naturfaglige kompetanser for demokratisk deltagelse og problemløsning i arbeidslivet, mener ekspertgruppa at dagens timetall er for lavt. Naturfagundervisningen på barnetrinnet er spesielt sårbar på grunn av lavt timetall, og lav formell kompetanse i naturfag og naturfagdidaktikk hos lærerne.

Det er viktig at det sammen med økning i timetall for naturfag, prioriteres å øke antall lærere med relevant faglig kompetanse (jfr. 4.2). For en videre langsiktig styrking av posisjonen til naturfag i grunnskolen, og legge bedre til rette for dybdelæring og progresjon, er det mulig å se for seg en bred gjennomgang og fornying av læreplaner der kjerneideer og problemløsning står sentralt.

I Norge utgjør naturfag 6 % av undervisningen på barneskolen og 10 % på ungdomsskolen.³⁰⁸ Dette er noe under snittet i EU og betydelig lavere enn tilsvarende tall for Finland (se Tabell 5). Ser en for eksempel på antall timer naturfagundervisning før elevene tar PISA-testen, finner en at finske elever har hatt over 350 klokketimer mer enn norske elever. Dette tilsvarer omtrent seks skoleår med naturfag i Norge (gjennomsnitt i Norge er 57,5 timer i året)!

Tabell 5: Prosentandelen undervisningstid som brukes til naturfag (Norge, Finland og EU-gjennomsnittet)

LAND	BARNETRINN	UNGDOMSTRINN
NORGE	6 %	10 %
FINLAND	11 %	19 %
EU-GJENNOMSNIITT	7 %	12 %

- b) Utvikle læringsressurser som støtter lærere i å bruke naturfag og matematikk mer aktivt i teknologi og design

Selv om Bungum med flere³⁰⁹ anbefalte at teknologi bør behandles som eget felt i utdanningen, ønsker ikke ekspertgruppa å foreslå et nytt slik fag nå, men vil heller satse på å støtte implementeringen av det flerfaglige emnet. Dette mener vi bør gjøres gjennom utvikling av varierte læringsressurser for emnet, gjerne sammen med kursing av lærere i bruk av disse. Initiativer som TEKIn³¹⁰ kan gi verdifulle innspill til dette. Bungum³¹¹ anbefalte at det legges opp

³⁰⁸ OECD, (2013)

³⁰⁹ (Bungum et al., 2013)

³¹⁰ <http://www.naturfagsenteret.no/c1515375/prosjekt/vis.html?tid=1514703>

³¹¹ (Bungum, 2013)

til økt bruk av utforskende metoder i teknologifaget. Ekspertgruppa mener at implementeringen av det flerfaglige emnet bør følges opp gjennom forskning og utvikling, og at man eventuelt tar opp spørsmålet om integrert eller selvstendig fag/emne til ny vurdering om noen år.

4.4 MÅL 4: Bedre vilkårene for differensiert og tilpasset opplæring og styrke vurderingspraksis

Indikatorer på måloppnåelse

- Flere elever på høyeste kompetansenivå i TIMSS og PISA og nasjonale prøver.
- Færre elever på laveste kompetansenivå i TIMSS og PISA og nasjonale prøver.
- Mindre sprik mellom standpunktkarakterer og eksamenskarakterer.

4.4.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 4

a) Innføre diagnostiske prøver på 4. og 7. trinn i grunnleggende forståelse i naturfag

Diagnostiske prøver er prøver som gir lærer mulighet til å kartlegge elevens forståelse av grunnleggende begreper og sammenhenger før innføring i et nytt emne. Hensikten med å bruke slike prøver er å gi lærer et kunnskapsgrunnlag som kan brukes til å tilpasse undervisningen til elevene i gruppen. Diagnostiske prøver er derfor et viktig virkemiddel for vurdering for læring og differensiering. Prøvene bør baseres på et avgrenset antall ideer og begreper og avdekke dybden i elevenes forståelse av disse. Dette forutsetter forskningsbasert utvikling der man tar utgangspunkt i hva nasjonal og internasjonal forskning viser om elevenes konseptuelle utvikling i naturfag, kjente misoppfatninger og tilsvarende. Utvikling av diagnostiske prøver bør relateres til faglige grunnbegreper i naturfaglærerplanen som har karakter av å være forutsetninger for videre læring på senere årstrinn. Nye diagnostiske prøver må ledsages av veiledningsmateriell og tilbud om kurs, slik at bruk av prøvene kan styrke lærernes arbeid i klasserommet. Diagnostiske prøver kan også gi et signal til lærere om at målet for undervisningen er dybdelæring for alle elever. I første omgang foreslår utvalget av det utvikles diagnostiske prøver i naturfag for bruk på 4. og 7. trinn. På sikt bør det vurderes å utvikle en diagnostisk prøve i naturfag også på ungdomstrinnet.

b) Styrke tiltak for høyt presterende elever, spesielt:

- Videreføre tilbud om matematikkundervisning i videregående skole for elever på ungdomstrinnet, og utvide tilbudet til også å gjelde andre realfag.
- Videreføre tilbud om å ta begynnerekurs i matematikk på universitetet for elever i videregående skole, og utvide tilbudet til også å gjelde andre realfag. Opprette denne type tilbud i alle byer/tettsteder med høyere.
- Sikre stabile rammer for elevdeltakelse i olympiader og andre konkurranser i realfagene, og gjøre tilbudet allment tilgjengelig.
- Etablere nettressurser som tilbyr utfordrende oppgaver og sosiale nettverk for høyt presterende elever. Spesielt skal tiltaket støtte lærere og elever som ikke fenges av konkurranseaspekter i for eksempel olympiadene. Tilbudet bør

inneholde varierte oppgaver, blant annet rettet mot anvendelser. Støtte til administrasjon og oppfølging må inngå.

Det kan være utfordrende for lærere å gi et fullgodt tilbud til høyt presterende elever innenfor klassens rammer, og andre pedagogiske grep bør brukes i tillegg til differensiering. Høyt presterende elever kan ha godt utbytte av et stimulerende læringsfellesskap med jevnbyrdige, der de motiveres for å arbeide med realfagene. Det er viktig at slike tilbud gir elever mulighet til både faglig og sosial modning, og det bør derfor opprettes tilbud som gir elevene anledning til ikke bare å møte andre høyt presterende elever, men spesielt jevnaldrende høyt presterende elever.

Det finnes i dag en rekke konkurranser (noen individuelle, andre med klassevis eller gruppevis deltakelse) som særlig stimulerer høyt presterende elever. Som eksempler kan nevnes Abelkonkurransen, fagolympiadene, konkurransen Unge Forskere, med flere.³¹² En undersøkelse blant fysikkolympiade-deltakere indikerte at deltakelsen hadde en positiv innvirkning på senere realfags-relatert utdanningsvalg.³¹³ Slike tiltak kan derfor med fordel utnyttes mer aktivt for å gi et godt tilbud til høyt presterende elever. Dette kan for eksempel gjøres ved å spre informasjon og gjøre det lettere for lærere å organisere deltakelse i konkurransene, og ved å opprette muligheter for høyt presterende og realfagsinteresserte elever til å komme i kontakt med likesinnede gjennom nettbaserte fora og/eller samlinger. Dette fordrer blant annet stabile og tilstrekkelige økonomiske rammer for drift av disse konkurransene.

c) Gjøre kartleggingsprøver i regning obligatoriske for 1. trinn i tillegg til 2. trinn

I Norge gis det vesentlig mer spesialundervisning på ungdomstrinnet enn på barnetrinnet. Matematikk er identifisert som det faget som flest elever på yrkesfag stryker i, noe som igjen er en medvirkende årsak til høyt frafall. Mange av elevene som får vansker med matematikkfaget, blir ikke fanget opp før de er kommet langt i skoleløpet. Forskning viser at tidlig tallbegrepsforståelse er en av de beste prediktorene på å lykkes med matematikk senere. Et svakt utgangspunkt fører til en Matteus-effekt med stadig større vansker. Forskning viser også at elever som bruker uhensiktsmessige strategier, lykkes med å løse oppgaver korrekt i nesten like stor grad som andre elever, i de tidlige skoleårene. På grunn av denne strategibruken utvikler de imidlertid ikke begreper og problemløsningsstrategier som er nødvendige på høyere klassetrinn.

Utdanningsdirektoratet har på oppdrag fra Kunnskapsdepartementet gitt ILS/UiO i oppdrag å utvikle kartleggingsprøver i regning for 1. 2. og 3. trinn. Kun prøven for 2. trinn er gjort obligatorisk. Prøvene skal brukes til vurdering for læring for de 20 % svakeste elevene og følges av et omfattende veiledningsmaterieell rettet inn mot disse elevene. For å fange opp svak faglig utvikling så tidlig som mulig, foreslår ekspertgruppa at også prøven for 1. trinn gjøres obligatorisk. Skoler som har mange elever under bekymringsgrensen, bør få tilbud om veiledning fra skoleeier om hvordan de bedre kan legge til rette for læring i matematikk. Tiltak rettet mot elever som identifiseres av kartleggingsprøvene, skal i utgangspunktet gjennomføres innenfor rammen av fellesskapet, det vil si i den klassen eller gruppen hvor eleven normalt får sin undervisning.

³¹² <http://konkurransene.no/>, <http://nysgjerrigper.no/>, <http://www.proscientia.no/>

³¹³ (Guttersrud & Angell, 2002)

- d) Kvalitetssikre summativ vurdering slik at det i størst mulig grad gjennomføres en lik nasjonal vurderingspraksis

Forskning viser at prøver utviklet av lærere hovedsakelig måler faktakunnskaper og ferdigheter, og i mindre grad begrepsforståelse og problemløsning.³¹⁴ Når slike prøver brukes til summativ vurdering, innebærer det at man vurderer elevenes kompetanse ut fra et begrenset utvalg av kompetansemål. Analyser av karakterer,³¹⁵ viser at det i tillegg er en tendens til at mange lærere/skoler systematisk vurderer elever for høyt eller for lavt, dvs. at det finnes en god del «snille» og «streng» skoler i Norge.

Det er også andre indikasjoner på at vurdering av elevers kompetanse er til dels lite reliabel i norsk skole. På 10. trinn er gjennomsnittskarakterene for jenter høyere enn for gutter i så vel matematikk som naturfag. Dette gjelder både standpunktkarakterer og eksamenskarakterer og også dette mønsteret har vært relativt stabilt de senere årene. Disse forskjellene gjenspeiles ikke i PISA og TIMSS, hvor man altså ikke finner signifikante kjønnsforskjeller i realfagene. I PISA 2012-rapporten³¹⁶ uttrykkes dette eksplisitt: «I Norge er det ikke signifikante forskjeller mellom jenters og gutters prestasjoner i naturfag (s. 170)» og «Det er ikke kjønnsforskjeller i matematikk i Norge (s. 35)». PISA og TIMSS måler riktignok ikke alle aspekter knyttet til de norske læreplanenes kompetansemål i disse to fagene, men de måler viktige og sentrale deler av elevenes faglige kompetanse i matematikk og naturfag med svært høy kvalitet. Det er derfor urovekkende at karakterer ensidig går i jenters favør, dersom det faktisk ikke er kjønnsforskjeller i realfaglig kompetanse.

Det å arbeide mot en mer lik vurderingspraksis er viktig i relasjon til enkeltelevers karrieremuligheter. Karakterer gitt på vitnemål fra grunn- og videregående skole kan være helt avgjørende for elevers videre studiemuligheter og disse karakterene bør da baseres på en mest mulig lik vurdering av elevers faglige kompetanse.

