

Anne Bergliot Øyehaug
Høgskolen i Innlandet
Petter Dale Kristensen
Høgskolen i Innlandet

DOI: <https://doi.org/10.5617/adno.9480>

©2023 Author(s). This is an open access article licensed under the Creative Commons CC BY 4.0 license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Elevers forståelse av naturvitenskapens egenart (NOS)

Sammendrag

Denne artikkelen presenterer en studie av seks elever (13–16 år) sin forståelse av naturvitenskapens egenart. Forståelse av naturvitenskapens egenart regnes å være sentralt for et individs evne til å ta informerte beslutninger og valg når det kommer til vitenskapsbaserte problemstillinger. Elevene deltok i en treårig intervensjon med fokus på naturvitenskapelige praksiser og naturvitenskapens egenart, veiledet av norske læreplaner. Elevene laget og testet hypoteser, deltok i planlegging av forsøk, skrev forskningsrapporter og tolket data. I de ulike naturvitenskapelige praksisene ble elevene oppfordret til å uttrykke sin forståelse for naturvitenskapens egenart. Seks elever ble intervjuet om sin forståelse av naturvitenskapens egenart hvert semester på 8., 9. og 10. trinn (unntatt høsten 10. trinn). Resultatene viser at elevene utviklet økt forståelse av flere sentrale aspekter ved naturvitenskapens egenart og en utvikling mot en anerkjennelse av kunnskap som konstruert. Elevene viste manglende forståelse av tolkningens rolle i naturvitenskapen, til tross for at de stadig tolket data i sine utforskninger. Selv om elevene brukte vitenskapelige prinsipper når de reflekterte over problemstillinger, hypoteser og i argumentasjon, så viste de manglende forståelse av slike verdier og prinsipper som underligger den naturvitenskapelige virksomheten. Disse resultatene støtter tidligere funn som vektlegger viktigheten av å hjelpe elevene til å bygge bro mellom aspekter ved naturvitenskapens egenart og elevenes deltakelse i naturvitenskapelige praksiser

Nøkkelord: Naturvitenskapens egenart, Naturvitenskapelige praksiser, «Scientific literacy»

Students' reflections on the nature of science (NOS)

Abstract

This paper presents six students' (age 13–16) understanding of the nature of science. Understanding the nature of science is considered central to an individual's ability to make informed decisions and choices when it comes to science-based issues. The students participated in a three-year intervention focusing on inquiry-based learning and the nature of science, guided by the Norwegian science curriculum. The students formed and tested hypotheses, were engaged in developing experiments, wrote research reports and took part extensively in evaluation of evidence. During each inquiry task, students were encouraged to express their ideas about Nature of Science (NOS). Data were gathered from six students who participated in interviews about NOS each semester in 8th, 9th and 10th grade (except

for the fall of the 10th grade). The results show that the students developed an increased understanding of several key aspects of the nature of science while also moving towards a constructivist understanding of science. However, despite engaging in scientific interpretation, none of the students highlighted the fundamental role of making inferences in science. While the students also used several scientific principles and values in their reflection around scientific issues, hypotheses and arguments, they did not acknowledge these principles and values as fundamental aspects of science itself. The results support previous findings regarding the importance of helping students to link key aspects of the nature of science to their own experiences from participation in inquiry-based activities.

Keywords: Nature of science, NOS, scientific inquiry, «Scientific literacy»

Innledning

Det er mange som har gjort seg tanker om hvordan skolen på best mulig måte kan møte behovene i framtidssamfunnet. I overordnet del av læreplanen i Norge (LK20) fremheves det at opplæringen skal gi elevene en forståelse av kritisk og vitenskapelig tenkning. I avsnittet **1.3 Kritisk tenkning og etisk bevissthet** omtales dette på følgende måte:

Kritisk og vitenskapelig tenkning innebærer å bruke fornuften på en undersøkende og systematisk måte i møte med konkrete praktiske utfordringer, fenomener, ytringer og kunnskapsformer. Opplæringen skal skape en forståelse av at metodene for å undersøke virkeligheten må tilpasses det vi ønsker å studere, og at valg av metode påvirker det vi ser (Kunnskapsdepartementet, 2020, s. 5-6).

Videre hevdes det at opplæringen må søke en balanse mellom respekt for etablert viten og den utforskende og kreative tenkningen som kreves for å utvikle ny kunnskap (Kunnskapsdepartementet, 2020, s. 6). Elevene skal altså lære om hvordan vi kan erverve kunnskap og om hvordan kunnskap utvikler seg uavhengig av skolefag. Fensham (2016) peker på at naturfagundervisningen i mange land ofte tar utgangspunkt i å utvikle elevenes forståelse av naturvitenskapelige begreper, men har mindre vekt på hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til. Når dette kombineres med at undervisning foregår i separate fag, så blir det færre muligheter for å utvikle elevenes forståelse for hvordan kunnskap utvikles i ulike kontekster (Sandoval, 2016). Det at elevene gis få muligheter til å debattere sosio-vitenskapelige problemstillinger, kan føre til at de ikke får innsikt i hvor eller om i det hele tatt går en grense mellom tro og vitenskap (Kötter & Hammann, 2017) og heller ikke hvordan vitenskap, religion og humaniora forholder seg til hverandre (Billingsley et al., 2018).

Læreplaner i naturfag både nasjonalt og internasjonalt (for eksempel Utdanningsdirektoratet, 2013, 2020; National Research Council, 2012) legger vekt på at elevene ikke bare skal delta i utforskende arbeidsmåter ved å formulere spørsmål, samle og bearbeide data, bruke modeller og representasjoner og lage forklaringer; de skal også lære om naturvitenskapens egenart (Nature of Science, NOS). Naturvitenskapens egenart handler om kjennetegn ved naturvitenskapen, for eksempel om hvordan teorier, metoder og modeller utvikles og brukes innenfor de ulike

naturvitenskapelige disiplinene. Lederman og Lederman (2020) peker på at NOS representerer det som gjør naturvitenskapen forskjellig fra disipliner som historie eller religion, og at det handler om generelle, filosofiske kjennetegn ved naturvitenskapelig innhold og praksiser som er relevante (mer eller mindre) i ulike naturvitenskapelige disipliner

Haug et al. (2021) undersøkte nylig hvordan det de omtaler som naturvitenskapelige praksiser kommer til uttrykk i den norske læreplanen (LK20). De peker på at det både nasjonalt og internasjonalt har vært en dreining mot å snakke om naturvitenskapelige praksiser istedenfor det mer overordnede begrepet utforskning (for eksempel Rönnebeck, Bernholt, & Ropohl, 2016). Begrepet utforskning er brukt både om hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles, om en måte å undervise naturfag på og om en måte å lære naturfag, mens naturvitenskapelige praksiser er ment å være en spesifisering av de ulike aktivitetene som inngår når elevene arbeider utforskende (Crawford, 2014). I denne artikkelen definerer vi naturvitenskapelige praksiser som utforskende aktiviteter elever deltar i (for eksempel ved at de formulerer spørsmål og hypoteser, samler inn og tolker data eller formulerer forklaringer basert på evidens). Haug et al. (2021) peker på at det er nødvendig med innsikt i slike naturvitenskapelige praksiser og sammenhengen mellom disse for å få en helhetlig forståelse av hvordan forskere jobber når de utvikler, vurderer og reviderer kunnskap. Deltagelse i og diskusjoner om naturvitenskapelige praksiser kan bidra til forståelse av hvordan disse fungerer i et gjensidig samspill, samt bidra til økt bevissthet om hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles og hva slags rolle praksisene har i slik utvikling.

Flere forskere peker på at når elever deltar i naturvitenskapelige praksiser så støtter dette elevens kunnskaper i og om naturvitenskap, fører til økt interesse og motivasjon for naturfag, stimulerer til samarbeid mellom elever og fremmer kritisk tenkning og ferdigheter i problemløsning (Artique et al., 2012; Harlen, 2012; Rocard et al., 2007; Øyehaug, 2014). Andre påpeker at elever med forståelse av NOS lettere vil forstå naturvitenskapelig kunnskap, hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til samt kompleksiteten i sosiovitenskapelige problemstillinger (Khishfe, 2012; Lederman & Lederman, 2020; Lederman et al., 2014a; Murphy et al., 2015). For eksempel viser Deng et al. (2011, s. 962) til flere studier som finner at det er sammenheng mellom forståelse av naturvitenskapens egenart og det å ta informerte beslutninger knyttet til sosio-vitenskapelige problemer. I norsk kontekst fremhever både Kolstø (2006) og Sjøberg (2014) at forståelse av NOS må forstås som et vesentlig bidrag til elevenes allmenndannelse og livsmestring. Det har imidlertid vist seg å være utfordrende for elever å utvikle innsikt i naturvitenskapens egenart. Mange studier har vist at verken lærere eller elever har informert forståelse av ulike perspektiver av NOS (f.eks. Michel & Neumann, 2017; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002).

I Norge fant Øyehaug og Holt (2014) at elever på barnetrinnet reflekterte over NOS-perspektiver på en naiv måte selv etter at de hadde deltatt i naturvitenskapelige praksiser systematisk over tid. Lærere og elevens syn på naturvitenskap kan også dreie seg om hvordan forskere arbeider rent metodisk. De fleste svenske elevene i en internasjonal studie (Gyllenpalm et al., 2021) viste for eksempel i liten grad en

informert forståelse av de viktigste prinsippene ved naturvitenskapelige undersøkelser. Det har vært lite forskning på elevers forståelse av NOS-perspektiver i Norge, hverken ved bruk av spørreskjema eller intervjuer. Videre har det meste av forskning på slike perspektiver vært gjort i Asia og USA, der de i større grad enn i Norge har innlemmet NOS i læreplanene (Petersen et al., 2020). Denne artikkelen har nettopp til hensikt å undersøke norske ungdomsskoleelevers forståelse av NOS-perspektiver gjennom intervjuer. Elevene i studien deltok i naturvitenskapelige praksiser i ulike naturvitenskapelige temaer gjennom hele ungdomstrinnet. I tråd med Kampourakis (2016) ble elevene undervist i noen generelle, sentrale NOS-prinsipper som ble løftet frem i praksiser innenfor ulike naturvitenskapelige temaer. Det innebar at elevene reflekterte over NOS-prinsipper, både generelt og mer spesifikt knyttet til ulike praksiser. Videre ble et utvalg av elevene intervjuet flere ganger gjennom ungdomstrinnet. I begynnelsen av åttende trinn og i slutten av tiende trinn handlet spørsmålene om generelle NOS-prinsipper; underveis fikk elevene i tillegg spørsmål om deltakelsen i naturvitenskapelige praksiser. Denne studien analyserer data fra det første og det siste intervjuet knyttet til NOS. Målet var å undersøke hvordan disse elevene utviklet evner til å reflektere over ulike perspektiver ved NOS i løpet av studien. Forskningsspørsmålet for denne studien er:

- Hvordan utvikler norske ungdomsskoleelever sin forståelse av NOS-perspektiver når de deltar i naturvitenskapelig praksiser?

