

Fakultet for lærarutdanning og pedagogikk

Ingrid Oline Aabrekk

Masteroppgåvetype

Læreverket Gyldendal si framstilling av
naturvitskapens eigenart (NOS) og
evolusjonsteorien

Textbooks from Gyldendal presenting
the Nature of Science (NOS) and
the theory of evolution

Grunnskolelærerutdanning 5. - 10. trinn

2023

Forord

Naturfag i den norske grunnskulen er delt inn i fleire fagdisiplinar, deriblant biologi. For at elevane verkeleg skal forstå innhaldet i biologi må dei ha god kjennskap til evolusjon og evolusjonsteorien, noko som fører til at evolusjon bør vektleggast som ein berande idé i faget. Mi pedagogiske interesse for evolusjonsteorien starta i 2021 då eg skreiv ei forskning og utviklingsoppgåve (FoU) om progresjon av evolusjon i læreplanen LK20. Resultatet derfrå viser at læreplanen berre har eit kompetansemål som eksplisitt omtalar evolusjon, men temaet kan trekkast inn implisitt i andre kompetansemål dersom ansvarlege for undervisinga legg til rette for dette. På bakgrunn av desse funna undersøker eg no om evolusjonsteorien er trekt inn i lærebøkene til elevane på ein hensiktsmessig måte, også under andre tema innan biologi for å gje elevane ei djup forståing for temaet gjennom ein læringsprogresjon frå 5. til 10. trinn.

Oppgåva hadde ikkje blitt det produktet den er i dag om det ikkje hadde vore for gode råd og verdifull vegleiing frå min vegleiar Anne Bergliot Øyehaug som tipsa meg om å trekke inn naturvitskapens eigenart basert på realfagsforskarane Erduran og Dagher, slik at oppgåva også rommar ei forståing for korleis kunnskap er utvikla, samt korleis forskarar har arbeidd med å utvikle og aksepterer evolusjonsteorien. Tusen takk for konstruktive tilbakemeldingar, og for at du har delt din kunnskap og erfaringar på området med meg. Di oversikt over fagfeltet har vore til stor hjelp for meg i denne oppgåva. Takk til medstudentar som har diskutert og samanlikna tolkingar av fagterminologi med meg gjennom heile dette året. Eg vil òg takke Gyldendal som delte sine smartbok-utgåver av lærebøkene sine med meg.

Til slutt vil eg rette ein takk til min sambuar som har bidrege med god støtte og motiverande samtalar undervegs i arbeidet med denne oppgåva.

12.05.2023, Hamar

Ingrid Oline Aabrekk

Innhald

Forord	i
Innhald	ii
Tabellar	iv
Figurar	v
Samandrag	vi
Abstract	vii
1. Innleiing	1
2. Teori	6
2.1 <i>Naturvitskapens eigenart, NOS</i>	6
2.1.1 Familielikskapstilnærminga, FRA	8
2.1.2 Vitskap som eit kognitivt-epistemisk system.....	10
2.1.3 Vitskap som eit sosialt-institusjonelt system.....	16
2.2 <i>Evolusjon</i>	20
2.2.1 Evolusjonsbyggjesteinar	21
2.3 <i>Læringsprogresjon</i>	30
2.3.1 NOS i lærebøker og læreplanar	33
2.3.2 Elevanes forståing av evolusjon.....	34
3. Metode	36
3.1 <i>Innhaldsanalyse</i>	36
3.2 <i>Datamaterialet</i>	37
3.3 <i>Refleksjonar kring datainnsamlinga</i>	39
3.3.1 NOS-dimensjonane	39
3.3.2 Evolusjonsbyggjesteinane	43
3.3.3 Læringsprogresjon	45
3.3.4 Koplinga mellom NOS og evolusjon.....	46
3.4 <i>Reliabilitet</i>	47
3.5 <i>Validitet</i>	47
3.6 <i>Forskingsetiske vurderingar</i>	48

4. Resultat	49
4.1 <i>Naturvitenskapens eigenart i lærebøkene</i>	49
4.1.1 Vitskaplege praksisar i lærebøkene	50
4.1.2 Sosial sertifisering og formidling i lærebøkene	51
4.2 <i>Evolusjon i lærebøkene</i>	53
4.2.1 Struktur-funksjon i lærebøkene	55
4.2.2 Genetisk variasjon i lærebøkene	57
4.3 <i>Kopling mellom evolusjon og NOS i lærebøkene</i>	58
4.3.1 Biologisk mangfald kopla til NOS i lærebøkene	60
4.3.2 Geologiske prosessar kopla til NOS i lærebøkene	61
5. Diskusjon	63
5.1 <i>Naturvitenskapens eigenart</i>	63
5.1.1 Ulik vektning av NOS-dimensjonane i lærebøkene	64
5.1.2 Datainnsamling i lærebøker på ulike trinn	69
5.1.3 Fagfellevurdering i lærebøker på ulike trinn	71
5.2 <i>Evolusjonsteorien</i>	73
5.2.1 Evolusjonsbyggjesteinane koplast sjeldan til evolusjonsteorien	73
5.2.2 Naturleg seleksjon og tilpassing i lærebøker på ulike trinn	76
5.2.3 Formeiring og arv i lærebøker på ulike trinn	77
5.3 <i>Evolusjonsteorien si utvikling og aksept gjennom NOS</i>	79
5.3.1 Kartlegging av biologisk mangfald på ulike trinn	79
5.3.2 Beskriving av jordas tidlegare artar på ulike trinn	81
6. Konklusjon	82
6.1 <i>Oppsummering av funn</i>	82
6.2 <i>Avgrensingar og implikasjonar</i>	85
Litteraturliste	86
Vedlegg	91

Tabellar

Tabell 1: Observasjons- og eksperimentelle metodar i ein evolusjonskontekst (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 101).....	15
Tabell 2: Oversikt over analyseiningar i datamaterialet.....	38
Tabell 3: Oversikt over NOS-dimensjonane basert på Erduran og Dagher (2014), samt eksplisitte og implisitte utdrag frå lærebøkene tilhøyrande dimensjonane.	41
Tabell 4: Oversikt over evolusjonsbyggjesteinane basert på Catley et al. (2005), samt utdrag frå lærebøkene tilhøyrande byggjesteinane.	44
Tabell 5: Oversikt over frekvensen NOS-dimensjonane til Erduran og Dagher (2014) opptre i lærebøkene både gjennom eksplisitte og implisitte tilfelle i NOS-kapitla. NOS-dimensjonane er: 1) mål og verdiar, 2) vitskaplege praksisar, 3) metode og metodiske reglar, 4) vitskapleg kunnskap, 5) profesjonelle aktivitetar, 6) vitskapleg etos, 7) sosial sertifisering og formidling, 8) vitskapens sosiale verdiar, 9) sosiale organisasjonar og interaksjonar, 10) politiske maktstrukturar og 11) finansielle system.	49
Tabell 6: Læringsprogresjon innan vitskaplege praksisar med fokus på datainnsamling.....	50
Tabell 7: Læringsprogresjon innan sosial sertifisering og formidling med fokus på fagfellevurdering.	52
Tabell 8: Oversikt over frekvensen evolusjonsbyggjesteinane til Catley et al. (2005) opptre i lærebøkene. Evolusjonsbyggjesteinane er: 1) biologisk mangfald, 2) struktur-funksjon, 3) økologi/ innbyrdes forhold, 4) genetisk variasjon, 5) endring og 6) geologiske prosessar. ..	54
Tabell 9: Tilfelle der evolusjon er eksplisitt uttrykt i lærebøkene.	55
Tabell 10: Læringsprogresjon innan struktur-funksjon med fokus på naturleg seleksjon og tilpassing.....	56
Tabell 11: Læringsprogresjon innan genetisk variasjon med fokus på formeiring og arv.	57
Tabell 12: Oversikt over kapittel i lærebøkene der evolusjonsbyggjesteinar er kopla til NOS.	59
Tabell 13: Læringsprogresjon innan biologisk mangfald med fokus på NOS.	60
Tabell 14: Læringsprogresjon innan geologiske prosessar med fokus på NOS.	61

Figurar

Figur 1: FRA-hjulet er ei visuell framstilling av dei kognitivt-epistemiske og sosialt-institusjonelle komponentane si samhandling med kvarandre (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 28).	9
Figur 2: Mål og verdiar kjem inn under fleire element av vitskapen (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 49).	10
Figur 3: Benzenringheuristikk for vitskapelege praksisar (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 82).	13
Figur 4: Tannhjulmodellen viser eit samspel mellom ulike metodar (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 101).	14
Figur 5: Kunnskapsvekst innan teoriar, lover og modellar (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 115).	15
Figur 6: Catley et al. (2005) sine åtte kjerneomgrep innan evolusjon, seks faglege byggjesteinar og to læringsverktøy.	21
Figur 7: Ei visuell framstilling av elevane sin læringsprogresjon frå eit nedre til eit øvre anker, samt mellomtrinnsnivå læringa kan vere innom (omsett og tilpassa frå Salinas, 2009, s. 6).	32
Figur 8: Ei visuell samanfatting av problemområdet.	46
Figur 9: Ei visuell samanfatting av resultata.	62

Samandrag

Denne masteroppgåva beskriv korleis læreverket til Gyldendal framstiller naturvitskapens eigenart (NOS) og evolusjonsteorien gjennom bøkene *Refleks 5-7* og *Element 8-10*. Hensikta med oppgåva har vert å undersøke korleis lærebøker legg opp til at elevar på ulike alderstrinn skal forstå NOS og evolusjon, samt koplinga mellom desse med tanke på korleis forskarane har arbeidt med å beskrive evolusjonsteorien slik den er framstilt i dag.

Det er nytta ei innhalsanalyse av lærebøkene for å samle inn data. Analyseringa nytta hovudsakleg Erduran og Dagher (2014) sine elleve NOS-dimensjonar, og Catley et al. (2005) sine seks evolusjonsbyggjesteinar som teoretisk rammeverk. Konklusjonen er at alle dei seks lærebøkene inneheld eit eige NOS-kapittel som saman tek føre seg det meste av innhaldet i NOS-dimensjonane. Nokre av dimensjonane opptre hyppigare enn andre og innhaldet i desse dimensjonane ser ut til å byggje vidare på kvarandre mellom dei ulike alderstrinna. Tilsvarande er alle evolusjonsbyggjesteinane omtalt, og det er læringsprogresjon innan nokre av byggjesteinane. Når ein byggjestein vert omtalt i lærebøkene er det sjeldan trekt koplingar frå byggjesteinen til evolusjonsteorien, noko som er uheldig fordi slike koplingar kan føre til at elevane får ei djupare forståing for evolusjon som berande idé. I svært få tilfelle nyttar lærebøkene NOS eksplisitt til å beskrive korleis forskarane har arbeidt innan ein evolusjonsbyggjestein, men når dette skjer får elevane ei betre forståing for kvifor forskarane sitt arbeid er viktig. I *Element 8* er det eksplisitt beskrive at forskarane sitt arbeid har bidrege til å stadfeste evolusjonsteorien.

Nøkkelord: Naturvitskapens eigenart, NOS, evolusjonsteorien, læringsprogresjon, innhalsanalyse.

Abstract

This master's thesis describes how the textbooks from Gyldendal presents the Nature of Science (NOS) and the theory of evolution in the textbooks *Refleks 5-7* and *Element 8-10*. The purpose of the study was to explore how textbooks are designed to help students at different ages understand NOS and evolution, as well as the connection between them in terms of how researchers have worked to describe the theory of evolution as it is presented today.

A content analysis of the textbooks was used to collect data. The analysis mainly used Erduran and Dagher's (2014) eleven dimensions of NOS, and Catley et. al's (2005) six building blocks of evolution as theoretical framework. The conclusion is that all six textbooks contain a dedicated chapter on NOS, which together covers most of the content in the NOS dimensions. Some dimensions appear more frequently than others, and the content of these dimensions seems to build on each other across different age levels. Similarly, all the building blocks of evolution are discussed, and there is a learning progression within some of them. However, when a building block is presented in the textbooks, there is rarely a connection made from the building block to the theory of evolution, which is unfortunate because such connections can provide students with a deeper understanding of evolution as a big idea. In very few cases the textbooks explicitly use NOS to describe how researchers have worked within a building block of evolution, but when this happens, students gain a better understanding of why the researchers' work is important. In *Element 8*, it is explicitly described that the researchers' work has contributed to confirming the theory of evolution.

Keywords: Nature of Science, NOS, theory of evolution, learning progression, content analysis

1. Innleiing

Dagens samfunn har ei rekke utfordringar knytt til biologi der evolusjonsrelatert forskning har stor relevans for å løyse utfordringane. Den kanskje mest omtalte utfordringa dei siste åra er koronaviruset som verdas helseorganisasjon erklærte som ein global pandemi våren 2020. I tida etter vart det satt i gang tiltak for å unngå spreining av viruset (Johnson, 2022, s. 19) som har mutert fleire gongar til eit mangfald av variantar og ført til sjukdom og død (Ng et al., 2021, s. 1). Forskarar over heile verda har samarbeidd med å studera desse mutasjonane slik at dei kan lære korleis viruset er oppbygd for å utvikle vaksiner som beskyttar oss mot det (Johnson, 2022, s. 19).

I tillegg til koronaviruset finst det ei mengde eksempel på relevant forskning der evolusjonsbiologi dannar bakgrunn for å påverke og forbetre samfunnet vi lever i. Evolusjonær genetikk og vitenskapsskribent Norman Johnson tek føre seg korleis evolusjonsbiologi nyttast til å løyse moderne samfunnsmessige og teknologiske utfordringar innan helse, mat, miljø og samfunn i det 21. hundreår. Eit av hans eksempel er antibiotikaresistens som skapar utfordringar for folkehelsa sidan effekten antibiotika har på bakteriar avtek på bakgrunn av at bakteriane vert resistente (s. 3). Eit anna eksempel er at evolusjon bør inkluderas i tverrfagleg arbeid med blant anna berekraftig utvikling med tanke på at det biologiske mangfaldet på jorda og i havet vert påverka av menneskeleg åtferd gjennom til dømes global oppvarming. Johnson (2022, s. 215) hevdar at menneska, med hjelp av forskning på evolusjonsbiologi, kan hindre tap av biologisk mangfald gjennom å nytte strekkodingsverktøy for å identifisere og kategorisere artar slik at biologisk mangfald kan sporast og utryddingstrua artar kan reddast.

Det finst som nemnt ei rekke eksempel på kvifor elevane i naturfagundervisinga bør lære om evolusjonsrelaterte samfunnsaktuelle saker gjennom evolusjonsteorien, samt korleis forskarane har samarbeidd med å løyse slike utfordringar. Ser vi på kompetansemål i læreplanen finst det eit eksplisitt kompetansemål om evolusjon etter 10. trinn som trekk fram at elevane skal kunne: «beskrive korleis forskarar har kome fram til evolusjonsteorien og bruke denne til å forklare utvikling av biologisk mangfald» (Utdanningsdirektoratet, 2020). Overordna del i læreplanverket for kunnskapsløftet 2020 (LK20) presiserer at elevane skal lære korleis dei sjølv kan tileigne seg ny kunnskap, samt korleis kunnskapen vi kjenner til har utvikla seg (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 5-7). Dette bidreg til at evolusjonsteorien og

naturvitenskapens eigenart (NOS) er sentrale tema for undervisinga, og det er dermed interessant å undersøke korleis dei vert uttrykt i lærebøkene. I denne oppgåva vert Gyldendal sitt læreverk gjennom bøkene *Refleks 5-7* og *Element 8-10* som alle er utgitt mellom 2020 og 2022, og dermed tilpassa Overordna del og LK20 analysert for å finne ut om forfattarane trekk inn evolusjon og NOS der det er hensiktsmessig.

Evolusjonsteorien kan reknast som ein berande idé, eit sentralt konsept i faget, og når læraren fokuserer på ein berande idé vil det skape større samanheng og tilpassing mellom undervisinga og elevane si læring (Catley et al., 2005, s. 4). Harlen (2010, s. 1) påpeikar at elevar som lærer gjennom berande idear er betre i stand til å ta informerte avgjersler innan vitenskap, difor bør undervisinga i skulen heller fokusere på berande idear en smale kompetansemål. Også Dobzhansky (1973) hevdar at evolusjon er eit sentralt element elevane må kjenne til for å få ei djupare forståing for biologi, gjennom sitt utsegn: «Nothing in Biology makes sense, except in the light of evolution». Med det sagt, evolusjon er ofte eit vanskeleg tema for elevane å lære.

Tshuma og Sanders (2015, s. 354) beskriv fleire studiar i si forskning som har sett at det ofte oppstår misoppfatningar hos elevane når dei lærer om evolusjon. Dette kan kome av at lærebøker trekk fram sekvensar og omgrep som er viktige for å forstå evolusjon i ulike kapittel utan å sjå sekvensane i ein større samanheng, denne utfordringa kan løysast dersom konsept som høyrer saman vert presentertert i ei logisk rekkefølge i lærebøkene slik at elevane forstår at desse dannar ein samanheng (s. 357). Dei har og sett at lærebøkene gjev feilinformasjon om viktige omgrep og sekvensar innan evolusjon, som til dømes at individ gjennomgår endringar som dei veit vil vere gunstige for dei (Tshuma & Sanders, 2015, s. 360). Evolusjon kan òg vere utfordrande å undervise på grunn av ulike religiøse tilnærmingar noko det må takast omsyn til i samtalar med elevane. I denne lærebokanalysen er det teke utgangspunkt i det vitenskaplege aspektet ved evolusjon.

Gjennom lærebokanalysen i denne masteroppgåva vert innhaldet i evolusjonsteorien definert etter Catley et al. (2005) som teoretisk rammeverk. Dei delar evolusjon inn i åtte kjerneomgrep derav seks faglege byggjesteinar; biologisk mangfald, struktur-funksjon, økologi/ innbyrdes forhold, genetisk variasjon, endring, og geologiske prosessar, samt to verktøy som kan nyttast i arbeidet med dei faglege byggjesteinane; former for argumentasjon og matematiske verktøy. Catley et al. (2005) sine to verktøy vert ikkje nytta i denne oppgåva, i staden vert NOS beskrive gjennom Erduran og Dagher (2014), mitt andre teoretiske rammeverk, sidan dette er relevant

i forhold til læreplanen med tanke på korleis forskarar har arbeidd for å kome fram til dagens kunnskap om evolusjonsteorien.

NOS er fordelt over elleve dimensjonar og kan samanfattast basert på Erduran et al. (2019, s. 316-317). Forskarane har eit sett med mål og verdiar (blant anna nøyaktigheit og objektivitet) som dei må følge i sitt arbeid (s. 316). Vitskaplege praksisar handlar om framgangsmåten forskarane nyttar for å samle inn og tolke data, medan metode og metodiske reglar handlar om eksterne delar av forskinga (som å lage hypotese, planlegge forsøket og å skrive rapport frå forsøket) og kan gjennomførast på ulike måtar. Produktet frå forskinga vert framvist som vitskapleg kunnskap (s. 316). Dei profesjonelle aktivitetane forskarane arbeider med er å skrive manuskript og delta på konferansar for å diskutere forskinga si i eit forskarfelleskap (s. 317). Vitskapleg etos beskriv korleis forskarar skal oppføre seg, sosial sertifisering og formidling omhandlar fagfellevurdering og publisering av forskinga, medan vitskapens sosiale verdiar viser til at forskinga skal forbetre menneska si helse. Avslutningsvis arbeider forskarar saman i ulike organisasjonar og interaksjonar, der både politiske maktstrukturar og finansiell system er med å påverke kva det skal forskast på (Erduran et al., 2019, s. 317).

Ein studie av LK20 viser at to tredelar av læreplanteksten, og då spesielt kompetansemåla, kan relaterast til Erduran og Dagher sine NOS-dimensjonar (Mork et al., 2022, s. 1615). Trass i dette, samanfattar Øyehaug og Kristensen (2023, s. 2) både nasjonal og internasjonal forskning (gjennom blant anna Kolstø, 2006; Sjøberg, 2014; Michel & Neumann, 2017) som finn det utfordrande for elevane å få innsikt i NOS, samt at verken elevar eller lærarar har informert forståing av NOS-dimensjonane. Dette er rett nok ei samanfating av studiar gjort før LK20 vart danna, og tidlegare læreplanar hadde kanskje ikkje like god oppslutning kring NOS. Sidan Gyldendal sine lærebøker skal bidra til at elevane forstår innhaldet i LK20 som Mork et al. (2022) har funne kan relaterast til NOS er det treffande å nytte desse dimensjonane til å analysere lærebøkene i denne masteroppgåva som altså er utarbeidd på bakgrunn av LK20.

Det finst ei rekke forskning på databasane ERIC, Oria, Idunn og Web of science, og ein kombinasjon av søkeorda «theory of evolution» OR «evolutionary theory» og «NOS» OR «nature of science» gjev ei rekke resultat. Ei avgrensing til fagfellevurderte artiklar i skulesamanheng gjev nokre resultat. Blant anna undersøker Cofré et al. (2018, s. 248) i si forskning kva rolle NOS-undervising har for å styrke elevane si forståing om evolusjon. Resultat frå studien viser at å nytte NOS i undervising om evolusjon ikkje nødvendigvis gjev elevane betre forståing for evolusjon, men det fører til at elevane i større grad akseptera

evolusjonsteorien (Cofré et al., 2018, s. 259). Nyléhn og Ødegaard (2018, s. 687) trekk fram ei rekke ulike forskingar som har sett at dersom elevane har utilstrekkeleg kunnskap om NOS kan dette hindre dei i å akseptere sentrale emne innan biologi, dei framhevar spesielt evolusjon og biologisk mangfald. Bilica (2012, s. 24) hevda at å nytte ein læreplan utforma kring NOS, støtta elevanes læringsbehov samt skapar ei djupare forståing for evolusjon sidan dette ofte er eit omstridt emne med tanke på religiøse tilnærmingar. Resultatet viser at elevar som tidleg vert introdusert for NOS i større grad klarer å trekkje ut det vitskapelege aspektet ved evolusjonsteorien (Bilica, 2012, s. 28). Både Cofré et al. (2018), Nyléhn og Ødegaard (2018), og Bilica (2012) sine forskingar viser at å kombinere NOS og evolusjon er nyttig for elevane si læring, noko som gjer denne kombinasjonen til ein relevant kombinasjon å analysere etter i norske lærebøker.

Vidare søk i databasane på dei same søkeorda (evolusjonsteorien og NOS) i ein kombinasjon med «content analysis» og «textbook in science» OR «science textbook» gjev svært få resultat, der ingen av dei kan koplust direkte mot denne oppgåva. Dersom vi berre ser på NOS i lærebøker fant BouJaoude et al. (2017, referert i Erduran et al., 2019, s. 321) at ingen analyserte niandeklasse lærebøker frå Libanon adresserte NOS på ein tilstrekkeleg måte, berre nokre av dimensjonane var omtalt, og i liten grad. Tilsvarande fant McDonald (2017, s. 114) at heller ikkje australske lærebøker for ungdomstrinnet la tilstrekkeleg til rette for NOS-forståing, eller utnytta moglegheiter for å eksplisitt inkludere NOS der det var relevant i ein evolusjonær kontekst.

