

Tidsreise grunnstoff – en læringsressurs for å utvikle naturfagfagdidaktisk og teknologisk pedagogisk kompetanse hos lærerstudenter

U. Eikeseth, A. Lykknes, *Institutt for lærerutdanning, NTNU*

ABSTRACT: Det er en forventning at lærerutdanningene utdanner lærere som kan gjennomføre praktisk, relevant og utforskende undervisning. Et tiltak som kan bidra til dette er å gi lærerstudenter erfaringer med og muligheter til å reflektere over bruk av digitale læringsressurser for å undervise faglig innhold. I denne artikkelen beskriver vi utvikling og testing av en digital ressurs for utforskende læring om naturvitenskapens egenart med utgangspunkt i temaet periodesystemet. En spørreundersøkelse tyder på at lærerstudenter ser nytten i å kunne bruke en slik ressurs i skolen. I denne artikkelen gir vi noen konkrete forslag til hvordan ressursen kan brukes for refleksiv undervisning i lærerutdanning.

1 INTRODUKSJON

1.1 Bakgrunn

Et sentralt mål for lærerutdanning er å utdanne lærere med kompetanse i å kunne bruke teknologiske verktøy til å undervise fag. For å kunne integrere teknologi i undervisning og læring trenger læreren kunnskap om alle de tre områdene teknologi, pedagogikk og faglig innhold, også kalt teknologisk-pedagogisk innholdskunnskap (TPCK) (Mishra og Koehler, 2006).

Praktisk erfaring har vist seg å være viktig for utvikling av digital kompetanse hos lærerstudenter. I en metastudie fra 2014 som tok for seg 42 forskningsstudier om utdanning for digital kompetanse i lærerutdanning, kom det blant annet fram at modellering av metoder for lærerstudenter bare er effektivt om det inkluderer hands-on-erfaring med teknologier som de skal bruke i framtidige klasserom (Røkenes, 2014). Dette er også i tråd med forskning som tyder på at lærerstudenters forventninger og tilnærming til undervisningspraksis er påvirket av de undervisningsformene de selv har erfart i bruk i klasserommet (Loughran, 2014). Det har vist seg generelt at studenter som lykkes med sine studier har til felles at de er agenter i egen læring (Hatlevik, 2018), og det anbefales at studenter i lærerutdanningen involveres som aktive, ansvarlige deltakere i egen læringsprosess, framfor å være tilhørere eller konsumenter i egen utdanning (Sjølie, 2014; Kunnskapsdepartementet, 2016).

Det er i dag generell enighet om at lærerstudenter som fordyper seg i naturfag bør få innsikt i mer enn naturvitenskapelige fakta. I tråd med en økende interesse for å lære *hvordan* vitenskap foregår og hvordan kunnskap blir til de siste tiårene, vektlegges naturvitenskap som prosess i dag i mange læreplaner (McComas, 2020; Abd-El-Khalick & Lederman, 2023). Dette kunnskapsområdet kalles gjerne for naturvitenskapens egenart (NOS – Nature of Science) og har vært gjenstand for internasjonal forskning de siste 30 årene (se f.eks. Allchin, 2013; Driver et al., 1996; Lederman & Lederman, 2014; McComas et al., 1998; Osborne, 2007; Sjøberg, 2022). I Norge har særlig kunnskap om hvilke metoder forskere bruker for å komme fram til kunnskap vært i søkelys i naturfagplanen siden Kunnskapsløftet i 2006. Fra 2020 omfattes tematikken av kjerneelementet «Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter», som skal ta for seg fagets uttrykksformer, metoder og tenkemåter (Utdanningsdirektoratet, 2020). Hva det innebærer å arbeide med naturvitenskapelige praksiser i skolen, er imidlertid åpen for fortolkning (Haug et al., 2021). Forskning tyder også på at aspekter ved naturvitenskapens egenart tradisjonelt har blitt stemoderlig behandlet i undervisning av og vurdering i naturfagene (f.eks. Baardsgaard, 2014; Haugan, Korssjøen, Skarpmes, 2017), samt at den delen som handler om å forstå hvordan naturvitenskapelig kunnskap har blitt til, har blitt neglisjert eller overforenklet i de norske lærebøkene (Sletten, 2017; Moreno-Martinez & Lykknes, 2019). Det er også pekt på at det er produsert relativt lite forskning når det gjelder undervisning og vurdering av naturvitenskapens egenart i klasserommet (Abd-El-Khalick & Lederman, 2023).

