

# Hvordan lykkes i realfag?

## Drøftinger og forslag til tiltak, utprøvinger og forskning

*Liv Sissel Grønmo*

*Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, UiO*

*Arne Hole*

*Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, UiO*

I dette kapitlet konsentrerer vi oss om å ta opp og drøfte sentrale spørsmål som peker seg ut som viktige basert på resultater fra mange av kapitlene i boka. For oppsummering av resultater i det enkelte kapitlet henviser vi til avsluttende kommentarer etter hvert kapittel.

I slutten av videregående skole viser studier av de som velger fordypning i fysikk, en markant nedgang i prestasjoner over 20 år (74 poeng av et standardavvik på 100 poeng), se illustrasjon 3.1. Samtidig har andelen elever som velger fordypning i faget sunket. Allerede i 1995 var andelen som valgte fysikk, relativt lav sammenliknet med andre land, noe som ble påpekt både i nasjonale og internasjonale rapporter. Dette resultatet samsvarer med at de faglige prestasjonene i grunnskolen også har sunket i samme periode. Spesielt tydelig ser vi det i naturfag på ungdomstrinnet (illustrasjon 3.2), hvor elevene i 2015 presterer på samme nivå som ett år yngre elever, med ett år mindre skolegang, gjorde i 1995. Det elevene lærer i grunnskolen, synes det rimelig å anta at har betydning for hvor mye de lærer i videregående skole. Disse resultatene er urovekkende på bakgrunn av at det er relativt stor enighet om at realfaglig kunnskap vil bli viktigere i samfunnet framover, både for den enkelte elev og for samfunnet som helhet.

På tross av dette nedslående bildet mener vi at vi har store muligheter for å snu trenden og lykkes i realfag. Grunnopplæringen i Norge i dag består av grunnskolen og videregående skole. I tidligere generasjoner var det bare grunnskolen som var for alle, i dag må vi inkludere videregående skole som en del av grunnopplæringen alle i samfunnet trenger. Med det som utgangspunkt må vi

ta på alvor og se i øynene de utfordringene 20 års sammenhengende forskning har vist at vi står overfor når det gjelder realfagene, særlig i fysikk og matematikk.

Vi har store muligheter for å lykkes, fordi Norge er et land med mange kjennetegn som legger til rette for det: 1) Vi har en økonomi som de fleste andre land bare kan misunne oss, 2) vi har en tradisjon for politisk samarbeid på tvers av partipolitiske skiller som få andre land kan vise til, og 3) vi har en velferdsstat som i større grad enn de fleste andre land har lyktes i å ivareta alle landets borgere på en bra måte. Det betyr ikke at vi ikke har store utfordringer foran oss. Det betyr ikke at det kommer til å bli lett. Det kommer utvilsomt til å kreve hardt arbeid, det kommer utvilsomt til å bli vanskelig. Men hvis vi greier å hente ut det beste av våre norske tradisjoner når det gjelder å gjøre felles løft til det beste for landet, er det langt fra umulig. Vi har greid å snu trenden med store problemer i leseferdighetene til elevene (Björnsson & Olsen, 2018; Gabrielsen et al., 2017); nå må vi ta løftet for realfagene. Vi kan ha noe å lære av en del av de tiltakene som ble gjennomført for lesing.

*Vi må ta på alvor de utfordringene Norge har i realfag som fysikk og matematikk, samtidig som vi tar med oss de beste av tradisjonene våre når det gjelder å samarbeide. Grunnmuren i det som er dagens Norge, det som gjør oss til et av verdens beste land å leve i, er at vi har evnet å samarbeide på tvers av politiske og andre skillelinjer om å lage gode løsninger.*

## 12.1 Hva kan vi lære av leseløftet?

I 2004 fikk vi det som ble kalt PISA-sjokket, basert på at norske elever i internasjonale komparative studier som PISA og TIMSS presterte svakere enn forventet i lesing, matematikk og naturfag. Det var en klar *nedgang* i prestasjoner i matematikk og naturfag fra 1995 til 2003 i TIMSS på barnetrinn og ungdomstrinn (Grønmo, Bergem, Kjærnsli, Lie & Turmo, 2004b), og i lesing på ungdomstrinnet i PISA fra 2000 til 2003 (Kjærnsli, Lie, Olsen, Roe & Turmo, 2004). Det førte til en felles oppfatning i Norge om at man måtte legge mer vekt på å gi elevene faglige kunnskaper i skolen. Dette førte til reformen Kunnskapsløftet med ny læreplan i 2006 (KD, 2006). Særlig fikk elevenes svake kunnskaper i lesing stor oppmerksomhet, og flere tiltak ble satt i gang for å bedre situasjonen.

En viktig faktor var den store enigheten på tvers av ulike skillelinjer, både innen fagmiljøet og politisk, om at norsk skole trengte et løft for å bedre elevenes lesekunnskaper. Det sikret et godt samarbeid om de tiltakene som ble satt i gang. Leseferdigheter er viktige for alle fag i skolen, men opplæringen er nært knyttet til norskfaget. Det ble blant annet satset på lesestimulering fra barnehagen av og systematisk vekt på leseopplæring i barneskolen og videre i skolesystemet. Foreldre ble ansett som viktige samarbeidspartnere for å stimulere elevenes lesing, nasjonale leseprøver ble brukt for å måle utviklingen, og flere ekstratiltak ble satt inn. Se Kjærnsli & Roe (2010, kap. 12.4). Blant annet ble det satt i gang etterutdanning av lærere med vekt på opplæringen i norsk språk.