Dersom også progresjon vert inkludert som søkeord, for å sjå etter studiar som undersøker om det er ein læringsprogresjon mellom innhaldet i lærebøkene, gjev dette ingen resultat. Å undersøkje innhaldsanalyse av progresjon i lærebøker gjennom NOS gjev nokre resultat, der berre eit er direkte relevant for denne oppgåva. Dette omfattar Okan og Kaya (2022) som undersøkte korleis NOS-dimensjonane er uttrykt i lærebøker i Tyrkia, samt om det er progresjon mellom lærebøker. Dei konkluderte med at det ikkje var noko konsistent progresjon gjennom bøkene (Okan & Kaya, 2022, s. 1). Dersom søket berre omfatta læringsprogresjon og evolusjon vert det fleire resultat. Blant anna har ei forskning frå Austerrike sett at deira læreplan omtalar evolusjon i kompetansemål etter 7. og 12. trinn, det vart utvikla ein læringsprogresjon som dekkja dei mellomliggende alderstrinna kring undervisningsekvensar med fokus på naturleg, seksuell og kunstig seleksjon samt variasjon (Scheuch et al., 2019). Resultatet viser at elevane starta med teleologiske overtydingar som til

dømes at artar målretta tilpassar seg omgivnadane, men terminologien «survival of the fittest» kan nyttast som eit utviklingstrinn for å forstå naturleg seleksjon. Forfattarane såg og tilsvarande endringar innan dei andre faglege områda dei undersøkte (Scheuch et al., 2019, s. 12).

At det ikkje er nokon relevante resultat på innhaldsanalyser som har sett etter progresjon i lærebøker innan evolusjonsteorien og NOS kan tyde på at dette er eit lite utforska område. Dette er det forsøkt å gjere noko med i denne masteroppgåva. På bakgrunn av tilviste studiar er ei samanfating av problemområde for oppgåva å beskrive korleis læreverket til Gyldendal gjennom bøkene *Refleks 5-7* og *Element 8-10* legg opp til at elevane skal forstå sentrale element innan NOS og evolusjon, samt korleis dette kjem til uttrykk i lærebøker på ulike trinn gjennom ein læringsprogresjon. Det vert òg undersøkt om evolusjonsteorien koplast til NOS i lærebøkene med tanke på korleis forskarar har arbeidt med å utvikle og akseptere teorien gjennom ulike arbeidsmåtar.

Oppgåva har tre forskingsspørsmål:

1. *Korleis kjem naturvitskapens eigenart (NOS) til uttrykk i lærebøker i naturfag på ulike trinn?*
2. *Korleis kjem evolusjonsteorien til uttrykk i lærebøker i naturfag på ulike trinn?*
3. *Korleis koplast evolusjonsteorien til naturvitskapens eigenart (NOS) i desse lærebøkene?*

2. Teori

Teorikapittelet er tredelt, og tek først føre seg mine to teoretiske rammeverk. Desse er naturvitskapens eigenart (NOS) med fokus på familielikskapstilnærminga (FRA) til Erduran og Dagher (2014), og Catley et al. (2005) sine byggjesteinar elevane må kjenne til for å få ei forståing av evolusjonsteorien. Det er innhaldet i desse teoretiske rammeverka som er nytta i analyseringa av lærebøkene. Tilhøyrande begge rammeverka vert koronaviruset nytta som eksempel, både med tanke på korleis det har utvikla seg til eit mangfald av virusvariantar, og med tanke på korleis forskarane har arbeidd for å kome fram til kunnskapen vi har om viruset i dag. Til slutt følger eit delkapitel om læringsprogresjon.

2.1 Naturvitskapens eigenart, NOS

For at elevane skal utvikle vitskapleg kompetanse må dei kjenne til naturvitskapens eigenart (NOS) sidan dette gjer det lettare for dei å lære innhaldet i naturfag, auke deira forståing av menneskeleg verksemd, samt deira evne til å ta informerte slutningar kring sosiovitskaplege problemstillingar (SSI) som til dømes spørsmål om global oppvarming, genmodifisert mat og undervising om intelligent design (Irzik & Nola, 2014, s. 999). Catley et al. (2005, s. 10) nytta to verktøy for å utvikle elevane sin kunnskap om evolusjonsteorien. Desse er former for argumentasjon som handlar om at elevane kan nytte modellar, og gjennomføre undersøkingar der dei samanliknar artar og testar hypotesar, og matematiske verktøy som kan hjelpe elevane til å forklare prosessar innan evolusjon gjennom målingar, dataoppretting, distribusjon og ulike diagram (Catley et al., 2005, s. 10). I denne oppgåva vert ikkje Catley et al. (2005) sine verktøy nytta. I staden vert NOS nytta som verktøy for å gje elevane ei forståing for korleis forskarar har kome fram til og godteke evolusjonsteorien slik den er i dag. Denne endringa er gjort sidan NOS er relevant i forhold til Overordna del med tanke på at elevane skal forstå korleis kunnskapen vi har i dag har utvikla seg (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 5-7).

Ifølge Abd-El-Khalick et al. (1998, s. 418) kan målet om å hjelpe elevane til å utvikle NOS-kompetanse sporast heilt tilbake til 1907. På 1990-talet voks NOS fram gjennom Norman Lederman, ein pedagog som forska på undervising om naturvitskapens eigenart. Han utvikla saman med sine samarbeidspartnarar ei liste, omtalt som ei konsensusliste, med sju nødvendige eigenskapar for å utvikle vitskapleg kunnskap (Lederman, 1998; 2002). Vidare følger ei oppsummering av Lederman et al. (2002, s. 500-502) si konsensusliste som omtalar vitskapleg epistemologi:

1. **Den empiriske naturvitenskapen:** Vitenskap er basert på observasjonar og konklusjonar vi trekker. Lederman et al. (2002, s. 500) skil mellom desse; observasjonar er beskrivingar av naturfenomen vi har sansa enten direkte eller gjennom hjelpemiddel, medan konklusjonar er utsegn om fenomen vi ikkje kan sanse.
2. **Naturvitenskaplege teoriar og lover:** Lederman et al. (2002, s. 500) skil òg mellom lover og teoriar; lover er utsegn eller beskrivingar av forholdet mellom observerbare fenomen, medan teoriar er utleia forklaringar på observerbare fenomen.
3. **Den kreative og fantasifulle naturvitenskapen:** Forskarane må vere kreative og fantasifulle når dei skal kome med forklaringar og teoriar på fenomen dei observerar (s. 500).
4. **Den teorilada naturvitenskapen:** Vitenskapleg kunnskap er subjektiv eller teorilada. Forskarane sin bakgrunn gjennom religion, tidlegare kunnskap, opplæring, erfaringar og forventingar påverkar kva dei observera og korleis dei tolkar observasjonane sine (s. 501).
5. **Den sosiale og kulturelt forankra naturvitenskapen:** Vitenskap påverkar, og vert påverka av kulturen den er ein del av. Dette kan vere sosial eller kulturell sfære, makt, politikk, økonomi, filosofi eller religion (s. 501).
6. **Myten om den naturvitenskaplege metoden:** Forskarar si oppgåve er å gjere observasjonar og testar, lage hypotesar og samanlikne resultat for å skape nye idear og forklaringar på fenomen. Lederman et al. (2002, s. 501) påpeikar at det ikkje finst éi rekkjefølge eller éin metode for å få eit gyldig og påliteleg svar som sikrar ny kunnskap.
7. **Den tentative naturvitenskapen:** Ny kunnskap kan føre til at allereie eksisterande kunnskap gjennom fakta, teoriar og lover vert endra, eller at gamle bevis vert tolka på nye måtar. Lederman et al. (2002, s. 502) omtalar difor vitenskapleg kunnskap som tentativ, den kan endrast og er ikkje absolutt sikker.

Lederman et al. (2002) si konsensusliste betraktast som ei domenegenerell tilnærming til NOS og vert av blant anna Clough (2006, s. 475), og Ryder og Martines (2015, referert i Øyehaug & Kristensen, 2023, s. 3) sett på som utfordrande å nytte i undervisinga sidan den ikkje gjev naturvitenskaplege prosessar nok djupne, den presenterer eit restriktivt bilete av NOS. Undervising om NOS gjennom den domenegenerelle tilnærminga krev at elevane vert eksplisitt undervist om dei sju eigenskapane i lista til Lederman et al. (2002) slik at dei er i stand til å avgjere kvifor ein aktivitet kan sjåast på som vitenskapleg, og korleis forskarar har

arbeidt (Clough, 2006, s. 475). Ei slik eksplisitt undervising kan gje elevane ei naiv forståing av NOS gjennom til dømes eit inntrykk av at naturvitskap er subjektivt basert på forskarane sine meiningar. Clough (2006, s. 463) hevdar at NOS-undervisinga vert meir effektiv dersom dimensjonane omtalast kontinuerleg i ulike tema og vitskapsdisiplinar gjennom ei domenespesifikk tilnærming.

2.1.1 Familielikskapstilnærminga, FRA

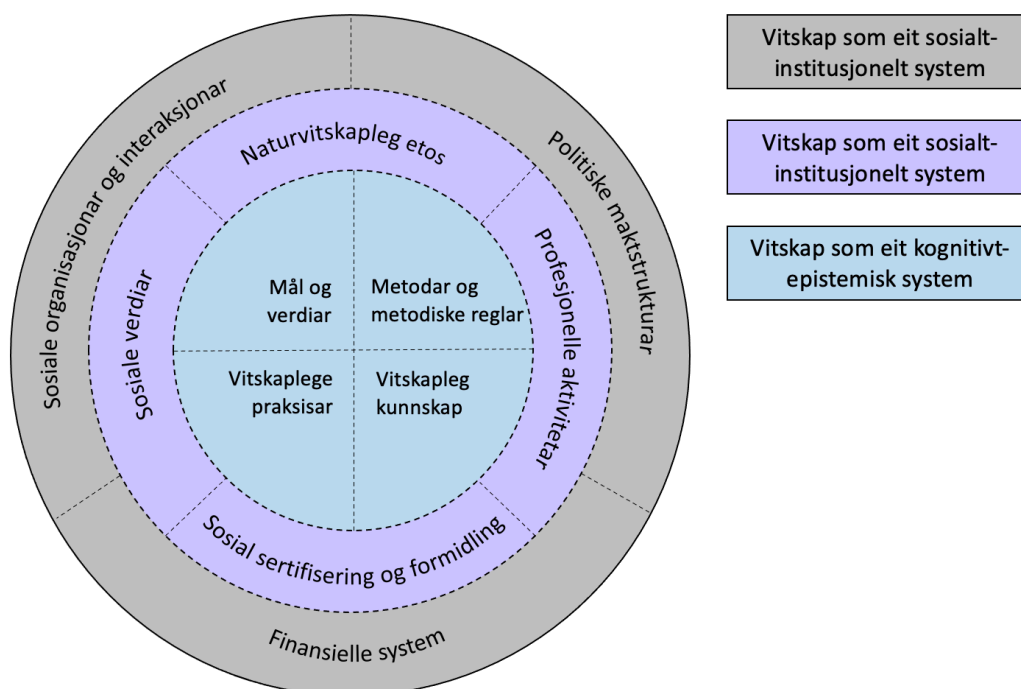
Vitskapsfilosofane Irzik og Nola (2014, s. 1011-1014) hevdar på lik linje med Clough (2006, s. 463) at variasjonar i vitskapsdisiplinane ikkje vert teke omsyn til gjennom NOS, dei nytta difor filosofen Ludwig Wittgenstein (1997) sin term familielikskap når dei definerer NOS i ei domenespesifikk tilnærming. Wittgenstein (1997, s. 63-66) utvikla familielikskap med spel som eksempel. Det finst mange ulike typar spel med overlappende likskapar, men likevel har vi ingen felles element for alle typar spel. Wittgenstein (1997, s. 64-66) utdjupar at vi kan lage delomgrep eller kategoriar der ulike spel innan ein kategori har fleire likskapstrekk med kvarandre, men det vil òg vere likskapar mellom spel i ulike kategoriar, dette skapar ei uklar grense mellom kategoriane, han hevdar at spela er i familie. Irzik og Nola (2014, s. 1010-1011) argumenterer for at naturvitskapens fagdisiplinar som alle har ei rekke ulike eigenskapar, men og felles kjerneeigenskapar som til dømes å samle inn data og trekke slutningar, dannar ein familie.

Irzik og Nola (2014, Kapittel 30.2) viser til noko usemje i realfagsutdanningsmiljøet (blant anna frå Lederman et al. 2002; Osborne et al., 2003 og Wong og Hodson, 2010) når det gjeld forskarane sine definisjonar av NOS. Likevel framhevar dei betydeleg konsensus i miljøet når det gjeld kva NOS er, samt korleis det bør undervisast i skulen. Erduran og Kaya (2019, referert i Øyehaug & Kristensen, 2023, s. 3) viser at FRA-rammeverket er fordelaktig sidan det trekk fram likskapane og ulikskapane mellom vitskapsdisiplinane, noko som fører til at NOS-perspektiva vert meir opne enn i den domenegenerelle tilnærminga. Snedden et al. (2021, s. 595) påpeikar òg viktigheita av å arbeide på tvers av disiplinær som avgjerande for å nedkjempe framtidige pandemiar som liknar på koronaviruset.

Familielikskapstilnærminga til Irzik og Nola (2014, kap 30.3) er ei systematisk og samla framstilling av NOS-element gjennom åtte eigenskapar som fangar opp og strukturerer trekk ved vitskapen. Ingen av vitskapsdisiplinane inneheld alle eigenskapane, men eigenskapane overlappar mellom disiplinane og danne familielikskap, difor er FRA gjeldande for alle

vitskapsdisiplinar (Irzik & Nola, 2014, s. 1013). Med utgangspunkt i NOS-forskning (kapittel 30.2) delte dei FRA-eigenskapane inn i to grupper; eit kognitivt-epistemisk system (mål og verdiar, undersøkingsprosessar, metodar og metodiske reglar, og vitskapleg kunnskap), og eit sosialt-institusjonelt system (profesjonelle aktivitetar, vitskapleg etos, sosial sertifisering og formidling av kunnskap, og vitskapens sosiale verdiar). Dei påpeikar at grupperinga skal danne klarheit i emnet, ikkje skilje gruppene frå kvarandre (Irzik & Nola, 2014, s. 1003).

Realfagsforskarane Erduran og Dagher vidareutvikla FRA-rammeverket til Irzik og Nola (2014) gjennom FRA-hjulet (figur 1), som dei presenterer i boka «Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories» frå 2014. Dei har ved fleire anledningar summert opp boka (mellom anna i Dagher & Erduran, 2016; Erduran et al., 2019). Også dei framhevar at grensene mellom sirklane og mellom dei ulike eigenskapane ikkje er oppdelt, komponentane samhandlar med kvarandre. FRA betraktar NOS som eit sett med mål og verdiar, praksisar, metodar og sosiale normer som bør inkluderast i naturfagpensum (Erduran et al. 2019, s. 312). Dei har lagt til tre ytterlegare dimensjonar under vitskap som eit sosialt-institusjonelt system sidan dette aspektet var avgrensa hos Irzik og Nola (Erduran & Dagher, 2014, s. 29). Vidare følger ei utgreiing av dei elleve dimensjonane med hovudvekt frå 2014-boka sidan den inkluderer eksempel på korleis NOS kan nyttast til evolusjonsforståing.



Figur 1: FRA-hjulet er ei visuell framstilling av dei kognitivt-epistemiske og sosialt-institusjonelle komponentane si samhandling med kvarandre (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 28).

2.1.2 Vitskap som eit kognitivt-epistemisk system

Erduran og Dagher (2014, s. 14) understrekar at dei nyttar visuelle representasjonar når dei presenterer dimensjonane til vitskap som eit kognitivt-epistemisk system sidan desse kan hjelpe både forskarar, men også lærarar og elevar med å forstå og organisere vitskapen. Samla omtalast representasjonane deira som generative bilete av vitskap (GIS), sidan dei inneheld sentrale aspekt frå vitskapen som kan utvidast og nyttast som heuristikk i naturfag (s. 164). Erduran og Dagher (2014, s. 181) refererer til ei rekke forskarar blant anna Abell & Lederman (2007) som hevdar bruken av FRA-hjulet og dei tilhøyrande GIS kan vere effektive i undervisinga dersom dei koplaster saman med modellbaserte undersøkingar, gruppediskusjon, presentasjon, rollespel, differensiering eller kollegavurdering.

1 Vitskapens mål og verdiar

Det finst ei rekke mål og verdiar i vitskapen og ulike vitskapsfilosofar framhevar ulike verdiar, dette fører til diskusjonar i miljøet og vanskar med å utvikle eit representativt rammeverk (Erduran & Dagher, 2014, s. 48). Mål og verdiar i vitskapen er epistemiske, kognitive, kulturelle, sosiale, politiske, moralske og etiske (s. 41). Dette kapittelet fokuserer på dei epistemiske og kognitive verdiane, dei resterande kjem under vitskap som eit sosialt-institusjonelt system (figur 2).



Figur 2: Mål og verdiar kjem inn under fleire element av vitskapen (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 49).

Erduran og Dagher (2014, s. 48) hevdar det er vanskeleg å presentere eit sett mål og verdiar som er representative for all vitskap, dei meiner difor at eit mangfald av verdiar vil sikre ein balanse i vitskapen og bidra til ein solid og sikker vitskapleg kunnskap vi kan stole på (s. 42). Mål og verdiar i skulen må tilpassast klassetrinn og elevanes kognitive ferdigheiter i det

aktuelle naturfaglege temaet (s. 48). Erduran og Dagher (2014, s. 42) trekk frem konsistens, enkelheit, objektivitet, empirisk tilstrekkelegheit og originale nyheiter (novelty) som relevante verdiar i skulen for at elevane skal forstå og respektere bevis, logikk, skepsis og rasjonalitet i vitskapen (s. 57). Det er også forventa at forskarar so vel som elevar er ærlege, moralske og etiske i sitt arbeid (s. 50). Ulike verdiar vil tene sitt formål i ulike settingar. Til dømes kan epistemiske verdiar som empirisk tilstrekkelegheit, nøyaktigheit og forklaringskraft, saman med kulturelle verdiar favorisere ein teori framfor ein annan (s. 49). Andre epistemiske verdiar elevane lærer i naturfagundervisinga er å registrere nøyaktige observasjonar og unngå skeivheit for å forklare eit fenomen. I naturfagundervising er den epistemiske verdien nøyaktigheit viktig, sidan den fokuserer på å gjere nøyaktige målingar og registrere nøyaktige observasjonar (s. 49). Eit eksempel på dette er at Ng et al. (2021, s. 3) i sin studie av genomsekvensar i koronaviruset er avhengige av at forskarane som studera spike-proteinet til viruset er særskild nøyaktige sidan dette proteinet er avgjerande for å innhente kunnskap for å utvikle ei vaksine. Summert fokuserer Erduran og Dagher (2014, s. 52) på objektivitet, originale nyheiter (novelty), empirisk tilstrekkelegheit, kritisk undersøking, adressering av uregelmessigheit og motførekomstar, samt det å ta utfordringar på alvor som dei viktigaste kognitive og epistemiske måla og verdiane.

2 Vitskaplege praksisar

Innan vitskaplege praksisar fordjupar Erduran og Dagher (2014, s. 67) seg i vitskapens prosess framfor produkt som kjem under dimensjonen vitskapleg kunnskap. Haug et al. (2021) har funne at både nasjonalt og internasjonalt vert omgrepet utforskning erstatta med naturvitskaplege praksisar. Øyehaug og Kristensen (2023, s. 1) hevdar ein naturvitskapleg praksis er ein utforskande aktivitet elevane deltek i, der dei samlar inn og tolkar data, eller formulera forklaringar tilpassa evidens. Erduran og Dagher (2014, s. 69 og 80) konseptualisera vitskaplege praksisar gjennom ulike metodar for observasjon, klassifisering og eksperimentering, dei fokuserer på korleis elevane kan nytte desse praksisane til å oppnå og lagre kunnskap. Suarez (2010, referert i Erduran og Dagher, 2014, s. 79) trekk fram representasjonar og modellering som viktige element som bør nyttast innan alle praksisane, det finst mange representasjonsverktøy som nyttast i vitskapen som til dømes figurar, grafar, diagram og bilete.

Observasjonar er ein viktig del av vitskapen som omhandlar å observere fenomen rundt oss enten direkte, eller med tilpassa spesialverktøy som til dømes teleskop (Erduran & Dagher,

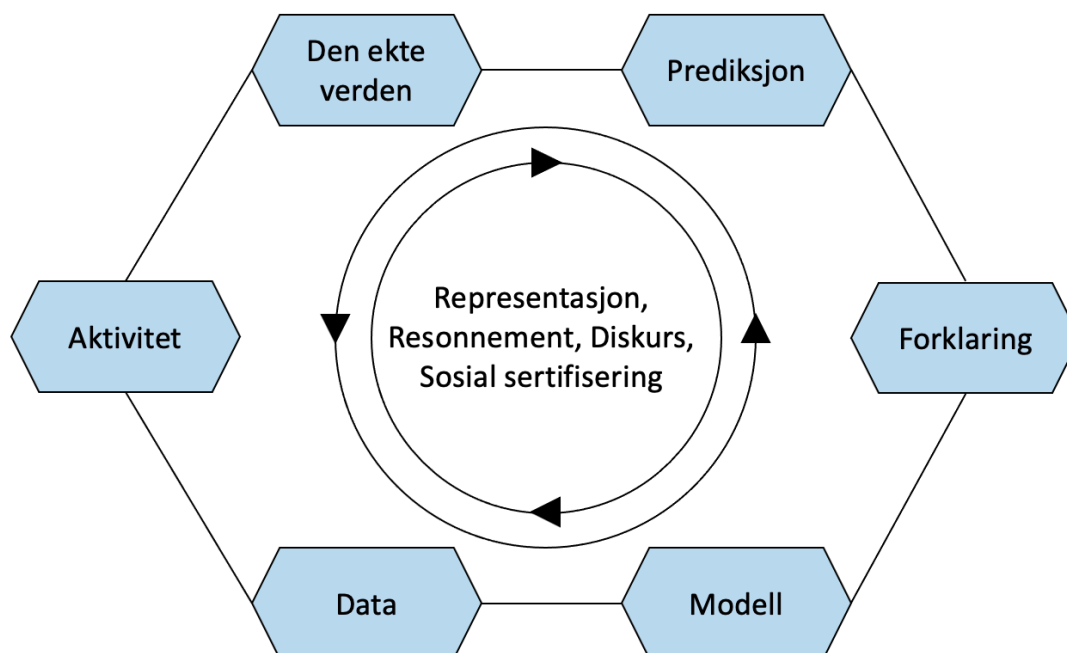
2014, s. 70). Observasjonane til forskarane er med på å understreke data som er samla inn for å generere kunnskap (s. 72).

Hierarkisk klassifisering kan sporast tilbake til Aristoteles som meinte naturen kan delast inn i meningsfulle klasser og underklasser (Ackrill, 1963, referert i Erduran & Dagher, 2014, s. 73). Erduran og Dagher (2014, s. 71) framhevar at når forskarar klassifiserar vil dei i tillegg til å organisere observasjonar også føreseie ytterlegare kategoriar eller element som ennå ikkje er observert, om elevane klassifiserar på bakgrunn av teoretisk kunnskap og prediksjon kan det skape større engasjement for den epistemiske praksisen. I staden vert klassifisering i skulebiologien ofte introdusert som eit sorteringsverktøy, utan å forklare eigenskapar ved hierarkiet som korleis det vart danna på bakgrunn av arv (Erduran & Dagher, 2014, s. 71, 75-76). Dette fører til at klassifisering i skulen ofte er nytta til å sortere observasjonar som til dømes fargestiftar, utan fokus på prediksjon eller korleis observasjonane passar inn i eit teoretisk rammeverk (s. 71). Erduran og Dagher (2014, s. 73) understrekar at i biologien kan klassifisering blant anna nyttast til å klassifisere artar i det taksonomiske hierarkiet. Til dømes har forskarar som arbeider med koronaviruset plassert det i Coronaviridae-familien på bakgrunn av virusets arvelege likskapar med andre SARS variantar (Shirzad et al., 2022, s. 1).