Vi så det derfor som interessant å utvikle en digital ressurs for læring om naturvitenskap som prosess. Vi valgte å ta utgangspunkt i temaet periodesystemet, siden forskning tyder på at periodesystemet tradisjonelt har blitt undervist på en lite inspirerende måte, og at mange elever opplever periodesystemet

som lite relevant i eget liv (Osborne et al., 2010; Franco-Mariscal & Martinez, 2012). Gjennom læringsressursen ønsker vi å bidra til engasjerende læring om periodesystemet som oppleves relevant. Vår hypotese var at læringsressursen ville kunne bidra til lærerstudenters naturfaglige læring, samt bidra til å gi lærerstudenter erfaringer med læring og undervisning med digitale læremidler.

1.2 Læringsressursen tidsreise grunnstoff

I samarbeid med teknologifirmaet ablemagic utviklet vi en læringsressurs om periodesystemet i form av en interaktiv og digital tidslinje, som er delt inn i ulike epoker for hvilke tenkemåter og metoder som har vært rådende når det gjelder å forstå og utforske grunnstoffer gjennom tidene. Eksempler er mineralanalyser fra 1500- til 1900-tallet, eller spektroskopi på 1860-tallet. Epokene overlapper delvis, og slik illustrerer vi at flere ulike metoder var i bruk til samme tid. Utviklingen er altså ikke lineær, selv om den er presentert som en tidslinje.

Hver tidsepoke har ett til flere punkter som er representert ved et grafisk ikon (se figur 1). Når en klikker på ikonet popper det opp en boks med tekst, bilde og i noen tilfeller en video som forteller en historie (se figur 2), det være seg om hvordan mennesker har arbeidet med grunnstoffer eller sentrale hendelser i grunnstoffenes og periodesystemets historie. Alle tekster er informert av forskning.

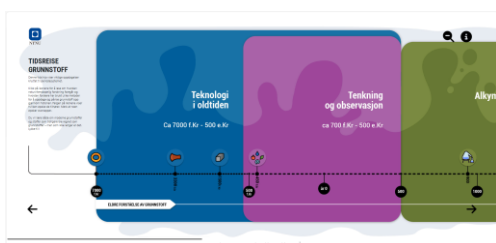


Fig. 1. Tidslinje er delt inn i ulike epoker for tenkemåter og metoder. Hver epoke har punkter på tidslinje med klikkbare ikoner.



Fig. 2. Figuren viser tidslinjepunktet for 1807; Humphry Davy og oppdagelsen av alkalimetaller.

Læringsressursen kan karakteriseres som en 'myldre-ressurs', som innebærer at det ikke er en bestemt måte å utforske tidslinje på eller en bestemt oppgave som skal løses. Dette gjør ressursen relevant for både lærerstudenter og elever i skolen. Lærere kan også utvikle ulike utforskende oppgaver knyttet til tidslinje som kan være tilpasset alderstrinn, tema eller elevens interesse.

Videre vil vi gi en kort oversikt over utviklingen av læringsressursen, samt presentere resultater fra en undersøkelse vi gjorde av en betaversjon av læringsressursen på lektor- og lærerstudenter.

2 UTVIKLING AV LÆRINGSRESSURSEN

I denne delen vil vi presentere noen sentrale prinsipper som ligger til grunn for utvikling av ressursen og undervisningsopplegg knyttet til denne.