Som nevnt handlet ikke PISA-sjokket i 2004 bare om lesing, det handlet også om matematikk og naturfag. Man har ikke målt tilsvarende framgang i disse fagene, selv om det er noe underkommunisert. Det kan noen ganger se ut som om den framgangen man har hatt i lesing gjelder generelt i skolen, slik det omtales i media. Se for eksempel *Aftenposten* 18.9.2019 (Eilertsen, 2019). Dessverre er resultatene i realfagene langt mindre positive enn det den artikkelen gir inntrykk av; det gjelder for både naturfag og matematikk (jf. kapittel 3).

Vi har full forståelse for at man i første omgang satset mest på å bedre elevenes lesing. At elevene er gode i norsk språk, er viktig også for deres læring i de andre skolefagene. Samtidig tjener det ingen hensikt å overdrive de positive resultatene, slik vi ser tendenser til nå. Vi må heller lære av de tiltakene som i første omgang ble gjort for å bedre elevenes leseferdigheter, for også å få til en positiv utvikling i realfagene. Det er særlig i de såkalt harde realfagene, fysikk og matematikk, at situasjonen er problematisk. Tiden er moden for å sette inn et støt for bedre resultater også i disse viktige fagene. Da kan man antakelig ha noe å lære av hva som ble gjort for å bedre elevenes resultater i lesing.

Det er verdt å merke seg at støtet for lesing ble satt inn på alle nivåer. Fra barnehage og oppover i skolesystemet fikk man en felles oppgave: å få til et løft i elevenes leseferdigheter. En annen viktig faktor var at alle aktører – foreldre, lærere, lærerutdannere og skoleadministrasjon – samarbeidet systematisk over tid for å få dette til. Den positive endringen kom ikke over natta, den forutsatte utstrakt samarbeid og systematisk innsats over tid fra alle involverte. Studier i realfag har vist at det er de samme faktorene som er viktige for å bedre situasjonen i disse fagene (Grønmo & Onstad, 2013b).

En faktor som alltid er viktig, er at de som skal undervise, har god faglig og pedagogisk kompetanse. I lesing, en opplæring som i hovedsak er knyttet til norskfaget, har alle lærere hatt det aktuelle faget som elever til ut videregående skole. Norskfaget er også sentralt i lærerutdanningen for de som skal undervise i faget. Det kan man anta at garanterer for at lærerne har en rimelig god kompetanse i faget. Det samme kan man dessverre ikke si om realfagene. Det er bare et fåtall av de som blir lærere i grunnskolen som har hatt matematikk og naturfag til topps i videregående skole, og de har ofte hatt langt mindre matematikk og fysikk enn norsk i sin lærerutdanning (Grønmo & Onstad, 2012a). Det betyr at man står overfor større utfordringer i disse fagene enn det man gjorde for lesing. Men det betyr ikke at vi ikke kan greie å få til en positiv utvikling også her; vi må lære av det som ble gjort for å få til den positive utviklingen i lesing, samtidig som vi *tar på alvor og møter de ekstra utfordringene vi har*. I flere senere delkapitler drøfter vi spørsmål relatert til disse utfordringene, i neste delkapittel (12.2) tar vi spesielt opp situasjonen med lærerkompetanse.

## 12.2 Lærerkompetanse og livslang læring

Livslang læring er naturlig nok viktig i et samfunn i rivende utvikling; ikke minst gjelder det for de som har ansvaret for å undervise andre, altså lærerne.

*Før var det vanlig å lære seg ett yrke, for så å jobbe med det resten av livet. Nå er det vanlig å få kurs og utdanningsmuligheter gjennom jobben, slik at du lærer noe nytt hele tiden mens du er i arbeid. At vi lærer gjennom hele livet, kalles livslang læring. Grunnen er blant annet at teknologien og samfunnet endrer seg så fort at vi er nødt til å lære oss ting også underveis for å kunne gjøre en god jobb.* (Utdanning.no, 2019)

Vi er et land hvor de aller fleste lærere har høyere utdanning med god kompetanse for yrket sitt (Grønmo & Onstad, 2012a). Dette betyr ikke at norske lærere ikke har god generell kompetanse, men:

*Norsk skole er bygget på allmennlærere med middels lang utdanning. Relativt få lærere har en mastergrad (ca. 10 % og 20 % på hhv. barne- og ungdomstrinnet), og relativt få lærere rapporterer at de har en utdanning med spesialisering i det faget de underviser i.* (Olsen & Björnsson, 2018, s. 17)

I et samfunn i stadig utvikling må lærerne, som andre grupper, oppdatere seg jevnlig. Det gjelder ikke bare for å lære seg det som er nytt, som for eksempel bruk av IKT i undervisningen. Innholdet i det elevene trenger å lære, vil også endre seg over tid. Det er for eksempel langt flere utdanninger og yrker i dag hvor elevene trenger elementære kunnskaper i algebra enn det som var situasjonen for noen generasjoner siden. Algebra er grunnlaget for matematisk modellering, noe som gjør faget til en verktøykasse for et utall av praktiske anvendelser. I dagens samfunn betyr det at mange elever trenger denne kunnskapen for videre utdanninger og yrker, både fagutdanninger og akademiske studier. På samme måte trenger elevene naturfaglige kunnskaper som fysikk. Ikke minst er disse typene kunnskaper viktigere enn tidligere for å løse problemer knyttet til miljø, utvikling av ny teknologi og økonomi. Den generelle kompetansen lærerne har, er på mange måter en nødvendig forutsetning for å kunne oppdatere seg. Man har på den måten et godt utgangspunkt for å tilegne seg mer kunnskap, man starter ikke på «scratch», men utvider det repertoaret man allerede har.

