

## Berit Bungum

*Førsteamanuensis i fysikk fagdidaktikk ved Institutt for Fysikk, NTNU*

### Teknologi og forskningslære i videregående skole: Hvem er lærerne og hvordan former de faget?

#### **Sammendrag**

*Teknologi og forskningslære er et nytt og mangfoldig programfag i videregående skole. Denne artikkelen presenterer en undersøkelse av lærerne i dette faget: hva slags bakgrunn de har, hva de ser som sine styrker og utfordringer i å undervise faget, og hvordan de med utgangspunkt i sin kompetanse realiserer ideene bak læreplanen. Undersøkelsen er utført som en skriftlig spørreundersøkelse med utdypende intervjuer med utvalgte lærere. Resultatene viser at lærerne som har deltatt i undersøkelsen samlet sett er en svært kompetent gruppe, men at de i stor grad framtrer som enten "teknolog" eller "forsker" i hva de ser som sine styrker og utfordringer i faget. Videre beskrives hvordan to lærere, som representerer arketyper av lærere i disse to gruppene, tolker læreplanen ulikt i lys av sin egen kompetanse, og hvordan de på ulike måter realiserer innholdet i Teknologi og forskningslære som fag ved sine skoler.*

#### **Innledning**

Med Kunnskapsløftet fikk vi Teknologi og forskningslære (ToF) som et nytt programfag i videregående skole. Faget er et tilbud til elever i programområde for realfag, og skal gi disse elevene erfaring med realfagene i praktiske og samfunnsmessige sammenhenger. Faget baserer seg på ulike fagtradisjoner, men mangler foreløpig en egen identitet som skolefag. Det er derfor vesentlig hvordan den enkelte lærer bruker sin kompetanse i å realisere ideene og intensjonene som er nedfelt i et forholdsvis kortfattet læreplandokument.

I denne artikkelen presenteres en undersøkelse av disse lærerne: Hva slags bakgrunn har de, og hvordan ser de på egen kompetanse i forhold til faget? Hvordan preger lærernes bakgrunn deres tolkning av læreplanen? Hva legger de inn i undervisningen for å nå kompetansemålene for elevene? Hvilke sider av faget skaper utfordringer for dem som lærere?

Undersøkelsen belyser disse spørsmålene ved hjelp av et skriftlig spørreskjema og intervjuer med utvalgte lærere.

#### **Teknologi og forskningslære: Fra kunnskapstradisjoner til skolefag**

Teknologi og forskningslære er et fag som baserer seg på ulike kunnskapstradisjoner innenfor realfag og tekniske fag, men også fra samfunnsvitenskapene. Teknologi og ingeniørvitenskap har på universiteter og høyskoler sterke tradisjoner når det gjelder både forskning og undervisning. Disse

tradisjonene har imidlertid i liten grad hatt innvirkning på fagene i grunnskole og videregående utdanning for realfagselever. Dette er et internasjonalt fenomen, og Hansen (1997) peker på at en årsak til dette kan være at nytteorienterte kunnskapstradisjoner har hatt lavere status enn akademiske tradisjoner i skolen. I tillegg har for eksempel fysikkfaget i gymnaset utviklet seg fra det en kan betegne som et "verkstedfag" (Olsen, 2004) til et vitenskapsfag med mer fokus på abstrakte modeller. Det nye faget Teknologi og forskningslære kan dermed sies å ta opp igjen noe av den praktisk-teknologiske kunnskapstradisjonen som tidligere lå innenfor fysikkfaget for realfagselever.

Ved universiteter og andre forskningsinstitusjoner finnes også ulike akademiske tradisjoner som fra filosofiske og sosiologiske synsvinkler studerer teknologi (se for eksempel Mitcham, 1994), naturvitenskapene (se for eksempel Latour & Woolgar, 1979) og vekselvirkning mellom disse virksomhetene og samfunnet (se for eksempel Andersen og Sørensen, 1992). Spesielt STS-bevegelsen (Science-Technology-Society), videreutviklet fra STS som akademisk tradisjon, har de siste tiår hatt betydelig innvirkning på utforming av naturfag ('science') som fag i skolen internasjonalt (se for eksempel Aikenhead, 2003). Dette har ført til læreplaner og undervisningsmaterieell med fokus på relevans og samfunnstilknytning av faget for elevene i et allmenndannelsesperspektiv. Likevel preges naturfaget fortsatt av tradisjonelle innholdskomponenter basert på naturvitenskapelige begreper og prinsipper beregnet på kommende naturvitere (Roberts, 2007). STS-perspektivene synes å komme i andre rekke.

I Teknologi og forskningslære som nytt fag har en ikke en tilsvarende fagtradisjon i skolen som vil være styrende for fagets innhold. Det betyr på den ene siden at det ligger til rette for at intensjonene med faget som en arena hvor elevene kan oppleve realfagene som kreative og samfunnsrelevante, kan realiseres uten at et tradisjonelt teoribasert faginnhold får dominere. På den annen side har ikke lærerne en enhetlig tradisjon for skolefaget å støtte seg på, og de er i liten grad del av den akademiske tradisjonen for studier av teknologi og naturvitenskap beskrevet foran. Som gruppe vil også deres bakgrunn innenfor de ingeniørtekniske fagområdene være begrenset. De har dermed ikke noe felles erfaringsgrunnlag som gir retning for fagets identitet og egenart, og det er heller ikke utviklet lærebøker for faget som kan angi en slik retning.