Dersom man skal oppnå en mer ensartet nasjonal vurderingspraksis, og som dessuten baserer seg på en bredere del av læreplanens kompetansemål, bør det utvikles verktøy som støtter lærerne i deres vurderingsarbeid. Ekspertgruppa foreslår tre slike verktøy:

- i. Utvikling av oppgavebanker
- ii. Utvikling av flere karakterstøttende prøver
- iii. Høyne kvaliteten på avsluttende eksamener

i. Utvikle oppgavebanker

³¹⁴ (Boesen, 2006)

³¹⁵ (Galloway, Kirkebøen, & Rønning, 2011; Utdanningsdirektoratet, 2014)

³¹⁶ (Kjærnsli & Olsen, 2013)

I Sverige har man god erfaring med å utvikle oppgavebanker som en ressurs for matematikk- og fysikklærere. Peter Nyström, som har hatt en sentral rolle i dette arbeidet, beskriver hensikten med denne prøve-/oppgavebanken på følgende måte:³¹⁷

«Ett sätt att tillfredställa behovet av eller kravet på ett nationellt system för att skapa jämförbara och likvärdiga betyg inom ramen för en flexibel målstyrd skola, är att skapa ett provsystem utformat som en uppgiftsbank eller provbank. Den grundläggande tanken är då att varje skola ska kunna gå in i banken och där konstruera ett eget prov som kan användas vid den tidpunkt respektive skola finner lämplig. Samtidigt ska banken också innehålla någon form av betygsstödjande funktion.» (PP-presentasjon for Ekspertutvalget i Oslo, 10.09.2014)

I den svenske oppgavebanken kan man finne ulike typer oppgaver som man selv kan sette sammen til hele prøver, men også enkeltoppgaver som egner seg godt til gruppearbeid og prosjekter. Man får dessuten tilgang til data som sier noe om vanskelighetsgraden til oppgavene, kontekster, kognitivt nivå, estimert tidsbruk, hvordan ulike typer elevbesvarelser bør vurderes, profiler for karakternivåer, etc. Oppgavene er også systematisert ut fra noen av de nevnte informasjonene.

Ekspertgruppa mener at opprettelse av prøve-/oppgavebanker i første omgang bør knyttes til fagene matematikk og fysikk. Ekspertgruppa mener videre at slike prøve-/oppgavebanker kan bidra til en større grad av likeverdighet i vurderingen av elevers faglige kompetanse nasjonalt. En prøve-/oppgavebank vil kunne medvirke til å høyne kvaliteten på vurderingsgrunnlaget ved at oppgavene som prøvene består av er gjennomarbeidet og pilotert, slik at man har gode data på hva de måler. Dette vil blant annet innebære at man sikrer seg at vurderingen og karaktergivingen baseres på bredere del av læreplanens kompetansemål og man bidrar til å redusere uheldige skjevheter i summativ vurdering.

En forutsetning for å lykkes med å etablere en prøve-/oppgavebank som kan ha en funksjon som her beskrevet, er at den utvikles i samråd med en gruppe kompetente eksperter. En slik gruppe bør inkludere personer med ulike typer kompetanser, spesielt innen matematikk, fysikk, realfagsdidaktikk og psykometri. Brukergrupper bør dessuten konsulteres i den endelige utformingen. Et viktig mål for en slik prøve-/oppgavebank er at den er brukervennlig og at realfagslærere opplever den som en viktig ressurs i sitt eget vurderingsarbeid.

ii. Utvikle flere karakterstøttende prøver

Utdanningsdirektoratet har allerede utviklet en karakterstøttende prøve i naturfag som en del av kvalitetsvurderingssystemet. Flere slike prøver vil gi lærere verdifull støtte til å utvikle en felles forståelse av hva som kreves av måloppnåelse, for å få en gitt karakter. Dette er særlig viktig i naturfagene på nivåer der det ikke foreligger sentralgitte skriftlige eksamener, og hvor lærere derfor har liten anledning til å utvikle tolkningsfellesskap. Det synes naturlig å knytte en videreutvikling av karakterstøttende prøver tett opp mot en etablering av en nasjonal prøve-/oppgavebank. Etter hvert som karakterstøttende prøver utvikles og piloteres, vil man kunne bruke disse som et fundament for etableringen av en prøve-/oppgavebank.

³¹⁷ (Nyström, 2014, i presentasjon til ekspertgruppa 9.10.2014)

iii. Høyne kvaliteten på avsluttende eksamener

Ekspertgruppa foreslår også at man på sikt piloterer eksamener i realfag på samme måte som andre prøver som er en del av vårt nasjonale kvalitetsvurderingssystem, for eksempel nasjonale prøver eller TIMSS og PISA. Eksamener gir en summativ vurdering av elevens sluttkompetanse på et gitt nivå i utdanningsløpet og eksamenskarakterer tillegges stor vekt i mange sammenhenger. Disse karakterene kan ha en helt avgjørende betydning for elevens videre karrierer, både i tilknytning til opptak til ønsket utdanning og i konkurransesituasjoner på jobbmarkedet. Det er derfor et paradoks at eksamen ikke kvalitetssikres på samme måte som andre prøver og tester utviklet for vårt nasjonale kvalitetsvurderingssystem, og som faktisk ikke har en tilsvarende betydning på individnivå (f.eks. nasjonale prøver, TIMSS, PISA). Det anbefales derfor å utvikle et rammeverk for alle eksamener i realfag og iverksette tiltak for å høyne kvaliteten på de eksamener som utvikles. Dette innebærer blant annet at man forsikrer seg om at alle gitte eksamener på en balansert måte dekker de sentrale temaene i pensum, at de har oppgaver på ulike kognitive nivåer og at de har tilnærmet lik vanskegrad fra år til år. Eksamensoppgaver bør også pilotes og systematisk analyseres hvert år. Sensurordningen med to eksterne sensorer må beholdes, men reliabilitetstesting av sensorer bør i større grad systematiseres. For å lykkes med å høyne kvaliteten på eksamener i realfag, er det viktig at psykometriske eksperter i større grad trekkes inn i alle prosesser i dette arbeidet, spesielt i analysene av enkeltoppgavene og av de endelige eksamensresultatene.

4.5 MÅL 5: Økt satsing på realfag fra tidlig alder

4.5.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 5

- a) Tydeliggjøre betydningen av å satse på realfag fra tidlig alder ved at matematikk og naturfag blir egne fagområder i den nye rammeplanen for barnehagen som er under utarbeiding.

Barnehagen er en del av utdanningsløpet og skal legge til rette for og stimulere barnas læring og nysgjerrighet.³¹⁸ Ved å arbeide med realfag i en barnehagekontekst, ivaretas barnas spørsmål og undringer i forhold til matematiske og naturfaglige fenomener.

Ansatte i barnehagen bør i tillegg til å følge opp barnas egne innspill, også aktivt tilrettelegge for realfaglig læring slik at barna i samspill med de voksne kan tilegne seg dypere forståelse for sammenhenger og strukturer. Forskning viser at en slik tilrettelegging har best effekt når den i utgangspunktet er relatert til barnas egne interesser. Aktivitetene som inngår, bør være utforskende og lekpregete³¹⁹ og ikke ha et formelt preg. På denne måten legges det et godt grunnlag for videre læring. Forskning viser at barnehagens pedagogiske tilrettelegging har stor betydning for matematisk kompetanseutvikling og barnas resultater senere i utdanningsløpet.³²⁰ Spesielt for barn som kan komme til å streve, er et godt arbeid med matematikk i barnehagealder forebyggende.

³¹⁸ (Kunnskapsdepartementet, 2011b)

³¹⁹ (Stipek et al., 1995)

³²⁰ (Clements et al., 2014)

Evalueringen av Rammeplan for barnehagens innhold og oppgaver finner at innføringen av fagområdet *Antall, rom og form* som eget fagområde har ført til at barnehagene arbeider mer med matematikk enn de gjorde før.³²¹ Dette viser at en synliggjøring av fagområdene i styringsdokumentene har stor betydning for hvilken plass fagene får i det praktiske arbeidet i barnehagen. Som et tiltak for å styrke realfagsopplæringen i barnehagealder, vil det derfor være viktig at matematikk og naturfag blir egne fagområder i den nye rammeplanen som er under utarbeiding.

b) Bevilge midler til rekruttering av realfagskontakter i alle barnehager

Barnehagene skal arbeide med alle de sju fagområdene som Rammeplanen inneholder. Det er i planen ikke sagt noe om vektlegging av de ulike områdene. En undersøkelse fra 2013³²² av 1000 norske barnehager viste at 50 % av barnehagene arbeidet mye med *Natur, miljø og teknikk* og for *Antall, rom og form* var prosentandelen 48 %. Til sammenligning oppgir 79 % barnehagene at de arbeider mye med fagområdet *Kommunikasjon, språk og tekst*. Det har vært mye større fokus og satsing på det språklige området de siste årene, noe som er uttrykt i kompetansestrategiene for barnehagene.

Gjennom realfagstrategien er det satt inn ressurser for å styrke realfag i barnehagen. Resultatene fra satsingen er ennå ikke evaluert. I stor grad har tiltakene på barnehageområdet bestått i å øke kompetansen hos de ansatte. Dette er viktig for å bedre kvaliteten (jfr. vårt forslag til tiltak), men for at realfag skal bli satt på dagsorden i større grad enn det er gjort til nå, er det utfra ekspertgruppas synspunkt nødvendig med en satsing som er knyttet tettere opp til den enkelte barnehage.

Ekspertgruppa foreslår at det gis ressurser til at det i hver barnehage kan være en barnehagelærer som får et spesielt ansvar for arbeidet med realfag. Slike realfagskontakter bør kunne delta i et lærende nettverk som det vil være naturlig at de aktuelle nasjonale sentrene tar ansvar for. Realfagskontakten vil ha ansvar for veiledning av egne kollegaer. På den måten kan trykket på fagområdene holdes oppe i større grad og det vil kunne skje en kompetanseutvikling av hele personalet innenfor det realfaglige området. Dette forslaget er også i tråd med strategidokumentet *Kompetanse for framtidens barnehage 2014-2020*,³²³ der barnehagebaserte utviklingstiltak er et av kompetanseutviklingstiltakene.

Ekspertgruppas forslag om utdanning av realfagskontakter bør prioriteres i etter- og videreutdanning i realfag for barnehagelærere.

4.6 MÅL 6: Øke barn og unges interesse og motivasjon for realfag, og styrke rekrutteringen og kjønnsbalansen i realfag

Indikatorer på måloppnåelse

- Økt rekruttering og bedre kjønnsbalanse i realfagene i videregående skole som det framgår fra årlig statistikk fra Utdanningsdirektoratet.

³²¹ (Østrem et al., 2009)

³²² (Guldbrandsen & Eliassen, 2013)

³²³ (Kunnskapsdepartementet, 2013a)

- Økt rekruttering og bedre kjønnsbalanse i høyere utdanning innenfor matematikk, naturvitenskap og teknologi, som indikert i statistikk fra SSB, Samordna Opptak og DBH.
- Høyere skår på relevante variabler i PISA, for eksempel om framtidsrettet motivasjon for naturfag og matematikk, og aspirasjoner for framtidig jobb.

4.6.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 6

- a) Fremme motiverende og interessedypende undervisning i realfagene på alle alderstrinn, spesielt gjennom å
 - i. satse på tiltak som bidrar med læringsressurser og kompetanseheving av lærere i bruk av varierte arbeidsmåter. Spesielt bør det legges vekt på undervisning knyttet til samfunnsmessige anvendelser og relevans.
 - ii. satse på tiltak som gjør ungdom oppmerksom på spennvidden i realfaglige utdanninger og yrker

Matematikk og naturfag er kilder til undring, oppdagelse, glede, og mestring. Det er sterke sammenhenger mellom elevers holdninger og prestasjoner i matematikk og naturfag.³²⁴ Norske elevers interesse for matematikk og naturfag ligger under gjennomsnittet i PISA og TIMSS, og avtar oppover i skoleløpet.³²⁵ Elevene ser ut til å verdsette betydningen av naturvitenskap og matematikk for samfunnet, men synes i mindre grad at skolefagene er interessante og motiverende for dem personlig.³²⁶ Undervisning som bruker varierte arbeidsmåter, inkludert utforskende arbeidsmåter og utendørs læringsarenaer, ser ut til å fremme elevers interesse og motivasjon i naturfag.³²⁷ NIFUs evaluering av Den naturlige skolesekken konkluderte med at prosjektet styrket elevenes motivasjon for læring på slike måter. Samtidig er ikke bildet entydig når det gjelder læringseffekt av utforskende arbeidsmåter.³²⁸ Det er derfor viktig at lærere får veiledning i hvordan slik undervisning kan gi godt læringsutbytte for elevene, for eksempel med tanke på grundig for- og etterarbeid.³²⁹ Prosjekter som kombinerer utvikling av læringsressurser med kompetanseheving av lærere er derfor fordelaktige.