Med livslang læring som bakteppe må man kunne forvente at universiteter og høyskoler jevnlig og systematisk har som *prioritert oppgave* å tilby etter- og/eller videreutdanningskurs til lærere (og andre) antakelig i større grad enn hittil. Særlig trenger vi videre- og/eller etterutdanning med vekt på det faglige innholdet elevene skal lære. I de senere årene har det blitt investert betydelige summer knyttet til etter- og videreutdanning av lærere. Nå, som tidligere, er det viktig at man gir klare og forpliktende signaler om hva som skal være innholdet i de kursene som tilbys. Det er utdanningspolitisk svært passivt å la det være opp til de enkelte institusjoner, fylker eller kommuner å bestemme innholdet. De pengene som bevilges, må derfor øremerkes etter- og videreutdanning tilknyttet *konkrete faglige temaer*, på samme måte som man prioriterte sannsynlighetsregning og kombinatorikk i etterutdanning av matematikklærere på 1990-tallet. De som deltar på kursene, må kunne dokumentere deltakelse og gjennomføring. Vi etterlyser her et utstrakt samarbeid for å sikre en nasjonal standard på innhold og gjennomføring. Det har også vært dokumentert i mange studier at norske lærere i mindre grad enn i en del andre land deltar systematisk i relevant etter- og/eller videreutdanning:

*Et ikke like flatterende trekk ved norsk skole er manglende volum og systematikk i den kontinuerlige kompetansehevingen eller etterutdanningen av*

*lærere – i alle fall når det gjelder tiltak rettet mot spesifikke fag. Dette er dokumentert gjennom alle de internasjonale studiene som har inkludert spørreskjemaer til lærerne. I tillegg viser TIMSS-studien at deltakelsen i faglig relevant etterutdanning har sunket betydelig fra 2007 til 2015.*

(Olsen & Björnsson, 2018, s. 17, vår understrekning)

Det er også rimelig å vurdere flere stimuleringstiltak for å tiltrekke seg personer med god fagutdanning i fysikk og matematikk til læreryrket. Noen slike tiltak har man allerede hatt, for eksempel Teach First (<https://www.teachfirstnorway.no/>). Men det trengs mer satsing på dette området; det er fortsatt stor mangel på lærere med denne typen kompetanse i skolen.

Andre tiltak rettet mot lærere i skolen som kan settes i gang, i tillegg til ordinær videreutdanning, er: 1) å gi økonomisk støtte til lærere for å delta på konferanser, nasjonalt og internasjonalt, 2) å gi økonomisk og annen støtte til å delta i/igangsette studier av egen praksis i skolen, 3) å gi økonomisk tilskudd til lærere som deltar i forskningssamarbeid/publiserer i ulike tidsskrifter, og 4) å bruke lønn som et middel for å tiltrekke seg lærere med den type kompetanse skolen trenger.

Tiltak rettet mot ansatte på universiteter og høyskoler er: 1) å gi økonomisk støtte til å utvikle modeller for hvordan man kan gi god etter- og videreutdanning til lærere, 2) å stimulere til forskning som evaluerer og publiserer denne typen arbeid, og 3) å arbeide for at denne typen undervisning gir akademisk uttelling for de vitenskapelig tilsatte ved institusjonene.

## 12.3 Læreplaner og implementering i klasserommet

Innhold og utforming av norske læreplaner står sentralt i spørsmål om hvor godt norske elever presterer i ulike fag. Hvilken undervisning elevene får gjennom hele skoleløpet, har betydning for hvor gode resultater vi kan måle hos norske elever i fysikk i slutten av videregående skole i TIMSS Advanced. *Hvorfor elevene skal lære fysikk*, er det som danner basisen for utforminger og prioriteringer av *hva elevene skal lære i faget*, og for *hvordan* man best kan tilrettelegge undervisningen. Kapittel 4 *Et fysikkdidaktisk perspektiv* tar opp og drøfter dette. Innholdet i den norske fysikkplanen, og utviklingen av denne over tid, tas opp og drøftes i relasjon til rammeverket i TIMSS Advanced i kapittel 2. Et moment som framstår som sentralt i fysikk, både tidligere og

i dag, og som vi har vært innom gjentatte ganger i denne boka, er nødvendigheten av at elevene har tilstrekkelig med kunnskaper i matematikk, særlig algebra. Det er et viktig redskap for å kunne lære fysikk, og helt vesentlig å beherske når det gjelder fordypning i videregående skole. Dette tas opp og drøftes inngående i kapittel 5 i boka, mens delkapittel 12.5 har en kortere drøfting av dette.