Faget stiller dermed store krav til lærerens yrkesprofesjonalitet. En profesjon er først og fremst forbundet med *spesialisert kunnskap* og *autonomi* i utøvelsen av yrket, uavhengig av yrkesgruppens status (Hoyle & John, 1995). Lærernes profesjonalitet er et omdiskutert felt både nasjonalt og internasjonalt, spesielt i forbindelse med statens styring, standardisering og kontroll av skolens virksomhet (se f. eks. Day, Fernandez, Hauge & Møller, 2000). Kunnskapsløftet understreker lærernes autonomi som profesjon gjennom læreplanenes *metodefrihet*. Likevel standardiseres virksomheten i skolen gjennom læreplanens forpliktende kompetansemål, systemer for elevvurdering og andre former for testing av

skolens resultater. Også andre strukturelle forhold bidrar til standardisering av lærernes faglige arbeid. Lærebøker bidrar sterkt til en ensretting ved at de gjerne strukturerer lærernes planlegging og gjennomføring av undervisning i større grad enn læreplanen (Nelson, 2006). Elevene oppfatter også læreboka som styrende, og den blir således en "kontrakt" mellom lærer og elev om hva som er gyldig innhold i faget. Normer for hva som er fagets egenart og legitime undervisningsmåter har læreren også fått gjennom sin utdanning. Ikke bare gjennom sin fagutdanning og lærerutdanning fra universitet eller høyskole, men i stor grad gjennom det Lortie (1975) har kalt *'apprenticeship of observation'*, ved at de gjennom årelang skolegang har lært hva undervisning og skolefag dreier seg om ved å observere egne lærere.

Uten slike strukturerende forhold tok lærerne som underviser Teknologi og forskningslære høsten 2007 følgelig fatt på faget med hovedsaklig et kortfattet læreplandokument, sin egen kompetanse og sitt engasjement som utgangspunkt. I det følgende gis en presentasjon av hvordan faget blir definert gjennom læreplandokumentet, da dette er vesentlig for lærernes realisering av faget med sine elever.

### Læreplanens definisjon av Teknologi og forskningslære

*"Den største verdien for kurset ligger i å gi elevene en positiv opplevelse knyttet til realfag."*

*ToF-lærer*

Teknologi og forskningslære ble innført som programfag på studiespesialiserende utdanningsprogram, programområde realfag, i forbindelse med *Kunnskapsløftet* 2006. Som programfag på VG2 og VG3 ble faget tilbudt for første gang i henholdsvis 2007 og 2008.

Hensikten med å opprette faget var å gi elever et tilbud om å møte realfagene i kreative og tverrfaglige sammenhenger. Det skulle være et fag som gir elevene erfaring med bruk av realfag i yrkeslivet, og som synliggjør realfagenes betydning i samfunnet. Etter en lang læreplanprosess var faget definert i form av kompetansemål gruppert i et antall hovedområder. Disse hovedområdene er gjengitt i Tabell 1.

Tabell 1. Hovedområder i læreplan for Teknologi og forskningslære.

Programfag	Hovedområder			
Teknologi og forskningslære X		Den unge Ingeniøren	Den unge forskeren	Teknologi, naturvitenskap og samfunn
Teknologi og forskningslære 1	Design og produktutvikling			
Teknologi og forskningslære 2	Naturvitenskapelige arbeidsmetoder	Forskning, teknologi og samfunn	Den unge forskeren	Vitenskapsfilosofi og vitenskapsteori

Som det framgår av tabellen, finnes faget i to varianter i VG2; ToF1 og ToFX, hvor sistnevnte har mindre omfang. De to variantene av faget har tre hovedområder felles. *Den unge ingeniøren* handler om teknologi i en kreativ og praktisk sammenheng. Elevene blir her kjent med sentrale ingeniørverktøy, materialer og byggemåter, og skal arbeide med konstruksjoner, sensorer og styresystemer. Under hovedområdet *Den unge forskeren* skal elevene gjøre vitenskapelige undersøkelser om støy, luftforurensing, inneklima og vannkvalitet. De skal her lære hvordan undersøkelser planlegges, gjennomføres og presenteres på vitenskapelig måte. Det tredje hovedområdet, *Teknologi, naturvitenskap og samfunn*, ser virksomhetene i et samfunnsperspektiv. Elevene skal her bli kjent med teknologiens historie, og vurdere miljømessige, kulturelle og etiske sider av utviklingen. Mer konkret skal de arbeide med virkemåte og utviklingen til et teknologisk produkt. For ToF1 har en i tillegg hovedområdet *Design og produktutvikling*. Her skal elevene arbeide med elektroniske kretser og få erfaring med bruk av disse i utvikling av produkter basert på egne ideer. De skal også vurdere produktet med tanke på form, funksjon, estetikk og miljøkonsekvenser.