Forskning tyder på at undervisning knyttet til samfunnsmessige anvendelser fremmer elevenes interesse og motivasjon for realfag.³³⁰ På dette området er det også et potensiale for samarbeid mellom skole og næringsliv (se 2.9), og det foregår allerede mye relevant aktivitet på dette feltet. For teknologi-området kan slikt samarbeid være ekstra fruktbart, fordi teknologi er relativt nytt som område i grunnopplæringen, og kan være utfordrende for mange lærere. Det er her viktig at lærere og bedriftsrepresentanter samarbeider om undervisningsoppleggene, for å ivareta både fagdidaktisk kvalitet og relevans for arbeidslivet.

Undervisning som styrker elevenes interesse og motivasjon i realfagene, vil med stor sannsynlighet også styrke rekrutteringen til realfaglige utdanninger og yrker. Forskning viser at

³²⁴ (Kjærnsli et al., 2007; Kjærnsli & Olsen, 2013)

³²⁵ (Grønmo & Onstad, 2009; Kjærnsli et al., 2007)

³²⁶ (Kjærnsli et al., 2007; Schreiner, 2006)

³²⁷ (Potvin & Hasni, 2014; Sjaastad, Carlsten, Opheim, et al., 2014)

³²⁸ (Kjærnsli et al., 2007; Minner et al., 2010)

³²⁹ (B. S. Haug, 2014)

³³⁰ (Kjærnsli et al., 2007; Potvin & Hasni, 2014)

interesse er blant de sterkeste motivasjonsfaktorene som ungdom oppgir som bakgrunn for sitt utdanningsvalg.³³¹ Likevel fører ikke interesse automatisk til valg av realfaglig utdanning; mange elever som er interessert, tenker likevel at realfaglig utdanning og yrke ikke passer for dem.³³² Dette henger bl.a. sammen med hvordan fagene ofte framstilles gjennom massemedier og i det offentlige rom og med elevenes begrensede kjennskap til anvendelses- og yrkesområder knyttet til realfag.³³³ Undervisningsressurser som viser fram realfag i kontekst, og hvordan fagene anvendes, kan bidra til at en større og mer variert elevgruppe enn i dag ser på realfag som «noe for meg», og som derfor velger å satse videre på realfag.³³⁴ Tiltak som «Rollemodell.no» og «Hva kan jeg bli med realfag?» (se 2.1.4 om tiltak forankret hos Nasjonalt senter for realfagsrekruttering) er spesielt utviklet for å vise fram yrkesmuligheter, og kan med fordel videreutvikles.

Som for mange andre anbefalinger i denne rapporten, vil vi framheve lærernes betydning. Tiltak som gir lærere mer «eierskap» til realfagene og flere faglige og fagdidaktiske strenger å spille på, vil bidra til å stimulere flere elevers interesse, styrke motivasjonen og gi bedre rekruttering.³³⁵ Det er en fordel å videreutvikle eksisterende tiltak framfor å opprette nye. Mange eksisterende tiltak er evaluert og forsket på, og blir forbedret som følge av dette. Det er også gunstig at tiltakene er forankret hos de nasjonale sentrene, og gjøres kjent og tilgjengelig gjennom deres godt etablerte kommunikasjonskanaler. Tiltakene bør kontinuerlig følges opp med evalueringer og forskning.

- b) Støtte tiltak som skaper positiv oppmerksomhet om realfag og realister i det offentlige rom, for eksempel gjennom et nytt Pro Real-program i Norges Forskningsråd.

Mye tyder på at bildet som skapes av realfag og realister i det offentlige rom, er begrenset og stereotyp og langt fra speiler det mangfoldet som finnes innen forskning og anvendelser av realfag. Ungdom velger utdanning ut fra det bildet de har av realfag og realister, og ut fra i hvilken grad de kan identifisere seg med dette bildet.³³⁶ Tiltak som kan skape positiv oppmerksomhet omkring realfag og realister i det offentlige rom, kan derfor antas å bedre rekrutteringen gjennom å gi et mer nyansert bilde hva slags folk som jobber innen realfag. Gode eksempler er TV-programmer som «Siffer», tilbud som «Universet på 42 minutter - et vitensshow», nettsted og sosiale medier som «Roseblogg - om kjernefysikk og forskning og sånn» (<http://rose-blogg.blogspot.no/>), «Kollokvium.no», «forskning.no» pluss en rekke andre. Forskning på unges utdanningsvalg tyder dessuten på at populærvitenskap formidlet f.eks. gjennom TV-programmer og magasiner, motiverer mange unge.³³⁷ Det er også grunn til å støtte nye tiltak som kan bidra til å utvikle en «kultur for realfag»; for eksempel har en kampanje med «Fysikk på T-banen»³³⁸ fått mye positiv oppmerksomhet i Irland. Norges forskingsråd hadde

³³¹ (Bøe, 2012a; F. Jensen & Henriksen, 2014; Schreiner et al., 2010)

³³² (DeWitt et al., 2011)

³³³ (Buland, Mathiesen, & Mordal, 2014; Tytler, 2014)

³³⁴ (Ametller & Ryder, 2014)

³³⁵ (Tytler, 2014)

³³⁶ (Taconis & Kessels, 2009)

³³⁷ (Henriksen, Jensen, et al., 2014)

³³⁸ <https://www.facebook.com/dartofphysics> og <http://dartofphysics.ie/>

fram til 2012 et program, ProReal, som støttet tiltak i den kategorien som omtales her. I de siste årene ligger dette under programmet ProForsk, som har et noe bredere fokus på forskningsformidling. En ny «spissing» av Forskningsrådets utlysninger av midler for å dekke tiltak som skaper positiv oppmerksomhet om realfag og realister, kan tenkes å bidra til et mer positivt og nyansert bilde av realfag og realister i offentligheten og dermed gi bedre rekruttering.

- c) Utarbeide et tilbud om etterutdanning innenfor karriereveiledning i realfag for rådgivere i skolen. Tilbudet kan være et samarbeid mellom de nasjonale sentrene Nasjonalt senter for realfagrekruttering, Matematikksenteret og Naturfagsenteret, i samarbeid med Rådgiverforum.

I sin analyse av rådgivningstjenesten ved skoler i Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag, anbefalte Buland mfl. blant annet kompetanseheving av rådgivere gjennom etterutdanning.³³⁹ Et eget kurs i karriereveiledning i realfag, bør ta for seg utfordringer i relasjon til rekruttering, for eksempel ungdoms mangel på kunnskap om yrkesmuligheter, kjønnsstereotype valg, og stereotype holdninger til realfagene.

- d) Etablere et pilotprosjekt for å gjøre Ent3r tilgjengelig for elever som ikke bor i nærheten av en høyere utdanningsinstitusjon.

Realfagtreningsprosjektet Ent3r kan virke positivt på rekrutteringen til realfagene på flere måter.³⁴⁰ Forskning har funnet positiv effekt av Ent3r på elevers interesse, mestringsforventning og evne til å se seg selv i realfagene. Ent3r er imidlertid bare tilgjengelig for elever som bor i nærheten av en høyere utdanningsinstitusjon der realfagstreningen foregår. Ekspertgruppa foreslår et pilotprosjekt for å få Ent3r ut til elever i distrikter uten høyere utdanningsinstitusjoner. Det kan bestå i et program der elever ved videregående skoler er mentorer for ungdomsskoleelever. Dette har vært utprøvd i form av såkalte «matematikk-kafeer».³⁴¹ Man kan også vurdere en samlingsbasert eller delvis nett-basert løsning, med studenter som mentorer. Et slikt arbeid bør foregå i samarbeid med Ent3rs prosjektledelse, ved nasjonalt senter for realfagsrekruttering.

- e) Pilotere en informasjonskampanje om realfagsvalg rettet mot foresatte

I tillegg til lærere er foreldre og andre nære personer viktige inspirasjonskilder og sparringpartnere når ungdom skal velge utdanning.³⁴² Nære personer kan fungere som rollemodeller, de kan informere om ulike utdannings- og yrkesmuligheter, og de kan støtte den unge i selvrefleksjons-prosessen («hva trives jeg med, hva er jeg god til, hva er jeg mindre god til, hva søker jeg i en framtidig jobb»). Kanskje er foreldre en for lite utnyttet ressurs for å få flere unge til å vurdere realfag?³⁴³ I USA førte en informasjonskampanje rettet mot foreldre, der

³³⁹ (Buland et al., 2014)

³⁴⁰ (Dahl, 2011; F. Jensen & Sjaastad, 2013)

³⁴¹ Personlig kommunikasjon med Borghild Lundebj ved Nasjonalt senter for realfagrekruttering

³⁴² (Sjaastad, 2012a, 2012b)

³⁴³ (Henriksen, 2011)

realfagenes nytteverdi ble framhevet, til en økning i elevers realfagsvalg i videregående skole.³⁴⁴ Et mulig tiltak for å bedre realfagsrekrutteringen kan dermed være å utvikle et pilotprosjekt for utdannings- og yrkesinformasjon, rettet mot foreldre. Et slikt prosjekt må være forskningsbasert, og utvikles over en viss periode.

- f) Sørge for at arbeidsmåter som fremmer interesse, motivasjon og rekruttering vektlegges i etter- og videreutdanningstilbud som utvikles på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet.

Flere steder i denne rapporten er det dokumentert faktorer som virker hemmende på rekrutteringen til realfag. For eksempel har mange elever (særlig jenter) uforholdsmessig lav mestringsforventning i realfagene;³⁴⁵ ungdom kjenner for lite til anvendelser og yrkesmuligheter, og de sliter med å bygge opp en identitet som «en som er glad i, og får til, realfag». I utlysninger av midler til etter- og videreutdanning av realfagslærere bør det i større grad legges føringer på at slike tilbud skal bidra til å bevisstgjøre lærere på forhold som fremmer holdninger i og rekrutteringen til realfag. Dette kan gjøres ved å gi dem eksempler på ressurser og arbeidsmåter som kan vise anvendelser og yrkesmuligheter, styrke interesse og motivasjon, gi mestringsopplevelser og hjelpe elever (spesielt jenter) å bygge opp et positivt selvbilde knyttet til realfag.

4.7 MÅL 7: Redusere regionale forskjeller i læringsutbyttet i realfag

Indikator på måloppnåelse

- Mindre regionale forskjeller som målt i resultatene på nasjonale prøver i regning og nasjonale eksamener i matematikk og naturfag.

4.7.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 7

- a) Prioritere midler til utvikling av lærende nettverk innenfor realfag til regioner med svake elevresultater.

Det fins mange eksempler på undervisning av høy kvalitet i Norge. Hvert år deles Holmboprisen ut til en lærer som har utmerket seg i dette henseende, og det er alltid mange godt kvalifiserte kandidater. Også mange lærere som jevnlig melder på sine matematikklasser til den årlige KappAbel-konkurransen, er svært dyktige. Slike priser og konkurranser bidrar til økt fokus på matematikkundervisning av høy kvalitet, og mange av de involverte lærerne vil være en viktig ressurs for skolen sin. Det ville være en god ide å bruke slike lærere i større grad i kursvirksomhet rettet mot å videreutvikle matematikkundervisningen i norsk skole.

Substansiell og holdbar utvikling av god matematikkundervisning er avhengig av et tett samspill mellom flere faktorer. Noen av disse vil ligge innenfor individuelle læreres profesjonelle

³⁴⁴ (Harackiewicz, Rozek, Hulleman, & Hyde, 2012)

³⁴⁵ (Bøe, 2012a)

ansvarsområde, mens andre vil inkludere grupper av lærere i det som kan betegnes som lærende fellesskap. I tillegg kommer så betydningen av skoleledere, politiske rammebetingelser og eksterne aktører. Alle må dra i samme retning dersom optimal utvikling skal finne sted.