Når forskarar eksperimenterer vert resultat utleia gjennom kontrollerte forsøk der forskarteam diskuterer og evaluerer prosessen og verktøya som nyttast (Erduran & Dagher, 2014, s. 71). Eksperimentering handlar om intervensjon og reproduserbarheit fordi eksperiment påverkar den materielle verda og miljøet ved å produsere objekt, stoff, fenomen og prosessar (Radder, 2009, referert i Erduran & Dagher, 2014, s. 77). Radder (2009) framhevar spesielt reproduserbarheit, sidan eit eksperiment må kunne gjentakast for å vere produktivt for vitskapen (s. 77). Ifølge Erduran og Dagher (2014, s. 78) handlar ikkje eksperimentering om å nytte førehandsbestemte prosedyrar, forskarane finn opp nye prosedyrar og tilnærmingar som gjer identifisering av relevante prosedyrar til ein viktig del av eksperimenteringa. Lærebøkene til Gyldendal trekk fram ulike måtar å samle inn data på, og av den grunn er denne dimensjonen nytta til å undersøke ein læringsprogresjon i bøkene.

Erduran og Dagher (2014, s. 80) påpeikar at observasjon, klassifisering og eksperimentering ofte blir undervist utan å presentere deira rolle og funksjon i vitskapen, dei foreslår difor ein heuristikk kalla benzenringar (figur 3) som samlar komponentar innan vitskap og redefinera ferdigheitene ved å illustrere heilskapen i vitskapleg praksis gjennom eit pedagogisk verktøy. Figuren framhevar dynamikken mellom epistemiske, kognitive og sosiale komponentar

gjennom diskursive praksisar, òg trekk ein samanheng mellom dei ulike elementa som inngår i forskning, dette kan skape ein heilskap i naturfagundervisinga (Erduran & Dagher, 2014, s. 86). Benzenringheuristiken illustrera korleis dei vitenskaplege praksisane stiller seg i forhold til kvarandre slik at dei unngår ei lineær rekkefølge (Yeh et al., 2019, s. 305).



Figur 3: Benzenringheuristikk for vitenskaplege praksisar (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 82).

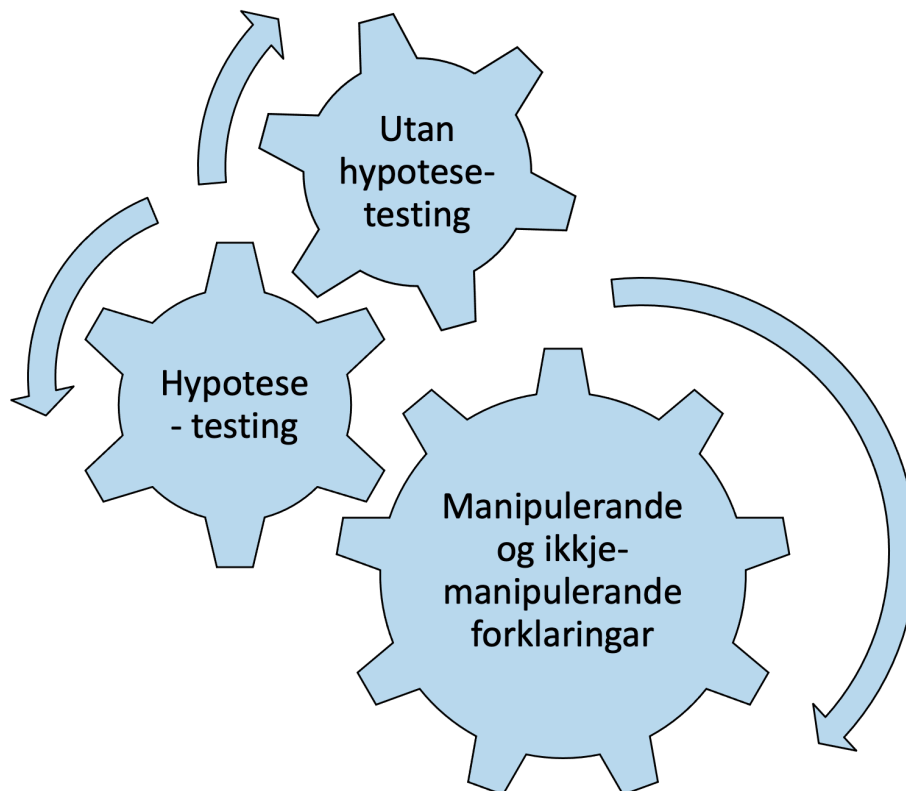
3 Metode og metodiske reglar

Naturfagundervising og lærebøker nyttar ofte «den vitenskaplege metoden» som ein fast algoritmisk måte å gjennomføre vitenskap på. Metoden tek utgangspunkt i at det først vert gjort ein observasjon, deretter vert det laga ei hypotese som undersøkast, data vert analysert, og avslutningsvis vert hypotesen bekrefta eller avkrefta i ein konklusjon. Diskusjonar kring «den vitenskaplege metoden» trekk fram korleis ein slik fast metode er kognitivt lettare for elevane å hugse og nytte i eiga forskning, trass i at den gjev eit forenkla blick på korleis forskarar arbeider (Erduran & Dagher, 2014, s. 93). Woodcock (2013, referert i Erduran & Dagher, 2014, s. 95) anbefala å heller nytte metaforen «forskaranes verktøykasse» sidan dette fokuserer på at forskarane i sitt arbeid må nytte dei verktøya som høver best til å gjennomføre forskinga.

Dei metodiske reglane Erduran og Dagher (2014, s. 92) trekk fram inkluderer det å konstruere og teste hypotesar, utan å konstruere eksterne hypotesar berre for å redde resultatet (ad hoc-hypotesar), finne relevant og oppdatert teori uavhengig om den er einstemmig med anna teori du har, samt å kople teori og hypotesar opp mot resultatet og kontrollere resultatet i lys av teorien. Det er ei kopling mellom desse metodiske reglane og dimensjonen mål og verdiar,

sidan mål og verdier påverkar val forskaren gjer, og legg til rette for korleis dei metodiske reglane skal gjennomførast (Erduran & Dagher, 2014, s. 92).

Erduran og Dagher (2014, s. 108-109) understrekar at når elevane sjølv får resonnerer seg fram til mest høvelege metodar for å gjennomføre undersøkingane sine er det større sjanse for at dei får eit innblikk i korleis vitenskapen fungera. Eit ofte manglande aspekt i skulen er at når elevane vel metodiske tilnærmingar bør dei i tillegg til å finne ut kvar undersøkingar og informasjon kjem frå, òg finne ut kva informasjonen fører til med tanke på danning av vitenskapleg kunnskap (s. 104). Tannhjulmodellen (figur 4) til Erduran og Dagher (2014, s. 101) illustrera at bevis frå fleire metodar genererast for å etablere kunnskap, det finst ikkje ei rett linje for å komme til ei løysing, men heller ei samansetting av fleire komponentar illustrert som eit tannhjul som driv forklaringa.



Figur 4: Tannhjulmodellen viser eit samspel mellom ulike metodar (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 101).

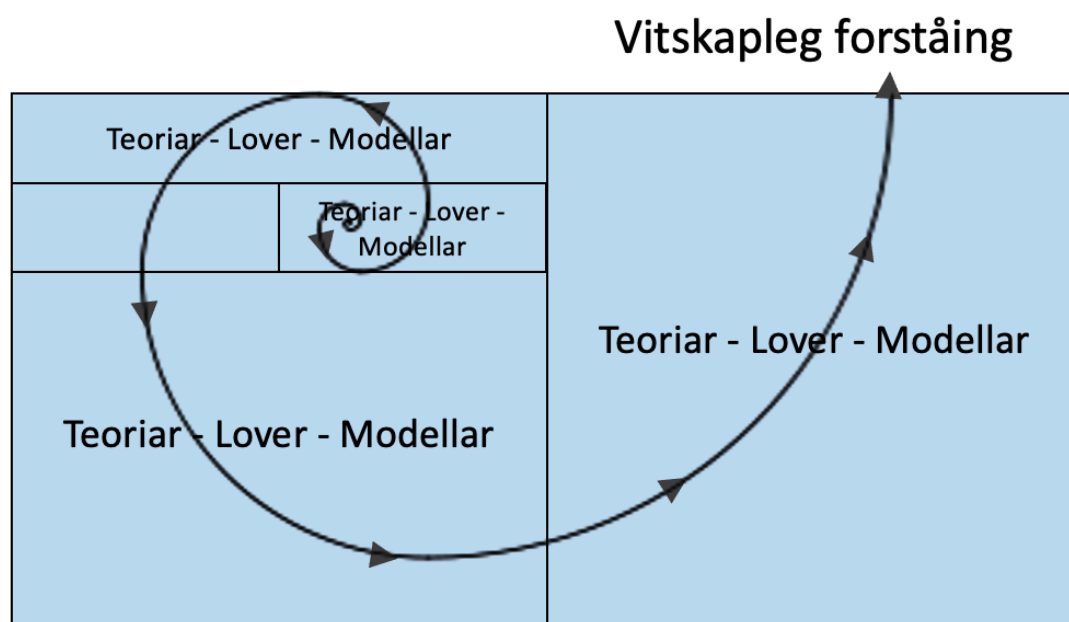
Erduran og Dagher (2014, s. 101) nyttar figur 4 til å framstille tabell 1, i forhold til korleis observasjons- og eksperimentelle metodar kan nyttast for å forklare evolusjonsteorien gjennom naturleg utval.

Tabell 1: Observasjons- og eksperimentelle metodar i ein evolusjonskontekst (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 101).

	Manipulerande	Ikkje-manipulerande
Hypotese testing	Manipulerande hypotesetesting T.d. undersøkingar i genetisk molekylær evolusjon	Ikkje-manipulerande hypotesetesting T.d. Darwins observasjon av finkar
Målte parameter	Manipulerande beskriving eller måling T.d. Kunstig seleksjon og avl	Ikkje-manipulerande beskriving eller måling T.d. Studiar i paleontologi og utviklingsbiologi

4 Vitskapleg kunnskap

Vitskapleg kunnskap er produkt av forskning. Erduran og Dagher (2014, Kapittel 6) framhevar tre element; teoriar, lover og modellar (TLM), og korleis desse tre utviklar seg og arbeider saman for å generere valid kunnskap. Ei kopling mellom TLM er «forklaring» som må ligge til grunn for å utdjupe eit naturfagleg fenomen gjennom å skape pedagogiske diskusjonar og etablere samanhengar mellom dei tre elementa og fenomenet (s. 126-128). Når forskarane lærer meir om fenomenet veks kunnskapen deira på området, dette aukar deira vitskaplege forståing, Erduran og Dagher (2014, s. 115) illustrerte dette gjennom figur 5. Kvar rute i figuren viser eit paradigme som med tida vert endra eller erstatta av ny kunnskap. Saman dannar TLM ein kunnskapsvekst på bakgrunn av heuristikk og epistemiske praksisar til å forklare vitskapleg kunnskap på ein samanhengande måte (Erduran & Dagher, 2014, s. 116).



Figur 5: Kunnskapsvekst innan teoriar, lover og modellar (omsett og tilpassa frå Erduran & Dagher, 2014, s. 115).

For at elevane skal forstå korleis og kvifor vi veit det vi veit i naturfag treng dei å lære om vitenskapleg kunnskap. TLM må arbeide saman for å skape ei vitenskapleg forståing for eit tema (Yeh et al., 2019, s. 305). Erduran og Dagher (2014, s. 114) trekk fram at TLM må tolkast i ein samanheng, og ikkje som tre fråkopla element.

I skulen vert ofte teoriar forveksla med gjetting for kva elevane trur vil skje, i vitenskapen er det ikkje slik. Erduran og Dagher (2014, s. 117) presisera at teoriar i vitenskapen er resultat av forskning og er framstilt på tre nivå, dei refererer til Duschl (1982; 1990) og Lakatos (1978) som delar inn i rand- grense- og senternivå av vitenskap. Randnivå er når ein teori kjem inn i vitenskapen basert på ein idé som ennå ikkje er ferdig analysert. Grensenivå er når teorien er grundigare analysert, men framleis inneheld uløyste aspekt. Senternivå er teoriar som er godt etablerte og godtekte. Etterkvart som ein teori vert forska på og godteken kan den auke i nivå, dette har blant anna skjedd med evolusjonsteorien som no er på senternivå (Erduran & Dagher, 2014, s. 117). Ei vitenskapleg lov kan uttrykkast på ulike måtar, og å definere kva ei vitenskapleg lov er, er utfordrande sidan det variera i ulike vitenskapsdisiplinar. Erduran og Dagher (2014, s. 124) refererer til Christie (1994) som trekk fram at det ikkje finst ein spesiell karakter som er gjeldande for alle naturlovene. Lov er ofte utfordrande for elevane som trur dette er stadfestingar på teoriane (Erduran & Dagher, 2014, s. 120). Ein modell er ein representasjon av noko, og er ofte sett på som det viktigaste aspektet når det gjeld å summere data og visualisere strukturar og prosessar (s. 118). Av vitenskapsfilosofar vert modellar sett på som eit mellomledd mellom den abstrakte teorien og den praktiske handlinga. Erduran og Dagher (2014, s. 118-119) vektlegg at det finst ulike typar modellar som passar til ulike situasjonar, for eksempel kan modellen vise handlingar som har skjedd, eller ein predikasjon på kva forskarane trur. Vitenskapleg kunnskap om sekvensar i DNA og RNA førte til at koronaviruset sin genetiske oppbygning av enkeltstrenga RNA vart raskt kjent (Ng et al., 2021, s. 2), noko som førte til at vaksineutviklarar kunne kome tidleg i gang med sitt arbeid (Johnson, 2022, s. 19).

2.1.3 Vitenskap som eit sosialt-institusjonelt system

For at elevane skal forstå naturfag som ein heilskap må dei kjenne til dei sosiale normene forskarane jobbar etter, og bli bevisste på positive og negative aspekt vitenskapen har på samfunnet gjennom vitenskap som eit sosialt-institusjonelt system (Erduran & Dagher, 2014, s. 138). Irzik og Nola (2014) delte dette inn i fire dimensjonar; profesjonelle aktivitetar, naturvitenskapleg etos, sosial sertifisering og formidling, og sosiale verdiar. Erduran og Dagher

(2014, s. 143) har lagt til tre breiare dimensjonar som er integrerte i eit større samfunn; sosiale organisasjonar og interaksjonar, politiske maktstrukturar, og finansielle system. Vidare følger Erduran og Dagher si tolking og revidering av dimensjonane.

5 Profesjonelle aktivitetar

Erduran og Dagher (2014, s. 139) hevdar at profesjonelle aktivitetar handlar om meir enn å gjennomføre vitenskaplege undersøkingar, dei trekk fram fellesskapspraksis som eit nøkkelomgrep sidan forskarane må nytte sitt profesjonelle nettverk til å presentere funna sine. Dei må og skrive om forskinga si, ha økonomisk forståing og tenke kritisk for å evaluere både eige og andre sitt arbeid. I klasserommet kan fellesskapspraksis trekkast inn når elevane delar og diskuterer ideane sine, på den måten får dei tilbakemeldingar som hjelp dei til å revidere, forme og byggje opp idear gjennom ein læringsprosess (s. 139). I denne prosessen må elevane utforme argument og evidensbaserte resonnement før dei presenterer resultata sine for kvarandre, dette vil likne på forskarar som validera funna sine med likesinna, og bidra til at elevane får ei forståing av korleis forskarane arbeider. Å engasjere elevane gjennom sosiale normer som tilsvara måten forskarane arbeider på vil auke elevane sine evner til å «snakke» og «gjere» vitenskap (s. 139). Undervisinga inkluderer likevel sjeldan at elevane deltek på møter utanfor klasserommet, publiserer funn, gjennomgår forskingsartiklar og søker etter finansiering (Erduran & Dagher, 2014, s. 144).

6 Vitenskapleg etos

Vitenskapleg etos viser til haldningar og normer betrakta som nærliggande verdiar det er forventa at forskarane skal vise i sitt arbeid med å skape påliteleg kunnskap, avvik frå verdiane kan resultere i sanksjonar (Erduran & Dagher, 2014, s. 140). Det finst mange normer som er nødvendig innan vitenskap, og ulike forskingsmiljø fokuserer på ulike normer. Erduran og Dagher (2014, s. 140) vektlegg sine normer på bakgrunn av Merton sine fire konsept. Universalisme omhandlar at forskarane sine personlege faktorar som nasjonalitet, religion og etniske opphav ikkje skal påverke deira arbeid, organisert skepsis beskriv at forskarane granskar påstandar på bakgrunn av vitenskaplege resonnement, nøytralitet refererer til at forskarane sine personlege interesser og ideologiar skal vere uavhengig av deira konklusjonar, og kommunisme som har bakgrunn i at vitenskapleg kunnskap skal vere open for diskusjon og utveksling av idear og informasjon. Naturfagundervising bør inkludere vitenskapleg etos sidan normene dannar bakgrunn for korleis vitenskap vert konstruert, og dei er gjeldande innan alle vitenskapsdisiplinar slik at kunnskapen vi har er påliteleg (Erduran & Dagher, 2014, s. 141).

7 Sosial sertifisering og formidling

Dimensjonen har som utgangspunkt at forskarane skal samle resultata frå undersøkingane sine og presentere desse på konferansar med andre forskarar slik at resultata vert validert. Andre forskarar i miljøet gjennomgår, kritiserer og evaluerer arbeidet, dette kallast fagfellevurdering og skjer i forkant av at resultata samlast i eit manuskript og publiserast i fagfellevurderte tidsskrift (Erduran & Dagher, 2014, s. 141). Både tidlegare i historia og i dag finst det eksempel på at Mertons norm om kommunisme ikkje vert overhaldt sidan forskarar konkurrera og er hemmelegheitsfulle undervegs i sitt arbeid fram mot publisering av resultat fordi dei ynskjer anerkjenning for forskinga. Erduran og Dagher (2014, s. 142) meiner at dersom elevane delar gruppearbeid og vitskapelege prosjekt mellom seg vil dette auke deira forståing av dimensjonen sosial sertifisering og formidling sidan dei i openheit får øve på å formidle resultat, evaluere og validere kvarandre. Fagfellevurderingsprosessen er mykje omtalt i Gyldendal sine lærebøker, og difor er denne dimensjonen nytta til å undersøke ein læringsprogresjon i bøkene.

8 Vitskapens sosiale verdiar

Erduran og Dagher (2014, s. 142) delar vitskapens sosiale verdiar inn i tre; fridom som er nødvendig for å følge opp og vidareføre vitskapeleg forskning, sosial nytte som omhandlar at nyttig forskning for menneskeheita si helse og livskvalitet har større sjanse for å få økonomisk finansiering, og respekt for miljøet som tek utgangspunkt i at vi må ta vare på miljøet vi har. Forsking på koronaviruset kjem menneskeheita til gode med tanke på at det fører til vaksiner som beskyttar oss mot viruset (Snedden et al., 2021, s. 596). Når det gjeld respekt for miljøet har forskning på evolusjonær genetik gitt oss verktøyet strekkoding som identifisera og kategoriserer artar, det sporar biologisk mangfald og reddar utryddingstrua artar (Johnson, 2022, s. 218). I tillegg vil verdiar som desentralisering av makt, og fokus på menneskelege behov og likestilling komme inn under denne dimensjonen (Erduran et al., 2019, s. 316). I framtida vil elevane, som medlem av samfunnet, vere med på å trekke konklusjonar. I denne prosessen bør dei ha i bakhovudet at konklusjonane bør la forskarane ha fridom i forskinga si so lenge den er nyttig for menneska utan å skade miljøet (Erduran & Dagher, 2014, s. 142).

9 Sosiale organisasjonar og interaksjonar

Forskarar som arbeider i ein institusjon, i eit team, eller på bestemte prosjekt er sosialt organisert etter eit hierarki basert på deira kunnskap og erfaringar der tillit mellom dei er essensielt (Erduran et al., 2019, s. 145). I undervising vil denne dimensjonen samhandle med

felleskapspraksisar frå profesjonelle aktivitetar og bidra til at elevane sin bevisstheit og kompetanse kring sosiale aktivitetar som teamarbeid og arbeidsfordeling aukar (s. 146). Slik Erduran og Dagher (2014, s. 146) sumerar dimensjonen skal den gje elevane eit innblikk i korleis forskarar arbeider, samt korleis struktur, dynamikk og politikk dannar eit samspel mellom forskarar både innan og på tvers av sosiale organisasjonar. Eit eksempel på eit samarbeid mellom forskarar på tvers av organisasjonar er GISAIID-databasen (Global Initiative on Sharing All Influenza Data). Dette er ein database der forskarar delar data om genomsekvensar frå influensa, denne databasen inneheld eit stort datamateriale om dei ulike koronavirusvariantane som forskarar kan nytte i sitt arbeid (Ng et al., 2021, s. 2).

10 Politiske maktstrukturar

Politiske maktstrukturar som regjeringar og statar styrer kva som skal forskast på og dermed kven forskinga skal vere nyttig for basert på deira verdiar og interesser (Erduran & Dagher, 2014, s. 146). Dette fører til at resultata frå vitenskapen ikkje alltid er nyttig for alle (Erduran et al., 2019, s. 316). Gjennom historia har forskning instruert av politiske maktstrukturar ført til blant anna undertrykking og utnytting av både rase og kjønn, samt avhumanisering av samfunn og øydelegging av økologiar og kulturar, ofte i krigssamanheng. I skulen hevdar Erduran og Dagher (2014, s. 148) det er nødvendig at elevane utviklar ei kritisk forståing av vitenskap i politisk samanheng på bakgrunn av vitenskapens sosiale verdiar, slik at dei kan skilje mellom når politiske maktstrukturar generera vitenskap til allmenn nytte, eller til maktmisbruk. Med tanke på at koronaviruset ramma menneske i alle land og førte til mange dødsfall var det gunstig for politiske maktstrukturar over heile verda å vise interesse i forskning på viruset og vaksineutvikling.

11 Finansielle system

Statar og regjeringar rundt om i verda delar ut økonomiske midlar som forskarar treng for å utføre forskning, på den måten påverkar dei kva det skal forskast på (Erduran & Dagher, 2014, s. 148). Vitenskapsøkonomi handlar ofte om forholdet mellom vitenskap og teknologi. Ei av drivkreftene bak finansielle system er teknologiske produkt og innovasjon som skapar profittmoglegheiter og etterspurnad. Forskarane har som oppgåve å produsere vitenskapleg kunnskap, dette er verdifullt og kan bli selt som eit teknologisk produkt eller ein vitenskapleg innovasjon som til dømes CRISPR verktøyet som presist, effektivt og rimeleg genmodifisera avlingar innan landbruk (Turnbull et al., 2021, s. 1). Eit anna eksempel er koronaviruset som ramma folk i alle land og slik sett skapte ei interesse for å finansiere utvikling av ei vaksine

sidan dette har sosial nytte for alle menneske. Erduran og Dagher (2014, s. 149) hevdar finansielle system i naturfagundervising har to formål; enten å hjelpe elevar til å forstå at vitenskap ikkje berre handlar om kunnskap, men også om økonomi og politikk, eller hjelpe elevane til å bli samfunnsborgarar som kjenner til korleis statsøkonomien nyttast til forskning.