2.1 Digital pedagogisk kompetanse

Mishra og Koehler (2006) argumenterer med at det er viktig å integrere teknologi i lærerutdanningen om en skal lykkes med å gi lærerstudenter kompetanse i bruk av teknologi i undervisning. Samtidig er det ikke tilstrekkelig å undervise i generell teknologisk kompetanse, men de tre kunnskapsområdene teknologi, pedagogikk og innhold må veves sammen i undervisning og læring (Mishra & Koehler, 2006). Det er altså sentralt å gi lærerstudenter erfaringer med teknologi i autentiske undervisningssituasjoner.

Mishra og Koehler (2006) argumenterer videre for at det er særlig gunstig å lære teknologi ved å involvere lærerstudenter i design, for eksempel gjennom å produsere video, redesigne nettressurser eller utvikle egne nettkurs.

2.2 Undervisning om naturvitenskapens egenart

Flere forskere har argumentert for vitenskapshistoriske hendelser som gode utgangspunkt for undervisning av naturvitenskapens egenart (se for eksempel Allchin, 2011, Allchin, 2013; Kolstø 2008; McComas 2008; McComas & Clough, 2020; Palmer et al., 2024). Noen argumenter for å bruke historiske hendelser er blant annet at man vet hvordan det gikk, og at man har innsikt i hvor vitenskapsfolk tok feil, eller hvilken betydning kulturell kontekst hadde å si (Allchin, 2011). Et annet argument for historiske narrativ er at elever kan kjenne seg igjen i de hindrene og problemene som naturvitenskapelige forskere har møtt på gjennom historien (Allchin, 2013; Matthews, 1989). Vitenskapshistorie kan også illustrere betydningen av samarbeid i vitenskapelig arbeid og gi studenter et mer autentisk bilde av laboratorie- og feltarbeid (McComas & Clough, 2020):

Utforskende arbeidsmåter er funnet å ha positiv effekt på læring om naturvitenskapens egenart (Crawford, 2014). Blant annet kan utforskende undervisning bidra til at elever får forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er tentativ, samt forståelse for menneskelige forhold som subjektivitet og betydning av sosial påvirkning (Crawford, 2014).

Det er videre konsensus om at undervisning i naturvitenskapens egenart må være eksplisitt og refleksiv, det vil si at elever og studenter må få innsikt i hvilke aspekt ved naturvitenskapens egenart de lærer om, og de må få anledning til refleksjon (se f.eks. Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Allchin, 2013; Lederman & Lederman, 2014; Rudge & Howe, 2009). Flere nyere bøker og artikler peker på behovet for å utvikle forskningsbasert undervisning for skolen (Munkebye & Fredagsvik, 2024; Palmer et al., 2024). Det har også kommet forslag til hvordan naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter kan forstås i en skolekontekst (Haug et al., 2021; Palmer et al., 2024, se også Naturfag 2/21). Vår læringsressurs svarer på behovet for konkret undervisningsmateriell.

2.3 Undervisningsopplegg

I vårt undervisningsopplegg har vi tatt utgangspunkt i at studentene skal reflektere rundt aktiviteter de kan bruke i egen undervisning med elever. Før de gjør det, må de bli kjent med tidslinja. En måte å utforske ressursen på er at studentene først setter seg inn i noen av punktene på tidslinja, før de presenterer dem for medstudenter i små grupper. I disse diskusjonene kan de også koble punkter på tidslinja til bestemte kompetansemål på valgt trinn. Deretter foreslår vi at de ser på en konkret oppgave vi har utviklet for grunn- og videregående skole, som kan bidra til å oppnå kompetansemål i kjerneelementene Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter samt Energi og materie i læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2020). Aktivitetene knyttet til denne oppgaven kan være nyttige i lærerutdanning som modellering og utgangspunkt for refleksjon av undervisnings- og læringssituasjoner. Flere aktiviteter og lærerveiledning finnes her: [Tidsreise grunnstoff: lærerveiledning \(ntnu.no\)](https://www.ntnu.no). Etter å ha arbeidet med denne konkrete oppgaven, foreslår vi at studentene gjør refleksjonsoppgavene vi presenterer under 2.4.