I ToF2 er det fire hovedområder. Det første, *Naturvitenskapelige arbeidsmetoder*, tar for seg sentrale metodiske aspekter av naturvitenskap, slik som modeller og hypoteser. Elevene skal bli kjent med forholdet mellom empiri og teori, med kritisk vurdering og argumentasjon, og med hvordan kunnskap utvikles og publiseres i forskningsmiljøer. I hovedområdet *Forskning, teknologi og samfunn* handler det om samspeillet mellom vitenskap, teknologi og samfunn. Teknologisk og vitenskapelig virksomhet skal sees i en økonomisk, miljømessig og etisk sammenheng, og elevene skal bli kjent med hvordan forskning og teknologiutvikling styres, og hvordan resultater formidles gjennom media og interessegrupper. *Den unge forskeren* viderefører kunnskap om vitenskapelighet fra VG2, og elevene skal her både kartlegge forskningsprosjekter i en bedrift eller samfunnsinstitusjon og selv utføre undersøkelser basert på egne ideer. De skal også bli kjent med vitenskap som skriftlig genre, og publisere egne resultater i en vitenskapelig form. I det siste hovedområdet, *Vitenskapsfilosofi og vitenskapsteori*, skal elevene bli kjent med ideer og tenkning som ligger til grunn for vitenskapelig tenkning, både i historisk perspektiv og knyttet til dagsaktuelle problemstillinger. De skal også lære om teknologiens rolle i vitenskapens utvikling, og hvordan empiri, teoretisk kunnskap og ideologisk ståsted har betydning for argumentasjon i en naturvitenskapelig debatt.

Totalt sett gir læreplanen for Teknologi og forskningslære et mangfoldig og ambisiøst utgangspunkt for lærere og elever til kreativt arbeid med realfag i aktuelle og meningsfulle sammenhenger. Innholdet i faget har skolene og lærerne likevel stor frihet til å forme.

## Utvalg og undersøkelsesmetoder

Ifølge Naturfagsenteret er det totale antall skoler som kunne tilby faget det første året ca 80 (Olsen, 2008). Undersøkelsen som rapporteres her omfatter 45 lærere fra 35 av disse skolene, som betyr at noen av lærerne som har svart arbeider ved samme skole. Drøyt halvparten av respondentene ble rekruttert gjennom møteplasser som fins i tilknytning til faget. Dette involverte deltagere på videreutdanningskurset "Teknologi og Forskningslære" tilbudt ved NTNU for lærere fra hele landet, fra Forum for teknologi og forskningslære for lærere i Trøndelag og fra en nettverkssamling for lærere i faget i Vestfold. Resten av respondentene ble rekruttert ved en e-post-utsendelse fra Naturfagsenteret til de skolene som i deres kartlegging hadde opplyst at de tilbyr faget.

Ved å gjøre datainnsamling på denne måten når man gjerne de mest engasjerte lærerne, samt dem som kommer fra deler av landet som har slike tilbud om kurs og nettverkssamlinger. Slik sett er respondentgruppen ikke nødvendigvis representativ for hele lærergruppen som underviser Teknologi og forskningslære, selv om de utgjør en betydelig andel av denne gruppen. På den annen side kan undersøkelsen på denne måten fange opp ideer og erfaringer fra nettopp de lærerne som kan antas å prege faget i høyest grad i framtiden. Samtidig finnes en bredde i materialet ved at respondentene er rekruttert gjennom tiltak i ulike deler av landet og ved at skoler som ikke inngår i slike felles arenaer for faget også er representert i utvalget noen grad.

Innsamling av data ble gjort hovedsakelig ved en skriftlig undersøkelse med åpne spørsmål. Undersøkelsen inkluderte bakgrunnsspørsmål om hva slags faglig bakgrunn lærerne som underviser faget har, og organisering av faget i form av timeplan, undervisningsrom og ressurstilgang. Lærerne ble videre spurt om gjennomførte og planlagte undervisningsaktiviteter i faget, hvor de henter ideer til dette fra, hvilke områder av faget de føler de har best tak på å gjennomføre og hva de opplever som mer problematisk. De ble også spurt om konkrete behov de har for etterutdanning.

Gjennom kvalitativ analyse av lærernes responser på den skriftlige undersøkelsen framkom to hovedprofiler av lærere. For å utdype lærernes synspunkter, ble en lærer fra hver av disse to identifiserte gruppene intervjuet. I sine responser på spørreundersøkelsen framsto disse to som arketypiske representanter for sin gruppe, og gir således til sammen et bilde av spennvidden i hvordan lærere arbeider med og reflekterer om faget.

Intervjuene varte ca 45 minutter. Ett av dem ble gjennomført på telefon. De hadde en semi-strukturert form, hvor lærerne ble bedt om å utdype sine svar på undersøkelsen, med vekt på hvordan de har brukt ulike sider av sin kompetanse inn i faget, og hva de ser som de største utfordringene.