Teoretisk rammeverk

Ulike tilnærminger til NOS i naturfagundervisningen

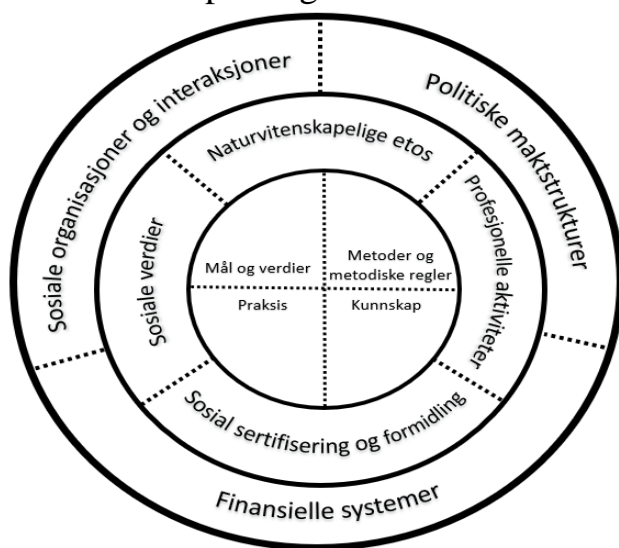
Naturvitenskapens egenart (Nature of Science (NOS) eller Nature of Scientific Knowledge (NOSK)) er et mangefasettert og komplekst begrep som defineres på ulike måter i litteraturen. Et eksempel er McComas (1998) som definerer NOS som en arena der perspektiver fra historie, sosiologi og psykologi kombineres med en beskrivelse av hvordan naturvitenskap generelt fungerer, hvordan forskere opererer som en sosial gruppe og hvordan samfunnet både påvirker og reagerer på det vitenskapelige arbeidet. I de to siste tiårene har det foregått en interessant debatt om hvordan NOS skal forstås. På den ene siden i debatten hevdes det at det finnes bestemte generelle kjennetegn eller prinsipper ved NOS som kan undervises effektivt i skolesammenheng, og at disse er relativt enkle å forstå («domain-general approach») (Abd-El-Khalick, 2012). Murphy et al. (2019) peker på at denne måten å betrakte NOS på i undervisningen vil gjøre det lettere for elever å forstå hva naturvitenskapens egenart handler om. I stedet for å ta for seg alle aspekter ved de forskjellige vitenskapelige disiplinene fokuseres det på de generelle overordnede prinsippene ved naturvitenskapens egenart. Lederman et al. (2002) presenterer for eksempel en liste med sju typiske prinsipper som beskriver kjennetegn ved NOS relevant for naturfagundervisning:

1. Naturvitenskapelig kunnskap er basert på empiriske data. Det gjøres observasjoner og tolkninger av fenomener som ikke direkte kan erfares gjennom sansene.
2. Det er forskjell mellom vitenskapelige teorier og naturlover. En vitenskapelig teori er en godt begrunnet forklaring på et fenomen eller flere fenomener som er observert gjentatte ganger. En naturlov er en påstand om en eller flere observerte fenomener.
3. Kreativitet og fantasi er viktige faktorer for utvikling av naturvitenskapelig kunnskap. Det kreves kreativitet og fantasi for å utvikle forskningsdesign, analysere data, foreslå ideer og forklaringer.
4. Naturvitenskapelig kunnskap er teoriladet og subjektiv. Naturvitenskapelige forskere har kjennskap til bestemte teoretiske perspektiver og har egne forkunnskaper, forventninger og filosofiske perspektiver. Dette kan påvirke det forskerne undersøker, metodene som brukes, hvordan data tolkes og hvilke konklusjoner som trekkes.
5. Naturvitenskapelig forskning skjer i en sosial og kulturell kontekst. Forskere vil derfor være påvirket av elementer i denne kulturen (for eksempel politikk, religion, maktstrukturer, filosofi og sosio-økonomiske faktorer).
6. Det eksisterer ikke én universell naturvitenskapelig metode. Forskere observerer, sammenligner, måler, tester, forutser, gjør antagelser, kommer med ideer og konstruerer teorier og forklaringer, men disse aktivitetene kan gjøres på ulike måter og i ulik rekkefølge.
7. Naturvitenskapelig kunnskap er tentativ. Selv etablerte fakta, teorier og lover har en iboende usikkerhet – de kan endres som følge av ny evidens eller nye tilnæringer til eksisterende evidens.

Schwartz et al. (2004) påpeker at de sju NOS-prinsippene er gjensidig avhengig av hverandre. Det finnes flere ulike tilnæringer til generelle NOS-prinsipper (for eksempel McComas, 1998; Lederman et al., 2002), men Marin et al. (2013) fant at det likevel er stor grad av likhet mellom ulike måter å kategorisere slike generelle NOS-prinsipper.

Vektleggingen av de generelle aspektene ved NOS har blitt kritisert av flere didaktikere og filosofer. Ryder og Martins (2015) argumenterer for eksempel for at disse perspektivene eller prinsippene – fra et filosofisk perspektiv – er for komplekse til å bli definert som en liste, og at dette ikke gir de naturvitenskapelige prosessene nok dybde. De peker altså på at de generelle prinsippene gir et for restriktivt, statisk og tidløst bilde av naturvitenskapens egenart. Clough (2006) hevder at de sju prinsippene til Lederman et al. (2002) er for ensrettet og at de ville kunne gi et naivt syn på naturvitenskapelig kunnskap, for eksempel ved at elever tror at naturvitenskapen er subjektiv og veldig avhengig av forskerens egne standpunkter (jfr. prinsipp 4 og 5). Som et alternativ og for å imøtegå denne kritikken, foreslås en tilnærming som får fram flere nyanser fra de ulike vitenskapsdisiplinene («domain-specific approach»). Matthews (2012) foreslår for eksempel at elever bør lære om NOS fra et mer historisk og filosofisk perspektiv der de får muligheter til å reflektere over og analysere ulike

aspekter ved NOS for å utvikle sin forståelse. Videre foreslår han at flere perspektiver som for eksempel eksperimentering, modeller, teknologi, religion og grunnleggende verdier knyttet til sosio-vitenskapelige problemstillinger bør inkluderes i forståelsen av NOS, da disse perspektivene også er relevante i utviklingen av naturvitenskapelig kunnskap. Irzik og Nola (2014) hevder videre at rammeverk som vektlegger de generelle aspektene ved NOS ikke tar hensyn til variasjonene mellom de forskjellige vitenskapelige disiplinene. De peker på at de ulike vitenskapsdisiplinene kan betraktes som en «familie» med både likheter og ulikheter, og de foreslo et rammeverk for å beskrive NOS-verdier som de kalte «Family Resemblance Approach» (FRA-rammeverket). Forfatterne hevder at de her tar hensyn til naturvitenskapens komplekse natur ved at de vektlegger forskjellen mellom ulike vitenskapsdisipliner; for eksempel baserer disipliner under grenene biologi, geologi og astronomi seg ofte på observasjoner, mens disipliner under fysikk, kjemi og medisin ofte baserer seg på eksperimenter. Erduran og Kaya (2019) peker på at en fordel med FRA-rammeverket er at det er mulig å fremheve både fellestrekk og ulikheter ved forskjellige naturvitenskapelige disipliner, og at NOS-perspektivene her er mer åpne enn for de generelle aspektene. I modellen under utviklet av Erduran & Dagher (2014b) oppsummeres likhetstrekkene mellom ulike vitenskapsdisipliner når det gjelder naturvitenskapens egenart.



Figur 1: En holistisk illustrasjon av naturvitenskapen. Tilpasset fra Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories (Erduran & Dagher, 2014b)

Den innerste delen i Erduran og Daghers holistiske modell blir påvirket av vitenskapenes og samfunnets normer og verdier, kommunikasjon med omverdenen via formidling, og aktiviteter forskere deltar i. Denne delen får fram kjernen av naturvitenskapene, altså vitenskapelig kunnskap, metoder brukt for å frambringe denne kunnskapen, praksiser for å validere kunnskapen, og mål og verdier som motiverer og veileder kunnskapsutviklingen. De underliggende målene, verdiene og prinsippene gir naturvitenskapen retning og gyldighet. Målene i naturvitenskapen omhandler det å beskrive, forklare og forutsi fenomener i den virkelige verden (Irizik & Nola, 2014, s. 1004; Sjøberg, 2014, s. 63). Det er vanskelig å få en helhetlig oversikt over hvilke

verdier og prinsipper som er de mest sentrale innenfor de ulike forskningsdisiplinene. Imidlertid trekker Erduran og Dagher (2014a, s. 52) og Allchin (2017) frem verdiene objektivitet og nøytralitet, at forklaringer er konsistente og dermed levedyktige, at ideer og hypoteser er testbare, samt en streben etter enkelhet, sannhet og tilstrekkelig empiri. Videre løfter de frem prinsippene logikk, rasjonalitet, skeptisisme og evidens. Skillet mellom hva som utgjør en verdi og et prinsipp er uklart – vi velger i denne artikkelen å omtale disse samlet som *naturvitenskapelige verdier*. Slike verdier kommer ikke så klart til uttrykk i de generelle NOS-perspektivene foreslått av Lederman et al. (2002). I en nylig undersøkelse av den norske læreplanen i naturfag fant Mork et al. (2022) lite om slike naturvitenskapelige verdier. De dominerende NOS-perspektivene i naturfagdelen av denne læreplanen er praksiser for å validere kunnskap og sosiale verdier.

Undervisning om NOS og kartlegging av elevers NOS forståelse

Hvordan bør undervisning om NOS foregå for at elever skal få innsikt i naturvitenskapens egenart? Basert på redegjørelsen ovenfor tar vi i denne artikkelen utgangspunkt i at NOS kan forstås som generelle prinsipper relevant for undervisning om naturvitenskap, samtidig som vi ser viktigheten av å innlemme prinsippene i spesifikke naturvitenskapelige kontekster. Akerson et al. (2013) hevder at slike konkrete NOS-prinsipper er mulig å tilegne seg for elever allerede på barnetrinnet. Kampourakis (2016) foreslår at undervisningen kan starte med slike prinsipper, og han hevder også at disse vil fungere som utgangspunkt for å ta fatt i elevenes forkunnskaper. Clough (2006) foreslår for eksempel at slike prinsipper bør inkluderes i naturfagstimer som spørsmål til elevene. Dette hevder han vil hindre lærere å presentere aspektene til elevene som en liste de skal tilegne seg kunnskap om. Mathews (2012) ser for seg at generelle NOS-prinsipper kan brukes som utgangspunkt for å foreslå ideer, samhandle, diskutere og analysere, og anbefaler ikke at slike prinsipper pugges, læres og vurderes i undervisningen. Lederman et al. (2019, s. 199) hevder at de overordnede, generelle NOS-prinsippene ikke gir et perfekt bilde av naturvitenskapens egenart, og peker på at prinsippene må kobles eksplisitt til naturvitenskapelige begreper og praksiser. Abd-El-Khalick (2012b) foreslår at elever blir presentert for økende kompleksitetsnivå av slike NOS-prinsipper jo eldre de blir. Kampourakis (2016) hevder på sin side at når generelle NOS-prinsipper er introdusert, så kan undervisningen inkludere flere mer komplekse perspektiver og ivareta flere sammenhenger slik kritikere av de generelle prinsippene foreslår. På den måten kan introduksjonen av de generelle perspektivene ved NOS bane vei for å reflektere over slike prinsipper i konteksten av ulike naturvitenskapelige retninger (i tråd med FRA-rammeverket). Erduran og Dagher (2014a, s. 57) peker for eksempel på at naturfaglærere må undervise om mål og verdier eksplisitt for at elever skal få innblikk i hvor sentral evidens, logikk, kritisk tenkning og rasjonalitet er i naturvitenskapen. I tillegg til å gjøre undervisningen eksplisitt, foreslår McComas og Kampourakis (2015, s. 74) at læreren kan knytte NOS-perspektiver til historiske og filosofiske perspektiver. For eksempel kan læreren innlemme historier om hvordan vitenskapsmenn som

eksempelvis Darwin, Linné og Mendelejev bidro til utviklingen av naturvitenskapelig kunnskap.