Universiteter og høyskoler står sentralt i arbeidet med å utvikle etter- og videreutdanningskurs som er tilpasset lærernes behov. Lærere som vil videreutvikle sin undervisningspraksis, må få mulighet til å diskutere både didaktisk teori og praktiske situasjoner fra klasserommet. Den praktiske didaktiske undervisningskunnskapen må så prøves ut i klasserommet og det må være rom for faglige diskusjoner med kollegaer knyttet til de utfordringene man da vil møte.

Ekspertkomiteen støtter Kunnskapsdepartementets strategi om å bevilge midler til satsning på «Realfagskommuner». Midler til en slik satsning vil kunne ses i sammenheng med ekspertgruppas anbefalinger om å prioritere det å etablere realfagskontakter på skole- eller kommunenivå, og å styrke regioner med svake elevresultater på nasjonale prøver/eksamener. Dette synes å være i tråd med Kunnskapsdepartementets utlysningstekst. Samtidig støtter ekspertgruppa også Kunnskapsdepartementets krav om at det må foreligge spesifikke utviklingsplaner for å motta økt finansiell støtte av denne typen.³⁴⁶ Slike planer bør fortrinnsvis inkludere innspill fra UH-sektoren.

- b) Opprette fylkeskommunale nettverk for «små» skoleeiere, det vil si kommuner med få skoler

Erfaringer av innføringen av «Vurdering for læring» viser at endring på skolenivå er størst i de tilfeller der rektor har støtte hos skoleeier. Mange skoleeiere er små og har ikke mulighet til å ha ressurspersoner på alle områder skolene arbeider med. Det medfører at tilsatte som arbeider med skole, må utvikle kompetanse på flere ulike områder hvis skal de kunne veilede skoleledelse og lærere. Dette kan være utfordrende, og ekspertgruppa foreslår at det opprettes fylkeskommunale nettverk som kan fungere som lærende nettverk for skoleeiere. Disse nettverkene bør primært arbeide med kunnskapsutvikling knyttet til nasjonale tiltak og innovasjoner i utdanningsfeltet. Nettverkene foreslås opprettet i forbindelse med innføring av ny realfagsstrategi. Utdanningsdirektoratet bør gis i oppgave å følge opp disse nettverkene.

4.8 MÅL 8: Bidra til å øke gjennomføringsgraden i yrkesfaglig videregående opplæring

Indikator på måloppnåelse

- Økt gjennomføringsgrad i yrkesfaglig videregående opplæring som presentert i årlig statistikk fra Utdanningsdirektoratet.

4.8.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 6

- a) Utvikle egne læreplaner i matematikk og naturfag for de ulike yrkesfaglige utdanningsprogrammene. Disse læreplanene bør ha vekt på relevans.

³⁴⁶ (Kunnskapsdepartementet, 2014b)

Matematikk og naturfag for Vg1 på yrkesfag er fellesfag der alle yrkesfaglige utdanningsprogrammer har samme læreplaner. Læreplanene er dermed ikke spesielt tilpasset den matematiske og naturfaglige kompetansen som er mest relevant for hvert utdanningsprogram. Med innføring av egne læreplaner i matematikk og naturfag for de ulike programmene, kan disse gjøres mer relevante og praksisrettede for elevene. Kompetansemål i matematikk- og naturfaglæreplanene for hvert utdanningsprogram bør utvikles til å støtte opp under kompetansemål i andre fag på utdanningsprogrammet. Elever som er faglig svake i matematikk og/eller naturfag, kan få økt motivasjon og bedre læringsutbytte av at fagene gjøres mer relevante og praksisnære. Mer yrkesrettet matematikk og naturfag vil også medføre at elevene er bedre forberedt på lærling-perioden, ved at de får bedre innsikt i hvordan de skal anvende matematisk og naturfaglig kompetanse i yrkesutøvelse.

I Læringsundersøkelsen 2013 fant forskerne at flere representanter for skoler, fylkeskommuner og opplæringskontor mener det største hinderet for yrkesretting er at dette ikke gis plass i læreplanene i fellesfagene.³⁴⁷ Yrkesfaglige utdanningsprogram er de siste tiårene akademisert. Denne utviklingen er begrunnet med et antatt økt behov for fleksibel kunnskap i samfunnet og arbeidslivet. Elever som går på yrkesfag, skal kunne velge å ta det tredje skoleåret på skolen og gjennom dette oppnå generell studiekompetanse. I skoleåret 2013/2014 valgte nesten 14000 elever en slik løsning. Realisering av ideen om fleksibel kunnskap og allmenndannelse kan likevel svikte dersom elevene ikke oppnår dybdeforståelse. Naturfaglig kunnskap innebærer for eksempel en mulighet for å forstå en del faglige praksiser, teorier og HMS-regler i dybden. Større vektlegging av naturfaglig kompetanse kan dermed øke elevens yrkesprofesjonalitet og endringskompetanse. Det er vanskelig å se at denne muligheten er særlig godt utnyttet i dag. Kompetansemål i naturfag med større relevans for de ulike yrkesfaglige utdanningsprogrammene kan også tenkes å bidra til motivasjon for læringsarbeidet, gjennom opplevelse av faget som meningsfylt. Disse mulighetene peker i retning av at en bør vurdere å formulere forskjellige naturfaglige kompetansemål for de ulike yrkesfaglige utdanningsprogrammene.

- b) Utvikle nye læreplaner for påbyggingskurs i matematikk og naturfag for Vg3 på yrkesfaglige utdanningsprogrammer.

I dag kan elever ta et tilleggskurs som gir påbygging til generell studiekompetanse. Dette kurset inneholder de resterende kompetansemålene fra Vg1 for studieforbereidende utdanningsprogram. Ved innføring av forskjellige kompetansemål for ulike yrkesfaglige utdanningsprogram, vil dette kurset måtte gjøres mer fleksibelt. Det at en stor andel elever får svake karakterer i matematikk og naturfag på Vg1 for yrkesfaglige utdanningsprogram,³⁴⁸ tilsier at mye av læringen innebærer overflatelæring av fakta som ofte hurtig glemmes. Ideen om at en i påbyggingskurset skal bygge videre på ting elevene kan fra før, synes derfor ikke å være

³⁴⁸ <http://www.udir.no/Tilstand/Analyser-og-statistikk/vgo/Karakterer/Karakterstatistikk-for-videregaende-opplaring/>

realisert. Ekspertgruppas vurdering er at det utvikles egne påbyggingskurs i matematikk og naturfag i tilknytning til opptak på videre studier som ikke krever fordypning i disse fagene. Kurset bør også forberede elevene til Matematikk S1, slik at de senere kan ta fordypning i matematikk.

- c) Redusere stofftrengselen i matematikk og naturfag på yrkesfaglige utdanningsprogrammer.

Ekspertgruppa anbefaler at man legger vekt på å unngå stofftrengsel når læreplanene i matematikk og naturfag på Vg1 yrkesrettes. Ved å utvikle egne kurs for hver av de yrkesfaglige studieretningene, kan man utvikle sentrale kompetansemål i matematikk og naturfag som støtter opp under kompetansemål i yrkesfagene. Det er i tillegg viktig å inkludere kompetansemål i matematikk og naturfag som gjør at elevene er bedre rustet til HMS-arbeid, når de er i lære. Elevene må for eksempel være i stand til å lese og forstå sikkerhetsinstrukser.

- d) Utvikle læringsressurser (og eventuelle andre tiltak) for å fremme relevans og dybdelæring i undervisningen tilpasset det enkelte yrkesfaglige utdanningsprogram.

Ekspertgruppa anbefaler at det utvikles læringsressurser som kan benyttes i matematikk og naturfagundervisningen i Vg1, og som kan bidra til bedre yrkesretting. Mange lærere i matematikk og naturfag har ikke tilstrekkelig innsikt i yrkesfagene og vil trenge gode ressurser som de kan benytte sammen med yrkesfaglærerne, for å integrere yrkesfag, matematikk og naturfag. Slike ressurser må også vektlegge konsolideringsfasen, der matematisk og naturfaglig kunnskap løftes ut av den integrerte aktiviteten og inngår i realfaglige diskusjoner hvor siktemålet er at elevenes faglige kompetanse i matematikk og naturfag videreutvikles.

4.9 MÅL 9: Styrke forskning på undervisning og læring i matematikk, naturfag og teknologi

Indikatorer på måloppnåelse

- Flere stipendiater i realfagdidaktikk ved norske høyere utdanningsinstitusjoner
- Økt antall nasjonale og internasjonale publikasjoner om realfagsdidaktiske temaer
- Flere ansatte med førstekompetanse i fagdidaktiske stillinger knyttet til lærerutdanning og etter- og videreutdanning

4.9.1 Forslag til tiltak knyttet til Mål 9

- a) Kartlegge lærerutdanneres kompetanseprofil

Hvem utdanner og videreutdanner lærerne? Hva vet vi om kompetansen til lærerutdannerne? Hatties forskning tyder på at læreren har stor betydning for elevenes læring.³⁴⁹ Det er grunn til å tro at lærerutdannere på samme måte har stor betydning for hvordan lærerstudenter og lærere lærer. Flere endringer i lærerutdanningen har ført til stort behov for å tilsette flere

³⁴⁹ (Hattie, 2009)

lærerutdannere. Det er også stort behov for forelesere og kursholdere når det skal gjennomføres omfattende nasjonale satsinger på etter- og videreutdanning, som for eksempel «Ungdomstrinn i Utvikling», «Kompetanse for kvalitet» eller noen av de andre tiltakene som er foreslått i denne rapporten. Hvor godt rustet er lærerutdanningene til å møte de utfordringene som følger av større satsning på lærerutdanning samtidig som det skal drives omfattende etter- og videreutdanning? Undervisning på høyskole og universitet skal være forskningsbasert. Da NOKUT kartla allmennlærerutdanningen i 2006, hadde 52 prosent av lærerutdannerne i naturfag førstekompetanse, mens tilsvarende andel for matematikk var kun 26 prosent.³⁵⁰ Kartleggingen til NOKUT ble foretatt i 2006. Ekspertgruppa forslår derfor at det gjøres en ny kompetansekartlegging der man undersøker hvor stor andel av lærerutdannerne som har førstekompetanse, om de har førstekompetanse i realfagdidaktikk, hvor mange som har master/hovedfag og hvor mange som kun har lærerutdanning. Det bør også kartlegges om lærerutdannerne har undervisningserfaring fra grunnopplæringen, samt om de har fullført praktisk-pedagogisk utdanning eller universitetskurs i pedagogikk. Det anbefales at det også kartlegges hvilken kompetanse midlertidige tilsatte som arbeider med etter- og videreutdanning, har.

- b) Finansiere forskningsprosjekter som undersøker:
 - i. dagens realfagundervisning (læremidler, oppgavebruk, dialogbruk, prøver etc.)
 - ii. undervisningskvalitet versus elevers motivasjon og læringsutbytte
 - iii. motivasjon og læringsutbytte ved bruk av ulike typer læremidler i realfag, inkludert læreboka, digitale verktøy, APPer mm.
 - iv. motivasjon og læringsutbytte ved bruk av problemløsning og utforskende aktiviteter i undervisningen
 - v. pedagogisk kvalitet på arbeid med realfag i barnehagen

I ulike avsnitt gjennom hele denne rapporten er det dokumentert områder der vi har begrenset kunnskap. Mer forskning i realfagdidaktikk er dermed en viktig komponent i en helhetlig satsing på å styrke realfagene. I dette ligger også behovet for å følge opp flere av tiltakene vi har foreslått med forskning, for å undersøke effekten av tiltakene og sikre kunnskapsbasert videreutvikling. Det er naturlig å tenke seg stipendiatstillinger i realfagdidaktikk som en del av denne satsingen. Disse vil kunne tilknyttes en ny forskerskole som skissert i neste tiltak.