Utviklingen av læreplanene i fysikk har vist tendenser i retning av å vektlegge metaperspektiver i større grad enn tidligere (jf. kapittel 2). Målene i faget blir noe mer generelle, noe som kan føre til at det legges mindre vekt på presise faglige kunnskapsmål i undervisningen. Det ser også ut til at undervisningsmetoder og arbeidsmåter framheves i større grad, mens det konkrete faglige innholdet nedtones. Dette er en utvikling som vi er skeptiske til. Basert på det fysikkdidaktiske perspektivet som tas opp og drøftes i kapittel 4, er det fagets legitimering av hvorfor elevene trenger å lære fysikk, og konkretiseringen av hva det betyr i klare faglige mål, som må legge grunnlaget for undervisningen. Metodene er viktige redskaper i innlæringen av det vi vet at elevene har behov for å lære, men de skal ikke være styrende. For mer om dette, se kapittel 4. Innholdet i skolefysikken har over tid beveget seg mot å legge mer vekt på faget som en menneskelig aktivitet:

*I dette perspektivet kan intensjonene med skolefysikken formuleres ved at man bør bevege seg noe vekk fra en alt for vitenskapspreget undervisning til en presentasjon av fysikk som en menneskelig aktivitet, og der en ser fysikk som et redskap til å forstå verden vi lever i. (Angell, Kjærnsli & Lie, 1999, s. 112)*

En slik endring kan ha sammenheng med at man ønsker å vektlegge mer det alle elever kan ha utbytte av å lære, et mer allmenndannende perspektiv. Det er viktig å vektlegge allmenndannende mål for hva elevene skal lære, både i grunnskolen og i videregående skole. Det er positivt at man har en skole som tar sikte på å gi alle elever et godt allmenndannende utgangspunkt for videre skolegang og yrker. Samtidig må man ta på alvor spørsmålet om hvordan man skal gi elever med talent og interesse for de såkalt harde realfagene det grunnlaget de trenger for videre skolegang og studier (jf. kapittel 2). Allmenndannende hensyn for alle og innhold som gir grunnlag for videre skolegang/studier for en del av elevene, må veies opp mot hverandre. De mest skoleinteresserte elevene som tar sikte på fordypning i fag som fysikk, har samme krav på tilpasset opplæring

som de elevene som sliter faglig (Grønmo, Jahr, Skogen & Wistedt, 2014a). Det er nødvendig å ta dette på alvor, ikke minst i utformingen av de nye læreplanene, og det gjelder både i grunnskolen og for videregående skole. Dette spørsmålet har også relevans for diskusjonen om man trenger flere måter å differensiere undervisningen på enn det man har i dag, noe som tas opp i delkapittel 12.6.

Ser vi på de norske resultatene på de frigitte oppgavene som er gjengitt i kapitlene 8, 9 og 10, finner vi noen fellestrekk. Resultatene på flere oppgaver peker mot at man i Norge ikke er flinke nok til å vedlikeholde tidligere kunnskap. Når elevene testes i det de nylig har lært, presterer de bedre enn der hvor innlæringen har vært på et tidligere trinn. Et tiltak for å bedre på dette kan være i større grad å repetere det elevene har lært på tidligere trinn, gjennom vektlegging i undervisningen og i ulike tester for den enkelte klasse/skole eller til sentralgitte eksamener. Vi ser for eksempel at på oppgaver som vektlegges i både Fysikk 1 og Fysikk 2 (se kapitlene 8, 9 og 10), er de norske prestasjonene relativt gode, det vil si at man ivaretar aspektet med å vedlikeholde kunnskapen over tid på en god måte.

I kapittel 2 så vi at det på noen områder i læreplanen har vært en endring mot mer vekt på det kvalitative, og mindre vekt på kvantitative beregninger. I noen oppgaver fra TIMSS Advanced 2015 har dette antakelig bidratt til svakere resultater for Norge, mens vi i andre oppgaver ser tendenser til at vekten på det kvalitative kan ha bidratt til bedre forståelse hos elevene (se kapitlene 8, 9 og 10). Med andre ord: Det er ikke det at nye læreplaner generelt legger mer vekt på kvalitative aspekter som framstår som det store problemet, men mer hvordan dette implementeres i klasserommet. Vi ønsker å reise en debatt om dette. En mulig løsning kan være å knytte sammen det kvalitative og det kvantitative aspektet, slik at begge deler blir ivaretatt på en god måte.

I forbindelse med nye læreplaner settes det som oftest av ressurser til etter- og videreutdanning av lærere. Slike tilbud til lærere er det generell enighet om å gi og å bevilge ressurser til. Det er da viktig at lærerne får tilbud som går på faglig innhold for å holde seg oppdatert, og at ikke alle ressursene går til bruk av mer eller mindre nye metoder og hjelpemidler som IKT. For mer om dette, se delkapittel 12.2. Våre resultater i TIMSS Advanced peker på mange faglige utfordringer for hva elevene sliter med å tilegne seg faglig, ikke minst gir resultatene på mange enkeltoppgaver innspill som lærere kan ha nytte av i egen undervisning (se kapitlene 8, 9 og 10). På bakgrunn av den informasjonen



vi har om hva norske elever presterer godt og ikke så godt på, etterlyser vi flere kurs for lærere med *hovedvekt på faglig innhold*. Det vil kunne inspirere lærerne i deres arbeid, og på sikt bedre elevenes kompetanse.