Her er gitt et eksempel fra en oppgave som er tilpasset naturfag vg1 studieforbereende;

Etter Vg1 SF: Forståelse av stoffene

I denne oppgaven handler det om å drøfte hvordan utvikling av nye hypoteser, modeller og teorier om radioaktivitet og radioaktive stoffer har bidratt til at vi kan forstå og forklare verden rundt oss.

Utforsk punktene på den digitale tidslinja [tidsreisegrundstoff.no](https://www.ntnu.no) som handler om radioaktivitet, dette er alle punktene fra 1896 til 2006, bortsett fra punktet 1913. Jobb først individuelt og skriv ned noen stikkord om det viktigste innholdet i hvert tidslinjepunkt. Hvilke nye hypoteser eller teorier om radioaktivitet kommer fram i tidslinjepunktene?

Diskuter deretter sammen to og to:

- Hvordan har forståelsen av radioaktivitet utviklet seg fra 1896 og til 2006/nåtid?
- Hvilken hypotese utviklet Henri Becquerel om fenomenet han oppdaget i uranmineral?

2.4 Forslag til eksplisitte og refleksive oppgaver for lærerstudenter

Målet vårt er at læringsressursen skal bidra til at lærerstudenter kan trene på eksplisitt og reflektiv undervisning om naturfagets egenart. Vi foreslår å gi lærerstudenter i oppdrag å diskutere på hvilken måte elevaktiviteten over eller andre elevaktiviteter kan bidra til å gi elever kompetanse i naturvitenskapens egenart, og på hvilken måte elevene kan oppgå digitale kompetanse ved å jobbe med en slik utforskende digital læringsressurs. I tråd med anbefalinger fra forskning på teknologisk-pedagogisk kompetanse kan lærerstudenter også designe egne undervisningsaktiviteter knyttet til ressursen

Noen forslag til aktiviteter til lærerstudenter kan være:

- Ifølge litteraturen bør undervisning om naturvitenskapens egenart være eksplisitt og reflektiv. Diskuter i hvilken grad den gitte elevaktiviteten for vg1 gir elevene eksplisitt undervisning. I hvilken grad får elevene mulighet til å reflektere over aspekter ved naturvitenskapens egenart? Hvordan ville du endret ordlyden i aktiviteten for å gjøre den mer i tråd med forskning? [Når jeg leste nå ble jeg litt usikker på denne siste setningen. Hva menes? Hvordan skal de finne ut hva som er i tråd med forskning? Kan vi kutte siste setning?]
- På hvilken måte mener du at vitenskapshistorie i denne ressursen kan bidra til læring om naturvitenskapens egenart?
- Reflekter over hvilke digitale ferdigheter elever kan trene ved å jobbe med aktiviteter knyttet til tidsreise grunnstoff.no.
- Design en undervisningsaktivitet knyttet til tidsreise grunnstoff.no som kan bidra til å gi elever på et gitt trinn kompetanse i naturvitenskapens praksiser og tenkemåter.

3 DISKUSJON OG OPPSUMMERING

3.1 Lærerstudenters tilbakemeldinger

Som del av utvikling av læringsressursen inviterte vi lærerstudenter og deltakere på en workshop til å prøve ut en betaversjon av den digitale tidslinja. Deltakerne fikk et enkelt oppdrag som gikk ut på å gå sammen i grupper på tre, velge seg et punkt på tidslinja som de skulle sette seg inn i, og deretter skulle gjengi til de andre på gruppa. Det ble oppgitt at metoder var et stikkord for lesingen. I etterkant av aktiviteten ba vi deltakerne gi oss tilbakemelding via et nettskjema. Vi fikk inn totalt 45 svar, der 42 var lektorstudenter og 3 var deltakere på workshop.

44 av 45 svarte ja på spørsmålet om de forstod hva de skulle gjøre på tidslinja. Når det gjelder tilbakemeldinger på tekstene i ressursen svarte 97,7% (43) at de syntes tekstene var lette å forstå, mens 6,8 % (3) synes språket var vanskelig. 93,0% av deltakerne svarte at de i høy grad opplevde bildene i ressursen som relevante.