- c) Etablere og finansiere ny forskerskole i realfagsdidaktikk

For å sikre et tilstrekkelig antall kvalifiserte fagdidaktikere til å undervise på lærerutdanning og etter- og videreutdanning i realfag og realfagdidaktikk, er det viktig at det utdannes flere med førstekompetanse i realfagdidaktikk. Med den nye 5-årige lærerutdanningen, er det også viktig å legge til rette for flere realfagdidaktikere med professorkompetanse. En forskerskole i realfagsdidaktikk vil støtte utdanningen av PhD-kandidater og bidra til å utvikle realfagdidaktikere mot professorkompetanse.

³⁵⁰ (Ramberg et al., 2006)

- d) Støtte forskning på målrettet bruk av sosiale medier og massemedier i arbeidet med å motivere for, og informere om, utdannings- og karrieremuligheter i realfag

Vi vet foreløpig lite om hvordan realfag og realister i sosiale medier påvirker ungdoms utdanningsvalg. Dette er derfor et aktuelt område for forskningsbasert utvikling.

4.10 Kostnadsoverslag

Ekspertgruppa ble bedt om å komme med kostnadsoverslag til tiltakene som foreslås. Vi har fått hjelp av Kunnskapsdepartementet til å anslå kostnader for noen av disse. Andre tiltak har vi selv estimert kostnader til, og de resterende har vi ikke klart å kostnadsfeste. Vi vil understreke at slike kostnadsoverslag ikke er vår ekspertise, og at de i høyeste grad må oppfattes som veiledende.

Tabell 6: Kostnadsoverslag for noen av de foreslåtte tiltakene

Mål	Tiltaksnr.	Tiltak	Kostnadsoverslag
1	a	Etablere et langsiktig nasjonalt program for utvikling av realfagundervisningen og sikre en stabil finansiering av anbefalte tiltak	9 mill. årlig
2	a	Bevilge midler til å sette i gang studiepoenggivende kurs for barnehagelærere som ikke har barnehagematematikk i sin utdanning.	5 mill.
	d	Gi praksisnære videreutdanningstilbud i matematikkvansker og tilpasset opplæring i realfagene for spesialpedagoger på skoler, i barnehager og PPT-kontor.	5 mill.
	f	Utvikle program for etablering av veiledede skolebaserte læringsfellesskap for realfaglærere. Disse bør være forankret i lærernes egen praksis og relatert til skoleeiers utviklingsplaner. Programmet bør også inneholde kurs for skoleledere i tematikken «ledelse av pedagogisk utviklingsarbeid».	8 mill.
3	a	Øke antall undervisningstimer i naturfag i grunnskolen	180 mill. per time
	b	Utvikle læringsressurser som støtter lærere i å bruke naturfag og matematikk mer aktivt i teknologi og design	2 mill.
4	a	Innføre diagnostiske prøver på 4. og 7. trinn i grunnleggende forståelse i naturfag	5 mill.
	b	Styrke tiltak for høyt presterende elever	2 mill.
	c	Gjøre kartleggingsprøver i regning obligatoriske for 1. tinn i tillegg til 2. trinn	2 mill.
	d	Utvikle oppgavebanker	4 mill.
		Utvikle flere karakterstøttende prøver	2 mill.
		Høyne kvaliteten på avsluttende eksamener	4 mill.
5	b	Bevilge midler til rekruttering av realfagskontakter i alle	6 mill.

		barnehager	
6	a	Fremme motiverende og interessedskapende undervisning i realfagene på alle alderstrinn, ...	5 mill.
	b	Støtte tiltak som skaper positiv oppmerksomhet om realfag og realister i det offentlige rom, for eksempel gjennom et nytt Pro Real-program i Norges Forskningsråd	5 mill.
	c	Utarbeide et tilbud om etterutdanning innenfor karriereveiledning i realfag for rådgivere i skolen. Tilbudet kan være et samarbeid mellom de nasjonale sentrene Nasjonalt senter for realfagrekruttering, Matematikksenteret og Naturfagsenteret, i samarbeid med Rådgiverforum	10 mill.
	d	Etablere et pilotprosjekt for å gjøre Ent3r tilgjengelig for elever som ikke bor i nærheten av en høyere utdanningsinstitusjon	2 mill.
	e	Pilotere en informasjonskampanje om realfagsvalg rettet mot foresatte	5 mill.
7	a	Prioritere midler til utvikling av lærende nettverk innenfor realfag til regioner med svake elevresultater	4 mill.
8	a	Utvikle egne læreplaner i matematikk og naturfag for de ulike yrkesfaglige utdanningsprogrammene. Disse læreplanene bør ha vekt på relevans.	4 mill.
	b	Utvikle nye læreplaner for påbyggingskurs i matematikk og naturfag for Vg3 på yrkesfaglige utdanningsprogrammer.	2 mill.
	d	Utvikle læringsressurser (og eventuelle andre tiltak) for å fremme relevans og dybdelæring i undervisningen tilpasset det enkelte yrkesfaglige utdanningsprogram	2 mill.
9	a	Finansiere forskningsprosjekter innenfor realfagdidaktikk, ...	8 mill.
	b	Etablere og finansiere ny forskerskole i realfagsdidaktikk	0,7 mill. årlig
	c	Kartlegge lærerutdanneres kompetanseprofil	0,5 mill.

Takk

Ekspertgruppa ønsker å takke for alle eksterne innspill vi har fått i arbeidet med denne rapporten. Spesielt vil vi takke Peter Nyström, Ronny Scherer og Ida Large for å ha holdt interessante presentasjoner for oss. En rekke andre aktører innenfor realfagsatsingen i Norge har bidratt med kommentarer og synspunkter: Fysikklærerforeningen, lærere ved Lillesand Ungdomsskole og Hommelvik Ungdomsskole, Senter for IKT i utdanningen, matematikdidaktikkmiljøet ved Universitetet i Agder, Skolelaboratoriene i geofag ved UiB og UiO, kjemididaktikkmiljøet ved UiB, Skolelaboratoriet ved NTNU, Matematikksenteret, Nasjonalt senter for realfagrekuttering, og Naturfagsenteret. I tillegg har vi fått innspill og drøftet aktuelle temaer med flere andre personer engasjert i arbeid med realfagene.

5 Referanser

- Adey, P. (2004). *The professional development of teachers: Practice and theory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Almendingen, S. F., Klepaker, T., & Tveita, J. (2003). Tenke det, ønske det, ville det med, men gjøre det ...? En evaluering av Natur- og miljøfag etter reform '97. Nesna: Høgskolen i Nesna.
- Alseth, B., Breiteig, T., & Brekke, G. (2003). *Endring og utvikling ved R97 som bakgrunn for videre planlegging og justering: Matematikkfaget som kasus*. Notodden: Telemarksforskning.
- Amettler, J., & Ryder, J. (2014). The impact of science curriculum content on students' subject choices in post-compulsory schooling. In E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (Eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 103-118). Dordrecht: Springer.
- Artigue, M. (2009). Didactical design in mathematics education. In C. Winslow (Ed.), *Nordic Research in Mathematics Education*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, 29(1), 14-17, 20-22, 43-46.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., . . . Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Education Research Journal*, 47(1), 133-180.
- Bergem, O. K. (2009). *Individuelle versus kollektive arbeidsformer. En drøfting av aktuelle utfordringer i matematikkundervisningen i grunnskolen*. (PhD), Universitetet i Oslo, Oslo.
- Bergem, O. K., & Grønmo, L. S. (2009). Undervisning i matematikk. In L. S. Grønmo & T. Onstad (Eds.), *Tegn til bedring. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. Oslo: Unipub.
- Bergem, O. K., & Klette, K. (2010). Mathematical tasks as catalysts for student talk: Analysing discourse in a Norwegian mathematics classroom. In Y. Shimizu, B. Kaur, R. Huang & D. Clarke (Eds.), *Mathematical tasks in twelve countries*. Rotterdam: Sense Publishers.
- BFD. (1995). Rammeplan for barnehagen. Oslo: Barne- og familiedepartementet.
- Billington, M. G. (2009). *Processes of instrumental genesis for teachers of mathematics: A case study of teacher practice with digital tools in an upper secondary school in Norway*. (PhD), Universitetet i Agder, Kristiansand.
- Birkeland, P. A., & Breiteig, T. (2012). Norsk lærerutdanning i et internasjonalt perspektiv. In L. S. Grønmo & T. Onstad (Eds.), *Mange og store utfordringer. Et nasjonalt og internasjonalt perspektiv på utdanning av lærere i matematikk basert på data fra TEDS-M 2008* (pp. 35-60). Oslo: Unipub.
- Bjølgan, N. (2006). Temahefte om "IKT i barnehagen". Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Bjørkeng, B. (2011). Jenter og realfag i videregående opplæring. Oslo: SSB.
- Bjørnsrud, H., & Nilsen, S. (2012). Tidlig innsats i en kultur for læring. In H. Bjørnsrud & S. Nilsen (Eds.), *Tidlig innsats. Bdere læring for alle?* (pp. 11-20). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., & Niss, M. (2007). *Modelling and application in mathematics education. The 14th ICMI study*. New York, NY: Springer.
- Boaler, J. (1993). The role of contexts in the mathematics classroom: Do they make mathematics more "real"? *For the Learning of Mathematics*, 13(2), 12-17.
- Boesen, J. (2006). *Assessing mathematical creativity*. (PhD), Umeå University, Umeå.
- Bonesrønning, H., & Iversen, J. M. V. (2010). Prestasjonsforskjeller mellom skoler og kommuner: Analyse av nasjonale prøver 2008. Trondheim: NTNU.
- Borg, E., Kristiansen, I.-H., & Backe-Hansen, E. (2008). Kvalitet og innhold i norske barnehager. En kunnskapsoversikt. Oslo: Norsk Institutt for Forskning om Oppvekst, Velferd og Aldring.

- Borge, I. C., Sanne, A., Nortvedt, G. A., Meistad, J. A., Skrindo, K., Ranestad, K., . . . Kristensen, T. E. (2014). Matematikk i norsk skole anno 2014. Faggjennomgang av matematikkfagene - Rapport fra eksternt arbeidsgruppe oppnevnt av Utdanningsdirektoratet. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- Bransford, J. D., Broen, A. L., Cocking, R. R., Donovan, M. S., & Pellegrino, J. W. (Eds.). (2000). *How people learn. Brain, mind, experience and school*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388.
- Breiteig, T. (2013). Preparing teachers of mathematics in Norway. In J. Schwille, L. Ingvarson & R. Holdgreve-Resendez (Eds.), *TEDS-M Encyclopedia. A guide to teacher education context, structure, and quality assurance in 17 countries. Findings from the IEA teacher education and development study in mathematics (TEDS-M)* (pp. 131-148): IEA.
- Buland, T., Mathiesen, I. H., & Mordal, S. (2014). "Æ skjønne itj, æ våkne opp kvar dag å vil bli nå nytt æ". Skolens rådgivning i Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag. Trondheim og Stavanger: NTNU, IRIS, SINTEF.
- Bungum, B. (2009). Teknologi og forskningslære i videregående skole: Hvem er lærerne og hvordan former de faget? *Acta Didactica Norge*, 3(1), 1-14.
- Bungum, B. (2013). Making it work: How students can experience authentic science inquiry in design and technology projects. In M. H. Hoveid & P. Gray (Eds.), *Inquiry in science education and science teacher education. Research on teaching and learning through inquiry based approaches in science (teacher) education*. Trondheim: Akademika forlag.
- Bungum, B., Esjeholm, B.-T., & Lysne, D. A. (2013). Teknologiprojekter som læringsarena og betydningen av hensikt og kontekst. In I. Pareliussen, B. B. Moen, A. B. Reinsertsen & T. Solhaug (Eds.), *FoU i praksis 2012. Sammendrag av abstrakts fra konferanse om praksisretta FoU i lærerutdanning* (pp. 37-43). Trondheim: Akademika forlag.
- Bungum, B., Esjeholm, B.-T., & Lysne, D. A. (2014). Science and mathematics as part of practical projects in technology and design: An analysis of challenges in realizing the curriculum in Norwegian schools. *NorDiNa*, 10(1), 3-15.
- Bøe, M. V. (2012a). Science Choices in Norwegian Upper Secondary School: What Matters? *Science Education*, 96, 1-20.
- Bøe, M. V. (2012b). *What's in it for me? Norwegian students' choices of post-compulsory science in an expectancy-value perspective*. (PhD thesis), University of Oslo.
- Bøe, M. V., & Henriksen, E. K. (2013a). Love it or leave it. Norwegian students' motivations and expectations for post-compulsory physics. *Science Education*, 97(4), 550-573.
- Bøe, M. V., & Henriksen, E. K. (2013b). Realfag i videregående skole og høyere utdanning: Valg med både hodet og hjertet. In S. Sentralbyrå (Ed.), *Utdanning 2013*. Oslo: Statistisk Sentralbyrå.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in Science and Technology: Young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-71.
- Cappelen, Å., Gjefsen, H., Gjelsvik, M., Holm, I., & Stølen, N. M. (2013). Forecasting demand and supply of labour by education. Oslo: Statistisk Sentralbyrå.
- Caspersen, J., Aamodt, P. O., Vibe, N., & Carlsten, T. C. (2014). Kompetanse og praksis blant norske lærere. Sammendrag av resultater fra den internasjonale undersøkelsen TALIS.
- Chien, N. C., Howes, C., Burchinal, M., Pianta, R. C., Ritchie, S., Bryant, D. M., . . . Barbarin, O. A. (2010). Children's classroom engagement and school readiness gains in prekindergarten. *Child Development*, 81(5), 1534-1549.
- Claessens, A., Duncan, G. J., & Engel, M. (2009). Kindergarten skills and fifth grade achievement: Evidence from the ECLS-K. *Economics of Education Review*, 28(4), 415-427.

- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education, 18*(8), 947-967. doi: 10.1016/s0742-051x(02)00053-7
- Clements, D. H., Baroody, A. J., & Sarama, J. (2014). Background research on early mathematics: National Governor's Association (NGA).
- Cobb, P. (2007). Putting philosophy to work. Coping with multiple theoretical perspectives. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second handbook of research in mathematics teaching and learning*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Cobb, P., McClain, A., & Whitenack, J. (1997). Reflective Discourse and Collective Reflection. *Journal for Research in Mathematics Education, 28*(3), 258-277.
- Cohen, D. K. (1990). A revolution in one classroom: The case of Mrs. Oublier. *American Education Research Journal, 12*(3), 311-329.
- Cross, C. T., Woods, T. A., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2009). *Mathematics in early childhood: Learning paths toward excellence and equity*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Dahl, T. (2011). Motivering for og rekruttering til realfagene - om ENT3R. Trondheim: SINTEF.
- DeWitt, J., Archer, L., & Osborne, J. (2014). Science-related aspirations across the primary-secondary divide: Evidence from two surveys in England. *International Journal of Science Education, 36*(10), 1609-1629.
- DeWitt, J., Osborne, J., Archer, L., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2011). Young Children's Aspirations in Science: The unequivocal, the uncertain and the unthinkable. *International Journal of Science Education, 35*(6), 1037-1063. doi: 10.1080/09500693.2011.608197
- Dolonen, J. A., & Kluge, A. (2014). *Læremidler og arbeidsformer for algebra i ungdomsskolen*. Oslo: Universitetet i Oslo.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2012). How can conceptual change contribute to theory and practice in science education? In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, pp. 107-118). Dordrecht: Springer.
- Dumont, H., Instance, D., & Benavides, F. (Eds.). (2010). *The nature of learning. Using research to inspire practice*: OECD.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Eccles, J., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., & Midgley, C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and Achievement Motives. Psychological and sociological approaches* (pp. 75-146). San Francisco: W. H. Friedman & Co.
- Eccles, J., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Reviews Psychology, 53*(1), 109-132.
- ECEC-NB. (2014). Scandinavian research in early childhood education and care. Retrieved 5. november, 2014, from <http://www.nb-ecec.org/>
- Eggen, P.-O., Fimland, N., Johansen, A., Reitan, B., Tsigaridas, K. G., Øren, F., . . . Bøe, M. V. (2014). Faggjennomgang av naturfagene i norsk skole anno 2014 - delrapport. (Under utarbeidelse). Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- Eielsen, G., Kirkebøen, L. J., Leuven, E., Rønning, M., & Raaum, O. (2013). Effektevaluering av intensivopplæringen i Overgangsprosjektet, Ny GIV. Første delrapport. Oslo: Statistisk Sentralbyrå.
- Ejbye-Ernst, N. (2013). Pedagogers formidling af naturen til børnehavebørn. *MONA, 3*, 7-22.
- Erstad, O., Drotner, K., & Duus, V. (2009). *Nasjonal Digital LæringsArena - en læremiddelanalyse*.
- Esjeholm, B.-T. (2013). *Technological knowledge displayed in D&T classrooms - A video study of the realisation of design and technology education in Norwegian Schools*. (PhD), NTNU, Trondheim.

- EU. (2010). EUROPE 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth. Brussels: European Commission.
- EURYDICE. (2006). Specific educational measures to promote all forms of giftedness at school in Europe (pp. 1-44).
- Even, R., & Tirosh, D. (2008). Teacher knowledge and understanding of students' mathematical learning and thinking. In L. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 202-222). Oxon: Routledge.
- Fennema, E., Franke, M. L., Carpenter, T. P., & Carey, D. A. (1993). Using children's knowledge in instruction. *American Education Research Journal*, 30(3), 555-583.
- Fischer, H., & Neumann, K. (2012). Video analysis as a tool for understanding science instruction. In J. Dillon & D. Jorde (Eds.), *The world of science education* (Vol. 4, pp. 125-140). Rotterdam: Sense Publishers.
- Foss, M. H. (2014). *Viten og vilje. En kvantitativ undersøkelse av vitensentre som inspirasjonskilde til ungdoms ønske om å velge realfaglig utdanning*. (Master), Høgskolen i Lillehammer, Lillehammer.
- Frye, D., Baroody, A. J., Burchinal, M., Carver, S. M., Jordan, N. C., & McDowell, J. (2013). Teaching math to young children: A practice guide (NCEE 2014-4005). Washington D.C.
- Frøyland, M. (2009). *Hva vet vi om vitensenternes betydning for faglig formidling?* Paper presented at the Konferanse om nasjonal satsing på regionale vitensentre: Hva er oppnådd og hvor går veien videre?, Oslo.
- Frøyland, M., & Remmen, K. B. (2013). Georøtter og feltføtter - an antologi. *KIMEN*, 1.
- Fuglestad, A. B. (2010). Inquiry into mathematics teaching with ICT. In B. Sriraman, C. Bergsten, S. Goodchild, G. Palsdottir, B. Dahl & L. Haapasalo (Eds.), *The first sourcebook on Nordic research in mathematics education: Norway, Sweden, Iceland, Denmark and contributions from Finland* (pp. 91-108). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Galloway, T. A., Kirkebøen, L. J., & Rønning, M. (2011). Karakterpraksis i grunnskoler. Sammenheng mellom standpunkt og eksamenskarakter. Oslo: Statistisk Sentralbyrå.
- Gjerustad, C., & Lødding, B. (2014). Deltakerundersøkelsen 2014. Resultater av en spørreundersøkelse blant ansatte i skolen som har tatt videreutdanning i regi av strategien «Kompetanse for kvalitet». *NIFU Rapport*, 2014(36).
- Goodchild, S. (2014). Mathematics teaching development: Learning from developmental research in Norway. *ZDM Mathematics Education*, 46, 305-316.
- Goodchild, S., Jaworski, B., & Fuglestad, A. B. (2013). Critical alignment in inquiry-based practice in developing mathematics teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 84, 393-412. doi: 10.1007/s10649-013-9489-z
- Gravemeijer, K. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Utrecht: CD-beta Press.
- Griffin, S. (2003). The development of math competence in the preschool and early school years. In J. M. Royer (Ed.), *Mathematical Cognition* (pp. 1-32). Greenwich: Information Age Publishing.
- Grønmo, L. S., & Onstad, T. (2009). *Tegn til bedring. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. Oslo: Unipub.
- Grønmo, L. S., & Onstad, T. (Eds.). (2012). *Mange og store utfordringer. Et nasjonalt og internasjonalt perspektiv på utdanning av lærere i matematikk basert på data fra TEDS-M 2008*. Oslo: Unipub.
- Grønmo, L. S., Onstad, T., Hole, A., Aslaksen, H., & Borge, I. C. (2012). *Framgang, men langt fram. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2011*. Oslo: Akademika Forlag.
- Grønmo, L. S., Onstad, T., & Pedersen, I. F. (2010). *Matematikk i motvind: TIMSS Advanced 2008 i videregående skole*. Oslo: Unipub.
- Guldbrandsen, L., & Eliassen, E. (2013). Kvalitet i barnehager. Rapport fra en undersøkelse av strukturell kvalitet høsten 2012. Oslo: NOVA.

- Guttersrud, Ø. (2001). "Det er ikke lett å diskutere med venner som ikke vet at ting faller like fort". (Master), Universitetet i Oslo, Oslo.
- Guttersrud, Ø., & Angell, C. (2002). Fagolympiadens finaledeltakere - hvor blir de av? . Oslo: Fysisk institutt, UiO.
- Hammer, A. S. E. (2012). Undervisning i barnehagen? In E. Ødegaard (Ed.), *Barnehagen som dannelsesarena*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Hand, B., & Prain, V. (2012). Writing as a learning tool in science: Lessons learnt and future agendas. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, pp. 1305-1318). Dordrecht: Springer.
- Hannula, M. M., & Lehtinen, E. (2005). Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction, 15*(3), 237-256.
- Hansson, L., Løfgren, L., & Pendrill, A. M. (2014). Att utgå från frågor och situationer i förskolans vardag: Vilket naturvetenskapligt innehåll kan det leda till? *NorDiNa, 10*(1), 77-89.
- Harackiewicz, J. M., Rozek, C. S., Hulleman, C. S., & Hyde, J. S. (2012). Helping Parents to Motivate Adolescents in Mathematics and Science: An Experimental Test of a Utility-Value Intervention. *Psychological Science, 23*(8), 899-906. doi: 10.1177/0956797611435530
- Hatlevik, O. E., Egeberg, G., Gudmundsdóttir, G. B., Loftsgarden, M., & Loi, M. (2013). Monitor skole 2013. Om digital kompetanse og erfaringer med bruk av IKT i skolen: Senter for IKT i utdanningen.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Hauan, N. P., & Kolstø, S. D. (2014). Exhibitions as learning environments: A review of empirical research on students' science learning at natural history museums, science museums and science centres. *NorDiNa, 10*(1), 90-104.
- Haug, B. S. (2014). *Teaching for conceptual understanding in science within an integrated inquiry-based science and literacy setting*. (PhD), Universitetet i Oslo, Oslo.
- Haug, P. (2006). *Begynneropplæring og tilpassa undervisning - kva skjer i klasserommet?* : Caspar Forlag.
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(8), 978-1003.
- Henriksen, E. K. (2011). Ungdom og utdanningsvalg: Et godt valg for et godt liv. *Bedre skole, 2011*(1), 40-41.
- Henriksen, E. K., Dillon, J., & Ryder, J. (Eds.). (2014). *Understanding student participation and choice in science and technology education*. Dordrecht: Springer.
- Henriksen, E. K., Jensen, F., & Sjaastad, J. (2014). The role of out-of-school experiences and targeted recruitment efforts in Norwegian science and technology students' educational choice. *International Journal of Science Education*. doi: 10.1080/21548455.2014.900585
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Givvin, K. B., Hollingsworth, H., Jacobs, J., . . . Stigler, J. (2003). Teaching mathematics in seven countries: Results from the TIMSS 1999 video study. Washington D.C.: National Center for Education Statistics.
- Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second Handbook of Research in Mathematics Teaching and Learning*. Charlotte, NC: National Council of Teachers of Mathematics. Information Age Publishing.
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Education Research Journal, 42*(2), 371-406.
- Hodgson, J., Rønning, W., & Tomlinson, P. (2012). Sammenhengen mellom undervisning og læring. En studie av læreres praksis og deres tekning under Kunnskapsløftet. Bodø: Nordlandsforskning.

- Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning in and from science laboratories. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, pp. 189-207). Dordrecht: Springer.
- Holter, K., & Langholm, G. (2014). Utforskende naturfag i barnehagen. In S. Brostrøm, T. Lafton & M.-A. Letnes (Eds.), *Barnehagedidaktikk (Under produksjon)* (pp. 86-99). Bergen: Fagbokforlaget.
- Horowitz, F. D. (2009). Introduction: A developmental understanding of giftedness and talent. In F. D. Horowitz, F. Subotnik & D. Matthews (Eds.), *The development of giftedness and talent across the life span* (pp. 3-19). Washington D.C.: American Psychology Association.
- Hugener, I., Pauli, C., Reusser, K., Lipowsky, K., Rakoczy, K., & Klierne, E. (2009). Teaching patterns and learning quality in Swiss and German mathematics lessons. *Learning and Instruction, 19*(1), 66-78.
- Jannik, T., & Seidel, T. (Eds.). (2009). *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom*. Münster: Waxmann Publishing.
- Jaworski, B., Goodchild, S., Eriksen, S., & Daland, E. (2011). Mediating mathematics teaching development and pupils' mathematical learning: The life cycle of a task. In O. Zaslavsky & P. Sullivan (Eds.), *Constructing knowledge for teaching secondary mathematics: Tasks to enhance prospective and practicing teacher learning* (pp. 143-160). London: Springer.
- Jensen, B. (2009). A Nordic approach to early childhood education (ECE) and socially endangered children. *European Early Childhood Education Research Journal, 17*(1), 7-21.
- Jensen, F., & Henriksen, E. K. (2014). Short stories of educational choice - in the words of science and technology students. In E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (Eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (pp. 135-152). Dordrecht: Springer.
- Jensen, F., & Nortvedt, G. A. (2013). Holdninger til matematikk. In M. Kjærnsli & R. V. Olsen (Eds.), *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012* (pp. 97-120). Oslo: Universitetsforlaget.
- Jensen, F., & Sjaastad, J. (2013). A Norwegian out-of-school mathematics project's influence on secondary students' STEM motivation. *International Journal of Science and Mathematics Education, 11*(6), 1437-1461.
- Kelly, G. J. (2007). Discourse in science classrooms. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 443-464). New York: Routledge.
- Kilpatrick, J., & Swafford, J. (Eds.). (2002). *Helping children learn mathematics*: National Academy Press.
- King, D., & Ritchie, S. M. (2012). Learning science through real-world contexts. In B. J. Fraser, Kenneth, K. TObin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 69-80). Dordrecht: Springer.
- Kjærnsli, M., & Lie, S. (2011). Students' Preference for Science Careers: International comparisons based on PISA 2006. *International Journal of Science Education, 33*(1), 121-144.
- 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., & Olsen, R. V. (Eds.). (2013). *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers prestasjoner i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Klette, K. (2003). Lærernes klasseromsarbeid: Interaksjons- og arbeidsformer i norske klasserom. In K. Klette (Ed.), *Praksisformer etter Reform 97* (pp. 39-77). Oslo: Pedagogisk Forskningsinstitutt.
- Kleve, B. (2011). Elevers problemer med brøkbegrepet. Hvilken rolle spiller lærerens undervisningskunnskap i matematikk? In T. L. Hoel, T. M. Guldal, C. F. Dons, S. Sagberg, T. Solhaug & K. Wæge (Eds.), *FoU i praksis 2010. Rapport fra konferanse om praksisrettet FoU i lærerutdanning*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

- Klewe, L., & Rasmussen, J. (2012). Evaluering av nasjonal strategi for videreutdanning av lærere: Sluttrapport. Oslo: DPU/Oxford Research.
- Knain, E. (2005). Definerings og valg av kompetanser. *DeSeCo. Norsk Pedagogisk Tidsskrift*(1), 45-54.
- Knapp, N. F., & Peterson, P. L. (1995). Teachers' interpretations of "CGI" after four years: Meanings and practices. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(1), 40-65.
- Krumsvik, R. J., Egelandsdal, K., Sarastuen, N. K., Jones, L. Ø., & Eikeland, O. J. (2013). *Hvilken sammenheng er det mellom IKT-bruk og (intendert, subjektivt, og objektivt) læringsutbytte i videregående opplæring? Sluttrapport*
- Kunnskapsdepartementet. (2006). *Stortingsmelding 16: ... og ingen sto igjen. Tidlig innsats for livslang læring*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Retrieved from <http://www.regjeringen.no/Rpub/STM/20062007/016/PDFS/STM200620070016000DDDPDFS.pdf>.
- Kunnskapsdepartementet. (2009). *Stortingsmelding 30: Klima for forskning*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2011a). *Kompetanse for kvalitet: Strategi for etter- og videreutdanning 2012-2015*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2011b). *Rammeplan for barnehagens innhold og oppgaver*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Retrieved from http://www.regjeringen.no/upload/KD/Hoeringsdok/2010/201002348/Hoeringsnotat_rammeplan_barnehagens_innhold_oppgaver.pdf#search=rammeplan for barnehagens innhold og oppgaver®j_oss=1.
- Kunnskapsdepartementet. (2012). *Meld. St. 24: Framtidens barnehage*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2013a). *Kompetanse for framtidens barnehage*. Oslo: Kunnskapsdepartementet Retrieved from <http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/Barnehager/kompetansestrategien/6372-Barnehage.pdf>.
- Kunnskapsdepartementet. (2013b). *Stortingsmelding 18: Lange linjer - kunnskap gir muligheter*. Oslo: Kunnskapdepartementet.
- Kunnskapsdepartementet. (2014a). *Lærerløftet - På lag for kunnskapsskolen*. Strategi. Hentet ut 5. november 2014 fra http://www.regjeringen.no/upload/kd/vedlegg/planer/kd_strategiskole_web.pdf.
- Kunnskapsdepartementet. (2014b). Prop. 1S. Retrieved 30.11., 2014, from http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/prop/2014-2015/Prop-1-S-20142015.html?regj_oss=1&id=769116
- Kunnskapsdepartementet. (2014c). *Tilstandsrapport høyere utdanning 2014*.
- Lagerstrøm, B. O., Moafi, H., & Revold, M. K. (2014). *Kompetanseprofil i grunnskolen. Hovedresultater 2013/2014*. Oslo: Statistisk Sentralbyrå.
- Langfeldt, L., Vabø, A., Wendt, K., Solberg, E., Aanstad, S., & Olsen, B. M. (2014). *Satsing på matematikk, naturvitenskap og teknologi (MNT-fag). Hvordan følges de politiske føringene opp ved universiteter og høyskoler?* Oslo: NIFU.
- Levy, F., & Mumane, R. J. (2012). *New division of labor: How computers are creating the next job market*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Lie, S., Angell, C., & Rohatgi, A. (2010). *Fysikk i fritt fall? TIMSS Advanced 2008 i videregående skole*. Oslo: Unipub.
- Linn, M. C. (2006). The knowledge integration perspective on learning and instruction. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 243-264). New York: Cambridge University Press.

- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Drollinger-Vetter, B., Klierne, E., Reusser, K., & Pauli, C. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction, 19*(1), 527-537.
- Lovdata. (2014). Opplæringslova. Retrieved 28.11., 2014, from <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 393-442). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lyngved, R., Pepin, B., & Sikko, S. A. (2012). Working with teachers on inquiry based learning (IBL) and mathematics and science tasks. In F. Rønning, R. Diesen, H. Hoveid & I. Pareliussen (Eds.), *FoU i praksis 2011. Rapport fra konferanse om praksisrettet FoU i lærerutdanning*. (pp. 275-285). Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Lysklett, O. B., Buaas, E. H., Bakke, H. H. K., Hagen, T. L., & Sandseter, B. H. (2006). Temahefte om natur og miljø. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Lysø, R., & Sletterød, N. A. (2012). Brukerorientert evaluering av vitensenteret i Nord-Trøndelag. Erfaringer og vurderinger etter to år: Trøndelag forskning og utvikling.
- Markussen, E., & Seland, I. (2013). Den gode timen. En kvalitativ studie av undervisning og læringsarbeid på fire ungdomsskoler i Oslo. Oslo: NIFU.
- Meichenbaum, D., & Biemiller, A. (1998). *Nurturing independent learners. Helping students take charge of their learning*. Ontario: Brookline Books.
- Mellin-Olsen, S. (1987). *The politics of mathematics education*. Dordrecht: Kluwer.
- MET. (2014). The MET project: Measures of effective teaching. Retrieved 9. November, 2014, from <http://metproject.org/>
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction - What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984-2002. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(4), 474-496.
- Mork, S. M., Kluge, A., & Sørborg, Ø. (2009). Elevprodukt. Fra informasjonssøk på Internett til kunnskapsintegrasjon (pp. 57). www.uv.uio.no: Institutt for pedagogikk.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). TIMSS 2011 International results in mathematics. Boston: Lynch School of Education, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., & Preuschoff, C. (2009). TIMSS 2011 Assessment Frameworks. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Nilsen, T., & Gustafsson, J.-E. (2014). School emphasis on academic success: exploring changes in science performance in Norway between 2007 and 2011 employing two-level SEM. *Educational Research and Evaluation, 20*(4), 308-327.
- Nissen, P., Kyed, O., Baltzer, K., & Skogen, K. (2012). *Talent i skolen (Norsk utgave)*. Namsos: Pedagogisk Psykologisk Forlag
- Nordahl, T., & Hausstätter, R. S. (2009). *Spesialundervisningens forutsetninger, innsats og resultater*. Hamar: Høgskolen i Hedmark.
- Nordenbo, S. E., Larsen, M. S., Tiftikci, N., Wendt, R. E., & Østergaard, S. (2008). Lærerkompetanser og elevers læring i førskole og skole (Et systematisk review utført for Kunnskapsdepartementet, Oslo: Teknisk rapport). København: Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning.
- Nortvedt, G. A. (2013). Matematikk i PISA - matematikdidaktiske perspektiver. In M. Kjærnsli & R. V. Olsen (Eds.), *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012* (pp. 43-66). Oslo: Universitetsforlaget.
- Nortvedt, G. A. (2014). Norsk matematikkråds forkunnskapstest 2013. Oslo.
- Nortvedt, G. A., Elvebakk, G., & Lindstrøm, T. L. (2010). Norsk matematikkråds forkunnskapstest 2009. Oslo.