## 12.4 Kjønnspromblematikk og realfag i skolen (like muligheter for begge kjønn - opptakskrav, karaktersetting)

Det er nødvendig å ta utfordringer med kjønnsforskjeller i skolen på alvor. Det gjelder sett fra jentenes perspektiv så vel som fra guttenes perspektiv. Som Stoltenberg-utvalget peker på, står vi antakelig overfor større utfordringer på dette området framover:

*De viktigste konsekvensene av kjønnsforskjellene i utdanning ligger antagelig foran oss i tid, og er derfor usikre og utfordrende å beskrive. Det er likevel all grunn til å regne med at disse forskjellene vil ha stor betydning for enkelt-individer, og også for den videre utviklingen av det norske samfunnet. Kjønnforskjellene i utdanning er en samfunnsutfordring. (NOU, 2019, s. 12)*

Fra guttenes perspektiv ser vi at det ofte framheves, ikke minst i media, at guttene er skolens tapere. Det formidles et bilde av at jentene har bedre karakterer enn guttene i alle fag unntatt gym, at guttene har større frafall i videregående skole, og at flere jenter kommer inn på studier med høye krav til karakterer for å bli tatt opp. Dette gir et forenklet bilde av virkeligheten. Det er flere faktorer som her spiller inn: 1) Ofte legger man nesten all vekt på resultater i grunnskolen, 2) resultater i språkfag vektlegges langt mer enn resultater i realfag, og 3) man tar ikke med i vurderingene betydningen av elevenes sosiale bakgrunn.

*Svartmaling av gutter, og deres fremtid som menn, gir en overforenklet og misvisende forståelse av komplekse kjønnsrelasjoner i dagens samfunn. Det leder oppmerksomhet vekk fra de store variasjonene innenfor kjønns-kategoriene, og inviterer til at jenters og kvinners problemer overses. Resultatet kan være en form for utilsiktet tilsløring av det som er stadig mer utslagsgivende for ungdommers problemer og privilegier, samspillet mellom ulike former for sosial ulikhet. (Vogt, 2018)*

At guttene kommer dårligere ut når det gjelder resultater ved slutten av ungdomsskolen, avspeiler problemet i norsk skole med at språkfag vektlegges langt mer enn realfag. Stoltenberg-utvalget kom med et forslag for å rette opp denne skjevheten. De pekte på at når det gjelder karakterer fra grunnskolen som teller for opptak til videregående skole, får elevene tre standpunkt-karakterer i norsk, to karakterer i engelsk og én karakter i valgt fremmedspråk, til sammen seks språkkarakterer. I realfagene får de én karakter i matematikk og én i naturfag, til sammen to realfaglige karakterer. For elever som kjemper om å komme inn på den skolen eller det studieprogrammet de ønsker på videregående skole, gir dette klare signaler til elevene om at det er gode karakterer i språkfag de bør satse på. På bakgrunn av dette har Stoltenberg-utvalget foreslått at alle karakterer vektes ut fra antall timer elevene har i faget, da det gir et mål for hvor mye de skal lære seg i hvert enkelt fag. Hvis man gjør dette, vil det styrke guttenes posisjon ved avsluttet grunnskole i konkurransen om å komme inn der de ønsker.

Vi ser klart behovet for å styrke realfagene i skolen, og for også å ta guttenes utfordringer i et kjønnsperspektiv på alvor. Samtidig vil vi legge til at et slikt tiltak også er viktig sett fra et jenteperspektiv. Norge er et av de landene som sliter mest med å tiltrekke seg jenter til fysikk og matematikk (jf. kapittel 3). Det er flere land som i større grad greier å trekke til seg jenter til disse fagene i både videregående skole og påfølgende studier enn det Norge gjør. Gjennom den måten man regner ut karakterene i norsk grunnskole på, gir man jentene et klart signal om at språk er viktigere i utdanningen enn realfag. Stoltenberg-utvalget peker også på at endring i vektleggingen av karakterer er et relativt enkelt grep som kan gjennomføres raskt, og som ikke koster noe. Det vil også kunne påvirke rekrutteringen til realfag, ikke minst rekrutteringen av flere jenter.

Sosial bakgrunn er også viktig i forbindelse med både rekruttering til og prestasjoner i realfag.

*De gruppene som skiller seg særlig ut, er gutter av foreldre med kun grunnskole og jenter med foreldre med lang høyere utdanning. Disse gruppene bidrar åpenbart til å trekke de overordnede gjennomsnittstallene for hvert kjønn i hver sin retning. Den gjennomsnittlige kjønnsforskjellen i grunnskolepoeng kan altså ikke forklares ved å vise til at gutter er slik og jenter er slik – forklaringen ser ut til å ligge i samspillet mellom kjønn og sosial bakgrunn. (Vogt, 2018)*

Tendenser til dette ser vi også i TIMSS Advanced (se kapittel 11). På tross av at klart flere gutter velger fordypning i disse fagene i videregående skole, har de høyere gjennomsnittskarakterer enn det jentene har. Når det gjelder påstanden om at jenter får bedre karakterer enn guttene i alle fag unntatt gym i grunnskolen, er det viktig å være klar over at det også er en forenklet framstilling. Det er riktig når det gjelder standpunkt karakterene som lærerne setter, men man finner ingen slike forskjeller i internasjonale komparative studier som TIMSS og PISA. Slik det ofte framstilles i media, kan man få inntrykk av at det er et gjennomgående bilde at jentene er bedre enn guttene i alt, noe som igjen kan ha en negativ innvirkning på guttenes selvbilde. Det blir på samme måten som man tidligere har argumentert med at jenter kan miste selvtiliten i realfag når det framheves at dette er et område hvor guttene er best. Konklusjoner som generaliseres og trekkes for langt, kan være uheldige for både jenter og gutter.