## Hvem er ToF-lærerne?

Lærerne som har svart på undersøkelsen, spenner vidt som gruppe når det gjelder bakgrunn og erfaring. De oppgir undervisningserfaring til å være fra ½ år

til hele 38 år, med en middelværdien på 14 år. Nærmere halvparten av dem oppgir at de har arbeidserfaring fra andre yrkesområder enn skolen, mange av dem over et langt tidsrom. Arbeidserfaringen de beskriver spenner over et vidt felt og har ofte høy relevans for undervisning i Teknologi og forskningslære. Det dreier seg om forsker- og laboratorieerfaring, arbeid i elektronikkbedrifter og i Forsvaret, landbruksrelatert virksomhet, industri og offentlig forvaltning. Lærere med slik bakgrunn vil sannsynligvis bidra på en god måte til å synliggjøre bruk av realfag i samfunnet, noe som var noe av hensikten med å innføre faget som et tilbud til realfagselever.

Lærernes utdanningsbakgrunn spenner vidt innenfor realfag og beslektede fagområder. Ikke uventet er fysikkfaget godt representert; omtrent halvparten (49%) av lærerne i undersøkelsen oppgir at de har bakgrunn i fysikk, i form av studier på universitet eller høyskole. En del av lærerne oppgir at de har bakgrunn i kjemi (31%) og i biologi (22%). Andre fag representert er informatikk, elektrofag, idrett, historie, språk, landbruksfag og fiskerifag. De fleste av lærerne har utdanning på hovedfagsnivå, tre av dem også på doktorgradsnivå.

Den tekniske siden av faget synes å være relativt godt representert blant ToF-lærerne. Hele 40% (18 stk) oppgir at de har utdanning som ingeniør, sivilingeniør eller fra teknisk fagskole. Totalt sett framstår gruppen av lærere som mangslungen og med svært relevant bakgrunn for å realisere intensjonene i faget.

Som lærer henter man kunnskap og ideer fra mange områder, og dette er spesielt aktuelt i et fag som Teknologi og forskningslære. Når lærerne blir spurt om andre erfaringer enn sin formelle utdanning som de selv opplever som relevant for faget, framkommer et stort og fascinerende mangfold. I tillegg til yrkespraksis som nevnt ovenfor, nevnes erfaringer som oppvekst på gård, prosjektarbeid innen utviklingshjelp, interesse for filosofi og hobbyelektronikk, praktisk erfaring med snekring og med båter og seiling, samt innehavelse av et dykkersertifikat. Det viktige her er ikke i seg selv at lærerne *har* disse erfaringene, men at de selv ser dem som *relevante* inn i et fag de selv må fylle med innhold og liv.

## Lærernes realisering av faget i skolene

*”Jeg har aldri jobbet så mye med et fag før!”*

- ToF-lærer

Som for andre fag definert gjennom Kunnskapsløftet gir ikke læreplanen direkte instruksjon om hva elevene skal *gjøre* i faget, men isteden hva slags kompetanse opplæringen skal sikte mot. Kompetansemålene i Teknologi og forskningslære legger imidlertid ganske tydelig opp til prosjektbasert undervisning, og undersøkelsen viser at lærerne i stor grad har oppfattet målene slik. Prosjektene lærerne beskriver spenner fra små oppgaver til omfattende arbeider som går over

lang tid. Her finner vi for de fleste respondentene en kombinasjon av visse gjengangere og mer individuelt og lokalt utviklede prosjekter.

Blant gjengangerne er undervisningsopplegg lærerne har hentet fra det som finnes av kurstilbud og fra nettressursen *naturfag.no*. I noen tilfeller brukes også varianter av spesifikke opplegg som primært er utviklet for fysikkfaget eller for naturfag på lavere nivå. Dette gjelder spesielt for temaene som involverer elektronikk, som er nytt for mange av lærerne. Av større helhetlige prosjekter for faget er det lite som er utviklet. Et unntak er prosjektet ”Den unge skipsdesigneren”, utviklet ved Institutt for Marin Teknikk ved NTNU (se [www.marin.ntnu.no/havromsteknologi/](http://www.marin.ntnu.no/havromsteknologi/)). Elevene lærer her om konstruksjon av skip, og lager en modell ved hjelp av fritt tilgjengelig programvare som beregner parametre knyttet til stabilitet. Skipsmodellene utstyres med elektronisk styring. Elever har mulighet til å prøve ut modellen sin i bassenget på instituttet, og får delta i konkurranser om beste skipsmodell. Hele 10 av de 45 lærerne i undersøkelsen kjører dette prosjektet i sin helhet med elevene.

Selv om en stor del av lærerne gjennomfører slike standardiserte undervisningsopplegg, er det også tydelig fra undersøkelsen at lærerens fagbakgrunn i stor grad bidrar med faglig kontekst for prosjekter for elevene. En av lærerne i undersøkelsen har et hovedfag i marinbiologi, og beskriver i spørreskjemaet innholdet i sitt undervisningsprosjekt slik:

*”Planlegge, bygge, evaluere akvarium for å undersøke fysiologiske endringer (elektrisk fyring ++) hos elefantfisk ved eksponering av naturlige stoffer og endringer i fysiske miljø. Fiskens elektriske fyring logges på pc.”*

Gjennom prosjektet med elefantfisk i akvarium dekker læreren læreplanmål knyttet til både konstruksjoner, vitenskapelige undersøkelser om vannkvalitet og bruk av sensorer og styringssystemer. Konteksten med marine organismer er original og representerer en merverdi i prosjektet, basert på lærerens egen genuine kompetanse.