Hvordan kan vi få innsikt i elevers forståelse av NOS-perspektiver når de deltar i naturvitenskapelige praksiser? I forskning på elevers forståelse av naturvitenskapens egenart (NOS) er det utviklet et stort antall intervjuguides og spørreskjemaer med utgangspunkt i viktige NOS-prinsipper. Den generelle tilnærmingen har vært den mest brukte i empirisk forskning (González-García et al., 2019). For eksempel utformet Lederman et al. (2002) spørreskjemaet VNOS (Views of Nature of Science Questionnaire) med utgangspunkt i de sju generelle NOS-prinsippene nevnt tidligere. Lederman et al. (2002) understreker at det som skiller VNOS fra tidligere verktøy er at det i VNOS blir benyttet åpne spørsmål der en følger opp de skriftlige besvarelsene med intervjuer slik at respondenten får muligheten til å gå mer i dybden på svarkategoriene. I senere tid har Ayala-Villamil og García-Martínez (2021) analysert de ulike VNOS-verktøyene. De konkluderte med at de to nyeste utgavene inneholder flere åpne spørsmål, og vil derfor egne seg bedre til å identifisere elevers syn på bestemte NOS-prinsipper.

Flere omfattende review-studier har vist at elever i ulike aldre ofte anser naturvitenskapelig kunnskap som absolutt og endelig, samt at forskere oppdager objektive sannheter (Lederman, 2007, s. 869; Deng et al., 2011, s. 972; van Griethuijsen et al., 2015; Cofré et al., 2019, s. 219-220). I norsk kontekst gjorde Kolstø (2006, s. 94) tilsvarende funn i sin undersøkelse av elevers tilnærming til sosiovitenskapelige kontroverser. Med utgangspunkt i 52 enkeltstudier på NOS-forståelse understreker Cofré et al. (2019, s. 244) at elever er kapable til å tilegne seg forståelse av viktige aspekter ved NOS, selv etter relativt korte intervensjoner (5-8 uker). Hofer og Bendixen (2012, s. 228-229) peker på at individer som utvikler sitt personlige syn på hvordan kunnskap utvikler seg ofte gjør det gjennom bestemte stadier. Først ser de på kunnskap som rett eller feil og absolutt, deretter anser de ulike kunnskapselementer som likeverdige, før de til slutt anerkjenner at kunnskap konstrueres, er i utvikling og styrkes av evidens. Dette er i tråd med Perry (1970) som fant at individer utviklet seg fra å se på kunnskap som sikker og riktig eller feil, til en erkjennelse av at kunnskap har en iboende usikkerhet. Videre har noen studier vist at elever ofte har feilaktige oppfatninger av begrepene teorier og lover (Deng et al., 2011, s. 972; Cofré et al., 2019, s. 241). For andre aspekter ved NOS er ikke forskningen like entydig. For eksempel viser Deng et al. (2011, s. 972) til at elever ofte forstår at forskere påvirkes av teorier samt sosiale og kulturelle verdier. Akerson et al. (2014) fant derimot at yngre elever (8-9 år gamle) hadde problemer med å forstå de mer abstrakte perspektivene ved naturvitenskapen (tentativitet, kreativitet, subjektivitet). Bagi Kilic et al. (2007) undersøkte tyrkiske elever på 6. og 8. trinn, og fant at elevene viste forståelse av de kreative og tentative elementene ved naturvitenskapen, men samtidig trodde at forskere ikke var påvirket av sosiale og kulturelle faktorer.

Flere studier har undersøkt hvordan undervisning knyttet til naturvitenskapelige praksiser med et eksplisitt søkelys på NOS, utvikler elevers forståelse av NOS-perspektiver (Khishfe, 2008.; Yacoubian & BouJaode., 2010; Çilekrenkli & Kaya., 2022). Khishfe (2008) fant at elever på 7. trinn utviklet forståelse av kreative, empiriske

og tentative NOS-perspektiver. Resultatene tydet på at utvikling av elevenes forståelse enten skjer gjennom midlertidige og ganske upresise forestillinger, eller at de ganske raskt endrer sin forståelse fra naiv til mer sofistisert. Yacoubian og BouJaode (2010) fant videre at ungdomsskoleelever utviklet sin forståelse av tentative, empiriske samt sosiale og subjektive NOS-perspektiver, men at det var krevende for elevene å planlegge eksperimenter og å tolke funn. Çilekrenkli og Kaya (2022) undersøkte blant annet 10-11 år gamle elever sine tanker om naturvitenskapelige verdier. Elevene deltok i undervisning med vekt på naturvitenskapelige praksiser og NOS. De nevnte verdier som nøyaktighet, tilstrekkelige bevis, utholdenhet, presisjon og forsiktighet før deltagelsen i denne undervisningen, og i etterkant nevnte de i tillegg likeverdig intellektuell autoritet, forklaringssevne, objektivitet og testbarhet. I norsk kontekst undersøkte Øyehaug og Holt (2014) elever på barnetrinnet sin forståelse av naturvitenskapens egenart. Resultatene viste at utviklingen bar preg av store individuelle variasjoner – både i nivå og for hvilke aspekter det ble vist forståelse av. Alle elevene var imidlertid inne på at naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker

Metode

Datamaterialet i denne studien består av to intervjuer med seks elever som reflekterte over generelle NOS-perspektiver (VNOS); et pre-intervju fra starten av 8. trinn, og ett post-intervju fra slutten av 10. trinn. Det ble i tillegg gjennomført kartleggingsintervjuer hvert halvår, og i disse intervjuene ble elevene igjen stilt spørsmål om generelle NOS-perspektiver i tillegg til spørsmål om de naturvitenskapelige praksisene de hadde deltatt i. Elevene deltok i ulike typer naturvitenskapelige praksiser i løpet av de tre årene på ungdomstrinnet. Forskerne bidro med å utvikle planer og ressurser for naturfagundervisningen for hele studiens periode, men det var lærerne som hadde ansvaret for gjennomføringen av undervisningen. Læreren gjennomførte i tillegg noe naturfagundervisning der forskerne ikke var involvert.

Tabell 1: Naturvitenskapelige praksiser elevene deltok i 8., 9. og 10 trinn, samt hvilke naturvitenskapelige temaer og NOS-perspektiver de ulike praksisene berørte.

	Naturvitenskapelige praksiser	Naturvitenskapelig emne	NOS perspektiv
8. trinn	Lese og sette seg inn i sentrale begreper knyttet til naturvitenskapelige praksiser		1 (indirekte) 2, 5, 7 og 8 (indirekte)
	Observere og tolke demonstrasjonsforsøk	Kjemiske reaksjoner	1, 2 og 7 (indirekte)
	Planlegge, gjennomføre og tolke observasjoner fra eksperiment		
	Planlegge, gjennomføre, tolke observasjoner, skrive rapport og ha forskermøte fra en undersøkelse med pulsklokker	Systemer i kroppen celleånding	1, 2 og 7 (indirekte)
	Lage modell av celle	Celleteorien	4 (indirekte)
	Observere en plante i et lukket system og tolke observasjonene	Fotosyntese	1 og 2 (indirekte)
	Planlegge, gjennomføre, tolke observasjoner og skrive rapport fra en undersøkelse av nedbrytning av brødiskiver	Næringskjeder Nedbryting	1, 2 og 7 (indirekte)
Sette seg inn i hvordan kunnskap om fotosyntese ble utviklet historisk	Fotosyntese	1, 2, 3 og 8 (indirekte)	
9. trinn	Lese og sette seg inn i tidlig naturvitenskapelig forskning på magesaft	Fordøyelse Organisk kjemi	1,2,3, 5, 6, 7 og 8 (indirekte)
	Planlegge, gjennomføre og tolke observasjoner, skrive rapport fra en undersøkelse av blodsukker		1, 2 og 7 (indirekte)
	Observere, tolke og foreslå nye hypoteser til et demonstrasjonsforsøk i induksjon	Generering av elektrisk strøm	1, 2 og 7 (indirekte)
	Planlegge, gjennomføre, tolke observasjoner og skrive rapport fra en undersøkelse av et skogsområde i lys av et sosiovitenskapelig problem	Økosystem Bærekraftig utvikling	1, 2, 6 og 7 (indirekte)
10. trinn	Observere og tolke demonstrasjonsforsøk	Syrer og baser Fortynning av stoffer	1 og 2 (indirekte)
	Lage modell av DNA	DNA-molekyler og arv	4 (indirekte)
	Delta i diskusjoner om i hvordan modell av DNA ble brukt i forskning		1, 2, 4, 6, 7 og 8 (indirekte)
	Delta i diskusjoner om i hvordan evolusjonsteorien ble utviklet	Evolusjon	1, 2, 3, 5, 6, 7 og 8 (indirekte)
	Diskutere hvordan og hvorfor forskere skriver rapporter Diskutere hvordan forskere bruker ulike forskningsmetoder		1 (indirekte) 2, 6, 7 og 8 (indirekte)

Tabell 1 inneholder en oversikt over de naturvitenskapelige praksisene elevene deltok i. Forskerne var delaktige i å utforme undervisningen, inkludert hvilke naturvitenskapelige temaer og NOS-perspektiver som ble berørt (se analyse som resulterte i følgende hovedkategorier: (1) *naturvitenskapelige verdier*; (2) *tolkning av empiri*; (3) *teorier og lover*; (4) *kreativitet i naturvitenskapen*; (5) *subjektivitet i naturvitenskapen*; (6) *sosial og kulturell*; (7) *naturvitenskapelig metode*; og (8) *naturvitenskapen er tentativ*). NOS-perspektivene ble kun ved noen tilfeller løftet fram eksplisitt til elevene. For eksempel fikk elevene innblikk i noen av de generelle NOS-perspektivene (2, 5, 7 og 8) allerede i begynnelsen av åttende trinn gjennom et hefte som beskrev typiske kjennetegn ved hvordan forskere jobber og hvordan naturvitenskapelige teorier utvikles. Dette banet vei for å reflektere over slike perspektiver i de ulike naturfaglige temaene. For eksempel ble prinsippet om at naturvitenskapelig kunnskap er basert på empiriske data (perspektiv 2) omtalt indirekte når elevene observerte og tolket data i ulike demonstrasjonsforsøk, eksperimenter, undersøkelser og i de historiske eksemplene (se tabell 1 for 8., 9. og 10 trinn). Videre ble naturvitenskapelige teorier (perspektiv 3) berørt gjennom de historiske eksemplene fra vitenskapen (se tabell 1 for 8. og 10 trinn). Perspektivet ble også berørt i 8. og 10.

trinn da det ble eksplisitt formidlet at teorier kan endre seg over tid. Imidlertid ble ikke forskjellen mellom naturvitenskapelige lover og teorier løftet fram for elevene.