I et fritekstfelt kunne deltakerne svare på hva de lærte faglig eller didaktisk. Her fikk vi inn 30 svar. Fire av svarene er gjengitt her;

«Fikk konkretisert sammenhenger mellom ulike oppdagelser.»

«Effektiv måte å få oversikt over utviklingen.»

«Det er interessant måte å lære om utviklingen/oppdagelsen av grunnstoffene. Så jeg lærte en del om hvordan og hvem som stod bak oppdagelsen av noen grunnstoffer.»

«Lærte mye spennende om de ulike personene på tidslinja!! Didaktisk er det betryggende å vite at man kan bruke en slik ressurs i framtid [sic.] læring for elever».

Deltakerne ble også spurt om hva de tror elever kan lære av å bruke den digitale ressursen Tidsreise grunnstoff. Her fikk vi inn 37 svar. Det er få som framhever eksplisitt det at ressursen er digital, men noen trekker fram slike aspekter, slik de følgende er eksempler på:

«Dette kan være en fin oversikt for elevene over hva som skjedde når, og for å skille mellom ulike perioder i naturvitenskapen. Det var også flere morsomme lenker, og fint at det er mye farger i ressursen.»

«Jeg tror de vil kunne få en forståelse av utviklingen som enklere lar seg fremstille på denne måten enn om den skal foreleses. Den vil også sannsynligvis skape engasjement gjennom elevaktivitet.»

«Å navigere rundt selv og utforske kjemihistorien kan være en mer lærerik måte å ha om dette på, da det kan virke tørt og mindre "viktig" dersom det bare leses i en bok eller blir fortalt om muntlig.»

Deltakerne ble også spurt om de kunne tenke seg å ta denne ressursen i bruk med elever. Her fikk vi inn 31 svar, der de aller fleste var positive til å ta i bruk ressursen. Noen av svarene vi fikk er gjengitt her:

“Ja. God ressurs for å la elevene utforske historien selv.”

«Ja! Fordi elevene kan få informasjon uten at alt kommer fra lærer, litt mer «interaktivt» kanskje.»

«Ja! Gir elevene mulighet til å lære på en annen måte enn å lese i boka. Kan lese i eget tempo og velge hva man skal lese på. Hjelper også med bilder og illustrasjoner.»

Oppsummert tyder sitatene på at flere av deltakerne i studien ser det som positivt at ressursen fremstiller faglig stoff på en engasjerende og morsom måte. Det blir også framhevet at ressursen gir mulighet for utforskning og elevaktivitet.

4 OPPSUMMERING

Vi har utviklet en digital ressurs for lærerutdanning og elever i skolen om naturvitenskapens egenart. I tråd med anbefalinger fra forskning på teknologisk undervisningskompetanse tar ressursen utgangspunkt i spesifikt faglig og pedagogisk innhold og kan brukes i autentiske undervisningssituasjoner. Oppsummert tyder tilbakemeldinger fra studenter på at bruk av en digital læringsressurs om naturvitenskapens egenart kan bidra til deres egne faglige læring, samt at lærerstudenter ser stor verdi i å anvende en slik ressurs til undervisning og læring i skolen. Framover er det interessant å undersøke hvordan ressursen bidrar til lærerstudenters kompetanse når det gjelder undervisning med bruk av digital teknologi og undervisning av temaet naturvitenskapens egenart.