Denne masteroppgåva skal undersøke korleis innhaldet i dei nemnde NOS-dimensjonane er uttrykt i Gyldendal sine lærebøker. Dette dannar det første teoretiske rammeverket i oppgåva. Catley et al. (2005) sine byggjesteinar for å forstå evolusjonsteorien dannar ei grunnleggande forståing for temaet som er nyttig i fleire samfunnsaktuelle saker. Vidare følger ei utgreiing av dette teoretiske rammeverket.

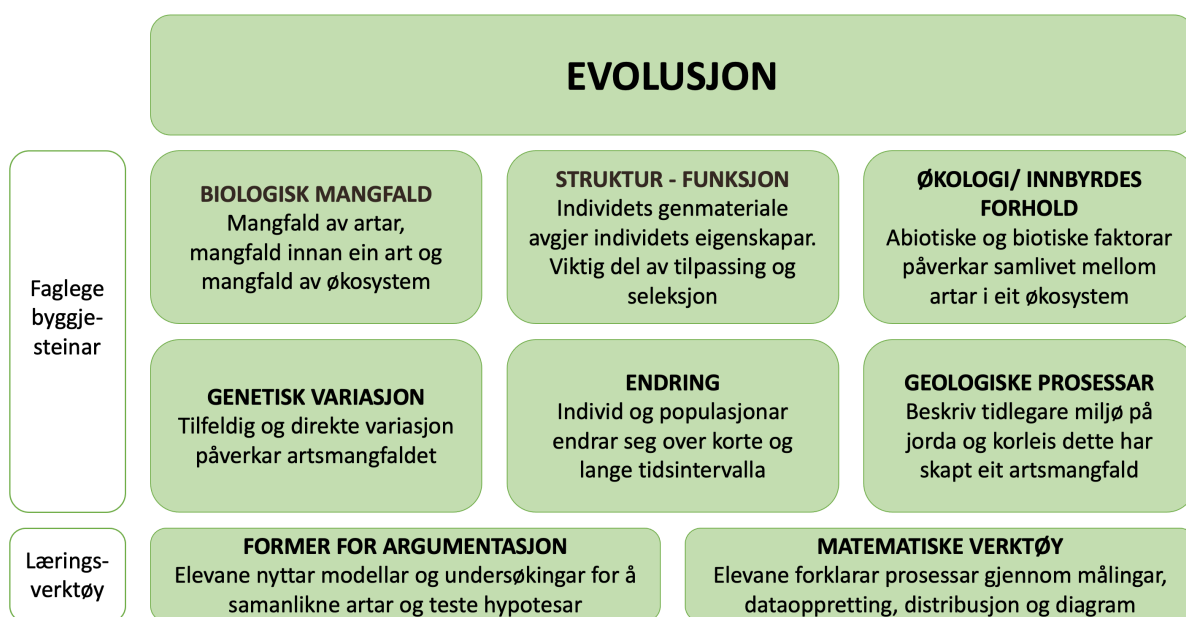
2.2 Evolusjon

Catley et al. (2005, s. 10) har som nemnt seks faglege byggjesteinar (biologisk mangfald, struktur-funksjon, økologi/ innbyrdes forhold, genetisk variasjon, endring og geologiske prosessar) som dannar bakgrunn for å forstå evolusjon, i tillegg til to verktøy (former for argumentasjon og matematiske verktøy) som kan nyttast for å utvikle elevane sin kunnskap. Verktøya er bytta ut med NOS-dimensjonane i denne oppgåva for å undersøke korleis lærebøkene til Gyldendal hjelp elevane til ei forståing av forskarane sitt arbeid med å utvikle og godta evolusjonsteorien. Dagens evolusjonsteori er basert på Darwin sitt arbeid, og av den grunn vert dette omtalt her. Catley et al. (2005) si forskning er ikkje den einaste som har beskrive dei sentrale elementa i evolusjonsteorien, nokre andre si forskning vert òg omtalt.

Charles Robert Darwin (1809-1882) er av mange rekna som grunnleggaren av evolusjonsomgrepet slik vi kjenner det i dag. Knut Johansen omsette Darwin si bok «On the Origin of Species» frå 1859 til norsk i 1998. Ei innleiande samanfating beskriv at Darwin startar med kunstig utval gjennom avl (1998, s. XVI), samt naturleg variasjon (s. XVII). Deretter følger kampen for tilværet og naturleg utval, essensen i evolusjonslæra (s. XVII). Naturleg utval inkluderer ikkje berre organismane sine byggingstrekk, men også åtferd (s. XXII). Darwin trekk fram evolusjonstreet som går ut frå den første urforma og utfoldar seg til å representere millionar av dagens artar, samt utdøyde artar (s. XIX), før det vert skildra korleis skilnadar kan bli so store at éin art vert til to (s. XXII). Deretter følger klassifisering, og avslutningsvis det lange tidsperspektivet evolusjon går over (Darwin, 1998, s. XXIII).

Ulike forskingsartiklar trekk fram ulike byggjesteinar som essensielle i evolusjonsteorien. Scheuch et al. (2019) påpeikar at dei viktigaste byggjesteinane innan evolusjon har vore variasjon og seleksjon heilt sidan Darwin og Wallace utvikla evolusjonsteorien, difor fokuserer dei på desse i sin læringsprogresjon. Russell og McGuian (2019, s. 33) trekk fram variasjon, fossil, djup tid, arv og selektiv avl, samt makroevolusjon som grunnleggande komponentar elevane treng å lære gjennom progresjon for å forstå evolusjon. Andersson og Wallin (2006) tok i sitt arbeid med å utvikle ein innhaldsorientert teori for undervising om evolusjonsteorien gjennom naturleg utval, utgangspunkt i evolusjonær tid, tilfældighet, variasjon i arv og eigenskapar, overleving, reproduksjon og tilpassing.

Oppsummert kan vi sjå at innhaldet i Catley et al. (2005) sine seks faglege byggjesteinar for evolusjon er omtalt både i Darwin si bok, og i dei nemnde forskingsartiklane. Av den grunn er det relevant å nytte Catley et al. (2005) sine byggjesteinar som teoretisk rammeverk i denne oppgåva, visualisert i figur 6. Vidare følger ei utgreiing av innhaldet i dei seks byggjesteinane.



Figur 6: Catley et al. (2005) sine åtte kjerneomgrep innan evolusjon, seks faglege byggjesteinar og to læringsverktøy.

2.2.1 Evolusjonsbyggjesteinar

1 Biologisk mangfald

Catley et al. (2005, s. 8) sin første faglege byggjestein for å forstå evolusjon er biologisk mangfald som vert fordelt på tre nivå; mangfald av artar, mangfald innan ein art, og mangfald av habitat. Også Gaston og Spicer (2013, s. 5) har i si bok om biodiversitet fokus på dei same tre nivå. Mangfald av artar også kalla artsmangfald viser til mengda ulike artar vi har, samt

klassifisering av desse etter det taksonomiske hierarkiet basert på deira morfologi og anatomi. Mangfald innan ein art er genetisk mangfald som viser til variasjonar innanfor ein art, dette fører til at individ av same art kan ha ulike eigenskapar på bakgrunn av ulik genetisk samansetning. Mangfald innanfor habitat er økosystemmangfald og viser til ulike typar økosystem med sine nisjar og habitat (Gaston & Spicer, 2013, s. 5). Økosystemmangfald dannar bakgrunn for naturleg seleksjon. Biologisk mangfald kan sjåast på som eit produkt av evolusjon sidan det er evolusjon som har ført til at artar og økosystem har endra seg (Catley et al., 2005, s. 8).

Kunnskap er tentativ noko som og spelar ei rolle for klassifisering med tanke på at beskrivingar av artar og slektene dei tilhøyrar kan endre seg (Nyléhn & Ødegaard, 2018, s. 707). Ei av utfordringane med klassifisering av artar er at det ikkje finst eit artsomgrep som dekkjer alle eksisterande artar, det finst difor ulike artsomgrep (s. 689). Det biologiske artsomgrepet er mest nytta og beskriv at ei gruppe individ er av same art dersom individa kan pare seg med kvarandre og få forplantingsdyktig avkom (Nyléhn & Ødegaard, 2018, s. 691). Eit slektstre framstilt som eit kladogram eller eit dendrogram er måtar å systematisere artars evolusjonære forgjengarar og etterkommarar basert på fylogeni (Catley et al., 2005, s. 10).

Eit forskarteam innan molekylær biologi, medisin og sjukdom har studert koronaviruset og klassifisert det til Coronaviridae-familien (Shirzad et al., 2022, s. 1). I august 2022 eksisterte sju kjente variantar av denne familien (artsmangfald), dei fleste av desse er milde for menneske, men i 2002-2003 førte den første SARS varianten, og i 2019 MERS varianten til mange dødsfall (Shirzad et al., 2022, s. 1). Koronaviruset har mutert mange gongar, og allereie i mai 2021 fantes det over 2 million genomsekvensar av viruset på GISAID-databasen, dette har gitt oss ulike variantar av viruset som alfa, beta, gamma, delta og omikron (genetisk mangfald) som kan gje ulike sjukdomsforløp (Ng et al., 2021, s. 1).

Turnbull et al. (2021, s. 1) frå Norges miljø- og biovitenskapelige universitet på Ås, påpeikar at genmodifisering påverkar artsmangfaldet på jorda og trakk fram at ein tidlegare nytta metode for genmodifisering som nytta kjemikalier og stråling gav opphav til over 240 nye planteartar. I Venezuela har dei sett at innføring av genmodifiserte plantar er ein av fire årsaker til tap av det opphavlege biologiske mangfaldet i eit økosystem (Turnbull et al., 2021, s. 7). I skulen kan genmodifisering studerast med tanke på kor nyttig det er for menneska i forhold til samfunnsmessige faktorar som sikkerheit, kostnader og miljøkonsekvensar (Erduran & Dagher, 2014, s. 176).

Biologisk mangfald inneheld altså artsmangfald, genetisk mangfald og økosystemmangfald. Klassifisering av artar og genetikken deira har blant anna ført til ny kunnskap som kan hjelpe menneska til å både beseire sjukdom, og sikre oss mat utan å skade miljøet (vitskaplege praksisar og vitskapens sosiale verdiar).

2 Struktur-funksjon

Den andre byggjesteinen Catley et al. (2005) trekk fram at elevane må kjenne til er struktur-funksjon. Dei beskriv at strukturen til eit individ er forma slik at den lèt individet utføre funksjonar som er nyttige for dei, dette er ein viktig del av tilpassing (Catley et al., 2005, s. 8). Eit individ sitt genmateriale (genotype) avgjer kva eigenskapar (fenotype) individet har. Tilpassing er når individets genotype og dermed fenotype saman med åtferd avgjer om, og korleis individet overlev og reprodusera i habitatet sitt (Grindeland et al., 2012, s. 35). Ingen genotype er overlegen i alle habitat hevdar Kawecki og Ebert (2004, s. 1226), professorar i zoologi, økologi og evolusjon. Dei individa som er best tilpassa habitatet sitt er dei som får moglegheit til å formeire seg, på denne måten vil genotypen deira spreie seg i populasjonen slik at det på sikt vil vere eit fleirtal i populasjonen som er godt rusta til å takle føresetnadane dei lever under (Kawecki & Ebert, 2004, s. 1225). Ifølge Oxford si ordbok i biologi (Hine, 2019, side 296) er individ som har spesialisert seg på å leve i eit bestemt miljø ekstra sårbare dersom miljøet endrar seg sidan individets eigenskapar ikkje passar inn i andre miljø. Tilpassing fører til seleksjon, og som Scheuch et al. (2019) påpeika kan dette sporast tilbake til Darwin og Wallace.

I «On the Origin of Species» beskrev Darwin (1998, s. 48) at alle individ kjempa for å vere eit overlevande individ i sin populasjon. Individ med små fordelaktige variasjonar vil overleve og føre desse variasjonane vidare til sine etterkomarar, dette fører til at også avkommet har betre sjanse for å overleve. Denne mekanismen beskrev Darwin som naturleg utval (1998, s. 48). I dag nyttar vi nemninga naturleg utval, eller naturleg seleksjon når nokre eigenskapar i ein populasjon er meir eller mindre vanlege avhengig av kor godt den hjelp individet til å overleve og reprodusere, denne typen seleksjon er påverka av miljøet (Hine, 2019, s. 874). Ein type naturleg seleksjon er seksuell seleksjon der ein struktur (fenotype) hos individet gjer det meir tiltrekkande i kampen om ein make, dette kan skje på kostnad av overlevingsfunksjon, men det fører til at strukturen vert vidareført (s. 1101). Kunstig seleksjon eller avl er når menneske vel fenotypar (strukturar og funksjonar) hos plantar og dyr som har visse ønska

eigenskapar, og ved å påverke genotypen til desse artane kan vi skaffe oss individ med ønska utsjånad, eller individ som gjev meir mat eller andre ressursar (Hine, 2019, s. 348).

Ein studie på genomsekvensar i koronaviruset viste at viruset er oppbygd av enkeltstrenga RNA, og består av 14 opne leserammer (Ng et al., 2021, s. 2). Ein tredel av desse kodar for dei strukturelle proteina envelope, spike, membrane og nucleocapsid som saman er viktige for at viruset skal formeire seg og spreie seg. I tillegg fører desse proteina til at koronaviruset får si karakteristiske kroneform (Ng et al., 2021, s. 2). Med tanke på det rike genetiske mangfaldet til viruset kan det tenkast at viruset gjennom seleksjon får fram mange variantar som alle klarer å reprodusere seg i menneskekroppen (Hine, 2019, s. 874).

Kunstig seleksjon gjennom genmodifisering som avlsteknikk i jordbruket vert nytta globalt både for å skaffe oss kle, biodrivstoff og mat sjølv om klimaet endrar seg (Turnbull et al., 2021, s. 14). Ifølge Turnbull et al. (2021, s. 2) er ein plante genmodifisert dersom den inneheld gen som er flytta frå ein organisme til ein annan, planten må innehalde ein ny kombinasjon av genetisk materiale, og den må dannast med hjelp av moderne bioteknologi. Det finst ei rekke reguleringsforskrifter kring genmodifisering med fokus på dei nye produkta sine eigenskapar (fenotypar) i forhold til produkt produsert gjennom konvensjonell avl, samt forskrifter kring risikoane som er forbunde med dyrking, handel og forbruk av desse produkta (Turnbull et al., 2021, s. 3).

For å summere opp struktur-funksjon vert individ sitt genmateriale og dermed utsjånad og funksjon avgjerande for kor godt individet kan tilpasse seg omgivnadane sine. Dette kjem fram gjennom ulike former for seleksjon. Kunnskap om denne byggjesteinen har blant anna bidrege til informasjon om koronaviruset og god mattilgang for menneska (vitskapens sosiale verdiar).

3 Økologi/ innbyrdes forhold

Catley et al. (2005) sin tredje byggjestein som fører til evolusjonsforståing er økologi/ innbyrdes forhold. Økologi handlar ifølge Grønlien og Tandberg (2017, s. 70) sitt oppslagsverk for ord og faguttrykk i biologi om relasjonar mellom organismar og deira miljø, dette inkluderer både abiotiske faktorar (vær, klima, geologi og næringsstoff) (s. 4) og biotiske faktorar (andre levande organismar) (s. 11). Catley et al. (2005, s. 8) påpeikar at relasjonar mellom dei biotiske faktorane kallast innbyrdes forhold, og kan beskrivast gjennom tre former for symbiose. Mutualisme er når begge artane nyttar godt av symbiosen, kommensalisme er når symbiosen er positiv for den eine arten medan den ikkje har noko verdi for den andre, og

parasittisme som er når den eine arten kjem positivt ut av forholdet med å snylte på den andre arten som får negative konsekvensar av samlivet (Leung & Poulin, 2008, s. 107). Byggjesteinen omhandlar også at endringar i økologien og dermed habitatet påverkar artane som lever der (Catley et al., 2005, s. 8).

Studiar av økologiske interaksjonar kan gje informasjon om naturen og mekanismane til evolusjonær endring, dette kjem fram i Oxford si ordbok innan biologi (Hine, 2019, s. 562). Slike studiar trekk fram at interaksjonar mellom organismar som held til i eit økosystem (s. 562) som nemnt kan vere symbiose, eller samarbeid og konkurranse mellom artane (Catley et al., 2005).

Ein næringskjede eller eit utvida næringsnett viser ei oversikt over kva artar som er kven i eit økosystem, dette omfattar produsentar, konsumentar og nedbrytarar (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 47). Næringsnett er eit ofte nytta representasjonsverktøy som også Darwin forklarte som eit nett av komplekse sambindingar (1998, s. XVII). Nokre artar i økosystemet er nøkkelartar, desse har ein viktig funksjon fordi dei er avgjerande for at andre artar skal overleve (Hine, 2019, s. 767). Generalistar har ei brei nisje som nyttar mange ulike ressursar, medan spesialistar er artar med spesielle habitatkrav. Menneska påverkar økosystema. Dette kan føre til at artar vert utryddingstrua, men det kan hindrast gjennom tiltak som å verne eit naturområde (Hine, 2019, s. 575). Johnson (2022, s. 275) trekk fram at nye artar innført i eit habitat kan øydelegge og true artane eller grunnleggarpopulasjonen som allereie eksistera i habitatet dersom dei trivest godt utan naturleg konkurranse.

Koronaviruset sitt habitat kan seiast å vere vertorganismen det held til i, der det får tak i ressursane det treng for å overleve (Snedden et al., 2021, s. 596). Viruset kan dermed betraktast som ein innvandra art i menneskekroppen og påverkar populasjonar av artar som heldt til der (Snedden et al., 2021, s. 596). Eit virus kan såleis sjåast som ein parasitt som kjem positivt ut av forholdet med vertorganismen, medan vertorganismen vert sjuk eller døyr som følge av symbiosen (Leung & Poulin, 2008, s. 107; Shirzad et al., 2022, s. 1).

Ei samanfatting av byggjesteinen økologi/ innbyrdes forhold omfattar korleis ulike artar vert påverka av andre biotiske og abiotiske faktorar i økosystemet gjennom symbiose, samarbeid og konkurranse. Forsking gjev oss blant anna informasjon om naturen og endringar som skjer der, blant anna menneskets påverknad på økosystema.

4 Genetisk variasjon

Genetisk variasjon som byggjestein vert av Catley et al. (2005, s. 9) delt inn i direkte og tilfeldig variasjon; direkte variasjon er når endringar skjer på bakgrunn av miljøet eller habitatet, medan tilfeldig variasjon er når endringane skjer på bakgrunn av tilfeldighet utan at det er nokon årsak til dette. Direkte variasjon kan komme av ulike former for seleksjon sidan individ med best føresetnadar for å overleve og reprodusere i habitatet fører sine gen vidare (Hine, 2019, s. 874). Tilfeldig variasjon kan vere forårsaka av ulike faktorar. Mutasjon kan oppstå spontant eller på bakgrunn av stråling og kjemikaliar som fører til feil i kopiering av DNA og RNA (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 45). Genetisk rekombinasjon er når gen frå to ulike individ vert kombinert og overført til avkommet (Snedden et al., 2021, s. 595). Genetisk drift skjer når variantar av eit gen vert meir eller mindre vanleg i populasjonen gjennom ein tilfeldighet, i små populasjonar kan genetisk drift ha store innverknadar og føre til evolusjon, medan i store populasjonar vil det sjeldan ha stor betydning på grunn av seleksjon (Snedden et al., 2021, s. 595).

Genetisk variasjon oppstår i levande organismar. Ifølge Grindeland et al. (2012, s. 166) er ikkje forskarane einige om ein god definisjon av «liv», men dei framhevar at ein organisme er levande dersom den har metabolisme, kan formeire seg, og kan gjennomgå evolusjon. Formeiring eller reproduksjon kan skje på to måtar, enten som seksuell formeining også kalla kjønna formeiring (Grønlien og Tandberg, 2017, s. 35), eller gjennom aseksuell formeiring omtalt som ukjønna formeiring (s. 67). Virus er avhengige av ei vertscelle for å formeire seg, noko som ifølge Grindeland et al. (2012, s. 166) kategoriserer dei som obligate parasittar. Virus er dei enklaste av alle genetiske system, dei har ikkje eigen metabolisme av den grunn er det ueinigheit blant virologar om virus i det heile tatt kan kategoriserast som liv (Grindeland et al., 2012, s. 166).

Biologi omfattar og fagområde genetikk som tek føre seg studiar på arv og variasjon (Hine, 2019, s. 655). I Oxford si ordbok i biologi vert det trekt fram at fagområdet inkluderer gen og måten desse vert overført på, samt studiar av DNA-sekvensar (s. 655). Slik forskning har gjort det mogleg å spore evolusjonære forhold mellom organismar på gennivå og cellenivå (s. 655). Genetisk forskning dannar grunnlag for vaksineutvikling der døde virus eller bakteriar fungera som antigen (s. 1213). Dette kan føre til at du vert immun mot viruset eller bakterien sidan kroppen kan lage antistoff (s. 733). Har kroppen fått ein infeksjon frå bakteriar eller sopp kan

antibiotika nyttast, men eit overforbruk av dette kan føre til at parasitten vert antibiotikaresistent som følge av seleksjon (Hine, 2019, s. 335).

Forskarane kartlegg genetiske eigenskapar gjennom evolusjonærgenetikk for å lage personleg medisin tilpassa folk med til dømes cystisk fibrose (Johnson, 2022, s. 89). På bakgrunn av notidas vitenskaplege kunnskap om sekvensar i DNA og RNA vart koronaviruset sin genetikk og biologi raskt oppdaga av forskarar, noko som førte til at utviklinga av ei vaksine kunne starte (s. 19). Det vert kontinuerleg utvikla nye vaksiner, men det er ikkje alltid det hjelp sidan virus mutera. Vaksineutviklarar forsøker å predikere korleis virus vil utvikle seg for å tilpasse vaksinane deretter. Når eit virus utviklar seg er det ikkje sikkert ei gammal vaksine fungera, og immunforsvaret kjenner ikkje igjen ei utvikla utgåve av viruset noko som fører til at vi kan bli smitta av det same viruset fleire gongar (s. 18). Å vaksinere ei befolkning redusera risikoen for at dei som blir smitta vert alvorleg sjuke, og det bidreg til redusert spreining av sjukdommen (Johnson, 2022, s. 33). Ei vaksine mot koronaviruset gjer befolkninga mindre mottakelege for skaden viruset påfører oss (Snedden et al., 2021, s. 596). Slik sett kan vi meine at ei god vaksine er mennesket sitt våpen mot koronaviruset.

I dyreriket finst det eksempel på artar som gjer seg sjølv mindre utsett for å bli angripne gjennom våpenkappløp (Johnson, 2022, s. 313). Koevolusjon er når dynamikken mellom to artar fører til ei endring i genotype hos artane (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 37). Arbuckle et al. (2017, s. 119) har i si forskning studert koevolusjon gjennom konseptet «evolusjonært våpenkappløp» med tanke på artar som sender ut toksin, og artar som er toksinresistente for å unngå eller avgrense skaden toksin ville påført dei. Andre byttedyr har sjølv utvikla giftige våpen dei kan nytte mot rovdyra (Arbuckle et al., 2017, s. 120).