Et fag uten lærebøker legger til rette for slike originale kontekster for elevprosjekter. Selv om det gjør faget mer arbeidsomt, setter mange lærere faktisk pris på å kunne definere faget uten den styrende effekten det har vist seg at lærebøker har på lærere og elever (se Nelson, 2006). I undersøkelsen kommer dette fram ved at lærerne ikke nødvendigvis ønsker seg en lærebok i Teknologi og Forskningslære. En påpeker at framstillingen av faget i en lærebok kun representerer en mulig tolkning av læreplanen:

*”Jeg tolker jo læreplanmålene på min måte, og det gjør alle de lærerne som har dette faget. Men det har jo også de som har skrevet lærebøkene i andre fag, har jo også tolket læreplanmålene.”*

Læreren antyder her at hennes egen tolkning er like ”riktig” som den lærebokforfatterne gjør. En annen sier ”Hvis vi skulle ha lærebok i faget ville jeg skrevet den selv!”. Hun føler at faget ville bli mindre kreativt dersom det var definert for henne gjennom en lærebok, og ønsker å beholde friheten et fag uten lærebok gir.

### Lærernes styrker og utfordringer i faget: To hovedprofiler

*”Jeg tolker læreplanen ut fra de mulighetene jeg har til å lykkes”  
ToF-lærer*

Det foregående har vist at lærerne som gruppe synes å ha en god faglig bakgrunn for å undervise faget. Men faget spenner vidt, og det vil for enkeltlærere selvsagt by på utfordringer å håndtere alle sider ved faget. I undersøkelsen er lærerne spurt om hvilke deler av faget de føler de har best tak på, og hva de ser som mest utfordrende. Spørsmålet om utfordringer var med hensikt åpent formulert, for å fange opp både det som angår lærers fagkompetanse og utfordringer knyttet til andre rammer for undervisningen i faget.

Blant lærerne som svarer med å peke på opplevde mangler i egen fagkompetanse som mest utfordrende, er alle hovedområdene i læreplanen representert. Det er de også når det gjelder hva lærerne oppgir som det de har best tak på. Ser vi disse i sammenheng, framtrer to hovedprofiler av lærere. Disse kan kalles ”Teknologen” og ”Forskeren”. De utgjør motpoler i faget både når det gjelder styrker og utfordringer; det den ene ser som sin faglige styrke er en utfordring for den andre og vice versa. Til en viss grad speiler disse motpolene lærernes utdanningsbakgrunn, men den framstår tydeligere enn hva deres bakgrunn gjennom egne studier og arbeidserfaring skulle tilsi slik de framkommer i spørreskjemaene.

”Teknologen” i faget beskriver hovedområdet *Den unge ingeniøren* som det de har best tak på. Noen er mer spesifikke, og nevner ting som ”elektronikkdelen i design og produktutvikling” eller ”mekanikkrelaterte arbeider”. Det som kjennetegner disse områdene i læreplanen er at de krever en form for konkret ingeniørkunnskap fra lærerens side, som blant annet innebærer kjennskap til utstyr og materiell og hvordan dette brukes. Dette representerer også en form for praksis som ”svarer” på handling (Hestholm, 2008) i en dialog med omgivelsene. Her gir handlinger en umiddelbar respons fra materialet man arbeider med.

Av de 45 lærerne i undersøkelsen framstår 14 av dem klart som ”Teknolog” i svarene. Det disse ser som utfordringer i faget er hovedområdene *Teknologi, naturvitenskap og samfunn, Den unge forskeren* samt *Vitenskapsfilosofi og vitenskapsteori*. Noen av dem omtaler disse som ”teoretiske emner”, til tross for at det ikke er noe som tilsier at det trengs mer ”teori” her enn innenfor

ingeniøremnene. Dette representerer et mer generelt fenomen: undervisning hvor det hovedsakelig inngår arbeid med skriftlig materiell, lesing og diskusjoner betegnes gjerne som ”teori” av lærere uten at det er i epistemisk forstand (se for eksempel Bungum, 2003).

16 av de andre lærerne i undersøkelsen plasserer seg i gruppen ”Forskeren”. Disse peker på emner innen *Den unge ingeniøren* og *Design og produktutvikling* som mest utfordrende. Trolig er dette fordi de innebærer aktiviteter som i stor grad ”svarer” på handling, slik at kunnskap på detaljnivå blir en helt vesentlig suksessfaktor. Mer konkret er det spesielt elektronikk som volder disse lærerne hodebry. Det handler om fagkunnskap, men også om kjennskap til utstyr og prosjekter elevene kan gjennomføre. ”Forskeren” er mest fortrolig med å undervise emner under *Den unge forskeren* og *Teknologi, naturvitenskap og samfunn*. Dette er ikke nødvendigvis fordi læreren har egen erfaring med forskningsprosjekter, man kan ha en tung realfaglig bakgrunn uten egentlig å ha befattet seg med forskning eller samfunnsmessige sider av faget. Det kan like gjerne skyldes at kunnskapens og undervisningsformens karakter er mer lik det man finner i tradisjonelle akademiske skolefag. En av lærerne henviser helt direkte til at hun finner emnene som angår vitenskap lettere å undervise enn teknologiemnene, fordi hun kan undervise elevene på liknende måte som det hun gjør i andre fag.