Det er ett område hvor jentene systematisk presterer bedre enn guttene, og det er lesing. At jenter generelt er bedre lesere enn gutter, er grundig dokumentert i internasjonale komparative studier, og det samsvarer med at jentene også i Norge gjør det bedre i norsk i skolen, både i standpunkt og til eksamen. Men det betyr ikke at man ikke også har gutter som er svært gode lesere; vi snakker alltid om en fordeling når vi undersøker en populasjon. Så selv om denne generelle konklusjonen stemmer, betyr ikke det at alle jenter er gode lesere, og alle gutter er svake lesere. Fra et skoleperspektiv blir ofte spørsmålet hva man kan gjøre for å stimulere guttene til å bli bedre lesere, og om noe av dette kan forstås på bakgrunn av lange tradisjoner i gruppen av jenter og gutter. Mye arbeid i skolen har nettopp dreid seg om å endre stereotype oppfatninger knyttet til kjønn.

Tar man med elevenes prestasjoner i realfagene i videregående skole, presterer guttene klart og signifikant bedre i både fysikk og matematikk enn det jentene gjør. Det gjelder for Norge som for mange andre land (Mullis, Martin, Foy & Hooper, 2016b). Det tradisjonelle bildet av at gutter er mer interessert i harde realfag som fysikk og matematikk, mens jentene er mer interessert i språkfag, har fortsatt en viss gyldighet. Det er et problem at man i debatten i stor grad snakker om grunnskolen, og i liten grad tar med situasjonen i videregående skole. Som vi har pekt på flere ganger i boka, må man i dag inkludere videregående skole i elevenes grunnopplæring. Det var positivt at regjeringen tok initiativet til å få utarbeidet et realfagsbarometer (Utdanningsdirektoratet, 2019a), men ikke like positivt at barometeret bare

omhandler elevenes faglige resultater i realfag i grunnskolen. Problemene med sviktende rekruttering til realfagene, sammen med markant nedgang i faglige resultater, nevnes så vidt vi kan se, ikke her. Dette til tross for at vi har gode data tilbake til 1995 på dette.

Det synes å være en rimelig grad av enighet om at Norge trenger å styrke realfagene i skolen. Det er når det gjelder konkrete tiltak at problemene og uenighetene oppstår. Her må vi lære av leseløftet, slik vi nevnte i delkapittel 12.1. Uten den brede faglige og fagdidaktiske enigheten man hadde på området lesing, hadde man antakelig ikke greid å få til den positive utviklingen vi har sett i Norge. Vi håper at man nå bruker de erfaringene man da fikk, til å gjøre et tilsvarende løft for realfagene i skolen.

## 12.5 Fysikk og matematikk – samspillet er viktig

For at elevene skal lykkes i fysikk, er det en forutsetning at de har et tilstrekkelig grunnlag i matematikk. En av årsakene til nedgangen i fysikk ser ut til å være svakere kunnskaper knyttet til formelt matematisk språk, særlig algebra. Jamfør kapitlene 5 og 6. Elevene mangler med andre ord et viktig redskap for å kunne prestere godt i fysikk på det nivået vi her snakker om.

De fleste vil antakelig være enige i at det å beherske språket som brukes på det området man skal lære, utgjør en nødvendig basis for læringen. Skal man for eksempel lære samfunnsfag, er det viktig å beherske det norske språket for å kunne lese det som står i lærebøkene. Slik er det også i fysikk, elevene trenger også her en god basis i norsk språk. Men i tillegg må de ha en rimelig god basis i algebra, ganske enkelt fordi det er det matematiske språket som brukes i faget, både som redskap for innlæringen og for videre utvikling og forskning i faget. Den språklige siden av matematikk er ofte underkommunisert (Grønmo, 2018; Hole, Grønmo & Onstad, 2018). For å lære elevene algebra kunne man kanskje la seg inspirere noe av hvordan elever lærer andre språk som norsk og engelsk.

Et av de områdene der vi må kunne si at norsk skole har sviktet elevene, er nettopp når det gjelder å gi dem en elementær basis i algebra. Grunnlaget i algebra legges i grunnskolens mellomtrinn og ungdomstrinn. Problemet med svake algebrakunnskaper hos norske elever har blitt påpekt og problematisert gjentatte ganger i de vitenskapelige rapportene fra internasjonale komparative studier (Grønmo et al., 2004b; Grønmo et al., 2012b; Mullis, Martin, Foy & Hooper, 2016a). Også media har tatt opp og problematisert dette. Til tross for

det nedslående resultatet fra TIMSS 2011 målte man en fortsatt tilbakegang i algebra hos norske elever i den siste TIMSS-studien i 2015 (Bergem, 2016b). Dette i motsetning til et generelt bilde med litt framgang i matematikk fra 2011 til 2015 (ibid.).

Det er positivt at nye utkast til læreplaner for Fagfornyelsen i 2020 framhever algebra mye mer enn det foregående læreplaner har gjort. Men for å lykkes med å lære elevene algebra, trengs det flere grep enn det som står i læreplanen. Skal læreplanens mål om algebra kunne implementeres i undervisningen i klasserommet, må lærerne ha den nødvendige kompetansen på dette området. Den internasjonale studien av lærerutdanningene i Norge i 2008 viste at blant de som utdannet seg til å bli lærere i matematikk, var det mange som manglet elementære kunnskaper i algebra (Grønmo & Onstad, 2012a). Det er derfor nødvendig å sikre at alle som underviser i matematikk, i alle fall fra mellomtrinnet og oppover, har den nødvendige basisen i dette matematiske språket. Nødvendigheten av etter- og videreutdanning for lærere på områder som man vet elevene vil trenge framover, ble tatt opp og drøftet spesielt i delkapittel 12.2. Der ble det også understreket at det er behov for kurs med vekt på det faglige innholdet som elevene skal lære, og ikke bare kurs i ulike typer metoder, inklusiv bruk av digitale hjelpemidler.