Ei samanfatning av genetisk variasjon viser at byggjesteinen omfattar direkte variasjon som til dømes seleksjon, og tilfeldig variasjon som kan skje gjennom mutasjon. Genetisk variasjon skjer i levande organismar som kan formeire seg, og av den grunn er definisjonen av liv også inkludert i denne byggjesteinen. Forskarar må vere nøyaktige når dei nyttar ulike metodar for å kartlegge genetiske eigenskapar i til dømes virus for å lage medisin eller vaksinar mot ulike sjukdommar (mål og verdiar, vitenskaplege praksisar og vitenskapens sosiale verdiar).

5 Endring

Byggjesteinen endring hevdar Catley et al. (2005, s. 9) kan skje på tre måtar innan individ og populasjonar. Vekst tek utgangspunkt i korleis eit individ eller ein populasjon endrar seg over eit livslauf, mikroevolusjon er endringar i ein populasjon over korte tidsintervalla, medan makroevolusjon er endringar over fleire generasjonar i lenger tidsintervalla (Catley et al., 2005, s. 9). Grønlien og Tandberg (2017, s. 43) definerer mikroevolusjon som endringar i genpoolen til ein populasjon over få generasjonar, noko som fører til at individ vert betre tilpassa miljøet det lever i, dette kan kome av ulike faktorar. Mutasjon kan føre til mikroevolusjon sidan det kan oppstå spontant eller gjennom eksponering (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 45), genetisk drift kjem på bakgrunn av tilfeldige svingingar i frekvensen av allel (Snedden et al., 2021, s. 595), og genflyt kjem frå bevegelse av gen mellom ulike populasjonar (s. 595). Også naturleg seleksjon kan føre til mikroevolusjon sidan enkelte eigenskapar vert meir eller mindre vanleg i populasjonen (Hine, 2019, s. 874).

Mikroevolusjon dannar bakgrunn for makroevolusjon som over ein lenger tidsintervall kan føre til divergent utvikling der utviklinga i ulike populasjonar tek ulike retningar og på den måten dannar nye artar (Grindeland et al., 2012, s. 39). Artsdanning skjer gjerne på ein av to måtar. Allopatrisk artsdanning skjer når ein populasjon vert geografisk splitta, og dei to delpopulasjonane over tid utviklar seg til å bli to separate artar som ikkje kan pare seg med kvarandre (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 6). Den andre måten er sympatrisk artsdanning, her er det ingen geografisk splitting (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 63), men det er ei reprodutiv barriere som til dømes åtferdsendring (Grindeland et al., 2012, s. 40).

Johnson (2022, s. 28) trekk i si bok fram at når eit virus utviklar seg må forskarar utforske om viruset endrar eigenskapar som kan føre til auka smitte eller alvorsgrad av sjukdom. Ein stor populasjon av ein virusvariant fører til fleire mutasjonar og meir effektiv naturleg seleksjon for å luke ut skadelege mutasjonar og behalde variantane som favoriserer at viruset kan reprodusere (Johnson, 2022, s. 28). Spike-proteinet til koronaviruset er avgjerande for piggstrukturen, og mutasjonar på dette kan nøytralisere effekten frå antistoff eller vaksiner (Ng et al., 2021, s. 2). Difor er forskarar som ser på koronaviruset sine mutasjonar ekstra nøysame kring spike-proteinet sidan det er her mutasjonar vert danna (Ng et al., 2021, s. 3). Dette er grunnen til at spike-proteinet er målprotein for antistoff og vaksineutvikling, framheva Al-Qahtani (2022, s. 4) i sin litteraturstudie på genomiske mutasjonar i koronaviruset.

Byggjesteinen endring består av vekst, makroevolusjon og mikroevolusjon som over korte eller lenger tidsintervalla gjer at individ eller populasjonar endrar seg. Dette kan føre til danning av nye artar. Forskarane studera spesielt mutasjonar som ein moglegheit for artsdanning og resistens (mål og verdiar, og vitskaplege praksisar)

6 Geologiske prosessar

Den siste byggjesteinen Catley et al. (2005, s. 9) trekk fram for å forstå evolusjon er geologiske prosessar som beskriv tidlegare miljø på jorda, samt bidreg til å skape ei forståing av korleis livet på jorda har oppstått og endra seg over tid til å bli det mangfaldet vi har i dag. Også Andersson og Wallin (2006, s. 678) hevdar i sitt arbeid med å utvikle ein innhaldsorientert teori for å undervise om evolusjon, at geologiske prosessar som har skjedd over eit langt tidsspenn er eit sentralt element for at elevane skal forstå korleis dagens biologiske mangfald har utvikla seg frå enkle mikroorganismar. Livets opphav viser til prosessen der dei første levande organismane utvikla seg frå livlaus materie, vi reknar med at dette skjedde for mellom 3500 og 4000 million år sidan og gav opphav til det biologiske mangfaldet vi har i dag (Hine, 2019, s. 915-916).

Relevante geologiske prosessar å kjenne til er kontinentaldrift og platetektonikk som omhandlar at jordas overflater er fordelt på ulike plater. Tidlegare var all landmassen samla på superkontinentet Pangea, men dei ulike landformene på sine plater sklei frå kvarandre og resulterte i dagens kontinent (Hine, 2019, s. 487 og 985). Ifølge Oxford si ordbok i biologi (Hine, 2019, s. 487) har Alfred Wegener sitt arbeid frå 1912 bidrege til å støtte teorien om kontinentaldrift sidan han beviste at Sør-Amerika og Afrika hadde ei lik fordeling av bergartar, flora, fauna og geologisk struktur. Gjennom historia har vulkanutbrot og meteoritnedslag ført til at gassar, oske og høge førekomstar av grunnstoffet iridium skapt temperaturauke og temperaturnedgangar som påverka og utrydda tidlegare artar på jorda, som til dømes dinosaurane (s. 317 og 757). Geologiske prosessar har òg bidrege til å bevare fossil som er konkrete bevis som gjev paleontologar informasjon om tidlegare livsformer, jordas historie og utvikling over tid (Hine, 2019, s. 932). Difor meiner Russell og McGuigan (2019, s. 34) at fossil er ein grunnleggande komponent elevane må kjenne til for å forstå evolusjon. I Oxford si ordbok i biologi (Hine, 2019, s. 632) peikast det på at det ofte er dei harde delane av ein organisme som bein, tenner, skjelett og tre som vert til fossil, men nokre gongar kan heile organismen bli til fossil. Små organismar som insekt, blad og blomar vert til fossil i rav,

utanom dette er det mest vanleg at organismen vert gjort om til stein gjennom forsteining (Hine, 2019, s. 632).

Geologiske prosessar er ein byggjestein som beskriv tidlegare miljø på jorda. Gjennom paleontologane sitt arbeid med å studere fossil har vi fått informasjon om korleis utdøyde artar som dinosaurane levde, noko som kan bidra til å stadfeste evolusjonsteorien (vitskapleg kunnskap).

Denne masteroppgåva skal blant anna undersøke korleis evolusjon vert uttrykt i lærebøkene til Gyldendal, og i den prosessen er Catley et al. (2005) sine byggjesteinar nytta som teoretiske rammeverk og dannar bakgrunn for kva informasjon elevane treng for å få ei djup forståing for evolusjon. Oppgåva skal òg ta føre seg korleis både NOS og evolusjon er lagt fram på ulike alderstrinn, og i den samanheng er det føremålstenleg å undersøke om dette skjer gjennom ein læringsprogresjon.

2.3 Læringsprogresjon

Det er eit mål at elevane skal tileigne seg djup og grundig forståing for temaet dei lærer om. Ei slik forståing kan sjåast på som djupnelæring der elevane blant anna skal fokusere på samanhengar mellom omgrep, og ny kunnskap ved at den nye kunnskapen koplast mot den kunnskapen dei har på området frå før (Voll & Holt, 2019, s. 24). Å legge til rette for djupnelæring hos elevane krev at læringa vert lagt opp etter ein læringsprogresjon.

Læringsprogresjonar er ofte basert på forskning om korleis elevar lærer, og korleis deira forståing av, og evne til å nytte vitskaplege kjerneomgrep og forklaringar truleg vil arte seg for at dei skal meistre kjerneområde i faget over tid (Corcoran et al., 2009, s. 15). Sidan læringsprogresjonar tek utgangspunkt i korleis elevane si læring kan utvikle seg er dei ofte omtalt som kognitive modellar for læring (Harris et al., 2022, s. 997). Læringsprogresjonar er gjerne utvikla frå empirisk data som har sett på korleis elevar resonnera om eit tema over tid og kan difor sjåast på som både vitskaplege og utviklingsmessege sidan dei, basert på vitskap, beskriv korleis elevane tenkjer (Scott et al., 2019, s. 3).

Det er brei einigheit om at læringsprogresjonar i naturfag bør fungere som eit stillas rundt berande idear i faget, som til dømes evolusjonsteorien, sidan dette kan hjelpe elevane til å danne ei konseptuell forståing rundt dei grunnleggande prinsippa i faget (Colantonio et al., 2018, s. 1; Duncan & Rivet, 2018, s. 423; Duschl et al., 2011, s. 124; Scheuch et al., 2019, s.

2; Scott et al., 2019, s. 3; Smith et al., 2006, s. 2). Når ein læringsprogresjon er organisert rundt ein berande idé bør den òg vise til korleis den berande ideen er utarbeidd og vedteken i forskarmiljøet (NOS), samt spesifisere korleis den berande ideen kan vere meningsfull og nyttig for elevane (Smith et al., 2006, s. 2). Læringsprogresjonar er forslag til korleis elevane si læring kan utviklast gjennom djupnelæring fram mot ekspertkunnskap på område (Salinas, 2009, s. 2).

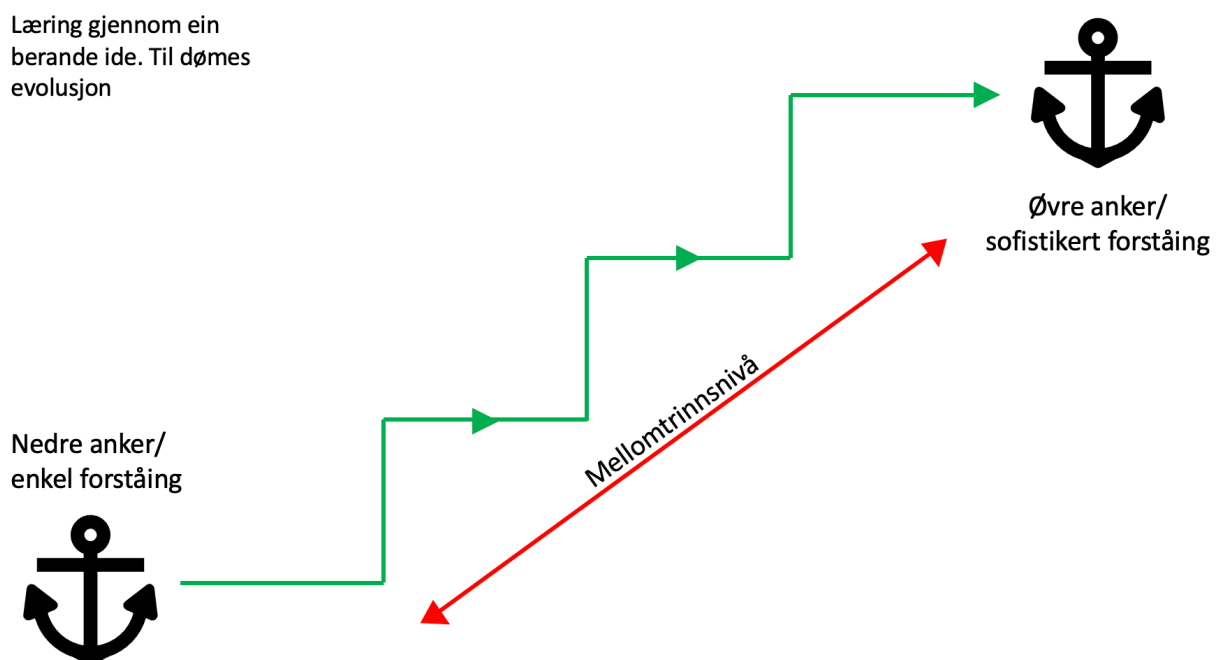
Corcoran et al. (2009, s. 15) baserte seg på Smith et al. (2006) og trakk fram essensielle komponentar i ein læringsprogresjon, deriblant at læringsprogresjon inneheld tydelege mål eller endepunkt for elevane, ein framdriftsvariabel som viser kritiske element eller progresjonsnivå, og vurderingar som målar om elevane forstår nøkkelomgrep og praksisar i temaet. Dei ulike prestasjonsnivåa representerer utviklingsnivå elevane vanlegvis er innom på vegen mot å meistre temaet (Corcoran et al., 2009, s. 18). På dei lågaste nivåa har elevane gjerne feilaktige eller ufullkomne forståingar av emnet som må reviderast for at dei skal klare å gå vidare til neste nivå (s. 18). Ein læringsprogresjon beskriv rekkefølga komponentane bør lærast i, og nemner ikkje kva alderstrinn dei bør lærast på (Corcoran et al., 2009, s. 19).

Læringsprogresjonar har blitt sett på som strategiar for å formulere og utvikle eit læringsmiljø tilpassa læreplanar, instruksjon og vurdering (Duschl et al., 2011, s. 124). Scott et al. (2019, s. 3) trekk fram at ein læringsprogresjon er ein måte å samle elevane sitt mangfald av idear i eit tema, det kan nyttast som eit kart som viser dei ulike retningane elevane sin progresjon innan temaet kan ta frå begynnande forståing til modne resonnement. Den handlar om prosessen fram mot ny kunnskap og skal vise både læraren og elevane korleis elevane kan arbeide, samt kvar dei er på reisa fram mot målet om djup kunnskap (Corcoran et al., 2009, s. 18).

Duncan og Rivet (2018, s. 423) har undersøkt ulike læringsprogresjonar og sumerar dette opp i sin artikkel. Læringsprogresjonen må definere det konkrete faglege domene elevane skal lære, samt aldersgruppa elevane skal vere i (s. 423). Dette omfanget vert fordelt over det dei omtalar som kornstorleik, altså storleikane på hoppa mellom dei ulike nivåa (424). Kornstorleik har i mange år vert ein vanleg metafor når det er snakk om tidsskalaen og omfanget av det faglege innhaldet som skal lærast, og er nemnt i fleire andre forskingsartiklar (Duschl et al., 2011, s. 168; Harris et al., 2022, s. 999). Lehrer og Schauble (2009, s. 731, referert i Harris et al., 2022, s. 999) trekk fram at dersom kornstorleiken er for liten kan den hindre generalisering av lærestoffet, og dersom den er for stor kan den vere meir påliteleg sjølv om den vert mindre nøyaktig.

Frå Duncan og Rivet (2018, s. 424) si forskning kan progresjon delast inn i tre fokusområde. Det første området fokuserer på det faglege innhaldet (til dømes om evolusjonsteorien eller biologisk mangfald), det andre fokuserer på praksisar og diskursar gjennom å konstruere bevis, medan det siste området kombinera dei to føregåande. Duncan og Rivet (2018, s. 427) trekk fram at vitskapleg terminologi ofte først kjem inn på høgare nivå i læringsprogresjonen fordi enkelte omgrep kan verke forvirrande og uforståelege for elevar på lågare trinn. Men i tilfelle der det er naturleg å trekke inn fagterminologi på eit tidlegare nivå bør det gjerast for å støtte elevar som allereie har ei meir sofistikert forståing for temaet (Duncan & Rivet, 2018, s. 427).

Duncan og Rivet (2018, s. 424) beskriv framgang langs ein progresjon basert på Wiser et al. (2012, referert i Duncan & Rivet, 2018, s. 425), dette inneber at kunnskapen til elevane må rekonseptualiserast frå ei naiv forståing mot ekspertkunnskap. Dette kan likne på beskriving av læringsprogresjon gjennom eit øvre og nedre anker. Duschl et al. (2011, s. 151) trekk fram at ein læringsprogresjon har eit startpunkt og eit sluttunkt, og kan gå føre seg over nokre månadar, eller til og med fleire år. Startpunktet blir referert til som det nedre ankeret, medan sluttunktet er eit øvre anker (Duschl et al., 2011, s. 151). Salinas (2009, s. 6) har utvikla ei visuell framstilling av dette (figur 7), som viser korleis elevane sin kunnskap kan utvikle seg frå nedre til øvre anker gjennom ulike mellomtrinnsnivå.



Figur 7: Ei visuell framstilling av elevane sin læringsprogresjon frå eit nedre til eit øvre anker, samt mellomtrinnsnivå læringa kan vere innom (omsett og tilpassa frå Salinas, 2009, s. 6).

Det nedre ankeret viser til kunnskapen elevane har før dei starta å lære om eit tema, dette kan gå heilt tilbake til då elevane starta på skulen. Her kjem elevane sine kvardagsforestillingar inn, dette kan vere kunnskap eller ferdigheiter dei har tileigna seg naturleg gjennom sansar og observasjonar i kvardagen (Duschl et al., 2011, s. 151). Det øvre ankeret er ofte formulert som eit læringsmål eller kompetansemål elevane skal kunne når arbeidet med temaet er avslutta, desse kan ligge under fleire alderstrinn og samsvarar med den eine essensielle komponenten til Corcoran et al. (2009, s. 15). Det er viktig at det øvre ankeret ikkje er abstrakt for elevane, det må ligge innanfor ei grense for kva det er forventat at elevane skal ha kapasitet til å meistre (Duschl et al., 2011, s. 152). Når elevane er ferdig med ein læringsprogresjon innan eit tema vil dei truleg ha utvikla ei meir sofistikert forståing av temaet, dette kan sjåast på som kunnskapen dei har med seg når dei går ut av skulen (s. 154). Ein læringsprogresjon har også mellomtrinnsnivå som bidreg til at elevane kan byggje ei bru frå det nedre til det øvre ankeret (s. 154). Desse nivåa viser moglege vegar elevane si læring truleg vil ta, og kan sjåast på som landemerke i kartet eller spesifikke utfordringar/ suksessar elevane mest truleg vil møte på vegen, men elevane kan ta ulike ruter mot målet (Scott et al., 2019, s. 2-3). Læraren må nytte desse mellomtrinnsnivåa for å legge til rette for instruksjon som hjelp elevane på vegen (Duschl et al., 2011, s. 154). Vidare følger eksempel på korleis læringsprogresjonar er nytta i forskning på NOS i læreplanen og lærebøker, og elevanes forståing av evolusjon.

2.3.1 NOS i lærebøker og læreplanar

Okan og Kaya (2022) nytta FRA-rammeverket til Erduran og Dagher (2014) til å undersøke tyrkiske lærebøker i naturfag tilpassa elevar på 5., 6., 7. og 8. trinn. Resultatet deira viste at dimensjonen vitenskaplege praksisar opptreer hyppigast i lærebøkene. Dei fant at både domenegenerelle og domenespesifikke tilnærmingar, samt manipulerande og ikkje-manipulerande metodar bør integrerast i større grad i lærebøkene (s. 17). Dei anbefalar å inkludere NOS i alle delar av lærebøkene, i staden for å samle det opp i ein del av boka, dette aukar elevane si forståing (s. 17). Når det gjeld progresjon innan lærebøkene nytta dei ulike NOS-relaterte nøkkelomgrep og studerte frekvensen av desse gjennom bøkene (s. 18). Konklusjonen var at dei tyrkiske lærebøkene ikkje inkluderte alle NOS-kategoriane, og at det heller ikkje var noko konsistent progresjon av nøkkelomgrepa gjennom bøkene (Okan & Kaya, 2022, s. 1).

Ein studie frå Taiwan undersøkte korleis NOS gjennom FRA-tilnærminga til Erduran og Dagher er uttrykt i ulike versjonar av læreplanen i naturfag (Yeh et al., 2019, s. 291). Resultata

deira viste at læreplanen trekk inn vitenskap som eit kognitivt-epistemisk system for å danne kunnskapsbakgrunn for det sosialt-institusjonelle systemet (s. 301). Samt at fleire av NOS-dimensjonane opptrer på fleire av alderstrinna (s. 302). Det viser seg at når ein dimensjon opptrer saman med ein annan dimensjon kan dette føre til at elevane lettare forstår kvifor det er viktig å lære kva vitenskap er (s. 305). Det er og spesielt fokus på vitenskaplege praksisar som ein relevant dimensjon som ofte er knytt opp mot andre kategoriar, dette skjer på alle alderstrinn (Yeh et al., 2019, s. 305). Mork et al. (2022) tok utgangspunkt i Yeh et al. (2019) si forskning, samt FRA-rammeverket til Erduran og Dagher (2014) då dei analyserte den norske læreplanen LK20 i naturfag. Mork et al. (2022, s. 1615) konkluderte med at to tredel av læreplanteksten, og spesielt kompetansemåla, kan relaterast til NOS-dimensjonane. Den kognitivt-epistemiske verdien vitenskaplege praksisar er hyppigast representert blant anna som kompetansemål etter alle trinn, noko som fører til at læreplanutviklarane kan ha tiltenkt ein progresjon innan denne (s. 1610). Tilsvarande under det sosialt-institusjonelle systemet er det vitenskapens sosiale verdiar som er mest omtalt i alle delar av læreplanen (Mork et al., 2022, s. 1612).

2.3.2 Elevanes forståing av evolusjon

Jerome Seymour Bruner (1915-2016) var ein amerikansk psykolog som blant anna beskriv prosessar i undervisinga. Bruner hadde ei hypotese som omhandlar at alle faglege emne kan undervisast effektivt i ei eller anna intellektuelt ærleg form for elevar på alle utviklingstrinn (Bruner, 1977, s. 33). Bruner trakk fram at undervisingspensum bør tilpassast elevane sin alder. Å introdusere elevar på lågare alderstrinn for viktige idear i skulen, og deretter byggje vidare på denne første kunnskapen når elevane vert eldre fører til at dei får ei stadig meir eksplisitt og moden forståing av emnet (Bruner, 1977, s. 53). I seinare tid vert Bruner sin undervisingsstrategi omtalt som spiralprinsippet (Øyehaug, 2019, s. 47). Den britisk pedagog-psykologen Ann Lesley Brown (1943-1999) beskriv ein utviklingskorridor i 1996, som liknar på Bruners spiralprinsipp.

Catley et al. (2005, s. 3) nytta Brown (1996) sin utviklingskorridor i sin læringsprogresjon for at elevane skal utvikle ei forståing av evolusjon. Catley et al. (2005, s. 3) beskriv dette som en veg for læring på tvers av alderstrinn der nye omgrep introduserast tidleg i skulegangen og gradvis utdjupast og utvidast for elevane etter kvart som dei vert eldre. Catley et al. (2005) starta med å identifisere elevane si forståing kring dei åtte kjerneomgrepa. Deretter utvikla dei ei oversikt som viser korleis forståinga av kjerneomgrepa endra seg i ein læringsprogresjon

gjennom ein utviklingskorridor for elevar i grunnskulen fordelt over barnetrinnet, mellomtrinnet og ungdomstrinnet. Deira resultat viser at byggjesteinane vert meir avansert omtalt etter kvart som elevane vert eldre (Catley et al., 2005, s. 7). Oppsummert fant dei at elevane sin kunnskap om kjerneomgrepa vart betre gjennom å nytte undersøkingsaktivitetar for å styrke deira forståing av evolusjon, og at når dette skjer gjennom ein læringsprogresjon bidreg det til å danne eit konseptuelt rammeverk for elevane innan den berande ideen (Mcvaugh et al., 2011, s. 290).