Det at kreativitet og fantasi spiller en viktig rolle i utviklingen av naturvitenskapelig kunnskap (perspektiv 4) ble indirekte berørt, for eksempel da elevene laget modeller av celler og av DNA-molekylet (tabell 1 for 8. og 10. trinn). Det at naturvitenskapelig kunnskap er teoriladet og subjektiv (perspektiv 5), ble også kun berørt indirekte da elevene diskuterte publisering av vitenskapelige rapporter samt i de historiske eksemplene (tabell 1 for 8, 9. og 10. trinn). Naturvitenskapelig forskning skjer i en sosial og kulturell kontekst (perspektiv 6), og dette ble også berørt indirekte da elevene deltok i en undersøkelse knyttet til et sosiovitenskapelig problem (tabell 1 for 9. trinn). Elevene planla og gjennomførte ulike naturvitenskapelige metoder i tillegg til at de diskuterte forskeres bruk av ulike metoder. På den måten ble prinsippet om at det ikke eksisterer kun én universell naturvitenskapelig metode (perspektiv 7) berørt (tabell 1, 8, 9. og 10 trinn). Prinsippet om at naturvitenskapelig kunnskap er tentativ (perspektiv 8) ble for eksempel berørt når elevene skrev egne rapporter og gjennom de historiske eksemplene (tabell 1 for 8, 9. og 10 trinn). Mot slutten av 10. trinn deltok elevene i et undervisningsopplegg som eksplisitt vektla NOS-perspektiver. Blant annet diskuterte elevene at det å skrive rapporter er en sentral del av teoriutvikling (perspektiv 3 og 8), og de reflekterte over at forskere bruker ulike metoder for å samle inn og tolke data (perspektiv 2 og 7). Elevene deltok i hele perioden i naturvitenskapelige praksiser som var fundert på sentrale verdier (for eksempel objektivitet, nøytralitet, rasjonalitet og det å samle inn tilstrekkelig empiri) (perspektiv 1). Imidlertid ble ikke slike verdier eksplisitt løftet fram for elevene.

Utvalg

De seks elevene som ble intervjuet ble valgt ut fra følgende tre kriterier: At elevene var (1) likt fordelt på kjønn; (2) middels- til høytpresterende; og (3) kunne kommunisere godt med voksne i en intervjusituasjon. Middels- til høyt-presterende elever ble valgt fordi vi i denne studien ønsker å få innsikt i normalelevers læring og hvilke utfordringer selv elever med relativt høy læringskapasitet møter.

Datainnsamling

Det ble gjennomført strukturerte intervjuer som fulgte detaljerte intervjuguider, og det ble gjort lydopptak av intervjuene. Lederman et al. (2002) sine anerkjente VNOS-B og VNOS-C intervjuguider ble oversatt og tilpasset den norske konteksten. Elevene fikk elleve utfyllende spørsmål, der essensen var følgende:

- (1) *Hvordan vil du si med egne ord hva naturvitenskap er?*
- (2) *Hva er et eksperiment?*
- (3) *Krever utvikling av ny kunnskap at det gjøres eksperimenter?*
- (4) *Vil en teori noen gang kunne forandre seg?*
- (5) *Er det forskjeller på naturvitenskapelige teorier og lover?*
- (6) *Hvordan ser et atom ut?*
- (7) *Ligner det å være forsker på det å være kunstner?*

- (8) *Hvordan kommer forskere til ulike konklusjoner?*
(9) *Bruker forskere kreativitet og fantasi når de gjør undersøkelser?*
(10) *Påvirkes naturvitenskapen av sosiale og kulturelle faktorer?*
(11) *Er det forskjeller på hvordan ulike disipliner i naturvitenskapen finner ut nye ting?*

To forskere delte på å intervjuer elevene og intervjuet som hovedregel de samme elevene hver gang. Den strukturerte intervjuguiden sikret konsistens i intervju spørsmålene, både intervjuerne imellom og fra intervju til intervju med samme intervjuer. Intensjonen var at intervju svarene skulle reflektere elevenes egne tanker og forståelse og ikke memorering av fakta fra undervisningen. Det ble gjort lydopptak av alle intervjuene. Hvert intervju varte ca. 20 minutter, og ble transkribert i sin helhet.

Analyse

Vi valgte å ta utgangspunkt i Lederman et al. (2002) sine sju generelle prinsipper ved NOS i analysen, siden dette var utgangspunktet for intervjuguiden både i start- og sluttintervjuet. I analyseprosessen viste det seg imidlertid at flere av elevene at elevens uttalte seg på ulike måter om naturvitenskapens underliggende verdier (Erdurdu & Dagher, 2014b, Erduran et. al, 2020), selv om de ikke fikk eksplisitte spørsmål om dette. For eksempel uttrykte en av elevene (Egil) seg om hva som er mer sannsynlig enn noe annet (rasjonalitet), og om det å teste ut noe (testbarhet) i sluttintervjuet. I tillegg mener vi at slike verdier er helt fundamentalt for utvikling av naturvitenskapelig kunnskap. Kategorien *Naturvitenskapelige verdier* ble derfor inkludert som en kategori i analysen. Det ble altså utført en kombinasjon av induktiv og deduktiv kvalitativ analyse, ofte omtalt som en «top-down/bottom-up»-tilnærming (Lin & Chan, 2018, s. 674). Følgende åtte hovedkategorier ble dermed benyttet i analysen: (1) *naturvitenskapelige verdier*; (2) *tolkning av empiri*; (3) *teorier og lover*; (4) *kreativitet i naturvitenskapen*; (5) *subjektivitet i naturvitenskapen*; (6) *sosial og kulturell*; (7) *naturvitenskapelig metode*; og (8) *naturvitenskapen er tentativ*. Videre ønsket vi å undersøke i hvilken grad elevene hadde en naiv eller en mer informert forståelse av de ulike NOS-perspektivene. Flere forskere karakteriserer elevenes oppfatninger om naturvitenskap i tre nivåer som kvalitativt skiller mellom naiv og mer informert forståelse (se e.g., Lederman et al., 2002; Lin & Chan, 2018; Kartal et al., 2018). Vi tok utgangspunkt i Kartal et al. (2018) sin tabell for koding av elevens NOS-forståelse, og oversatte og tilpasset den til norsk kontekst samt til hva elevene faktisk svarte i denne studien.. Tabell 2 viser en oversikt over de sju kategoriene som er benyttet i analysen, og for hver av disse kategoriene har vi vist hva som kjennetegner naiv, delvis informert og informert forståelse. I analysen ble ufullstendige uttalelser om NOS-prinsippene kategorisert som *naiv forståelse (1)*, mens inkonsekvente og til dels motstridende uttalelser om slike prinsipper kategorisert som *delvis forståelse (2)*. Videre ble konsistente uttalelser om NOS-prinsipper i tråd med rådende oppfatninger om naturvitenskapens egenart kategorisert som *informert forståelse (3)*. En elevs uttalelse om hver av de åtte NOS-prinsippene ble kodet og samlet som en helhet i hver av intervjuene. Elevens forståelse av et NOS-prinsipp i ett intervju ble altså plassert i en nivåkategori. Med utgangspunkt i dette ble det laget numeriske diagrammer som

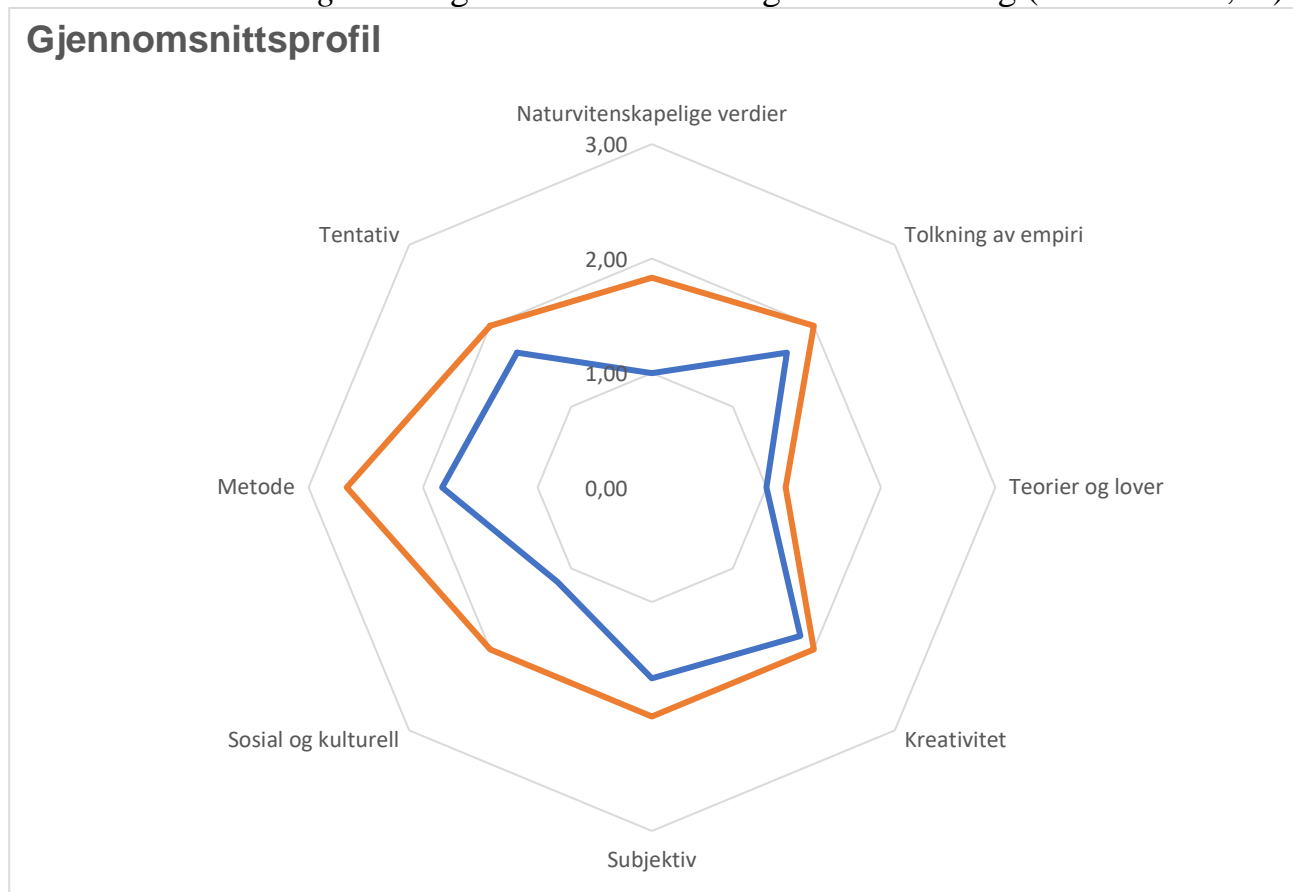
viser elevenes individuelle nivå (figur 4) innenfor de ulike NOS-prinsippene; elevene er representert med fiktive navn. I tillegg ble det laget et diagram som viser en oversikt over elevenes gjennomsnittlige nivå og utvikling innenfor de ulike NOS-perspektivene. Disse diagrammene omtales som NOS-profiler. To forskere samarbeidet om koding av elevenes uttalelser og plassering i kategorier.