De 15 resterende lærerne lar seg ikke uten videre kategorisere som ”Teknolog” eller ”Forsker” i sine svar. En del av disse peker på andre forhold enn det som dreier seg om egen kunnskap og erfaring når de blir spurt om hvilke sider av faget som er mest utfordrende. Teknologiemnene blir av mange sett som mest utfordrende, på grunn av mangel på utstyr og økonomiske ressurser snarere enn på grunn av mangler i egen kompetanse. Noen peker også på uklarheter rundt vurderingsordningen i faget som den største utfordringen.

I spørreskjemaet ble lærerne også spurt om hvilke behov de har for etterutdanning. Svarene på dette samsvarer rimeligvis med hva lærerne har beskrevet som sine største faglige utfordringer i faget. Imidlertid framstår ikke svarene som et massivt rop om etterutdanningskurs. Mange peker på behov for møteplasser som like viktig, selv om spørsmålet de er stilt angår etterutdanning. En svarer for eksempel:

*“Heller motivasjon og se hva andre gjør. Føler seg noe alene kanskje.”*

Denne type responser tyder på at lærerne ser seg selv som kompetente i faget, men at de savner å delta på felles arenaer hvor de kan inspirere hverandre og utvikle en felles identitet som ToF-lærere.

### **Arketyper i faget: Teknologen og forskeren**

Her presenteres to lærere som eksempler på arketyper innenfor de to hovedprofilene av ToF-lærere som ble identifisert i det foregående. Framstillingen er

basert på disse to lærerne sine svar på den skriftlige spørreundersøkelsen, samt intervjuer som utdyper disse.

### **Lene: Forskeren som ToF-lærer**

Lene har landbruksutdanning og flere års arbeidserfaring fra store prosjekter både i Norge og med utviklingshjelp i et utviklingsland. Hun underviser nå på en videregående skole med ca 500 elever, hvor hun har arbeidet i knapt tre år. Skolen tilbyr ToFX inneværende skoleår, og en gruppe på 9 elever har valgt faget. For denne gruppen har Lene tilgang på verksteder fordi skolen også har yrkesfaglige studieprogram. Det er også flere bedrifter og relevante institusjoner i skolens nærhet.

I spørreundersøkelsen svarer Lene at det hun har best tak på å gjennomføre, er forskning og prosjektarbeid. Hun henviser spesifikt til målene under hovedområdene Den unge forskeren og Teknologi, naturvitenskap og samfunn. Hun utdyper dette i intervjuet:

*”Alt som går på Den unge forskeren synes jeg er greit. Prosjektplanlegging er noe jeg har holdt på med veldig lenge i jobb jeg har hatt tidligere. Ikke nødvendigvis naturvitenskapelige prosjekt, men det å kunne bygge opp prosjekt og formulere mål, hva man skal måle og hvordan man skal gjøre det. Det er veldig greit å ta for seg.”*

Lene ser her en parallell i faget til sin egen arbeidserfaring, som hun beskriver slik:

*”Da jeg jobbet med utviklingshjelp satt vi og skrev prosjektene selv og søkte om penger. Da må man være veldig nøye med målformuleringer og aktiviteter, og hvordan ting skal måles og evalueres. Selv om det ikke hadde med naturvitenskapelige ting å gjøre, det var jo mennesker vi jobbet med, så er teknikken og prosessen i det å bygge et prosjekt og planlegge noe jeg har vært gjennom mange ganger.”*

Lene kan bruke sin kompetanse på prosjektplanlegging inn i undervisning i Teknologi og forskningslære selv om innholdet i prosjektene er et annet. Hun forteller at hun konkret har gått gjennom prosjektplanlegging i undervisningen, og latt elevene bruke planleggingsmaler og annet verktøy for prosjektstyring i eget arbeid. Ut fra læreplanen er hun på trygg grunn; den sier at mål for opplæringen er at elevene skal kunne ”planlegge, gjennomføre, analysere og dokumentere systematiske målinger”. Med sin kompetanse og erfaring leser hun her inn mer enn de fleste andre lærerne om hva som kreves med tanke på prosjektplanlegging.