Også Scheuch et al. (2019, s. 3) beskriv ein læringsprogresjon i sitt arbeid med å kartlegge elevar frå Austerrike sin progresjon når dei lærer om evolusjon. Dei presisera at evolusjon bør introduserast på eit tidleg klasstrinn og trekkast fram som eksempel i arbeid med biologiske fenomen (s. 3). Å trekke undervisinga mot ein berande idé som evolusjon, gjenta den og bruke den på nye måtar for å byggje elevane sin kunnskap vidare vil føre til at elevane på lang sikt forstår meir abstrakte prinsipp for temaet (s. 3). Resultata deira viste at å arbeide med evolusjonsrelaterte omgrep gjennom ein læringsprogresjon tek elevane sine forståingar frå teologiske overtydingar til grundig forståing (s. 9). Scheuch et al. (2019, s. 3) understrekar at å legge til rette for at biologiundervisinga vender tilbake til ein berande idé gjennom heile skulegangen bør vere essensen for læreplan- og lærebokutviklarar.

3. Metode

Ei innhaldsanalyse vart nytta for å undersøke korleis NOS-dimensjonane til Erduran og Dagher (2014), og evolusjonsbyggjesteinane til Catley et al. (2005) er uttrykt i lærebøkene til Gyldendal. Vidare følger nokre avklaringar om analyseringsprosessen.

3.1 Innhaldsanalyse

Bakken og Andersson-Bakken (2021, s. 308) har gjort ein gjennomgang av artiklar som nyttar innhaldsanalyse (content analysis) i databasen ERIC. Dei fant at innhaldsanalyse er mykje nytta i utdanningsforskning, og spesielt til å analysere papirbaserte og digitale læringsressursar som lærebøker. Av den grunn vart innhaldsanalyse nytta som metode for å analysere lærebøkene i denne oppgåva. Ei innhaldsanalyse fokuserer på å få fram ei systematisk kartlegging av innhaldet i teksten, og tek ikkje nødvendigvis omsyn til strukturen eller dei språklege uttrykka som er nytta (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 305). Undervegs i ei innhaldsanalyse vert ein hermeneutisk spiral nytta som ein interaktiv prosess som vekslar mellom å sjå på dokumentet i ein heilskap, eller å sjå på delar av dokumentet (analyseiningar) kvar for seg (Postholm & Jacobsen, 2011, s. 26). Å arbeide på denne måten gjer at analyseringa har betre heilskap og tolking (Befring, 2020, s. 20). Ei hermeneutisk tilnærming handlar om å tolke og forstå innhaldet i teksten slik at den får ei djupare mening på bakgrunn av ein talfrekvens som er eit resultat i innhaldsanalyseringa (Befring, 2020, s. 19).

Krippendorff (2004, referert i Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 307) hevdar det er vanskeleg å skilje mellom ei kvalitativ og ei kvantitativ tilnærming til innhaldsanalyse. Dette er fordi resultatet frå ei innhaldsanalyse først og fremst viser ein talfrekvens for kor ofte dei valde kategoriane er representert i analyseiningane, denne frekvensen tolkast i forhold til det teoretiske rammeverket (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 320). Metoden for analysering i denne masteroppgåva var først ei kvantitativ oppteljing av kor regelmessig NOS-dimensjonane og evolusjonsbyggjesteinane er representert i lærebøkene for å skaffe eit oversiktleg bilete over hyppigheita kodane opptrer i dei ulike kapitla. Likevel reknast masteroppgåva som ei kvalitativ innhaldsanalyse sidan det vart gjennomført søk etter bestemte ord og formuleringar i lærebøkene som vart tolka opp mot forskingsspørsmåla (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 307). Altså korleis uttrykkjer lærebøkene NOS og evolusjon på ulike trinn, samt om evolusjon koplaster til NOS med tanke på forskarane sitt arbeid med

evolusjonsteorien. Eit mål med innhaldsanalysering er at resultatane frå analysinga skal vere reproduserbare (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 305), difor vert oppgåvas analyseiningar no forklart saman med mine kategoriseringar av datamaterialet.

3.2 Datamaterialet

Den norske læreplanen vart oppdatert i 2020, og etter den tid har LK20 vert styrande dokument for opplæringa i skulen, fleire læreverk har difor nye utgåver av lærebøkene sine tilpassa LK20. Læreverket som vart analysert i denne masteroppgåva er Gyldendal. Dette valet vart gjort på bakgrunn av at dei har nye lærebøker tilpassa LK20, og deira lærebøker var tilgjengeleg gratis på issuu.com. Etter at analyseringsprosessen starta vart bøkene fjerna frå issuu.com, det vart då sendte ein e-post til Gyldendal som gav meg tilgang til deira digitale smartbok-utgåver av lærebøkene.

Dei valde lærebøkene er *Refleks 5-7* for mellomtrinnet og *Element 8-10* for ungdomstrinnet. *Refleks 5* frå 2020 og *Refleks 6* frå 2021 er skreve av Maren K. Grindstad (lektor og astrofysikar), Eirik Lyngvær (praktisk og utforskande naturfagundervising), Ingrid Spilde (faktabokforfattar) og Ragnhild Lyngved Staberg (doktorgrad i biologididaktikk). *Refleks 7* frå 2022 er i tillegg til dei føregåande forfattarane òg skreve av Erik Mogstad (mastergrad i naturfagdidaktikk). *Element 8* frå 2020, *Element 9* frå 2021 og *Element 10* frå 2022 er alle skreve av Marthe Artzen (mastergrad i naturfag), Kjersti S. Bækkedal (mastergrad i biologi), Knut Olav Fossetøl (mastergrad i biologi) og Karoline Fægri (doktorgrad i molekylær marinbiologi). Mellomtrinnsbøkene er altså hovudsakleg skreve av dei same forfattarane, og ungdomstrinnsbøkene er skreve av dei same forfattarane, dermed er det grunn til å anta at det er lagt opp til ein læringsprogresjon mellom bøkene. Forfattarane sin bakgrunn er omtalt sidan det gjev eit innblikk i deira kunnskap, og kor eigna dei er til å skrive lærebøker. Forfattarane har variert bakgrunn innan naturfag noko som gjev dei ein brei kompetanse for å dekke fleire områder i faget. Fleire av forfattarane har bakgrunn frå biologi, noko som er relevant med tanke på at kunnskap i biologi er avgjerande for å forstå evolusjon (Dobzhansky, 1973).

Alle kapitla i lærebøkene er delt inn i fleire delkapittel, desse delkapitla vert vidare omtalt som analyseiningar, altså mindre kategoriar som vart analysert kvar for seg (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 309). Tabell 2 viser ei oversikt over datamaterialet. Tabellen viser dei seks lærebøkene som alle er delt inn i seks eller sju kapittel. Kvart kapittel har igjen fleire

analyseeiningar. Analyseeiningane i ungdomstrinnsbøkene går over fleire sider enn i mellomtrinnsbøkene, av den grunn er det færre analyseeiningar per kapittel i ungdomstrinnsbøkene. Kvar lærebok har eit eige NOS-kapittel som er markert i tabellen med blå bakgrunn, det var desse kapitla som vart analysert for å svare på det første forskingsspørsmålet om korleis NOS var uttrykt i lærebøkene på ulike trinn. Når lærebøkene trekk inn NOS i andre kapittel i samanheng med kapitteltemaet vart dette ikkje inkludert, med mindre det kunne relaterast til evolusjon og dermed det tredje forskingsspørsmålet om forskarane sitt arbeid med evolusjonsteorien. I analyseringsprosessen vart ein NOS-kategori eller evolusjonsbyggjestein registrert dersom den var forklart i teksten, den vart berre registrert ein gong sjølv om den var inkludert fleire gongar i same analyseeining.

Tabell 2: Oversikt over analyseeiningar i datamaterialet.

Refleks 5, 2020		Refleks 6, 2021		Refleks 7, 2022	
Kapittel	Analyse-einingar	Kapittel	Analyse-einingar	Kapittel	Analyse-einingar
1 Du er en utforsker	8	1 Livet på jorda	11	1 Utforskeren	7
2 Mangfoldet i naturen	12	2 Programmering	6	2 Energi og elektrisitet	9
3 Kjemiens verden	10	3 Tenk som en forsker	6	3 Døgn, årstider og månefaser	11
4 Jorda og solsystemet	8	4 Utforsk magnetiske krefter	7	4 Kjønn og seksualitet	14
5 Kroppen din er et system	16	5 Din helse	10	5 Partiklenes verden	10
6 Fra barn til voksen	11	6 Atomenes verden	8	6 Teknologi – i dag og i framtida	8
7 Teknologiske system	5	7 En verden av stein	14	7 Samspill i naturen	10

Element 8, 2020		Element 9, 2021		Element 10, 2022	
Kapittel	Analyse-einingar	Kapittel	Analyse-einingar	Kapittel	Analyse-einingar
1 Naturfag	6	1 Naturvitenskap	5	1 Informasjons-samfunnet	5
2 Stoffer	5	2 Kjemiske modeller	6	2 Kommunikasjons-teknologi	5
3 Energi	5	3 Energi	7	3 Immunforsvaret	6
4 Jorda	5	4 Klima	6	4 Kropp og helse	6
5 Evolusjon	5	5 Nerver og hormoner	6	5 Naturressurser	5
6 Økologi	6	6 Seksualitet	8	6 Bærekraft og miljø	6

Alle analyseeiningane bestod av hovudtekst og pretekst som omgjev hovudteksten (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 311). Alle analyseeiningane inneheldt tre oppgåver (finn svar i teksten, tolking og refleksjon) til elevane som gjekk på dei same kategoriane for analysering som allereie var trekt fram i hovudteksten. Av den grunn vart det naturleg å inkludere desse

oppgåvene i analyseeiningane og ikkje sjå på dei åtskilt. Preteksten i mellomtrinnsbøkene bestod elles av bilete med bilettekst, tekstboksar med mysterium eller fakta, og tabellar. I tillegg inneheldt nokre av analyseeiningane eksperiment eller aktivitetar til elevane. Kapitla hadde òg sider med fordjupingar innan kapitteltemaet, desse vart rekna som eigne analyseeiningar. Alle kapitla avsluttast med ei dobbelside med oppgåver, desse sidene vart ikkje rekna som analyseeiningar sidan dei blandar saman alle dei føregåande analyseeiningane i kapitlet. Preteksten i ungdomstrinnsbøkene bestod av bilete med bilettekst, store tekstboksar med særleg viktig fagstoff eller fordjupingar på tema, små tekstboksar med refleksjonsspørsmål, morosam fakta eller viktige opplysningar, og tabellar. I tillegg hadde kvart kapittel ein magasinartikkel som vart rekna som eigne analyseeiningar. Alle kapitla avsluttast med tre dobbelsider; samandrag, oppgåver, og aktivitetar og forsøk, desse vart ikkje rekna som analyseeiningar sidan dei sumerar opp kapitlet og blandar saman dei føregåande analyseeiningane.

3.3 Refleksjonar kring datainnsamlinga

Bakken og Andersson-Bakken (2021, s. 312) trekk fram tre ulike metodar for å gjennomføre ei innhaldsanalyse. Dette er deduktiv tilnærming der kategoriane vert førehandsbestemt på bakgrunn av eksisterande teoretisk og empirisk kunnskap om temaet som vert undersøkt (s. 312). Induktiv tilnærming er når kategoriane vert utvikla på bakgrunn av tekstmaterialet (s. 313), og abduktiv tilnærming som er ein kombinasjon av dei to føregåande (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 314). Det er abduktiv tilnærming som er nytta i denne oppgåva.

3.3.1 NOS-dimensjonane

Alle lærebøkene har eigne NOS-kapittel som vart analysert for å svare på det første forskingsspørsmålet om korleis NOS er uttrykt i lærebøkene. Desse kapitla forklarar ofte korleis forskarar arbeider utan å sette det inn i noko fagleg kontekst. Slike tilfelle kan sjåast i samanheng med måten Lederman et al. (2002) si konsensusliste presenterer NOS, og som Clough (2006, s. 475) og Ryder og Martines (2015, referert i Øyehaug & Kristensen, 2023, s. 3) omtalar som domenegenerell fordi NOS-dimensjonane vert forklart utan å vere i ein fagkontekst. For at ei domenegenerell tilnærming til NOS skal vere effektiv må NOS-dimensjonane undervisast eksplisitt slik at elevane får ei forståing av kvifor dei ulike NOS-dimensjonane er viktige i forskarane sitt arbeid (Clough, 2006, s. 475).

Analysering av NOS vart gjort gjennom ei abduktiv tilnærming med utgangspunkt i Erduran og Dagher (2014) si framstilling av NOS, vidareutvikla gjennom FRA sine elleve dimensjonar. Desse vart presentert i teorikapittelet, og summert opp gjennom FRA-hjulet i figur 1. I tolkinga av NOS-dimensjonane til Erduran og Dagher vart eg merksam på at nokre dimensjonar var vanskelege å skilje frå kvarandre. Desse vart diskutert både med ein medstudent og vegleiar for å bli mest mogleg korrekte. Det vart i ein slik samtale presisert at teknologiske oppfinningar ikkje er rekna som vitskaplege, og av den grunn er desse ikkje inkludert i NOS. På bakgrunn av at det er mine tolkingar av dimensjonane som vart nytta er analyseringa rekna som abduktiv. I tillegg vart eg gjennom analyseringsprosessen merksam på fleire element frå lærebøkene som var vanskeleg å plassere i ein dimensjon, fordi dei enten kunne passe inn i fleire dimensjonar, eller i punkt på Lederman et al. (2002) si liste som ikkje er inkludert hos Erduran og Dagher (2014). Vidare følger ei presisering av elementa som var vanskelege å kategorisere.

Når lærebøkene beskrev ein framgangsmåte elevane kan nytte i eit forsøk vart dette kategorisert som ein vitskapleg praksis sidan dette er ein måte elevane kan innhente data på. Men når elevane planlegg eit forsøk, lagar hypotese til forsøket eller skriv rapport i etterkant av forsøket kategoriserast det som metode og metodiske reglar sidan dette omhandlar dei eksterne delane av forskinga. Elevane deltek i ein profesjonell aktivitet dersom dei skriv ei avhandling frå forskinga si, eller presenterer og diskuterer resultatane sine munnleg med medelevar. Sosial sertifisering og formidling omhandlar aktivitetar som å kritisk avgjere om andre sine forskingsresultat er valide, samt skriftleg deling av forskinga med andre som kan lære av den.

I nokre tilfelle vart NOS-dimensjonane beskrive eksplisitt, medan i andre tilfelle vart dei trekt inn gjennom implisitte tilnærmingar. I analyseringa vart det skilt mellom desse beskrivingane. Eksplisitte tilnærmingar var situasjonar der innhaldet frå lærebøkene tilsvara mine tolkingar av Erduran og Dagher sine NOS-dimensjonar. Medan implisitte tilnærmingar var når innhaldet frå lærebøkene måtte tolkast før det kunne plasserast i ein dimensjon, eller dersom innhaldet berre so vidt rører ved dimensjonen. Eksempel på implisitte tilnærmingar er kritisk tenking som vart kategorisert som ein profesjonell aktivitet, sidan dette kan tolkast som å diskutere (med seg sjølv eller andre) om forklaringane som er presentert er reliable. Kritisk tenking kunne òg ha blitt kategorisert som ein vitskapleg praksis, eller som vitskapleg etos gjennom organisert skepsis sidan dette handlar om å kritisk granske det som vert lese. Ved

fleire tilfelle trakk lærebøkene fram at: «forskere mener...», at «forskere har funnet ut...» eller liknande. Slike omtalar vart kategorisert som vitskaplege praksisar gjennom ei implisitt tilnærming sidan det ikkje vart presisert korleis forskarane har kome fram til dette. Motsett vart det beskrive at: «forskere vet ikke...», at «forskere er usikre på...» eller liknande. Desse omtalane vart kategorisert som vitskapleg kunnskap sidan dette går på at forskarane har funne ut noko, utan at dei har klart å forklare kvifor verda fungera som den gjer. Også dette er ei implisitt tilnærming.

Tabell 3 viser ei samanfattande beskriving av NOS-dimensjonane, samt eksempel på eksplisitte og implisitte tilnærmingar til dimensjonane gjennom utdrag frå lærebøkene. Utdraga er domenegenerelle beskrivingar av korleis forskarane arbeider, og er henta frå NOS-kapitla i lærebøkene. Ingen av utdraga er domenespesifikke i den forstand at dei ikkje er tilpassa noko naturfagleg tema eller fagdisiplin. Nokre av utdraga frå *Refleks*-bøkene var inkludert i historier om korleis forskarar har arbeidd i ein bestemt situasjon, utan å trekke inn faglege perspektiv. På bakgrunn av at lærebøkene ikkje innehaldt implisitte tilnærmingar til alle dimensjonane, er det nokre opne felt i tabellen.

Tabell 3: Oversikt over NOS-dimensjonane basert på Erduran og Dagher (2014), samt eksplisitte og implisitte utdrag frå lærebøkene tilhøyrande dimensjonane.

NOS-dimensjonar basert på teorikapittelet	Eksplisitte utdrag	Implisitte utdrag
<p>1 Mål og verdiar</p> <p>Det finst ulike mål og verdiar forskarane må tenke på når dei arbeider for at forskinga skal bli reliabel, dette kan t.d. vere konsistens, nøyaktigheit, objektivitet eller adressering av uregelmessigheit.</p>	<p>«Når man gjør vitenskapelige undersøkelser, må man være nøyaktig og systematisk» (Element 8, s. 20)</p> <p>«Du har ikke lov til å utelate noen observasjoner fordi de ikke passer med det du trodde, og det er heller ikke lov å lage usanne resultater hvis forsøkene dine ikke går slik du hadde håpet.» (Element 9, s. 23)</p>	<p>«[...] måtte gjøre forsøket flere ganger og prøvde det på flere mennesker før han kunne være sikker.» (Refleks 5, s. 13)</p> <p>«[...] det er lett å glemme at forskning og utvikling også er kreative og nyskapende prosesser.» (Element 9, s. 10)</p>
<p>2 Vitskaplege praksisar</p> <p>Framgangsmåten forskarane nyttar for å samle inn og tolke data, dette kan t.d. vere observasjonar, klassifiseringar eller eksperiment, samt bruk av modellar og representasjonsverktøy.</p>	<p>«Å samle inn data vil si å hente informasjon fra litteratur, fra egne undersøkelser og fra andres forskning.» (Element 9, s. 18)</p> <p>«Du skal også tolke resultatene dine og forklare hva de betyr.» (Element 8, s. 22)</p> <p>«Lag en bestemmelsesnøkkel til blader eller blyanter.» (Refleks 6, s. 25)</p>	<p>«Forskere mener [...]», «Forskere har funnet ut [...]», «Forskere tror [...]»</p> <p>«Det er viktig at dere kun endrer og justerer én variabel om gangen. Dette er for at dere skal vite hvilken variabel som er årsak til endringer [...]» (Refleks 6, s. 70)</p>

<p>3 Metode og metodiske reglar</p> <p>Eksterne delar av forskinga som å finne ut kva det skal forskast på, lage hypotese, planlegge forsøket, lage konklusjonar og å skrive rapportar. Dette kan gjerast på ulike måtar i ulike rekkefølger.</p>	<p>«Du brukte en spesiell måte å tenke og gjøre ting på - altså en spesiell metode. Visste du at mange forskere bruker akkurat samme metode når de skal finne ut av noe? På forskerspråket kalles dette den hypotetisk-deduktive metode.» (Refleks 5, s. 9)</p> <p>«[...] man begynner med å stille spørsmål og lage en hypotese, før man planlegger og gjennomfører en undersøkelse, samler data og deler resultatene med andre. Men i virkeligheten går ikke ting alltid så rett fram [...]. Det er ikke uvanlig at det skjer noe underveis som gjør at man må endre den opprinnelige planen.» (Element 9, s. 15)</p>	<p>«Hvilken risiko medfører denne aktiviteten? Hva kan jeg gjøre for å forsikre meg om at jeg er trygg? Dette er noe av det du må tenke på når du skal gjennomføre en risikovurdering.» (Element 9, s. 29)</p> <p>«Etter at du har tolket observasjonene du gjorde [...], må du dokumentere arbeidet ditt.» (Element 9, s. 13)</p>
<p>4 Vitenskapleg kunnskap</p> <p>Produktet av forskinga er presentert som teoriar, lover eller modeller med tilhøyrande forklaringar. Kunnskap kan utvikle seg.</p>	<p>«Etablert vitenskapelig kunnskap er teorier og modeller som forklarer mange observasjoner vi har gjort av et fenomen, og som er testet av mange forskere på flere måter. Slik kunnskap har stor troverdighet.» (Element 10, s. 22)</p> <p>«Slik utvikler kunnskapen seg etter hvert som vi gjør flere observasjoner og undersøkelser.» (Refleks 7 s. 13)</p>	<p>«Forskere vet ikke [...]», «Forskere er uenige [...]», «Forskere er usikre på [...]»</p> <p>«Menneskene hadde likevel kunnskap om verden rundt seg lenge før det fantes forskere. Denne kunnskapen fikk de fra egne erfaringer og fra foreldrene sine eller andre mennesker.» (Refleks 5, s. 20)</p>
<p>5 Profesjonelle aktivitetar</p> <p>Forskarane deltek på konferansar, nyttar sitt profesjonelle nettverk til å diskutere og presentere funna sine, dei skriv manuskript, og søker om finansiering.</p>	<p>«Det er flere måter å gjøre resultatene dine kjent for andre på. Du kan skrive en rapport, skrive en fagartikkel, lage en plakat eller holde en muntlig presentasjon.» (Element 9, s. 28)</p>	<p>«Å tenke kritisk vil si at du ikke uten videre godtar noe som en sannhet, men undersøker flere opplysninger, forklaringer og mulige sammenhenger for å se om de faktisk stemmer.» (Element 9, s. 14)</p>
<p>6 Vitenskapleg etos</p> <p>Forskarar har nokre normer og verdiar for korleis dei skal oppføre seg, desse omhandlar universalisme, organisert skepsis, nøytralitet og kommunisme.</p>	<p>«Siden forskere bare er vanlige mennesker, blir de også påvirket av folk og av samfunnet. (Refleks 7, s. 24)</p> <p>«Forskere som lager falske resultater eller skjuler resultater som passer dårlig med det de selv ønsker å finne, kan miste jobben.» (Element 8, s. 20)</p>	<p>«Eller hva om noen betaler forskere for å komme med feilaktige påstander?» (Element 10, s. 19)</p>
<p>7 Sosial sertifisering og formidling</p> <p>Manuskripta forskarane skriv fagfellevurderast og dermed kritiserast av andre forskarar før dei publiserast offentleg, dette aukar validiteten i forskinga.</p>	<p>«Fagfellevurdering betyr at forskerne som kan mye om temaet, leser gjennom artikkelen og vurderer om arbeidet holder et vitenskapelig nivå. Fagfellene kan avvise artikkelen eller kreve at forskerne gjør flere undersøkelser før den blir publisert. Hvis</p>	

	fagfellene anbefaler publisering, kan du som leser artikkelen, være nokså trygg på at det som står der, er riktig. (Element 10, s. 20)	
8 Vitenskapens sosiale verdier Forskarar har fridom til å følge opp og vidareføre andre si forskning, forkinga må vere nyttig for menneskeheita, og den må ta vare på miljøet.	«For å finne svar undersøker vi hva andre har funnet før oss [...]» (Element 9, s. 15) «Sars gjorde at flere ble oppmerksomme på koronaviruset, og etter koronapandemien forstår alle at forskning på koronaviruset er viktig.» (Element 10, s. 23)	
9 Sosiale organisasjonar og interaksjonar Forskarar arbeider saman med andre, både folk i same organisasjon eller på tvers av organisasjonar.	«Det er vanlig at forskere fra mange ulike fagområder jobber sammen for å finne svar på ubesvarte spørsmål.» (Element 8, s. 18).	
10 Politiske maktstrukturar Regjeringar og statar styrer kva det skal forskast på og dermed kven forkinga skal vere nyttig for.	«Vitenskapelig fakta brukes som grunnlag for å ta politiske og økonomiske avgjørelser.» (Element 10, s. 24)	
11 Finansielle system Regjeringar og statar, eller andre som delar ut økonomisk finansiering til forskning påverkar kva det skal forskast på.	«For at vi skal få korrekte vitenskapelige resultater, må noen betale for at forskere kan bruke tid på å forske. De som betaler for forskningen, vil ha noe nyttig tilbake.» (Element 10, s. 23)	

3.3.2 Evolusjonsbyggjesteinane

Også evolusjonsbyggjesteinane vart kategorisert gjennom ei abduktiv tilnærming (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 314) med utgangspunkt i dei seks faglege byggjesteinane til Catley et al. (2005). Desse vart presentert i teorikapitlet, og summert opp gjennom figur 6. Undervegs i analyseringa vart det oppdaga at lærebøkene trakk fram ulike element innan biologi som kan rettast mot evolusjon, men som ikkje vart nemnde av Catley et al. (2005). Av den grunn vart byggjesteinane utvida gjennom ein induktiv prosess slik at dei også romma desse elementa. Vidare følger ei beskriving av dei elementa innan biologi som lærebøkene trakk fram, og som kan trekkast mot evolusjon, men som Catley et al. (2005) ikkje omtalte.