Både i fysikk og matematikk ser det ut til at en del elever velger bort fagene fordi de opplever at de gjør feil eller er redde for å gjøre feil. At vi vektlegger det å lære elevene mer fysikk og matematikk, er ikke ensbetydende med å legge mer press på dem. Ganske enkelt fordi det ikke er den beste måten å lære på. På slutten av 1990-tallet ble det i regi av Utdanningsdirektoratet gjennomført et prosjekt med tittelen Kvalitet i matematikkundervisningen (KIM), som la vekt på at det å ta opp og diskutere de feil man gjør i matematikk, er et godt utgangspunkt for videre læring, ikke en måte å gi elevene følelsen av å mislykkes på (Brekke, 1995). Vi ser et behov for tiltak, særlig i fag som fysikk og matematikk, med mål om å ta bort stigmatiseringen av det å gjøre feil og å kommunisere at å gjøre feil er naturlig i all læring.

Som vi har sett fra analyser både i denne boka og i forskning vi har referert til, ser den norske tilbakegangen i fysikk i stor grad ut til å være knyttet til elevenes kunnskaper om å anvende matematikk i fysikkfaget. Dette viser seg i våre analyser av læreplanene, så vel som i analyser av hvilke oppgaver de norske elevene går tilbake på i TIMSS Advanced (jf. kapitlene 2, 8, 9 og 10). Det må gjøres tiltak som gir elever, foreldre og samfunn signaler om at elementære kunnskaper i matematikk, herunder algebra, er viktig for fysikkfaget.

## 12.6 Differensieringsproblematikk relatert til realfag i skolen

Problemer knyttet til å få til en god form for differensiering i skolen er noe man må ta på alvor. Det er kompliserte spørsmål, men for viktige til ikke å tas opp. Det holder ikke å prøve noe, og så raskt trekke en generell konklusjon om at det ikke virker. Utfordringen ligger der og må tas på alvor. Vi trenger bedre måter å differensiere undervisningen på enn det vi har i dag. Det gjelder ikke bare for fysikk og matematikk, selv om det er det vi konsentrerer oss om.

Vi har ikke forskningsresultater som kan gi gode svar på hvordan dette bør gjøres; her må det settes i gang både utprøving og forskning i en norsk kontekst, hvor man er langt mer åpne enn man hittil har vært for ulike måter å gjøre dette på. Målet må være å ivareta på en god måte både de som har spesiell interesse for og talent i et fag, de som er middels gode, og de som sliter faglig. Det holder ikke bare å gjenta at det er opp til den enkelte lærer å differensiere med hensyn på elever med ulike interesser og forutsetninger i sammenholdte klasser gjennom hele grunnskolen.

Grunnskolen i Norge legger *ikke* et godt nok grunnlag for høytpresterende elever i fag som matematikk og fysikk. Norske elevers prestasjoner er svakere i 2015 enn de var i 1995, målt i de internasjonale studiene. Olsen & Björnsson (2018) oppsummerer resultater i grunnskolen over 20 år, basert på data fra alle de internasjonale studiene Norge har deltatt i, ved å peke på at nedgangen som førte til det såkalte PISA-sjokket i 2003-studiene gjaldt alle elever, mens framgangen vi har målt etterpå, i hovedsak gjelder de svakeste elevene:

*Helt overordnet er det altså slik at «nedgangstiden» er et allment fenomen, mens «oppgangstiden» først og fremst gjenspeiler et løft i bunnen av fordelingen.* (ibid., s. 15).

Det samsvarer godt med de resultatene vi finner for fysikkelever i videregående skole: Det er særlig andelen elever med høy kompetanse i faget som har gått ned, nedgangen er mindre blant de med svakere kompetanse (jf. kapittel 7).

Det er rimelig å anta at svakere prestasjoner i grunnskolen påvirker elevenes valg av fag i videregående skole. Fag de blir stimulert i og synes er interessante gjennom grunnskolen og første året i videregående skole, legger grunnlaget for hva de velger videre. Dette kan også antas å være en medvirkende årsak til den nedgangen i prestasjoner som vi måler i fysikk i slutten av videregående skole;

de har svakere utgangspunkt for læring i faget etter grunnskolen enn det de hadde tidligere. Dette går ut over både guttene og jentene. Guttene, fordi mange ønsker seg inn på ulike utdanninger og yrker hvor de trenger basiskunnskaper i realfag, og jentene som tradisjonelt ikke har valgt disse fagene, og som nå får lite stimulans til å velge dem fordi de i liten grad opplever disse fagene som spennende sammenliknet med det andre de eksponeres for i skolen (jf. kapittel 12.4).

Både allmenndannende hensyn for alle elever og hensynet til hva de faglig sterke elevene trenger for videre studier, må vektlegges i undervisningen i grunnskole og videregående skole. De faglig sterke elevene har også rett på tilrettelagt undervisning etter læreplaner og lovverk, men dette ser ut til å ha blitt mangelfullt implementert i skolen (Grønmo, 2014b). Dette er noe av bakgrunnen for at vi etterlyser utprøvinger og forskning på bedre måter å differensiere undervisningen i skolen på. Vi har i Norge sett en utvikling mot at noen flere elever velger private ungdomsskoler og videregående skoler. Hvis den offentlige skolen ikke tar utfordringen med å gi gode læringsmuligheter med tilpasset opplæring også for de faglig sterke elevene, vil vi kunne få en utvikling hvor elever med en sterk sosioøkonomisk hjemmebakgrunn i større grad vil prioritere private skoler. Problemet er ikke at vi har noen privatskoler. Det kan være behov for å ha noe variasjon i typer skoler også hos oss, ikke minst skoler med vekt på ulike temaer som idrett, realfag eller språk, offentlige eller private. Samtidig ser vi det som positivt at de fleste elever i Norge går sammen i en offentlig skole, uavhengig av hjemmebakgrunn. Den store sosiale mobiliteten vi har, større enn i mange land, kan antas å ha sammenheng med at de fleste elevene går sammen, og har like rettigheter til videre utdanninger.