Som mest utfordrende å gjennomføre peker Lene i spørreundersøkelsen på hovedområdet Den unge ingeniøren, med henvisning til at hun har for lite kunnskaper i fysikk. I intervjuet sier hun om dette:

*”Innenfor Den unge ingeniøren, som jeg synes er det vanskeligste, så skulle jeg gjerne hatt mye mer fysikk for å ta det. Her kan jeg bli kritisert på at jeg tar det litt for lett. Vi kjøpte inn sånne monteringsplater og utstyr utifra det oppsettet som står i et hefte fra NTNU, og som også ligger på naturfag.no sine sider for Teknologi og forskningslære. Der er det en enkel beskrivelse av hvordan man kan lage sensor.”*

Lene fant ferdige byggeanvisninger for kretser, men uten noen erfaring med elektronikk byr det fortsatt på utfordringer. Lene beskriver hvordan hennes kolleger fikk ta del i frustrasjonene:

*”Jeg skal lære meg det selv også. Jeg satt jo i time etter time på lærerrommet og drev og monterte og alle kom og spurte ”Har du fått det til, har du fått det til nå?” Og jeg sa at hvis jeg får det til midt på natta så får dere nok en melding fra meg!”*

Lenes strev med å få elektronikken til å ”svare riktig” på hennes handlinger innebærer et stort merarbeid i å forberede undervisningen. Men dette gir også en særegen tilfredsstillelse når man lykkes. Lene peker på dette, men med en kommentar om at en kompetent fagperson kanskje ikke vil dele begeistringen:

*”Det var veldig morsomt når vi fikk det til! Men en som underviser i elektronikk vil sikkert si at dette var helt forferdelig.”*

Lenes erfaringer viser hvordan hun makter å dekke hele læreplanen i faget alene, men også hvordan hun blir langt mer kreativ i utformingen av undervisningen på områder hun har god kunnskap om. Spesielt er de praktisk-teknologiske emnene problematiske; selv med ferdig beskrevne byggeprosjekter i elektronikk er det en utfordring å lykkes med dette når man mangler et repertoar for problemløsning og feilsøking på området.

### ***Stein: Teknologen som ToF-lærer***

Stein har sin bakgrunn i elektronikk og automasjon, og har arbeidet i flere år med kurs og konsulenttjeneste for bedrifter. Han har 20 års erfaring fra skolen, og underviser til vanlig på elektro ved en skole med 1100 elever. Dette året har han sammen med en kollega ansvar for en gruppe på 10 elever i ToF1. Stein bruker i stor grad fasiliteter ved elektroavdelingen, i form av lokaler og utstyr. Han har god nytte av sin elektronikkbakgrunn i faget, og rimeligvis sier han at det er de teknologiske emnene i læreplanen han har best tak på. I undervisningen har han lagt inn arbeid med programvare og byggesett for konstruksjoner, avansert utstyr for bygging av roboter og ulike instrumenter som inngår i elektronikk som fagfelt. Dette innebærer også en hel del teori. Elevene har nylig

arbeidet med å bygge en håndteringsarm for en robot. Han beskriver de videre planene for undervisningen slik:

*”Vi har holdt på i hele januar med den håndteringsarmen. Den var de akkurat ferdige med nå. Når vi kommer over vinterferien, så skal jeg ta litt mer elektronikk, se på strømforsyning, prinsippet for å lage likespenning av vekselspanning, bruke likeretting, bruke oscilloskop, måle, se på effektivverdi og toppverdi og sånne ting i forhold til det du ser på skopet og det du måler med et universalinstrument. Både enveis og toveis likeretting, så blir det litt om transistorteknikk. Kanskje vi kopler opp en enkel transistorforsterker, sånn at vi ser hvordan den fungerer.”*

Som Lene er Stein solid forankret i læreplanen i sitt arbeid. Den sier at mål blant annet er at elevene skal kunne ”gjøre rede for funksjonen til vanlige komponenter i elektroniske kretser”, ”lage elektroniske kretser”, ”forme og utvikle produkter som har en definert funksjon og inneholder elektronikk” og ”utføre målinger med eller teste et eget produkt”. Med Steins bakgrunn innebærer dette ganske mye i forhold til hva som kreves av komponenter, kretser, underliggende prinsipper og målinger. Andre lærere, slik som Lene beskrevet foran, har dekket kompetansemålene om elektronikk ved å la elevene arbeide med kretskort i form av byggesett som de bygger ferdig etter en mal. De legger dermed betraktelig mindre inn av kunnskapsgrunnet innen elektronikk enn det Stein gjør.

Tilsvarende oppfatter Stein kompetansemålene under de naturvitenskapelige og mer samfunnsrettede hovedområdene som mindre konsise. På spørsmål i spørreskjemaet om hva han synes er vanskeligst å gjennomføre svarer han:

*”Den unge forskeren og Teknologi, naturvitenskap og samfunn. Fordi emnene er mindre håndfaste enn de andre og at jeg selv ikke har gjennomført et større forskningsprosjekt.”*

Stein opplever disse emnene som mindre håndfaste, trolig fordi de ikke gir ham samme mangfold av assosiasjoner som de emnene som ligger tett på hans egen kompetanse, gjør. Om de samfunnsrelaterte emnene sier han:

*”Der er jeg også på litt gyngende grunn i forhold til hvordan jeg skal angripe det, og hvordan jeg skal få elevene til å se på, gjøre, i forhold til å innhente informasjon der da, men...(…) Det som ligger inne i 1-kurset skal jeg vel takle. Noe av dette kan jeg vel lese meg til, og jeg har jo profesjonelle folk her, jeg kan spørre kolleger.”*

Stein føler seg ”på gyngende grunn” i forhold til hvordan han skal angripe temaet, og antyder at han er usikker på hvordan han skal få elevene til å arbeide konstruktivt med temaene. I forhold til sin egen kompetanse for å dekke læreplanmålene opplever han imidlertid seg selv som profesjonell ved at han vil

kunne opparbeide seg det han behøver på egenhånd og ved hjelp av kolleger. Likevel blir trolig ikke den delen av faget som angår forskning og samfunn like kreativ i Steins klasserom som hos Lene, og den vil oppta betraktelig mindre andel av skoleåret for elevene.