Den induktive prosessen førte til at livets opphav vart inkludert i denne oppgåva som ein geologisk prosess som skjedd for veldig lenge sidan og dannar bakteppe for det mangfaldet av artar vi har i dag. Det finst fleire kriterium for at ein organisme er levande, dette er relevant i forhold til evolusjon sidan eit av kriteria er at levande organismar kan gjennomgå evolusjon,

dermed er «liv» inkludert i evolusjonsbyggjesteinen genetisk variasjon saman med formeiring som er eit av dei andre kriteria for at noko er levande. Andre element som vart inkludert i den induktive prosessen var næringsnett og næringskjedar gjennom økologi/ innbyrdes forhold, sidan dette gjev ei oversikt over samspelet mellom artane. Tabell 4 viser ei samanfattande beskriving av evolusjonsbyggjesteinane basert på teorikapittelet, samt utdrag frå lærebøkene tilhøyrande dei ulike byggjesteinane.

Tabell 4: Oversikt over evolusjonsbyggjesteinane basert på Catley et al. (2005), samt utdrag frå lærebøkene tilhøyrande byggjesteinane.

Evolusjonsbyggjesteinar basert på teorikapittelet	Utdrag frå lærebøkene
<p>1 Biologisk mangfald</p> <p>Artsmangfald viser til mengda ulike artar samt klassifisering av desse, genetisk mangfald viser til variasjonar innanfor ein art, og økosystemmangfald viser til ulike typar økosystem. Ein art vert definert og plassert i eit taksonomisk hierarki eller framstilt i eit slektstre.</p>	<p>«Ta en tur til en skog eller en frodig grøftkant. Hvor mange ulike arter bor det der? Ser du nøye etter, finner du nok massevis av ulike planter, sopper, insekter og andre krypdyr. I Norge har forskerne funnet over 40 000 ulike arter.» (Refleks 5, s 34)</p> <p>«Det fins millioner av dyrearter på jorda. De kan deles inn i to kjempestore grupper: virveldyrene og de virvelløse dyrene.» (Refleks 6, s. 30)</p>
<p>2 Struktur-funksjon</p> <p>Individets genmateriale avgjer individets eigenskapar. Artar tilpassar seg miljøet sitt og andre artar rundt seg. Dei artane som er best tilpassa vil overleve og formeire seg og på den måten spreie gena sine vidare gjennom naturleg seleksjon. Seleksjon kan også vere drive av seksuell tilknytning eller avl.</p>	<p>«Alle disse artene har funnet sitt eget levested på jorda. De har tilpasset seg livet akkurat der de bor. Det har gjort artene veldig forskjellige.» (Refleks 5, s. 33)</p> <p>«Siden individene har ulikt arvestoff og dermed litt ulike egenskaper, vil noen være bedre tilpasset miljøet de lever i, enn andre. [...] De som er best tilpasset miljøet, har større sannsynlighet for å føre arvestoffet sitt videre til neste generasjon.» (Element 8, s. 181)</p>
<p>3 Økologi/ innbyrdes forhold</p> <p>Abiotiske og biotiske faktorar påverkar samlivet mellom artar i eit økosystem. Dei biotiske organismane i eit økosystemvert er fordelt som produsentar, konsumentar og nedbrytarar og vert gjerne framstilt i ein næringskjede eller eit næringsnett. Dei samhandlar med kvarandre gjennom ulike former for symbiose, samarbeid eller konkurranse.</p>	<p>«Artene henger sammen i kjeder av organismer som spiser hverandre, altså arter som får energi fra hverandre. Dette kalles næringskjeder.» (Refleks 7, s. 7)</p> <p>«Organismene som lever i et økosystem, påvirkes av forhold som temperatur, fuktighet og lys, men også av de andre organismene som finnes der. Vi skiller mellom de delene av et økosystem som er levende, som dyr og planter, og de delene som ikke lever, for eksempel temperatur og fuktighet.» (Element 8, s. 205)</p>
<p>4 Genetisk variasjon</p> <p>Tilfeldig og direkte variasjon påverkar artsmangfaldet. Variasjon kan kome av seleksjon, mutasjonar, genetisk rekombinasjon eller genetisk drift. Genetisk variasjon oppstår i levande organismar som kan formeire seg.</p>	<p>«Et kjennetegn ved en levende organisme er at den kan formere seg. Formering betyr å få avkom. Avkom er det samme som barn, unger eller etterkommere.» (Refleks 7, s. 92)</p> <p>«Dyr som har to foreldre, slik som pattedyr, får halvparten av arvestoffet fra mor og halvparten fra far. I tillegg kan det skje små tilfeldige endringer i arvestoffet som barna arver fra foreldrene sine.» (Element 8, s. 179)</p>

<p>5 Endring</p> <p>Individ og populasjonar endrar seg over korte og lenger tidsintervalla. Vekst er korleis eit individ endrar seg gjennom eit liv. Mikroevolusjon er endringar over fleire generasjonar, men over korte tidsintervalla, dette kan kome av endring i genpoolen til populasjonen, mutasjon, genetisk drift, genflyt og seleksjon. Makroevolusjon er endringar over lenger tidsintervalla som følge av mikroevolusjon, dette fører til at nye artar vert danna.</p>	<p>«Du er på vei inn i ungdomstiden og en periode vi kaller puberteten. Puberteten starter på forskjellig tid og på forskjellig måte fra person til person. I puberteten er det mye som forandrer seg, både inni og utenpå kroppen.» (Refleks 5, s. 156)</p> <p>«Nye arter dannes vanligvis ved at populasjoner blir fysisk skilt fra hverandre i noen tusen til flere millioner år. Når de er adskilt, kan ikke individene pare seg med hverandre. [...] Over lang tid kan populasjoner endre seg og bli så ulike at det er umulig for dem å få avkom med hverandre, selv om de skulle møtes, da har det oppstått to nye arter.» (Element 10, s. 162)</p>
<p>6 Geologiske prosessar</p> <p>Beskriv det tidlegare miljøet på jorda og korleis dette har skapt eit artsmangfald. Vi studera utdøyde organismar basert på fossil, samt korleis platetektonikk, vulkanar og meteorittar har påverka miljøet og dermed ført til endring.</p>	<p>«Kunnskapen om utdødde dinosaurer kommer fra fossiler. Fossiler er avtrykk eller rester av døde organismer. [...] Fossiler av dyr er i hovedsak avtrykk eller rester av skjelett og tenner.» (Refleks 6, s. 32)</p> <p>«Den første levende organismen på jorda besto av én enkelt celle, men etter hvert utviklet det seg flercellede organismer med mange celler som samarbeidet.» (Element 9, s. 166)</p>

3.3.3 Læringsprogresjon

Det vart og undersøkt korleis NOS-dimensjonane og evolusjonsbyggjesteinane kom til uttrykk i lærebøkene på ulike alderstrinn. Dette er snakk om læringsprogresjon. Det vart altså undersøkt om det var noko utvikling i måten dimensjonane og byggjesteinane vart uttrykt i lærebøkene frå år til år.

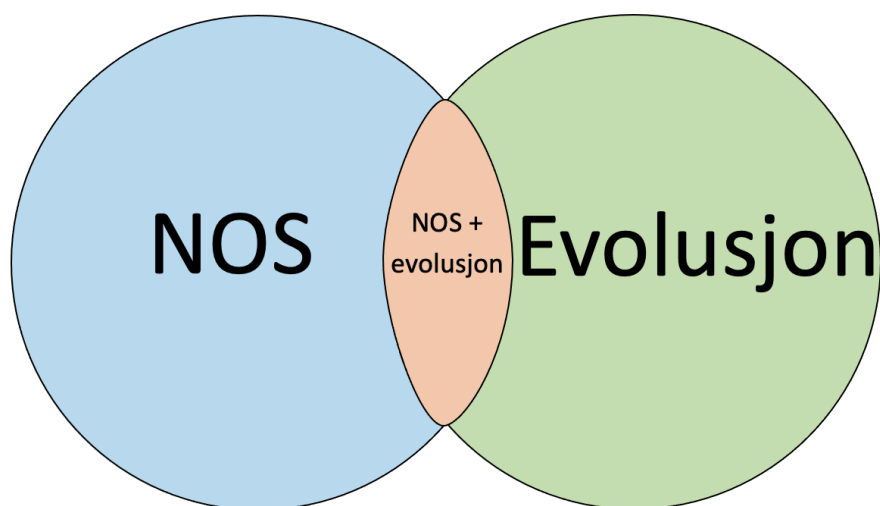
Etter at talfrekvensane vart kartlagt (sjå tabell 5 og 8), vart denne informasjonen nytta til å danne progresjonstabellar. Det vart teke utgangspunkt i to NOS-dimensjonar som var representert i alle lærebøkene, og to evolusjonsbyggjesteinar som også var hyppig representert. Deretter vart det undersøkt kva område kvar av desse fire spesifikt tok føre seg. Då viste det seg at fire av lærebøkene som omtalte vitenskaplege praksisar fokuserte på datainnsamlingsprosessen, og fem av lærebøkene som omtalte sosial sertifisering og formidling fokuserte på fagfellevurdering. Tilsvarende tok fire av lærebøkene føre seg naturleg seleksjon og tilpassing i situasjonar der struktur-funksjon kunne trekkast inn, og i fem av lærebøkene vart formeiring og arv omtalt gjennom genetisk variasjon. Etter at denne kartlegginga var gjennomført vart det danna progresjonstabellar tilhøyrande kvar av desse fire situasjonane basert på innhaldet i lærebøkene. Til slutt vart tabellane analysert på bakgrunn av mine teoretiske rammeverk for å finne ut om innhaldet i lærebøkene utviklar seg etter kvart som elevane vert eldre.

3.3.4 Koplinga mellom NOS og evolusjon

For å svare på det tredje forskingsspørsmålet om korleis evolusjonsteorien er kopla til NOS for å undersøke korleis forskarane har kome fram til, og akseptert evolusjonsteorien vart det teke utgangspunkt i dei analyseiningane der evolusjonsbyggjesteinane var omtalt i lærebøkene. Dette datamaterialet vart gjennomgått på leit etter situasjonar der det vart beskrive korleis forskarane har arbeidd med byggjesteinen. Det var med andre ord situasjonar der NOS-dimensjonane vart trekt inn i konkrete situasjonar som ei domenespesifikk tilnærming (Erduran & Kaya, 2019, referert i Øyehaug & Kristensen, 2023, s. 3).

Desse situasjonane vert framvist i tabell 12. Frå tabellen såg eg at lærebøkene trakk fram forskarane sitt arbeid med å kartlegge det biologiske mangfaldet på jorda i fire av lærebøkene, og at i to av lærebøkene vart det omtalt korleis tidlegare artar har utvikla seg gjennom geologiske prosessar. Innhaldet i lærebøkene frå desse to situasjonane vart samla til progresjonstabellar som igjen vart analysert og diskutert for å kome fram til ein læringsprogresjon om denne koplinga.

For å samanfatte problemområdet i denne oppgåva er det undersøkt korleis NOS-dimensjonane og evolusjonsbyggjesteinane er uttrykt i lærebøkene til Gyldendal. I tillegg er det undersøkt korleis lærebøkene har lagt til rette for ei kopling mellom desse. Dette er visualisert i figur 8.



Figur 8: Ei visuell samanfatting av problemområdet.

3.4 Reliabilitet

På grunn av at det er enkelt å skilje dei ulike analyseeinane frå kvarandre med tydelege overskrifter til kvar eining er det også lett for andre å etterprøve mine resultat. Dette bidreg til å auke reliabiliteten i oppgåva (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 311). Analyseringsprosessen gjekk føre seg over fleire omgangar. Først vart alle bøkene lest igjennom og det relevante fagstoffet vart kategorisert etter NOS-dimensjonane og evolusjonsbyggjesteinane. I neste omgang vart berre det utplukka materialet lest igjennom. I denne prosessen vart dei fleste kodingane beholdt, men nokre vart revidert på bakgrunn av at teorien hadde blitt arbeidd djupare med og av den grunn vart det oppdaga feil frå første gjennomgang. At kodinga vart gjennomført i fleire omgangar bidrog til å auke reliabiliteten, sidan alt materialet vart dobbelsjekka for å vere sikker på at det hadde blitt tildelt riktige kategoriar.

3.5 Validitet

At lærebøkene sine kapittel vart delt inn i delkapittel/ analyseeiningar kan føre til at oppgåva vart mindre valid sidan nokre samanhengar mellom teksten kan bli oversett (Bakken & Andersson-Bakken, 2021, s. 312). Difor vart den hermeneutiske spiralen som ein interaktiv prosess nytta, både for å sjå på analyseeinane kvar for seg, men og veksle mellom fleire analyseeiningar i eit større perspektiv for å skaffe betre oversikt over innhaldet i lærebøkene (Postholm & Jacobsen, 2011, s. 26).

Det finst mange måtar å tolke Erduran og Dagher si framstilling av naturvitskapens eigenart (NOS) gjennom familielikskapstilnærminga (FRA). Dimensjonane vart diskutert med vegleiar i fleire omgangar for å sikre god validitet i kodinga. I tillegg vart dimensjonane diskutert fleire gongar med ein medstudent, som også nyttar Erduran og Dagher sitt FRA-hjul som teoretisk rammeverk i si masteroppgåve. Sidan dimensjonane vart diskutert med andre er det større sannsyn for at mi tolking, slik desse er framstilt i denne oppgåva, er valide i forhold til korleis Erduran og Dagher i utgangspunktet definera desse.

Gjennom høgskulen vart det arrangert eit masterseminar i mars 2023, der alle som skreiv master i naturfag deltok og delte litt frå sine masteroppgåver. Deretter fekk vi moglegheit til å diskutere kvarandre sine oppgåver, resultat og framgangsmåtar. Denne prosessen kan reknast som ein profesjonell aktivitet sidan vi diskuterte med kvarandre for å validere arbeidet vårt.

På dette seminaret var det ein medstudent som analyserte Gyldendal sine *Refleks 1-7* på leit etter ein læringsprogresjon (ikkje innan evolusjon og NOS). Vi diskuterte preteksten i bøkene og konkluderte med at tekstboksane med mysterium eller fakta måtte inkluderast i analyseringa sidan desse inneheld informasjon som ikkje kjem fram i hovudteksten, men som likevel er nyttig å fremje i analyseringa.

3.6 Forskingsetiske vurderingar

Som nemnt vart det sendt ein førespurnad på e-post til Gyldendal for å få tilgang til lærebøkene deira digitalt (sjå vedlegg 1). Det vart også sendt melding til Salinas og Erduran gjennom ResearchGate.com (sjå vedlegg 2 og 3) der det vart spurt om tillating til å nytte deira modellar i mi oppgåve. Salinas gav raskt ei tilbakemelding om at dette var ok. Per dags dato (12.05.23) har eg ikkje mottatt svar frå Erduran, men eg har likevel valt å nytte deira modellar sidan dei allereie er nytta i fleire samanhengar.

4. Resultat

Resultatet er framstilt i tre omgangar tilpassa dei tre forskingsspørsmåla i oppgåva. Til kvart forskingsspørsmål er det eksempel på to læringsprogresjonar. Til det andre forskingsspørsmålet er det òg ein progresjonstabell i forhold til korleis ordet evolusjon eksplisitt er uttrykt i lærebøkene.

4.1 Naturvitskapens eigenart i lærebøkene

I denne masteroppgåva er det først undersøkt korleis naturvitskapens eigenart (NOS) er uttrykt i lærebøker i naturfag på ulike trinn basert på lærebøkene sine NOS-kapittel, eit kapittel i kvar bok. Tabell 5 viser ei oversikt gjennom ein talfrekvens for korleis NOS-dimensjonane til Erduran og Dagher (2014) er fordelt i NOS-kapitla. Resultatet viser både **eksplisitte tilfelle** (på venstre side av skråstreken) og **implisitte tilfelle** (på høgre sida av skråstreken). Etter kolonet i rutene er det summert kor mange analyseeiningar som inneheld koden. I dei tilfella der ei analyseeining inneheld både eit eksplisitt og eit implisitt tilfelle av koden er dette rekna éin gong sidan det er i same analyseeining. Dei tomme rutene inneheld ingen tilnærming til den respektive dimensjonen.

Tabell 5: Oversikt over frekvensen NOS-dimensjonane til Erduran og Dagher (2014) opptre i lærebøkene både gjennom eksplisitte og implisitte tilfelle i NOS-kapitla. NOS-dimensjonane er: 1) mål og verdier, 2) vitenskaplege praksisar, 3) metode og metodiske reglar, 4) vitenskapleg kunnskap, 5) profesjonelle aktivitetar, 6) vitenskapleg etos, 7) sosial sertifisering og formidling, 8) vitenskapens sosiale verdier, 9) sosiale organisasjonar og interaksjonar, 10) politiske maktstrukturar og 11) finansielle system.

Bok/ kapittel	Analyse-einingar	NOS-dimensjonar										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Refleks 5 , kap. 1: Du er en utforsker	8	0/1: 1	3/2: 3	6/0: 6	0/4: 4	2/0: 2		3/0: 3				
Refleks 6 , kap. 3: Tenk som en forsker	6	3/0: 3	5/3: 6	2/1: 3			1/0: 1	1/0: 1				
Refleks 7 , kap. 1: Utforskeren	7		3/1: 3	2/1: 3	2/2: 4	1/0: 1	1/0: 1	2/0: 2	1/0: 1			
Element 8 , kap. 1: Naturfag	6	1/0: 1	4/1: 4	3/0: 3	2/1: 2	0/1: 1	1/0: 1	3/0: 3	1/0: 1	2/0: 2		
Element 9 , kap. 1: Naturvitenskap	6	2/1: 2	3/1: 3	3/1: 4	2/1: 3	1/3: 3		4/0: 4	1/0: 1	1/0: 1		
Element 10 , kap. 1: Informasjonssamfunnet	5	2/1: 2	2/1: 2	1/1: 2	1/2: 2	0/3: 3	1/1: 1	1/0: 1	1/0: 1	2/0: 2	1/0: 1	1/0: 1
Totalt	38	8/3: 9	20/9: 21	17/4: 21	7/10: 15	4/7: 10	4/1: 4	14/0: 14	4/0: 4	5/0: 5	1/0: 1	1/0: 1

Frå tabellen ser vi at dimensjon 2, 3 og 7 er inkludert i alle lærebøkene, noko som skapar moglegheit for læringsprogresjon mellom bøkene. Vi ser og at dimensjon 2 har fleire implisitte

tilnærmingar på dei yngste alderstrinna, enn på dei eldste alderstrinna. Dimensjon 1, 4, 5, 6 og 8 er omtalt i eit fleirtal av lærebøkene. Dimensjon 10 og 11 er berre nemnt i ei analyseeining kvar i 10. trinnsboka, og av den grunn finst det ingen læringsprogresjon innan desse dimensjonane. Vidare følger to eksempel på læringsprogresjonar frå lærebøkene tilhøyrande NOS-dimensjonar som finst på alle alderstrinn. Først ein læringsprogresjon innan NOS-dimensjon 2 (vitskaplege praksisar) med fokus på korleis lærebøkene uttrykkjer datainnsamling. Deretter ein læringsprogresjon innan NOS-dimensjon 7 (sosial sertifisering og formidling) med fokus på korleis lærebøkene uttrykkjer fagfellevurderingsprosessen.

4.1.1 Vitskaplege praksisar i lærebøkene

Sjølv om NOS-dimensjon 2 (vitskaplege praksisar) kan trekkast inn i alle lærebøkene, er det hovudsakeleg gjennom *Refleks 5-6* og *Element 8-9* forklart korleis forskarar har arbeidd med å samle inn data (sjå tabell 6). *Refleks*-bøkene nyttar konkrete historier i eksempla sine for å forklare situasjonar der data vert samla inn og kan dermed kallast domenespesifikke sjølv om eksempla ikkje tilhøyrar noko fagområde, medan *Element*-bøkene er meir domenegenerelle.

Tabell 6: Læringsprogresjon innan vitskaplege praksisar med fokus på datainnsamling.

Refleks 5	Forklarar kva det vil seie å samle inn data.			
Refleks 6	Forklarar gjennom ei historie kvifor det er viktig å berre endre ein variabel for å få riktige resultat.			
Element 8	Forklarar at vitskap handlar om å gjere undersøkingar og samle inn informasjon, dette kan vere i form av å gjennomføre forsøk eller observasjonar.			
Element 9	Forklarar at vi må gjennomføre ei undersøking for å samle inn informasjon. Undersøkingar kan gå føre seg på ulike stader og på ulike måtar gjennom til dømes å observere noko, gjennomføre kontrollerte forsøk, eller lage modellar eller simuleringar av det vi vil undersøke.			

I ei analyseeining i *Refleks 5* er ein forskingsmetode beskrive gjennom eit forsøk med maur, der fleire av elementa går inn under dimensjonen metode og metodiske reglar. Vitskapleg praksis er og inkludert gjennom at prosessen med datainnsamling er beskrive: «Her gjør du undersøkelene du planla, og noterer hva du fant ut.» (*Refleks 5*, s. 15). Det framhevast at eit eksperiment eller undersøking er ein form for test.