Det er derfor mange grunner til at vi peker på behovet for utprøving av og forskning på ulike måter å differensiere undervisningen på, hvor man også tar på alvor hvordan man legger til rette undervisningen for de faglig sterke elevene.

## 12.7 Norske tradisjoner - for fag og for samarbeid

Alle land og kulturer har noen positive trekk og noen trekk som ikke er så positive. Hva som er positivt og ikke, kan også variere over tid, avhengig av det samfunnet man lever i. Norge har, sammenliknet med mange andre land, relativt svak kultur for at det er viktig å lære elevene fag som matematikk og fysikk, i alle fall de mer akademiske delene av disse fagene. Analyser av data fra jevnlig studier på ulike nivåer i skolen over 20 år viser dette (Grønmo et al., 2004b; Grønmo, Hole & Onstad, 2016; Martin, Mullis, Foy & Hooper, 2016b; Mullis et al., 2016a, 2016b). Norge, som andre nordiske land, legger relativt lite vekt på å lære elevene det matematiske språket algebra, sammenliknet med land i for eksempel Øst-Asia og Øst-Europa (Grønmo, 2018; Grønmo, Kjærnsli & Lie, 2004a; Hole et al., 2018). Samtidig vet vi at realfaglig kunnskap kan antas å bli viktigere framover for å løse mange av de problemene vi står overfor når det gjelder miljø, teknologi, helse og økonomi. Å gi elevene denne typen kunnskap er da viktig både for den enkelte med hensyn til utdanning og jobb, og for samfunnet som trenger kompetente personer på disse områdene.

På den annen side framstår Norge som et land som har en relativt sterk kultur for språk generelt, det gjelder både eget språk og fremmedspråk. Det er når det gjelder formelt matematisk språk, og i skolen da særlig algebra, at vi har et problem som vi må ta tak i og gjøre en bedre jobb med. Jamfør analysene tilknyttet LC-rammeverket i kapittel 5. Norge har en sterk og positiv kultur for politisk og annen type samarbeid på tvers av skillelinjer i samfunnet. Oppbyggingen av Norge etter krigen, med bred enighet om å gi alle borgere fri tilgang til utdanning og helsetjenester, er kanskje det viktigste som har skjedd i nyere tid i landet vårt. Norge har en tradisjon for konsensuspolitikk med mange politiske avtaler om viktige ting i samfunnet på tvers av politiske skillelinjer (Buck, 2011; Lie, 2019). Et annet eksempel er trepartssamarbeidet mellom arbeidstakerorganisasjoner, arbeidsgiverorganisasjoner og staten/kommunene. Samarbeidet, som man har lange tradisjoner for i Norge, betyr ikke at man ikke har ulike syn som kan stå steilt mot hverandre. Det bygger også på at man har sterke organisasjoner hos alle parter, med ulike syn og interesser som de kjemper for, samtidig som man prøver å finne kompromisser alle kan leve med, kompromisser for å få til en god utvikling i samfunnet (Finansforbundet, 2019).

Få andre land kan vise til en så sterk tradisjonen for samarbeid som Norge,



noe som kanskje er litt av grunnen til at Norge er et av verdens beste land å leve i.

I delkapittel 12.1 pekte vi på at det er viktig å lære av det samarbeidet vi har hatt for å bedre norske elevers lesekunnskaper, og at vi kan lære av det når det gjelder å få norske elever til å lykkes også i realfag. Samarbeid som involverer alle parter – foreldre, lærere, skolemyndigheter og politikere – er en viktig basis for arbeidet, som det var det for leseløftet. Kapittel 11 pekte på at både lærere og elever i fysikk i Norge rapporterte høy grad av tilfredshet med egen situasjon på skolen. Det samme var tilfellet i TIMSS Advanced 2015 matematikk (se Grønmo et al., 2016). Dette er et godt utgangspunkt for å få til et realfagsløft. Det ser også ut til å være en relativt stor generell enighet i Norge om at vi trenger å bedre elevenes kunnskaper i realfag; særlig gjelder det å gi dem grunnleggende kunnskaper i algebra og fysikk. De nye forslagene til læreplaner avspeiler dette, se delkapittel 12.3. Men skal dette implementeres og gjennomføres på en god måte i klasserommet, forutsetter det ressurser til å gi lærerne den etter- og/eller videreutdanningen de trenger. Behovet for denne typen kunnskap er blitt viktigere den senere tiden, med økte krav til lærerne på disse områdene. Dette tas opp og drøftes i delkapittel 12.2.

Vi kan lykkes i realfag hvis vi henter ut de beste sidene av norsk tradisjon, felles løft og samarbeid til det beste for alle i samfunnet. Vi har lykkes ganske godt med det i lesing, nå er tiden inne for et tilsvarende løft for realfagene.