### **Konklusjon**

Teknologi og forskningslære er et omfattende fag som inneholder mange elementer fra ulike kunnskapsområder. Undersøkelsen presentert her har vist at lærere som underviser faget synes å være en godt kompetent gruppe lærere. De som har deltatt i undersøkelsen har relevant bakgrunn og erfaringer som gir potensial til å oppfylle intensjonen med det nye faget og gjøre det kreativt og nyskapende. Vi finner likevel to hovedprofiler av lærere, her kalt "Teknologen" og "Forskeren". Disse profilene er motsatser i forhold til hvilke områder av læreplanen lærerne føler seg mest fortrolige med og hvilke de ser som mest utfordrende. Resultatene tyder på at disse profilene gir ulike utslag i hvordan læreplanen blir tolket og realisert av lærerne. Vi har sett hvordan undervisningen til de to lærerne, Lene og Stein, er temmelig ulik i vektlegging og innholdsbestemmelse av de temaene læreplanen beskriver for faget. Dette har selvsagt med lærernes kompetanse å gjøre, og - som en av lærerne uttalte - læreplanen tolkes ut fra mulighetene læreren har til å lykkes. Men det sier også noe om at kompetansemålene i læreplanen rent faktisk kan tolkes på svært ulike måter. Eksemplene viser at høy fagkunnskap fører til at læreren leser mer inn i de kortfattede målene i læreplanen.

ToF-lærerne i undersøkelsen framstår som profesjonelle når det gjelder både kunnskap og autonomi. De har relevant kompetanse, og de føler seg kompetente. De setter pris på friheten faget gir dem i å ta i bruk sin kompetanse på kreative måter, og ønsker seg ikke nødvendigvis en lærebok for faget. De uttrykker derimot et behov for faglige møteplasser hvor de kan utveksle ideer og erfaringer med andre lærere i faget. Det er derfor viktig å legge til rette for slike møteplasser, som kan bidra til å gi faget identitet og styrke lærernes profesjonalitet i faget.

### **TAKK**

Takk til Egil Olsen og Anders Isnes ved Naturfagsenteret for velvillig assistanse i datainnsamling til undersøkelsen, og for konstruktive kommentarer til manuskriptet. Takk også til min gode kollega i Göteborg, Anita Wallin, for petig gjennomlesning og verdifulle innspill til en tidligere versjon av artikkelen.

**Referanser**

- Aikenhead, G. (2003). STS education: a rose by any other name. I R. Cross (red.). *A Vision for Science Education. Responding to the work of Peter Fensham*. London & New York: Routledge Falmer.
- Andersen, H. W. & Sørensen, K. H. (1992). *Frankensteins dilemma: En bok om teknologi, miljø og verdier*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Bungum, B. (2003). *Perceptions of technology education. A cross-case study of teachers realising technology as a new subject of teaching*. Avhandling for dr. scient.-graden. Trondheim: NTNU.
- Day, C., Fernandez, A., Hauge, T. E. & Møller, J. (2000). *The Life and Work of Teachers. International Perspectives in Changing Times*. London / New York: Falmer Press.
- Hestholm, G. N. (2008). "Jeg holder vel ut". Kritikk av grunnskulens teoretiske kunnskapsideal. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 92 (1), 52-63.
- Hansen, R. (1997). The Value of a Utilitarian Curriculum: The Case of Technology Education. *International Journal of Technology and Design Education*, 7, 111-119.
- Hoyle, E. & John, P. D. (1995). *Professional knowledge and professional practice*. London / New York: Cassell.
- Latour, B. & Woolgar, S., 1979. *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts*. Sage Library of Social Research, Volume 18. Beverly Hills & London: Sage Publications.
- Lortie, D. C. (1975). *Schoolteacher*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through Technology. The Path Between Engineering and Philosophy*. Chicago & London: The University of Chicago Press.
- Nelson, J. (2006). Hur används läroboken av lärare och elever? *NorDiNa*, 4, 16-27.
- Olsen, E. (2008). Viktige faktorer ved innføring av Teknologi og forskningslære. *Naturfag*, 1, 80-81.
- Olsen, R. V. (Red.) (2004). *Fysikk for framtiden: en drøfting av og grunnlag for framtidig læreplan i fysikk*. Oslo: Norsk Fysikklærerforening.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. I S.K.Abell & N.G. Lederman (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (s. 729-780). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.