REFERANSER

- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N.G. (2023). Research on teaching, learning, and assessment of nature of science. In Lederman, N. G., Zeidler, D. L. & Lederman, J. S. (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (Volume 3) (s. 850-897). Routledge.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Allchin, D. (2013) *Teaching the Nature of Science. Perspectives & Resources*. SHiPS Education Press.
- Baardsgaard, M. M. (2014) *Innhold i kjemifaget. Hovedområdenes omfang i læreplan, lærebøker og på skriftlig eksamen i kjemi 2*. Masteroppgave, NTNU.
- Crawford, B.S. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In Lederman, N.G. and Abell, S.K. (eds.). *Handbook of Research on Science Education*, Volume 2. (s. 515-541). Routledge
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12. <https://doi.org/10.3102/0013189X023007005>
- Franco-Mariscal, A. J. & Martinez, J. M. O. (2012) Difficulties in learning about the periodic table: the opinion of teachers and researchers in chemistry education. *Revista Científica*, Julio-Diciembre:16, 53–71.
- Hatlevik, I. K. R. (2020) God undervisning og studenter som lykkes. En sammenligning av teoretiske og empiriske bidrag fra tre forskningsretninger. *Nordic Studies in Education*, 38(3), 271–286.
- Haug, B.S., Sørborg, Ø., Mork, S.M. & Frøyland, M. (2021). Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter - på veg mot et tolkningsfellesskap. *Nordic studies in Science Education*, 17(3), 293-310.
- Haugan, K., Korssjøen, S. G. & Skarpnes, K. (2017) Åtte naturfaglæreres forståelse av og erfaring med utforskende arbeidsmåter og Forskerspiren ni år etter innføring av den norske nasjonale læreplanen Kunnskapsløftet (LK-06). *NorDiNa*, 13(1), 66–68.
- Kolstø, S.D. (2008). Science education for democratic citizenship through the use of the history of science. *Science & Education*, 17(8-9), 977–997. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9084-8>

- Kunnskapsdepartementet (2016). *Kultur for kvalitet i høyere utdanning*. (Meld. St. 16 (2016-2017)). <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-16-20162017/id2536007/>
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. I *Handbook of Research on Science Education*, Volume 2 (s. 614–634). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203097267-41>
- Loughran, J. J. (2014). Developing Understanding of Practice: Science Teacher Learning. I Lederman, N. G., Abell, S. K. (Red.) *Handbook of Research on Science Education*, Volume II (811-829). New York: Routledge.
- Matthews, M. R. (1989). A role for history and philosophy in science teaching. *Interchange* (Toronto. 1984), 20(2), 3–15. <https://doi.org/10.1007/BF01807043>
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511–532. <https://doi.org/10.1023/A:1008642510402>
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249-263. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y>
- McComas, W. F. (2020). Introduction. I McComas, W. F. (Red.) *Nature of Science in Science Instruction. Rationales and Strategies* (s. xvii–xx).
- McComas, W.F. & Clough, M.P. (2020). Nature of Science in Science Instruction: Meaning, Advocacy, Rationales, and Recommendations. In W.F. McComas (Red.) *Nature of Science in Science Instruction. Rationales and Strategies* (s. 3-22). Basel: Springer Nature.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- Moreno-Martinez, L. & Lykknes, A. (2019) The periodic system and the nature of science: The history of the periodic system in Spanish and Norwegian secondary school textbooks. *Substantia* 3:2, Suppl. 4, 61–74.
- Naturfag 2/21. Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter: https://www.naturfag.no/tidsskrift_nummer/vis.html?tid=2342104
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*. 25(9), 1049-1079
- Osborne, J. (2007). Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3 (3), 173–184.
- Palmer, H. S., Efstathiou, S. & Lykknes, A. (2024). Towards more culturally aware teaching of ‘scientific practices’: Understanding science as a social-historical human endeavour. *NorDiNa* (in press)
- Rudge, & Howe, E. M. (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, 18(5), 561–580. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9088-4>
- Røkenes, F. M. (2014) Development of Student Teachers’ Digital Competence in Teacher Education. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 9(4), 25-280.
- Sjøberg, S. (2022). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (4. utgave.). Gyldendal.
- Sjølie, E. (2014) *Pedagogy is just common sense: A case study of student teacher ‘s academic learning practices*. PhD thesis, NTNU.
- Sletten, H. (2017) *Naturvitenskap, mer enn bare fakta? En undersøkelse om hvilket bilde på naturvitenskapens egenart som formidles i Tellus 8–10*. Masteroppgave, NTNU.
- Utdanningsdirektoratet (2020). Læreplan i naturfag, NAT01-04: <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>