Tabell 2: Kategorier og nivåer for å identifisere elevers forståelse av NOS, tilpasset og videreutviklet med utgangspunkt i Kartal et al. (2018, s. 5)

	Naiv (1)	Delvis (2)	Informert (3)
1. Naturvitenskapelige verdier	Viser ingen forståelse av at naturvitenskapen er basert på verdier og prinsipper som styrer kunnskapsutvikling og validerer kunnskap;	Anvender naturvitenskapelige verdier og prinsipper ved argumentasjon rundt naturvitenskapelige påstander, men generaliserer ikke disse som iboende i naturvitenskapen;	Forstår at naturvitenskapen baserer seg på verdier som konsistens, enkelhet, levedyktighet, testbarhet, samt prinsipper som logikk, rasjonalitet, skeptisisme og evidens; Forstår at slike verdier og prinsipper resulterer i objektiv kunnskap;
2. Tolkning av empiri	Viser ingen eksplisitt forståelse av at naturvitenskapen er basert på empiri;	Forstår at naturvitenskapen tar utgangspunkt i den empiriske virkeligheten, men forholder seg naivt til hvorvidt empirisk evidens tolkes;	Forstår at naturvitenskapen er basert på både direkte evidens (empiri) og indirekte evidens (tolkning av empiri); Forstår at evidens støtter, men aldri bekrefter naturvitenskapelige påstander;
3. Teorier og lover	Tror naturvitenskapelige lover og teorier står i et hierarkisk forhold der teorier blir til lover; Anser ikke teorier som en legitim form for kunnskap;	Forstår at lover og teorier er ulike former for kunnskap, uten å kunne utdype dette tilfredsstillende;	Forstår at lover beskriver deler av virkeligheten, ofte matematisk; Forstår at teorier er den høyeste orden av kunnskap; Forstår at teorier går utover det beskrivende og forklarer fenomener;
4. Kreativitet	Anser ikke menneskelig kreativitet som en faktor ved kunnskapsutvikling;	Forstår at visse deler av naturvitenskapelig undersøkning og kunnskapsutvikling involverer kreativitet; Viser inkonsekvente synspunkter om i hvilken grad og i hvilke tilfeller kreativitet er utslagsgivende;	Forstår at kreativitet gjennomstyrer den naturvitenskapelige virksomheten;
5. Subjektivitet	Ser på forskere som objektive aktører; Forstår ikke teoriens rolle ved kunnskapsutvikling;	Forstår at forskere har ulik bakgrunn – både på et personlig og profesjonelt plan – og derfor har ulike utgangspunkt for sin forskning;	Forstår at kunnskapsutvikling i naturvitenskapen tar utgangspunkt i tidligere teorier og på den måten er teoriladet; Forstår at subjektivitet er en konsekvens av teoriladethet og at forskere derfor kan tolke ulikt;
6. Sosial- og kulturell kontekst	Ser på naturvitenskapen som en nøytral virksomhet fri fra sosial- og kulturell påvirkning;	Erkjenner enten (a) at naturvitenskapen påvirkes av samfunnet, eller (b) at naturvitenskapen påvirker samfunnet, men erkjenner ikke at begge kan være tilfelle samtidig;	Erkjenner at den naturvitenskapelige virksomheten er del av en kultur Erkjenner at naturvitenskapen både påvirker og påvirkes av samfunnet;
7. Vitenskapelig metode	Tror at det eksisterer en rigid, universell og stegvis metode i naturvitenskapen som all forskning baserer seg på;	Tror det finnes en universell naturvitenskapelig metode som ikke nødvendigvis er stegvis; Forstår at forskere bruker ulike praksiser, men ikke at de også bruker ulike metodiske tilnærminger;	Forstår at det finnes generelle prinsipper (e.g., hypotetisk-deduktiv metode), men at dette ikke utgjør én bestemt metode; Forstår at naturvitenskapelig erkjennelse oppnås gjennom flere ulike praksiser og metoder;
8. Tentativ	Tror at naturvitenskapen er absolutt og uforanderlig;	Forstår at ny informasjon og evidens rundt fenomener kan forandre eksisterende teorier;	Erkjenner at all naturvitenskapelig kunnskap har en viss grad av usikkerhet; Forstår at naturvitenskapelig kunnskap utsettes for endringer som følge av (a) ny evidens og (b) nye tilnærminger til eksisterende evidens;

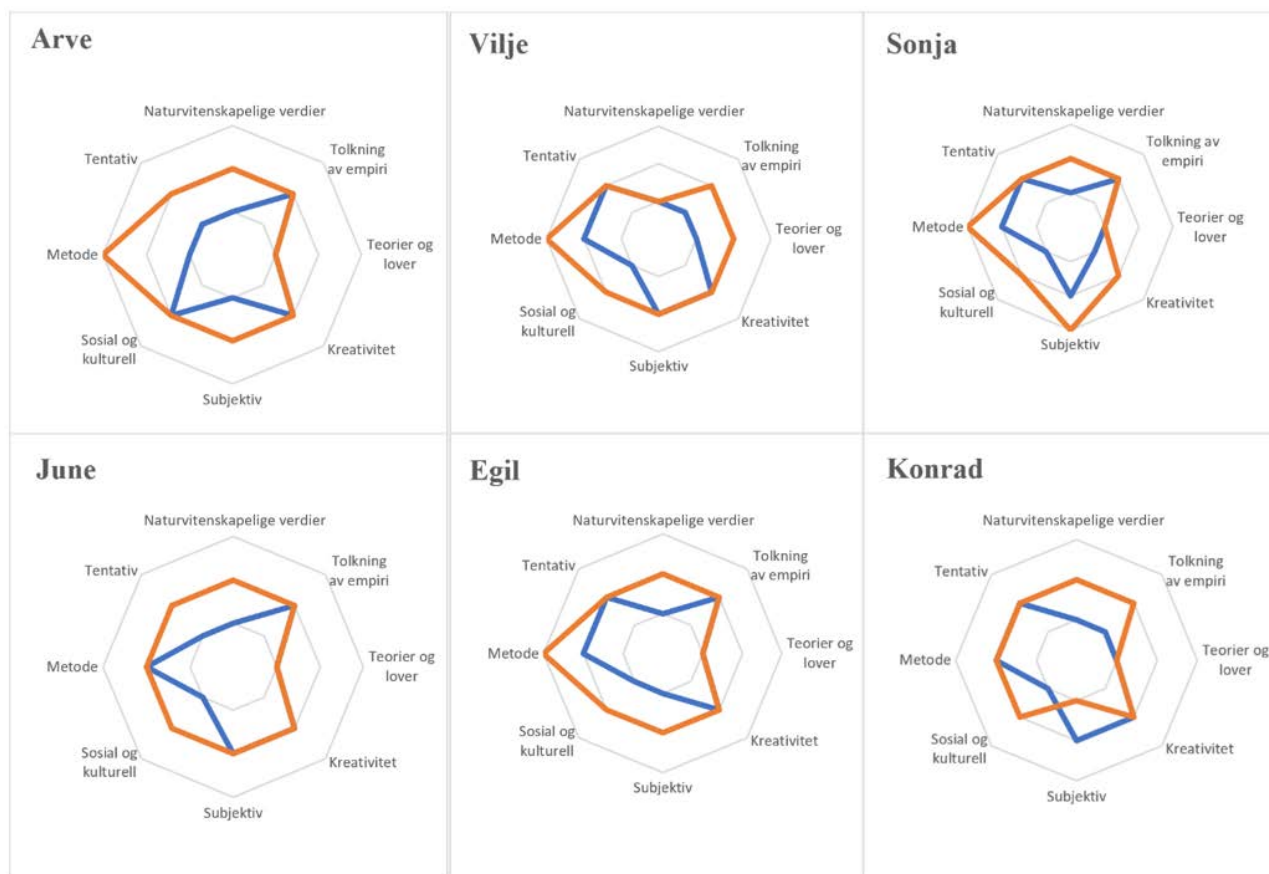
Resultater

Dataene fra analysen ble anvendt til å utvikle de nevnte *NOS-profilene*. Figur 3 viser elevenes gjennomsnittlige forståelse i 8. og 10. klasse. Av figuren ser vi en gjennomsnittlig utvikling hos elevene innenfor de 8 NOS-kategoriene; samtidig ser vi store variasjoner i nivå og utvikling på tvers av kategoriene. For eksempel viste elevene en betydelig grad av utvikling i retning av informert forståelse av kategoriene *naturvitenskapelige verdier*, *metode* og *sosiale og kulturelle* (differanse: 0,83), mens de innenfor *teorier og lover* og *kreative* viste liten grad av utvikling (differanse: 0,17).



Figur 3: Oversikt over elevenes gjennomsnittlige prestasjon ved begynnelsen av 8. klasse (blå markør) og utgangen av 10. klasse (oransje markør).

Figur 4 viser elevenes individuelle NOS-profiler. Figuren viser, i likhet med figur 1, stor variasjon i nivå og utvikling mellom kategoriene, men også store variasjoner på tvers av elevene. Til tross for variasjonene utviklet samtlige elever seg fra en naiv forståelse til en delvis forståelse av kategorien *sosial og kulturell*, til forskjell fra kategorien *teorier og lover* der kun Vilje utviklet sin forståelse.



Figur 4: Elevenes individuelle prestasjon og utvikling fra begynnelsen av 8. klasse (blå markør) og utgangen av 10. klasse (oransje markør).