- NOU. (2003:16). I første rekke. Forsterket kvalitet i en grunnopplæring for alle. Oslo.
- NOU. (2012:1). *Til barnas beste*. Oslo: Departementenes servicesenter.
- NOU. (2014:7). *Elevenes læring i fremtidens skole. Et kunnskapsgrunnlag*. Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon.
- Nyström, P. (2014, 9.10.). [Presentasjon om provbanken til Ekspertgruppa for realfagene].
- OECD. (2006). *Starting strong II. Early Childhood Education and Care*. Paris: OECD.
- OECD. (2013a). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD.
- OECD. (2013b). *PISA 2012 Results. Students performance in mathematics, reading, science. Volume I*. Paris: OECD.
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results in Focus. What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. Paris: OECD.
- Olsen, R. V. (2013). Undervisning i matematikk. In M. Kjærnsli & R. V. Olsen (Eds.), *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012* (pp. 121-156). Oslo: Universitetsforlaget.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Ostad, S. A. (1997). Developmental differences in addition strategies: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology*, 67, 345-357.
- Ostermeier, C., Prenzel, M., & Duit, R. (2010). Improving Science and Mathematics Instruction: The SINUS Project as an example for reform as teacher professional development. *International Journal of Science Education*, 32(3), 303-327. doi: 10.1080/09500690802535942
- 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. Oslo: NIFU.
- Palinscar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-forstering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1(2), 117-175.
- Pedersen, I. F. (2013). "I need advanced mathematics to pursue the career of my choice". Norwegian students' motivations for enrolling in mathematics and plans for postsecondary studies. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 18(1), 61-83.
- Pepin, B., Lysø, K. O., & Sikko, S. A. (2011). Student educational experiences at transition from upper secondary to higher education mathematics. In F. Rønning, R. Diesen, H. Hoveid & I. Pareliussen (Eds.), *FoU i Praksis 2011*. Trondheim: Tapir Forlag.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129.
- Prenzel, M., Carstensen, C. H., Senkbeil, M., Ostermeier, C., & Seidel, T. (2005). Wie schneiden SINUS-Schulen bei PISA ab? Ergebnisse der Evaluation eines Modellversuchsprogramms. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 8(4), 540-562.
- Prenzel, M., Stadler, M., Friedrich, A., Knickmeier, K., & Ostermeier, C. (2009). Increasing the efficiency of mathematics of science instruction (Sinus) - a large scale teacher professional development program in Germany. Kiel: Leibniz Institute for Science Education (IPN).
- Ramberg, P., Hansén, S.-E., Askling, B., Monsen, L., Ytreberg, L. H., Gjørsv, I. L., . . . Klubbenes, A. M. (2006). Evaluering av allmennlærerutdanningen i Norge 2006. Del 1: Hovedrapport". Oslo.
- Regan, E., & DeWitt, J. (2014). Attitudes, interests and factors influencing STEM enrolment behaviour: An overview of relevant literature. In E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder

- (Eds.), *Understanding student participation and choice in science and technology education*. Dordrecht: Springer.
- Reikerås, E. (2008). Temahefte om antall, rom og form i barnehagen. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Reikerås, E., Løge, I. K., & Knivsberg, A.-M. (2012). The mathematical competencies of toddlers expressed in their play and daily life activities in Norwegian kindergartens. *International Journal of Early Childhood*, 44(1), 91-114.
- Remmen, K. B. (2014). *Reconsidering recommendations for educational fieldwork in earth science: Exploring student learning activities during preparation, fieldwork and follow-up work*. (PhD), University of Oslo, Oslo.
- Rowan, B., Harrison, D. M., & Hayes, A. (2004). Using international logs to study mathematics curriculum and teaching in the early grades. *The Elementary School Journal*, 105(1), 105-127.
- Schreiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science - seen as signs of late modern identities. Based on ROSE (The Relevance of Science Education), a comparative study of 15 year old students' perceptions of science and science education*. (Doktoravhandling), Universitetet i Oslo, Oslo. Retrieved from www.ils.uio.no/forskning/pdh-drgrad/doktoravhandlinger/docs/schreiner_thesis.pdf
- Schreiner, C., Henriksen, E. K., Sjaastad, J., Jensen, F., & Løken, M. (2010). Vilje-con-valg: Valg og bortvalg av realfag i høyere utdanning *KIMEN*. Oslo: Norwegian Centre for Science Education.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education *Acta Didactica*. Oslo: Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2007). Science education and youth's identity construction - two incompatible projects? In D. Corrigan, J. Dillon & R. Gunstone (Eds.), *The re-emergence of values in science education* (pp. 231-247). Rotterdam: Sense Publishers.
- Schwartz, M. S., Sadler, P. M., Sonnert, G., & Tai, R. H. (2008). Depth versus breadth: How content coverage in high school science courses relates to later success in college science coursework. *Science Education*, 93(5), 798-826.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454-499.
- Sfard, A. (2000). On reform movement and the limits of mathematical discourse. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(3), 157-189.
- Sfard, A., Neshet, P., Streefland, L., Cobb, P., & Mason, J. (1998). Learning mathematics through conversation: is it as good as they say? *For the Learning of Mathematics*, 18(1), 41-51.
- Sjaastad, J. (2012a). *No man is an island. Significant persons' influence on young people's attitudes towards and choice of educations within science, technology, engineering and mathematics*. (PhD thesis), University of Oslo, Oslo.
- Sjaastad, J. (2012b). Sources of Inspiration: The role of significant persons in young people's choice of science in higher education. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1615-1636.
- Sjaastad, J., Carlsten, T. C., & Opheim, V. (2014). Evaluering av Lektor2-ordningen. Gjestelærere fra arbeidslivet i skolens realfagundervisning. Oslo: NIFU.
- Sjaastad, J., Carlsten, T. C., Opheim, V., & Jensen, F. (2014). Evaluering av Den Naturlige Skolesekken. Utdanning for bærekraftig utvikling på ulike læringsarenaer. Oslo: NIFU.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse*. Oslo: Gyldendal.
- Skjæveland, A. L. (2009). *PPT og matematikkvansker*. Universitetet i Oslo, Oslo.

- Skogen, K., & Idsøe, E. C. (2011). *Våre evnerike barn*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- SO. (2014). Søkere og tilbud fordelt på utdanningsområde i hovedopptaket. Retrieved 5. august, 2014, from <http://www.samordnaopptak.no/info/om/sokertall/sokertall-2014/>
- Solli, K. A. (2005). *Kunnskapsstatus om spesialundervisning i Norge*. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- SSB. (1968). Historisk statistikk 1968 *Norges Offisielle Statistikk*: Statistisk Sentralbyrå.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching group*. New York: The Free Press.
- Stipek, D., Feiler, R., Daniels, D., & Milburn, S. (1995). Effects of different instructional approaches on young children's achievement and motivation. *Child Development*, 66(1), 209-223.
- Streitlien, Å. (2006). *Rom for deltakelse: En studie av interaksjon og kommunikasjon i matematikundervisningen*. (Dr. Polit.), Universitetet i Oslo, Oslo.
- Sørberg, Ø., Mork, S., & Erlien, W. (2013). 10 år med viten.no. *Naturfag*, 2013(1), 8-13.
- Sørli, M. (2014, 19.11.). [Antall skolebesøk av rollemodeller i 2014 (fram til 19. november)].
- Taconis, R., & Kessels, U. (2009). How choosing science depends on students' individual fit to "science culture". *International Journal of Science Education*, 31(8), 1115-1132.
- Tal, T. (2012). Out-of-School: Learning experiences, teaching and students' learning. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 1109-1122). Dordrecht: Springer.
- Thomas, G. P. (2012). Metacognition in science education. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, pp. 131-144). Dordrecht: Springer.
- Thorvaldsen, S., Vavik, L., & Salomon, G. (2012). The use of ICT tools in mathematics: A Case-control Study of Best Practice in 9th Grade Classrooms. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 56(2), 213-228.
- Thronsen, I., & Alseth, B. (2013). Kartleggingsprøver på barnetrinnet - prøvenes formål og prinsipper for prøveutvikling In T. Hopfenbeck, M. Kjærnsli & R. V. Olsen (Eds.), *kvalitet i norsk skole. Internasjonale og nasjonale undersøkelser av læringsutbytte og undervisning* (pp. 187-199). oslo: Universitetsforlaget.
- Thulin, S. (2011). *Lärares tal och barns nyfikenhet: Kommunikation om naturvetenskapliga innehåll i förskolan*. (Doktorgradsavhandling), Högskolan i Kristianstad, Kristianstad.
- Tytler, R. (2014). Attitudes, identity, and aspirations toward science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 82-103). New York: Routledge.
- Utdanningsdirektoratet. (2009). Evaluering av matematikkeksamener vår 2009 - MAT0010 og REA3022. Oslo: Rambøll Mangement og Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, UiO.
- Utdanningsdirektoratet. (2013a). Analyse av nasjonale prøver i regning. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- Utdanningsdirektoratet. (2013b). Utdanningsspeilet 2012. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- Utdanningsdirektoratet. (2014a). *Elever på realfag 2008-2013*. Utdanningsdirektoratet og SSB. Oslo.
- Utdanningsdirektoratet (2014b, 19.11.). [Elevstatistikk fra Utdanningsdirektoratet].
- Utdanningsdirektoratet. (2014c). Fag- og timefordeling og tilbudsstruktur for Kunnskapsløftet Udir-1--2014. Retrieved 20.11., 2014, from <http://www.udir.no/Regelverk/Finn-regelverk-for-opplaring/Finn-regelverk-etter-tema/Innhold-i-opplaringen/Udir-1-2014-Kunnskapsloftet-fag--og-timefordeling-og-tilbudsstruktur/Udir-1-2014-Vedlegg-1/3-Videregående-opplaring/#VGO-tabell-5>
- Utdanningsdirektoratet. (2014d). Fagvalet til elevane i vidaregåande opplæring skoleåret 2013/14. Oslo.
- Utdanningsdirektoratet (2014e, 21.10.). [Karakterstatistikk fra Utdanningsdirektoratet].

- Utdanningsdirektoratet. (2014f). Kartlegging grunnskole. Retrieved 28.11., 2014, from <http://www.udir.no/Vurdering/Kartlegging-gs/#Regning>
- Utdanningsdirektoratet. (2014g). Læreplan i matematikk. Retrieved 5. november, 2014, from <http://www.udir.no/Lareplaner/Finn-lareplan/#matematikk>
- Utdanningsdirektoratet. (2014h). Læreplan i naturfag. Retrieved 5. november, 2014, from <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/>
- Utdanningsdirektoratet. (2014i). Nasjonale prøver. Retrieved 25. juli, 2014, from <http://www.udir.no/Vurdering/Nasjonale-prover/?WT.ac=nasjonaleprover&boks=1>
- Utdanningsdirektoratet. (2014j). Revidert eksamensordning i matematikk. Retrieved 5. november, 2014, from <http://www.udir.no/Vurdering/Eksamen-videregaende/Endringer-og-overgangsordninger/Endringer/eksamensordning-skriftlig-eksamen-i-matematikk/>
- Utdanningsdirektoratet. (2014k). Tall fra Grunnskolens Informasjonssystem (GSI) 2013/2014. Retrieved 28.11., 2014, from http://www.udir.no/PageFiles/65543/GSI_2013_2014_notat.pdf?epslanguage=no
- Utdanningsdirektoratet. (2014l). Utdannings-speilet 2014. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- van Daal, V., Solheim, R. G., Gabrielsen, N. N., & Begnum, A. C. (2007). PIRLS: Norske elevers leseinnsett og leseferdigheter. Stavanger: Lesesenteret.
- Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: Preconceptions, misconceptions and synthetic models. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, pp. 119-130). Dordrecht: Springer.
- Vähämaa, M., & Härmälä, K. (2011). Comparing perceptions of mathematics: Norwegian and Finnish university students' definitions of mathematics. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 16(4), 69-90.
- Wigfield, A., & Eccles, J. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81.
- Yackel, E. (1995). Children's talk in inquiry mathematics classrooms. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *The emergence of mathematical meaning* (pp. 131-162). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zehetmeier, S., & Krainer, K. (2011). Ways of promoting the sustainability of mathematics teachers' professional development. *ZDM Mathematics Education*, 43, 875-887.
- Zucker, A. A., & McGhee, R. (2005). A Study of One-to-One Computer Use in Mathematics and Science Instruction at the Secondary Level in Henrico County Public Schools. <http://www.sri.com/>: SRI International.
- Ødegaard, M., & Klette, K. (2012). Teaching activities and language use in science classrooms: Scales and analytical categories as pillars for possible interpretations. In J. Dillon & D. Jorde (Eds.), *The world of science education* (pp. 181-202). Rotterdam: Sense publishers.
- Østrem, S., Bjar, H., Føsker, L. R., Hogsnes, H. D., Jansen, T. T., Nordtømme, S., & Tholin, K. R. (2009). Alle teller mer. En evaluering av hvordan "Rammeplan for barnehagens innhold og oppgaver" blir innført, brukt og erfart. Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.