Tabell 3 inneholder eksempler på elevuttalelser; de aktuelle sitatene er valgt ut fordi de gir et kvalitativt bilde av hvordan elevene utviklet seg fra 8. klasse til 10. klasse. Tabellen viser at det i 8. klasse kun ble identifisert utsagn knyttet til *testbarhet* relatert til kategori 1 (*Naturvitenskapelige verdier*). I 10. klasse ble verdiene *logikk*, *rasjonalitet*, *konsistens*, *testbarhet*, *evidens*, *levedyktighet* og *sannhet* berørt både direkte og indirekte. I kategori 2 (*Tolkning av empiri*) viste de fleste elevene forståelse av at forskere innhenter empiri i både før- og etterintervju. Likevel viste ingen elever forståelse av at empiri må tolkes, og heller ikke den iboende begrensningen til empiriske data (se Arve, 10. trinn). For kategori 3 (*Teorier og lover*) var det typisk at elevene (a) viste vansker med å uttrykke seg om hva en lov og en teori er (se Vilje, 8. trinn); (b) at de så på lover som mer sikker kunnskap enn teorier (se Vilje, 10. trinn); og/eller (c) at de anså teorier og lover som det samme. I kategori 4 (*Kreativitet*) viste elevene forståelse av kreativitet som en viktig egenskap hos forskere i begge intervjuene; imidlertid viste det seg vanskelig for de å komme frem til *forskjeller* mellom kunstnere og forskere (se June, 10. trinn). Ved utgangen av 10. trinn viste samtlige elever delvis eller informert forståelse av *subjektivitet* i forskning (kategori 5). For eksempel presiserte Sonja i 8. trinn (se tabell 2) at forskere har ulike meninger, mens hun i 10. trinn utvidet dette ved å poengtere at forskere baserer seg på tidligere teorier og forskning. I kategori 6 (*Sosial og kulturell*) ble samtlige utsagn i 8. klasse kartlagt som naive fordi elevene ikke viste forståelse av hvordan samfunnet påvirker forskning. Dette stod i kontrast til sluttintervjuene i 10. klasse, der alle elevene viste

forståelse av dette (se Egil, 10 trinn). Imidlertid var det ingen ved sluttintervjuet som presiserte at naturvitenskapen også påvirker samfunnet. I kategori 7 (*Naturvitenskapelige metode*) omtalte elevene de naturvitenskapelige praksisene *observasjon*, *eksperiment* og *skrivning av forskningsrapporter*. I tillegg forklarte flere elever sentrale steg i den hypotetisk-deduktive metode (se Arve, 10. trinn). Elevene viste kun delvis forståelse av naturvitenskapelig kunnskaps *tentativitet* (kategori 8). Typiske uttalelser dreide seg om at teorier kan endre seg, men med lite anerkjennelse av teoriers holdbarhet og pålitelighet (se Egil, 10. trinn).

Tabell 3: Utvalgte elevsitater fra 8. og 10. klasse som viser elevenes utvikling i forståelse av NOS gjennom ungdomsskolen.

Kategori	Navn	8. trinn	10. trinn
1. Naturvitenskapelige verdier	Sonja	Naiv: «Fordi da kan du teste ut ting da. For eksempel dyr, eller planter. [testbarhet]»	Delvis: «Det hadde vært noe annet om begge hadde funnet ut det samme, det hadde vært mer troverdig, på en måte. [konsistens]»; «Det må jo forskes på om og om igjen, til du da har funnet ut noe som er likt da. [konsistens, evidens]»
	Egil	Naiv: «At de må prøve å teste ut alt. [testbarhet]»	Delvis: «Jeg tror mest på den vulkanen, for det høres mest sannsynlig ut. [rasjonalitet]»; «Det er der når vi skal prøve å ... ja, finne noe eller teste noe. [testbarhet]»
	June	Naiv: Ingen uttalelser	Delvis: «Begge to [hypotesene] høres jo logisk ut da. [logikk]»
	Konrad	Naiv: Ingen uttalelser	Delvis: «Det, det må bli forska på for at det skal bli bevis. [evidens]»
	Arve	Naiv: Ingen uttalelser	Delvis: «At man har forska mer på det, at man har sterkere teorier på det, da. [evidens]»
2. Tolkning av empiri	Arve	Delvis: «Det jeg tenker mest på det er vel hvordan jorda ble til og sånn, og litt hva som skjer, hva som skjedde og hva verdensrommet og stjernene og alt det er.»	Delvis: «Først så lurer man på den da, om ... det er folk som lager hypoteser om hva man tror, resultater og sånn der. Og så sjekker man til slutt og gjør forsøk. For å sjekke om hypotesen kanskje stemmer. Og så ofte skriver dem ned etterpå [eksperimentelle resultater] for at det skal bli diskusjoner rundt det, kanskje andre er uenige eller enige.»
3. Teorier og lover	Vilje	Naiv: «Ehh [...] Ja, jeg tror det. [...] Teori ... lov ... det er sånn som kanskje ikke kan forandre seg, og teori det kan [forandre seg].»	Delvis: «Som en formel nesten? [...] Jeg tenker at, kanskje, hvis jeg ikke tar helt feil nå ... lover, på en måte, at ... en formel står, ikke sant? Det er noe du bruker og som er konstant. Det er noe du bruker for å hjelpe deg videre, ikke sant.»
4. Kreativitet	June	Delvis: «Jeg har liksom sett sånne forskere på tv ... de er kanskje litt gærne og eksperimenterer ... liksom prøver ut mye nytt da, som kanskje kunstnere holder seg til [...] Ja, de [forskere] bruker fantasi. Eller ikke fantasi hvis de skal finne ut av ting eller ... de må jo fantasere eller tenke mye ... forskere ... men de må være nøyaktige og finne det riktige svaret.»	Delvis: «Ja, en forsker må jo være kreativ, altså hvis du skal prøve å komme fram til nye teorier og komme fram til hypoteser som kanskje kan stemme, så burde du tenke utenfor boksen. Altså være kreativ og komme på tanker kanskje ingen andre har kommet på før. [...] Hvis du skal gjøre et eksperiment da, så burde du være ganske kreativ å tenke hvordan ting fungerer, gjøre sånn og sånn og sånn. Komme opp på flere ideer, da.»
5. Subjektivitet	Sonja	Delvis: «De [forskere] kan ha funnet informasjon på forskjellige steder. Eller forska på forskjellige måter. Og har forskjellige meninger.»	Informert: «Jeg tror de [forskere] har to forskjellige utgangspunkt for hva de tror, og da vil hypotesene være annerledes.»; «Ja, man skal jo finne ut av hva andre har gjort tidligere da. Vi må jo dele kunnskapen vår som vi sitter igjen med etter vi har gjort et forsøk. [...] Så andre kan ta i bruk det, eller hvis du forsker på det samme.»
6. Sosial og kulturell	Egil	Naiv: «Jeg tror at den [naturvitenskapen] er nøytral. Jeg tror det [...] Eh ... kommer ikke på noe [eksempler] akkurat nå.»	Delvis: «Forskning kan bli påvirket av samfunnet fordi det er sikkert noen land eller samfunn der det ikke er lov å forske på enkelte ting, da. [...] At det på en måte er forbudt. At det ikke er lov»; «Nei det [forskning] koster jo ... altså du må jo ha, eh ... du må ha utstyr og alt sånn. [...] Ja, lønn.»
7. Naturvitenskapelig metode	Arve	Naiv: «Vet ikke [...] Hmm ... Nei, jeg er usikker [om forskere alltid gjør eksperimenter].»	Informert: «De [forskere] har det samme utgangspunktet at de vil finne ut noe, at de forsker for å finne ut resultater og så skriver om det og sånn. Men de har jo forskjellige måter å finne det ut på da. For eksempel med forsøk og observasjoner og telling og sånt.»
8. Tentativ	Egil	Delvis: «Ja, det [teorier forandre seg] gjør den nok. Hvis andre i fremtiden finner ut noe helt nytt om det som da er skrevet om eller finni noe ut om»; «Teorier ... det er noe som folk tror ... lover er noe som folk ... de har funnet ut og vet hva er ... og som ikke blir forandra. [...] Noen lover kan sikkert forandre seg ... men ikke det med den tyngdekraftsloven.»	Delvis: «For ... grunnen til at teorier alltid kan endre seg er jo fordi det kan ... det kommer jo alltid ... forskere finner jo alltid ut noe nytt. [...] Da vil jo den teorien fornyes, fordi sånn som den teorien om atomer, den er ikke den samme sånn som den var når den først ble lagd da. [...] Den har blitt fornyet og de har funnet ut nye ... den har fått bedre ... til slutt så blir det lettere å finne ut ting, finne ut ting mer nøye.»

Diskusjon

Utvikling i forståelse av NOS gjennom naturvitenskapelige praksiser

De seks elevene uttalte seg om NOS-perspektiver på naive og delvis informerte nivåer i intervjuet ved begynnelsen av åttende trinn, og på naive, delvis informerte og informerte nivåer i intervjuet ved slutten av tiende trinn. Alle elevene ga mer eller mindre utfyllende uttalelser om de åtte NOS-kategoriene, og gjennomsnittprofilen (figur 3) viser en gjennomsnittlig utvikling mot en høyere generell forståelse av NOS. Elevene viste størst utvikling innenfor kategoriene *naturvitenskapelig metode*, *sosial og kulturell kontekst* og *naturvitenskapelige verdier*. Tre av elevene viste for eksempel informert forståelse i kategoriene *naturvitenskapelig metode* gjennom å uttrykke at naturvitenskapelig erkjennelse oppnås gjennom flere ulike praksiser og vitenskapelige metoder. Arve hevdet for eksempel i sitt siste intervju at forskere har det samme utgangspunktet når de skal finne ut av noe, men at de har forskjellige måter å finne det ut på (for eksempel observasjon eller eksperimenter). Denne generelle forståelsen av NOS er i samsvar med Irzik og Nola (2014) som peker på at det er både likheter og ulikheter på tvers av de ulike naturvitenskapelige disiplinene. Utvikling av elevenes forståelse av naturvitenskapelig metode som NOS-prinsipp kan knyttes til at de deltok i ulike naturvitenskapelige praksiser (gjennom å samle inn data, observere og reflektere over resultatene) og at de også reflekterte over bruk av ulike metoder (se tabell 1). Irzik og Nola (2014) peker på at de ulike vitenskapsdisiplinene benytter seg av ulike forskningsmetoder, og at elevene både bør erfare og reflektere over dette.

Videre var det kun Sonja som uttalte seg informert for kategorien *subjektivitet*. Dette samsvarer med Akerson et al. (2014) som fant at 8-9 åringer også hadde problemer med å forstå de mer abstrakte perspektivene som for eksempel subjektivitet. Forskeres subjektivitet ble kun berørt implisitt gjennom de historiske eksemplene i undervisningsopplegget (se tabell 1). Imidlertid viste alle elevene i sluttintervjuet forståelse av at samfunnet kan ha innvirkning på naturvitenskapelig forskning, altså de *sosiale og kulturelle* forholdene ved NOS. Dette samsvarer Deng et al. (2011, s. 972) som fant at elever ofte forstår at forskere påvirkes av teorier samt sosiale og kulturelle verdier. På en annen side var det ingen i vår studie som ved sluttintervjuet presiserte at naturvitenskapen også påvirker samfunnet. Flere fagpersoner (eg., Lederman, 1992; Erduran & Dagher, 2014a) peker på at en forståelse av NOS også inkluderer hvordan naturvitenskap både påvirker og påvirkes av samfunnet. Det at forskning skjer i en sosial og kulturell kontekst ble berørt når elevene gjorde en undersøkelse av et naturområde i forbindelse med en vegutbyggingssak, samt gjennom diskusjoner om publisering og samarbeid om vitenskapelige artikler (se tabell 1). Erduran og Dagher (2014a) peker nettopp på at naturvitenskapelig forskning påvirkes av vitenskapenes og samfunnets normer og verdier, kommunikasjon med

omverdenen via formidling, aktiviteter forskere deltar i samt finansielle, politiske og organisatoriske faktorer.

Elevene viste, i likhet med flere studier (e.g., Hofer & Bendixen, 2012; Deng et al., 2011), god forståelse av at naturvitenskapelig kunnskap konstrueres over tid. Et eksempel er Egil, som i 8. klasse uttrykte seg upresist og noe selvmotsigende om naturvitenskapelige teorier, men som i 10. klasse uttrykte seg utfyllende om hvordan teorier kan endre seg og fornyes fordi forskere finner ut nye ting. Han viser dermed forståelse av naturvitenskapens *tentative* karakter. Det at elevene utvikler en forståelse av naturvitenskap som tentativ ses ofte på som et overordnet mål for NOS-undervisning (e.g., Lederman, 1992, s. 351), og mange studier har vist at elevene utvikler forståelse av dette perspektivet gjennom eksplisitt NOS-undervisning (Khifse, 2008; Yacoubian & BouJaode, 2010; Bagi Kilic et al., 2007). Elever som utvikler et slikt kunnskapssyn vil i større grad kunne reflektere rundt vitenskapsrelaterte spørsmål og ideer, samt vurdere troverdigheten til ulike typer naturvitenskapelig kunnskap (Sjøberg, 2014; Kolstø, 2006).

De fleste elevene hadde utfordringer med forståelsen av *teorier og lover*. Dette samsvarer med andre forskningsfunns som har vist at elever ofte har feilaktige oppfatninger av forskjellen mellom begrepene teorier og lover (Deng et al., 2011, s. 972; Cofré et al., 2019, s. 241). Videre presiserte elevene aldri hvordan tolkning av observasjoner, data og resultater kan ha innvirkning på *empiriske, subjektive* og *tentative* perspektiver ved naturvitenskapen. Dette til tross for at samtlige av disse perspektivene er avhengig av hvordan forskere gjør tolkninger; eksempelvis presiserer Lederman et al. (2002, s. 498-502) at all empiri må tolkes, at forskere tolker ulikt som følge av ulike subjektive utgangspunkt, og følgelig at naturvitenskapelig kunnskap har en grad av usikkerhet. Et eksempel er Arve, som i det siste intervjuet omtalte en rekke sentrale aspekter ved hvordan forskere undersøker den empiriske verden, uten å påpeke at forskerne også må *tolke* denne empirien. Elevene i studien uttrykte seg altså upresist om tolking av empiri, selv om de deltok i flere naturvitenskapelige praksiser der de måtte tolke data (se tabell 1). Det at det forskjell på observasjon og tolking, ble imidlertid ikke omtalt i undervisningen.

Elevene reflekterte i det siste intervjuet over flere naturvitenskapelige verdier løftet frem av Irzik og Nola (2014, s. 1004) og Erduran og Dagher (2014a, s. 41-65). Eksempelvis forsvarte June to forskere som hadde ulike hypoteser basert på samme data med at «begge to [hypotesene] høres logiske ut», mens Egil begrunnet sitt valg av hypotese med at den ene «høres mest sannsynlig ut» (henholdsvis verdiene logikk og rasjonalitet). Flere elever var også opptatt av at det «må forskes om og om igjen» eller tilsvarende for at noe skal være troverdig. Dette indikerer at de på lik linje med elevene Yacoubian og Jade (2010) undersøkte hadde tatt inn over seg betydningen av tilstrekkelig bevis, utholdenhet og testbarhet for naturvitenskapelig forskning. Likevel var det ingen av elevene som pekte på at slike verdier er fundamentale for forskere eller for den naturvitenskapelige

virksomheten. Dette indikerer at elevene snakket fra et personlig – altså ikke et naturvitenskapelig – ståsted (Perry, 1970).

Elevene hadde også problemer med å uttrykke forskjellen mellom forskere og kunstnere når det gjaldt *kreativitet*. En viktig forskjell mellom en kunstner og en forsker er at sistnevnte alltid vil være bundet til naturvitenskapens epistemologiske verdier. Et liknende funn gjaldt refleksjoner om naturvitenskapens tentativitet. Ingen elever nevnte at naturvitenskapelig kunnskap, til tross for å være i forandring, også er robust som følge av de verdier og prinsipper kunnskapen hviler på eller at disse verdiene motvirker den uunngåelige subjektiviteten som preger forskning. Det er verdt å merke seg at den norske læreplanen i naturfag (LK20) inneholder lite om slike verdier, men mer om sosiale perspektiver innen naturvitenskapen (Mork et al. 2022). Elevene reflekterte altså mangelfullt over naturvitenskapens underliggende verdier. Selv om elevene deltok i naturvitenskapelige praksiser som var preget av slike verdier (for eksempel objektivitet, testbarhet, nøytralitet, rasjonalitet og tilstrekkelige bevis), så ble ikke disse verdiene eksplisitt løftet fram. Undervisningen kan i for liten grad ha tatt innover seg at naturvitenskap kommer til uttrykk på forskjellige måter i ulike vitenskapsdisipliner samtidig som den er bygd på slike grunnleggende verdier og prinsipper (Erduran & Dagher 2014a; Irzik and Nola, 2014). Erduran og Dagher (2014a, s. 57) peker på at naturfagslærere nettopp må undervise om slike naturvitenskapelige verdier eksplisitt for at elever skal få innblikk i hvor sentrale og relevante de er i naturvitenskapelig forskning

En kritikk mot de generelle NOS-kategoriene har vært at de er for ensrettede og lite nyanserte (e.g., Dijk, 2011, s. 1092; Kampourakis, 2016, s. 672; Clough, 2011, s. 2). I dette tilfellet kan det se ut som at for sterk vektlegging av prinsippene om at naturvitenskapen er subjektiv og påvirket av sosiale og kulturelle faktorer kan føre til et naivt syn på naturvitenskap som nettopp subjektiv og meningsbasert.

Viktig å lære om NOS gjennom naturvitenskapelige praksiser

Tidligere forskning (e.g., Lederman, 2007, s. 869; Lederman & Lederman, 2014, s. 603; Deng et al., 2011, s. 974; Cofré et al., 2019, s. 239) viser at elever ikke lærer NOS kun ved å «gjøre naturvitenskap», men at sentrale kjennetegn ved naturvitenskapelige praksiser må knyttes eksplisitt til NOS. Elevene i denne studien deltok i naturvitenskapelige praksiser i alle tre årene på ungdomstrinnet, og de reflekterte noe over hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikler seg. Flere studier har vist at elever som deltar i naturvitenskapelige praksiser med eksplisitt søkelys på NOS, nettopp utvikler forståelse av NOS-perspektiver (Khishfe, 2008; Yacoubian & BouJaode, 2010; Çilekrenkli & Kaya, 2022). Denne studien indikerer liknende funn, selv om ikke alle de generelle NOS-perspektivene ble løftet eksplisitt fram i undervisningen.

En svakhet ved vår studie er at kun seks elever ble intervjuet., Imidlertid er det en styrke at elevene ble intervjuet både i starten og i slutten av ungdomstrinnet samtidig som vi kjenner til praksisene elevene deltok i. Clough (2006) foreslår at

NOS-prinsippene bør inkluderes i naturfagstimer som spørsmål til elevene når de deltar i naturvitenskapelige praksiser. Elevene i denne studien fikk slike spørsmål (om kjennetegn ved naturvitenskapelige metoder og NOS-perspektiver) både i undervisningen og i intervjuer underveis i studien. Studien kan derfor gi innsikt i hva slags NOS-forståelse elever på ungdomstrinnet kan tilegne seg gjennom å delta i naturvitenskapelige praksiser over tid. I tråd med Kampourakis (2016) anbefaler vi å introdusere generelle NOS-prinsipper allerede på barnetrinnet, for deretter å inkludere mer komplekse perspektiver og ivareta flere sammenhenger, samt vektlegge naturvitenskapens underliggende mål, verdier og prinsipper. Introduksjonen av de generelle perspektivene ved NOS kan bane vei for å få elever til å reflektere over slike prinsipper i ulike naturvitenskapelige temaer på en informert måte. Deltagelse i og diskusjoner om naturvitenskapelige praksiser kan bidra til forståelse av hvordan disse praksisene fungerer i et gjensidig samspill. Individuer som har innsikt i og forståelse av naturvitenskapens mål, verdier og underliggende prinsipper; dens metoder og prosesser; dens interaksjon med politikk og samfunn; dens pålitelighet og usikkerhet – vil være bedre rustet til å gjøre informerte avgjørelser for eget og fellesskapets beste (Izrik & Nola, 2014, s. 999-1000; Øyehaug, 2017, s. 134; Matthews, 2012, s. 6; Sjøberg, 2014; Kolstø, 2020). Elever bør derfor få mulighet til å sette seg inn i vitenskapelig tenkning i ulike samfunnsaktuelle kontekster, slik at de får innsikt i hvordan vitenskap, religion og humaniora forholder seg i forhold til hverandre (Billingsley et al., 2018; Kötter & Hammann, 2017). De bør også få innsikt i at naturvitenskapens mål og verdier også er relevante ikke bare i naturvitenskapelige disipliner, men også i annen vitenskap.

Om forfatterne

Anne Bergliot Øyehaug er førsteamanuensis ved Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk, Høgskolen i Innlandet. Hun har hovedfag i human fysiologi og PhD i naturfagdidaktikk. Hun underviser lærerstudenter i naturfagdidaktikk. Hennes forskningsinteresser er utforskende arbeidsmåter i naturfag inkludert NOS (Nature of Science), dybdelæring og Utdanning for Bærekraftig Utvikling).

Institusjonstilknytning: Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk, Høgskolen i Innlandet, Postboks 400, 2418 Elverum, Norge.

E-post: anne.oyehaug@inn.no

Petter Dale Kristensen mottok sin mastergrad i realfagenes didaktikk fra Høgskolen i Innlandet, våren 2021. Han har også en treårig grunnskolelærerutdanning med fagene matte og naturfag fra Universitet i Sørøst-Norge. For øyeblikket jobber Petter som lektor ved Børresen skole i Drammen. Petters forskningsinteresser er naturvitenskapens egenart (NOS) og naturfagundervisning for å fremme «scientific literacy».

Institusjonstilknytning: Hauges gate 100, 3019 Drammen, Norge.

E-post: petterdk123@hotmail.com

Referanser

- Abd-El-Khalick, F. (2012). Nature of science in science education: toward a coherent framework for synergistic research and development. I B. J. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Red.), *Second international handbook of science education* (Vol. 2, s. 1041–1060). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_69
- Akerson, V. L., Nargund-Joshi, V., Weiland, I. S., Pongsanon, K., & Avsar, B. (2014). What third grade students of differing ability levels learn about nature of science after a year of instruction. *International Journal of Science Education*, 36, 244–276. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.761365>
- Allchin, D. (2017). Beyond the consensus view: Whole science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 18–26. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271921>
- Artique, M., Harlen, W., Lena, P., Baptist, P., Dillon, J., & Jasmin, D. (2012). The legacy of the Fibonacci Project to science and mathematics education. Hentet fra https://fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/international/Fibonacci_Book.pdf
- Ayala-Villamil, L-A., & García-Martínez, A. (2021). VNOS: A historical review of an instrument on the nature of science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(2). <https://doi.org/10.21601/ijese/9340>
- Bächtold, M., Cross, D., Munier, V. (2021) How to Assess and Categorize Teachers' Views of Science? Two Methodological Issues. *Research in Science Education*, 51, 1423–1435 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09904-x>
- Bagci Kilic, G., Metin, D., Yardimci, E., & Berkyurek, I. (2007). Dogada bilim egitimi. I. *Ulusal İlköğretim Kongresi*, Hacettepe Universitesi, Ankara.

- Billingsley, B., Nassaji, M., Fraser, S. et al. (2018). A Framework for Teaching Epistemic Insight in Schools. *Research in Science Education*, 48, 1115–1131. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9788-6>
- Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-4846-7>
- Clough, M. P. (2011). Teaching and assessing the nature of science: How to effectively incorporate the nature of science in your classroom. *The Science Teacher*, 78(6), 56–60.
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28, 205–248. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>
- Crawford, B. (2014). From inquiry to science practices in the science classroom. I N. Lederman & S. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2, s. 515-541). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203097267>
- Çilekrenkli, A., Kaya, E. (2022) Learning Science in Context: Integrating a Holistic Approach to Nature of Science in the Lower Secondary Classroom. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00336-0>
- Deng, F., Chen, D.-T., Tsai, C.-C. & Chai, C.S. (2011), Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, 95, 961–999. <https://doi.org/10.1002/sce.20460>
- Dijk, E. (2011). Portraying real science in science communication. *Science Education*, 95(6), 1086–1100. <https://doi.org/10.1002/sce.20458>
- Dogan, N. and Abd-El-Khalick, F. (2008), Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 1083-1112. <https://doi.org/10.1002/tea.20243>.
- Erduran, S. & Dagher, Z. R. (2014a). *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*. Springer.
- Erduran, S. & Dagher, Z. R. (2014b). Regaining focus in Irish junior cycle science: potential new directions for curriculum and assessment on nature of science. *Irish Educational Studies*, 33(4), 335–350. <https://doi.org/10.1080/03323315.2014.984386>
- Erduran, S., Kaya, E., Cullinane, A., Imren, O., Kaya, S. (2020). Practical Learning Resources and Teacher Education Strategies for understanding Nature of Science. I McComas, W. (Red.) *Nature of Science in Science Instruction. Science: Philosophy, History and Education* (s. 377-397). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_21
- Fensham, P. J. (2016). The future curriculum for school science: What can be learnt from the past? *Research in Science Education*, 46(2), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9511-9>
- González-García, F.J., Blanco-López, Á., España-Ramos, E. & Mariscal, A. J. (2019) The Nature of Science and Citizenship: a Delphi Analysis. *Research in Science Education*, 51, 791–818. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9817-5>
- Gyllenpalm, J., Rundgren, C.-J., Lederman, J. & Lederman N. (2021) Views About Scientific Inquiry: A Study of Students' Understanding of Scientific Inquiry in Grade 7 and 12 in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(2), 336-354. <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1869080>
- Harlen, W. (2012). Inquiry in science education. In S. B. Carulla (Red.), Resources for implementing inquiry in science and mathematics at school. Hentet fra http://fibonacci.uni-bayreuth.de/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=fileadmin/Dokumente/startingpackage/background/inquiry_in_science_education.pdf&t=1652203240&hash=656dc71c9925c0126aa2424f55961277

- Haug, B. S., Sørborg, Ø., Mork, S. M., & Frøyland, M. (2021). Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter – på vei mot et tolkningsfellesskap. *Nordic Studies in Science Education*, 17(3), 293-310. <https://doi.org/10.5617/nordina.8360>
- Hofer, B. K. & Bendixen, L. D. (2012). Personal epistemology: Theory, research, and future directions. I K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, C. B. McCormick, G. M. Sinatra, & J. Sweller (Red.), *APA educational psychology handbook: Theories, constructs, and critical issues*. (s. 227–256). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13273-009>
- Irzik, G. & Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. I M. R. Matthews (Red.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (s. 999–1021). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_30
- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667–682. <https://doi.org/10.1002/tea.21305>
- Kartal, E. E., Cobern, W., Dogan, N., Irez, S., Cakmakci, G. & Yalaki, Y. (2018). Improving science teachers’ nature of science views through an innovative continuing professional development program. *International Journal of Stem Education*, 5, Article 30. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0125-4>
- Khishfe, R. (2012). Nature of science and decision-making. *International Journal of Science Education*, 34(1), 67–100. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.559490>
- Khishfe, R. og Abd-El-Khalick, F. (2002), Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 551-578. <https://doi.org/10.1002/tea.10036>
- Khishfe, R. (2008) The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 470-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20230>
- Kolstø, S. D. (2006). Et allmenndannende naturfag. Fagets betydning for demokratisk deltakelse. *Nordic Studies in Science Education*, 5, 82–99. <https://doi.org/10.5617/nordina.416>
- Kolstø, S. D. (2020). Teaching Robust Argumentation Informed by the Nature of Science to Support Social Justice. Experiences from Two Projects in Lower Secondary Schools in Norway. I H. A. Yacoubian & L. Hansson (Red.), *Nature of Science for Social Justice* (s. 177-199). https://doi.org/10.1007/978-3-030-47260-3_10
- Kunnskapsdepartementet. (2020). *Overordnet del – verdier og prinsipper i grunnopplæringen*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Kötter, M., & Hammann, M. (2017). Controversy as a blind spot in teaching nature of science. *Science & Education*, 26(5), 451–482. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9913-3>
- Lederman, N. G. (1992). Students’ and teachers’ conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present and Future. I S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (s. 831–880). Taylor & Francis Group.
- Lederman, N. G., Abd-el-Khalick, F., Bell, P. & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners’ Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>

- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F. & Smith, M.U. (2019). Teaching Nature of Scientific Knowledge to Kindergarten Through University Students. *Science & Education*, 28, 197–203. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00057-x>
- Lederman, N., Bartos, S., & Lederman, J. (2014a). The development, use, and interpretation of nature of science assessments. I M. R. Matthews (Red.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (s. 971–997). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_29
- Lederman, N.G., & Lederman, J.S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. I N. G. Lederman & S. K. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (Vol. 2, s. 600–620). Routledge. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0>
- Lederman, N. G & Lederman, J.S. (2020) Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry. I V. L. Akerson, G. A. Buck (Red.). *Critical Questions in STEM Education* (s. 3–20). https://doi.org/10.1007/978-3-030-57646-2_1
- Lederman, J.S., Lederman, N.G., Bartos, S.A., Bartels, S.L., Meyer, A.A. and Schwartz, R.S. (2014b), Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry–The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51, 65–83. <https://doi.org/10.1002/tea.21125>
- Lin, F. & Chan, C. (2018). Promoting elementary students' epistemology of science through computer-supported knowledge-building discourse and epistemic reflection. *International Journal of Science Education*, 40(6), 668–687. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1435923>
- Marin, N., Benarroch, A., & Niaz, M. (2013). Revisión de consensos sobre Naturaleza de la Ciencia. *Revista de Educación*, 361, 117–140. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-361-137>
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). I M. S. Khine (Red.), *Advances in nature of science research, concepts and methodologies* (s. 3–26). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0_1
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. I W. F. McComas (Red.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (s. 41–52). Kluwer Academic Publisher. https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_3
- McComas, W.F., & Kampourakis, K. (2015). Using the history of biology, chemistry, geology, and physics to illustrate general aspects of nature of science. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(1), 47–76. <http://doi.org/10.26220/rev.2240>
- Michel, H., Neumann, I. (2017). Nature of Science and Science Content Learning. *Science & Education*, 25, 951–975. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9860-4>
- Mork S.M, Berit S. Haug. B.S, Sørborg, Ø., Ruben, S.B. & Erduran, S. (2022) Humanising the nature of science: an analysis of the science curriculum in Norway. *International Journal of Science Education*, 44(10), 1601–1618. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2088876>
- Murphy, C., Smith, G., Varley, J., Razi, O. (2015). Changing Practice: An Evaluation of the Impact of a Nature of Science Inquiry-Based Professional Development Programme on Primary Teachers. *Cogent Education*, 2(1), Article 1077692. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2015.1077692>
- Murphy, C., Smith, G. & Broderick, N. A (2019). Starting Point: Provide Children Opportunities to Engage with Scientific Inquiry and Nature of Science. *Research in Science Education*, 51, 1759–1793. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9825-0>
- National Research Council. 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>

- Perry, W. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years*. Rinehart & Winston.
- Petersen, I., Herzog, S., Bath, C., & Fleißner, A. (2020). Contextualisation of factual knowledge in genetics: A pre- and post- survey of undergraduates' understanding of the Nature of Science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 16(2), Article e2215. <https://doi.org/10.29333/ijese/7816>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Commission. Hentet fra <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Ryder, J., & Martins, A. F. P. (2015). Nature of science in science education: a proposal based on “themes”. I C. Fazio & R. M. S. Mineo (Red.), *Proceedings of the GIREP-MPTL 2014 international conference* (s. 999–1007). GIREP, 7–12 July 2014, Palermo, Italy. Università degli Studi di Palermo. ISBN 978-88-907460-7-9.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science education*, 52(2), 161-197. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>
- Sandoval, W. A. (2016). Disciplinary insights into the study of epistemic cognition. I J. A. Greene, W. A. Sandoval & I. Braten (Red.), *Handbook of epistemic cognition* (s. 184–193). Routledge.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G. and Crawford, B.A. (2004), Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88, 610-645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>
- Sjøberg, S. (2014). *Naturfag som allmenndannelse: En kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Utdanningsdirektoratet. (2013). *Læreplan i naturfag* (NAT1–03). Hentet fra <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag* (NAT1–04). Hentet fra <https://www.udir.no/kl20/NAT01-04>
- van Griethuijsen, R. A., van Eijck, M. W., Haste, H., den Brok, P. J., Skinner, N. C., Mansour, N., & BouJaoude, S. (2015). Global patterns in students' views of science and interest in science. *Research in Science Education*, 45(4), 581–603. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9438-6>
- Yacoubian, H.A., BouJaoude, S. (2010) The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 47(10), 1229-1252. <https://doi.org/10.1002/tea.20380>
- Øyehaug, A. B. (2014). *Små forskere lærer naturfag: En longitudinell studie av 10–13 åringers naturfagkompetanse i en utforskende kontekst* [Doktorgradsavhandling]. Universitetet i Oslo, Oslo.
- Øyehaug, A. B. & Holt, A. (2014). Elevers refleksjoner over naturvitenskapens egenart. *Acta Didactica Norge*, 8(1), Artikkel 3. <https://doi.org/10.5617/adno.1095>