I *Refleks 6* (s. 58-61) er det nytta eit eksempel med Tobias som får utslett når han er på hytta. Når han er der gjer han tre ting han ikkje brukar å gjere elles, dette er å ete safrankake, klappe

geiter og sove på hemsen. For å finne ut kva som er grunnen til at han får utslett reiser familien tre helger på hytta for å teste ein og ein ting. Datainnsamlinga går føre seg på følgande måte:

Den første helgen klapper Tobias geitene, men han spiser ikke safrankake og sover ikke på hemsen. [...] Den andre helgen spiser Tobias safrankake, men han klapper ikke geitene og sover ikke på hemsen. [...] Den siste helgen sover Tobias på hemsen, men han klapper ikke geitene og spiser ikke safrankake. (Refleks 6, s. 58-61)

I læreboka vert eksempelet summert opp til at Tobias observerte, han la merke til med sansane, at han fekk utslett når han var på hytta. Etter datainnsamlinga trakk han ein konklusjon basert på undersøkinga han gjorde (Refleks 6, s. 62-63).

Vidare vert observasjon som datainnsamlingsmetode beskrive i *Element 8* (s. 22) som å nytte sansane eller andre måleinstrument til å finne informasjon om det som skal undersøkast. I *Element 9* (s. 18) vert datainnsamling beskrive som: «[...] å hente informasjon fra litteratur, fra egne undersøkelser og fra andres forskning. Resultatene fra forsøk, analyser eller andre undersøkelser er alle en form for data.» Det vert påpeika at datainnsamling kan gå føre seg i eit laboratorium, i naturen eller i samfunnet rundt deg, gjennom ulike praksisar avhengig av kva du vil undersøke (s. 19). I *Element 9* er det spesielt trekt fram tre praksisar kring undersøkingar. Den første er å nytte kontrollgrupper for å sørge for at observasjonar ikkje kjem frå tilfeldigheter (s. 19). Den andre er kontrollerte forsøk der ein og ein faktor variera medan alt anna er likt, dette kan ta lang tid sidan undersøkinga må gjennomførast fleire gongar for å få svar (s. 20). Den tredje praksisen er å nytte simuleringar eller modellering til å etterlikne røynda dersom forskingsspørsmålet er for dyrt eller upraktisk til å observere direkte (*Element 9*, s. 21).

4.1.2 Sosial sertifisering og formidling i lærebøkene

Også NOS-dimensjon 7 (sosial sertifisering og formidling) er trekt inn i alle lærebøkene, men *Element 8* inneheld ingenting om fagfellevurderingsprosessen som passa inn i ein progresjon med dei resterande lærebøkene, difor er ikkje denne boka inkludert (sjå tabell 7). *Refleks 5* og *6* nyttar konkrete historier og forsøk for å forklare korleis kunnskapen vert delt, dette kan sjåast på som domenespesifikt, sjølv om eksempla ikkje er beskrive i samheng med eit fagområde. *Refleks 7* og *Element*-bøkene er domenegenerelle i sine forklaringar på korleis forskarar arbeider med fagfellevurdering.

Tabell 7: Læringsprogresjon innan sosial sertifisering og formidling med fokus på fagfelleevaluering.

Refleks 5	Forklarar orda rapport og vitenskapleg tidsskrift.			
Refleks 6	Forklarar det å dele resultat og samanlikne funn.			
Refleks 7	Forklarar vitenskapleg tidsskrift. Og trekk fram at forskarar diskuterer resultat.			
Element 9	Forklarar at når undersøkingar vert publisert må framgangsmåten og resultatata presenterast slik at andre kan etterprøve undersøkinga.			
Element 10	Forklarar vitenskapleg artikkel, fagfelleevaluering og prosessen med å etterprøve.			

I *Refleks 5* (s. 13) er Edward Jenner si forskning med å utarbeide ei kopparvaksine, og dele denne nytta som eksempel. Det er påpeika at Jenner skreiv ein rapport om forsøket og resultatata sine som han sendte til eit vitenskapleg tidsskrift omtalt som: «et blad som trykker rapporter om forskning» (s. 13). Det er vidare beskrive at han delte resultatata sine slik at andre forskarar kan lese om vaksinen og gjere eigne testar på den (*Refleks 5*, s. 13).

I *Refleks 6* er det lagt opp til at elevane skal gjennomføre eit ballongforsøk med fleire variablar. Dei skal avgjere kva mengde gjær og kva temperatur på vatnet som dannar mest gass og får ein ballong til å blåse seg opp mest. I etterkant av forsøket skal elevane dele resultatata med kvarandre og samanlikne funna sine fordi: «Det er viktig at forskere forteller andre om det de har funnet ut.» (*Refleks 6*, s. 71). Å samanlikne resultat er ei form for å kontrollere funn.

Vidare vert det i *Refleks 7* (s. 19) påpeika at skriftleg forskning publisert i vitenskaplege tidsskrift kan kontrollerast og diskuterast av andre. (Til dømes; «Forskere diskuterer hva nye resultater kan bety, og hva som er den riktige måten å tolke kunnskapen vi har fra før på. Av og til er de uenige.» (*Refleks 7*, s. 19)). Også i *Element 9* (s. 28) er det fokus på å presentere framgangsmåten som er nytta, slik at andre kan avgjere om dei er einige i resultatata. Dette er avgjerande for at andre skal ha: «nok informasjon til selv å tenke kritisk og finne ut om de er enige med deg, eller om de har spørsmål eller innvendinger til måten du har gjort undersøkelsen på.» (*Element 9*, s. 28).

Den siste læreboka som beskriv fagfelleevalueringprosessen er *Element 10*, som utdjuar at ein vitenskapleg artikkel: «inneholder en beskrivelse av hva forskerne har funnet ut, og framgangsmåten de har brukt. (s. 20). Det peikast òg på at artiklar publisert i vitenskaplege tidsskrift er fagfellevurderte som betyr at: «forskere som kan mye om temaet, leser gjennom

artikkelen og vurderer om arbeidet holder et vitenskapelig nivå. Fagfellene kan avvise artikkelen eller kreve at forskerne gjør flere undersøkelser før den blir publisert» (s. 20). Dersom nokon er usikker på resultatet frå ein publisert artikkel kan dei følge framgangsmåten og gjennomføre forkinga sjølv for å sjekke om dei får same resultat. Denne prosessen er omtalt som etterprøving i *Element 10* (s. 20), som og trekk fram at publiserte påstandar som etterprøvast er sett på som seriøs vitskap. Som ein konklusjon framhevast det at vitskaplege artiklar som er fagfelleverderte og publisert i vitskaplege tidsskrift er valide (*Element 10*, s. 20).

4.2 Evolusjon i lærebøkene

Det andre forskingsspørsmålet som er undersøkt i denne oppgåva er korleis evolusjonsteorien er uttrykt i lærebøker i naturfag på ulike trinn. Tabell 8 viser ei oversikt gjennom ein talfrekvens for korleis evolusjonsbyggjesteinane til Catley et al. (2005) er fordelt i kapitla. Tabellen er seksdelt for å vise fordelinga i dei seks lærebøkene. Kapitla med blå bakgrunn er NOS-kapitla. Dei tomme rutene inneheld ingen tilnærming til den respektive byggjesteinen.

Som vi kan lese frå tabellen er det få kapittel som inneheld alle evolusjonsbyggjesteinane. Dei fleste bøkene, utanom *Element 9*, har egne biologikapittel («Mangfoldet i naturen», «Livet på jorda», «Samspill i naturen», «Evolusjon», «Økologi», «Naturressurser» og «Bærekraft og miljø») som inkluderer fleire analyseiningar til dei fleste byggjesteinane. Byggjesteinen struktur-funksjon er hyppig representert i anatomikapitla («Kroppen din er et system», «Nerver og hormoner» og «Immunforsvaret») som tek føre seg ulike system i menneskekroppen, samt systema sin oppbygning for å gjennomføre viktige oppgåver. Også byggjesteinen genetisk variasjon med fokus på menneskeleg formeiring er hyppig representert i fleire lærebøker («Fra barn til voksen», «Kjønn og seksualitet», og «Seksualitet»). Vi kan òg lese frå tabellen at det er fleire kapittel som har få eller ingen tilnærming til nokon av evolusjonsbyggjesteinane, dette er kapittel tilhøyrande andre fagdisiplinar.

Tabell 8: Oversikt over frekvensen evolusjonsbyggjesteinane til Catley et al. (2005) opptrer i lærebøkene. Evolusjonsbyggjesteinane er: 1) biologisk mangfold, 2) struktur-funksjon, 3) økologi/ innbyrdes forhold, 4) genetisk variasjon, 5) endring og 6) geologiske prosessar.

Refleks 5		Evolusjonsbyggjesteinar					
Kapittel	Analyse-einingar	1	2	3	4	5	6
1 Du er en utforsker	8			1			
2 Mangfoldet i naturen	12	9	5	3		4	2
3 Kjemiens verden	10						
4 Jorda og solsystemet	8		1	2	1		
5 Kroppen din er et system	16		15				
6 Fra barn til voksen	11		2		1	9	
7 Teknologiske system	5		1				
Totalt	70	9	24	6	2	13	2

Refleks 6		Evolusjonsbyggjesteinar					
Kapittel	Analyse-einingar	1	2	3	4	5	6
1 Livet på jorda	11	8	10	6	3		6
2 Programmering	6						
3 Tenk som en forsker	6	1	1	1			
4 Utforsk magnetiske krefter	7		1				
5 Din helse	10			1	2		
6 Atomenes verden	8						
7 En verden av stein	14						5
Totalt	62	9	12	8	5	0	11

Refleks 7		Evolusjonsbyggjesteinar					
Kapittel	Analyse-einingar	1	2	3	4	5	6
1 Utforskeren	7			2			
2 Energi og elektrisitet	9						
3 Døgn, årstider og månefaser	11		2				
4 Kjønn og seksualitet	14	2	3		8	2	
5 Partiklens verden	10						
6 Teknologi – i dag og i framtida	8		1		1		
7 Samspill i naturen	10	3	3	9	1		
Totalt	69	5	9	11	10	2	0

Element 8		Evolusjonsbyggjesteinar					
Kapittel	Analyse-einingar	1	2	3	4	5	6
1 Naturfag	6	2	1			1	3
2 Stoffer	5			1			
3 Energi	5			1	1		
4 Jorda	5	1			1		1
5 Evolusjon	5	5	5	3	4	5	4
6 Økologi	6	4	4	6	2	1	
Totalt	32	12	10	11	8	7	8

Element 9		Evolusjonsbyggjesteinar					
Kapittel	Analyse-einingar	1	2	3	4	5	6
1 Naturvitenskap	5			1			
2 Kjemiske modeller	6						
3 Energi	7						
4 Klima	6		1	1			
5 Nerver og hormoner	6	1	6			2	1
6 Seksualitet	8		1	1	2	1	
Totalt	38	1	8	3	2	3	1

Element 10		Evolusjonsbyggjesteinar					
Kapittel	Analyse-einingar	1	2	3	4	5	6
1 Informasjons-samfunnet	5						
2 Kommunikasjonsteknologi	5						
3 Immunforsvaret	6	1	6	4	2		1
4 Kropp og helse	6		1	1	1		
5 Naturressurser	5	6	2	5	1	1	2
6 Bærekraft og miljø	6	3	3	4			
Totalt	33	10	12	14	4	1	3

I tillegg til gjennom byggjesteinane til Catley et al. (2005) er evolusjonsteorien eksplisitt uttrykt i lærebøkene (utanom *Refleks 5*). Dei fleste gongane er evolusjon nemnt i forbifarten, men nokre gongar er det eksplisitt uttrykt. Nokre av desse tilfella er vist i tabell 9. *Refleks 6*, nemner det ein gong i kapittel 1, *Refleks 7* ein gong i kapittel 4, *Element 8* fleire gongar i kapittel 1 og 5, *Element 9* ein gong i kapittel 5 og 6, og *Element 10* fleire gongar i kapittel 1, 4, 5 og 6.

Tabell 9: Tilfelle der evolusjon er eksplisitt uttrykt i lærebøkene.

Refleks 6 (s.11)	«Så kom vitenskapsmannen Charles Darwin. Han mente at livet på jorda er i stadig utvikling. Alt hadde begynt med én enkelt skapning, som så hadde utviklet seg vidare helt til man fikk alle de forskjellige artene på jorda. Han kalte denne utviklingen evolusjon»			
Refleks 7 (s. 101)	«Over en lang periode utviklet de lyse bjørnene seg så mye at det oppsto en helt ny art – isbjørn. De enkelte dyrene endret seg ikke, men <i>populasjonen</i> , gruppa av isbjørner, endret seg gradvis over tid. Dette kaller vi evolusjon, og evolusjonsteorien er en av de viktigste teoriene i biologi. Det var forskeren Charles Darwin som fant ut hvordan nye arter blir til.»			
Element 8 (s. 178)	«At levende organismer endrer egenskaper i løpet av mange generasjoner, kaller vi <i>evolusjon</i> . Vi kan si at alle levende organismer er et resultat av at det har foregått evolusjon, og det er dette evolusjonsteorien forteller oss. Evolusjonsteorien beskriver ikke bare hvordan dyr, planter og andre organismer har endret seg gjennom historien. Evolusjonsteorien forklarer også hvorfor de forandrer seg. For å forstå årsakene til evolusjon må vi først sette oss inn i hvordan egenskaper arves, og hvorfor vi alle er ulike. Da blir det også lettere å forstå hvordan organismer kan endre seg og tilpasse seg nye miljøer i løpet av generasjoner.»			
Element 10 (s. 161)	«Jordas biologiske mangfold har blitt til gjennom evolusjon over lang tid. Årsakene til evolusjonen er at individ har litt ulike egenskaper, og at det skjer naturlig utvalg av disse egenskapene.»			

Vidare følger to eksempel på læringsprogresjonar henta frå lærebøkene tilpassa Catley et al. (2005) sine byggjesteinar. Den første læringsprogresjonen er innan byggjestein 2 (struktur-funksjon) med fokus på naturleg seleksjon og tilpassing. Den andre læringsprogresjonen er innan byggjestein 4 (genetisk variasjon) med fokus på formeiring og arv.

4.2.1 Struktur-funksjon i lærebøkene

Frå tabell 8 kan vi sjå at evolusjonsbyggjestein 2 (struktur-funksjon) er representert i alle lærebøkene. Som nemnt over omhandlar mange av desse tilfella system i menneskekroppen, men denne progresjonen viser til situasjonar der naturleg seleksjon og tilpassing er trekt inn. Ikkje alle lærebøkene inneheld relevant innhald i forhold til dette (sjå tabell 10).

Tabell 10: Læringsprogresjon innan struktur-funksjon med fokus på naturleg seleksjon og tilpassing.

Refleks 5	Artane har tilpassa seg der dei bur.			
Refleks 7	Dyr kan tilpasse seg døgnet og årstidene.			
Element 8	Ulike eigenskapar er nyttige i ulike miljø, og enkelte eigenskapar gjer individet i betre stand til å overleve og formeire seg. Naturleg seleksjon vert forklart.			
Element 10	Menneskeleg aktivitet påverkar økosystema, og då må artane som held til der tilpasse seg for å overleve.			

I *Refleks 5* (s. 33) peikast det på at det finst millionar av artar på jorda som har tilpassa seg ulike levestadar. I *Refleks 7* er det framheva at artane også tilpassar seg døgnet gjennom å vere nattaktive (s. 70), eller tilpassar seg årstidene gjennom å gå i dvale om vinteren, eller formeire seg om våren slik at avkommet har større sjanse for å overleve vinteren (*Refleks 7*, s. 78-79).

Element 8 har eit eige kapittel som heiter «Evolusjon» og av den grunn har denne boka mest tyngde når det kjem til tema som kan trekkast mot evolusjon, naturleg seleksjon og tilpassing er ikkje noko unntak. Kapittelet tek tidleg føre seg korleis livet på jorda har tilpassa seg:

Siden miljøene rundt om på jorda var forskjellige, var det ulike eigenskapar som var særleg nyttige for å overleve. [...] De forskjellige miljøene og konkurransene med andre levende organismer om å overleve gjorde at livet utviklet seg på mange ulike måter, nøyte tilpasset miljøet organismene levde i. (*Element 8*, s. 165)

Dette er seinare utdjupa gjennom at individ med ulikt arvestoff også har ulike eigenskapar, noko som fører til at nokre individ er betre tilpassa miljøet, og dermed har større sannsyn for å formeire seg og føre sine eigenskapar vidare (s. 181). Nokre sider seinare er denne situasjonen namnsett: «Naturlig utvalg gjør at eigenskapar som øker sannsynlighet for å overleve bringes vidare til nye generasjonar, [...]. Dersom miljøet endrer seg, vil det være andre eigenskapar som øker sannsynligheten for å overleve.» (*Element 8*, s. 183). Det er også beskrive eit konkret eksempel på korleis naturleg seleksjon gjennom tilpassing førte til at bjørkemålarar med mørk farge var betre tilpassa å leve i England på starten av 1800-talet sidan industriområde førte til at bjørkestammane vart mørke, dermed var mørke bjørkemålarar betre skjult og hadde større sjanse for å overleve og reprodusere enn dei lyse bjørkemålarane (*Element 8*, s. 188).

I *Element 10* (s. 162) er det forklart at miljø som endra seg langsamt har større biologisk mangfald enn miljø som endra seg raskt fordi: «I slike områder har ulike organismer hatt lang tid til å tilpasse seg økosystemet de lever i, gjennom naturlig utvalg.». Når vi menneske nyttar naturressursar påverkar vi økosystema og levestadane til artane som held til der. I læreboka vert dette forklart som ei utfordring fordi: «Disse leveområdene har artene tilpasset seg gjennom lang tids evolusjon» (*Element 10*, s. 174), og artane kan døyt ut når miljøa deira endrar seg fort. På same måte peikar *Element 10* (s. 218) på at klimaendringar kan føre til at artane ikkje lenger passar til leveområdet sitt, og dei må då finne nye stadar å leve.

4.2.2 Genetisk variasjon i lærebøkene

Også den fjerde evolusjonsbyggjesteinen (genetisk variasjon) er representert i alle lærebøkene. I progresjonstabell 11 er fokuset på formeiring og arv av eigenskapar for ulike artar, inkludert menneske, samt resultatet av dette. *Element 9* inneheld ingen relevante koplingar som passar inn i ein progresjon med dei resterande lærebøkene, difor er ikkje denne boka inkludert.

Tabell 11: Læringsprogresjon innan genetisk variasjon med fokus på formeiring og arv.

Refleks 5	Når ei eggcelle og ei sædcelle smeltar saman vert det bestemt korleis barnet blir.			
Refleks 6	Sopp formeira seg med sporar og blomar formeira seg med pollen.			
Refleks 7	Formeiring gjer at avkomma får nye eigenskapar som gjer at artane kan tilpasse seg.			
Element 8	Eigenskapar går i arv mellom generasjonar. Variasjonar i arvestoffet skapar individ med ulike styrkar og svakheita.			
Element 10	Nokre bakteriar er antibiotikaresistente, dei har større sjanse til å overleve og føre sitt genmateriale vidare.			

I *Refleks 5* peikast det på at eggceller og sædceller inneheld ei halv oppskrift kvar, og når desse smeltar saman vert oppskrifta heil (til dømes; «Når et nytt barn lages, kommer halvparten av oppskriften fra mor (eggcellen) og halvparten fra far (sædcellen). Det er derfor mange ligner på moren og faren sin.» (*Refleks 5*, s. 169)). Denne beskrivinga er i samanheng med menneskets formeiring. I *Refleks 6* (s. 19) vert formeiring av sopp beskrive som at soppens sporar spreiar seg med vinden, der dei landar kan dei danne nye sopptrådar som veks opp. Blomar si formeiring er også omtalt: «Der kan eggceller smelte sammen med sædceller, eller pollen, som vi gjerne kaller det, og bli til frø.» (*Refleks 6*, s. 22). Det presiserast i læreboka at

plantane kan få hjelp av insekt som til dømes gravevepsen for å spreie pollen, når gravevepsen: «lander på blomsten, fester det seg samtidig pollen på vepsens hode – som den fører vidare til neste blomst, som blir befruktet.» (Refleks 6, s. 35).

I *Refleks 7* peikast det på at formeiring skapar avkom med andre eigenskapar enn det foreldra har, gjennom et eksempel med menneskeleg formeiring:

Når vi mennesker lager barn, smelter en sædcelle fra faren sammen med en eggcelle fra moren. Arvestoffet fra sædcellen og eggcellen blandes. Barnet får da sin egen oppskrift. Halvparten av oppskriften kommer fra faren og halvparten fra moren. Slik får barnet andre egenskaper enn det foreldrene har. (Refleks 7, s. 92)

I læreboka er det presisert at avkom med andre eigenskapar enn foreldra kan vere ein fordel dersom naturen endrar seg sidan desse eigenskapane kan gjere avkomma betre tilpassa miljøet (Refleks 7, s. 94). Ukjønna formeiring vert forklart som at: «Noen organismer trenger ikke å pare seg for å få avkom. De lager bare en kopi av seg selv.» (Refleks 7, s. 96).

I *Element 8* nyttast termen arv om prosessen der avkommet får eigenskapar frå foreldra sine. Det er beskrive at det kan skje endringar i arvestoffet som gjev avkom med nye eigenskapar (til dømes; «I tillegg kan det skje små tilfeldige endringer i arvestoffet som barna arver fra foreldrene sine. [...] Variasjon i arvestoffet gjør at individene har litt forskjellige styrker og svakheter.» (Element 8, s. 179)). I læreboka er det òg påpeika at individ med eigenskapar som er godt tilpassa miljøet sitt fører dette arvestoffet vidare til avkommet som og vert godt tilpassa miljøet, på sikt vert desse eigenskapane meir vanlege i populasjonen (Element 8, s. 182). Avslutningsvis er eit konkret eksempel på korleis antibiotikaresistens som arveleg eigenskap er ein fordel for bakteriar: «Hvis noen av bakteriene tåler antibiotika bedre enn de andre, har de større sannsynlighet for å overleve og gjennom naturlig utvalg føre sitt arvemateriale vidare.» (Element 10, s. 132-133).

4.3 Kopling mellom evolusjon og NOS i lærebøkene

Det siste forskingsspørsmålet som er undersøkt i denne oppgåva er korleis evolusjonsteorien koplast til NOS gjennom lærebøkene på ulike trinn. Det er altså undersøkt korleis NOS opptre domenespesifikt saman med evolusjon i forhold til forskarane sitt arbeid med evolusjonsteorien. Tabell 12 viser dei ulike kapitla i lærebøkene og kva evolusjonsbyggjestein

som har ei NOS-kopling i dei ulike kapitla. Kapitla med blå bakgrunn er NOS-kapittel, medan dei tomme rutene ikkje inneheld noko kopling mellom NOS og evolusjon.

Tabell 12: Oversikt over kapitler i lærebøkene der evolusjonsbyggjesteinar er kopla til NOS.

Refleks 5		Refleks 6		Refleks 7	
Kapittel	NOS + evolusjon	Kapittel	NOS + evolusjon	Kapittel	NOS + evolusjon
1 Du er en utforsker	Genetisk variasjon	1 Livet på jorda	Biologisk mangfald Geologiske prosessar	1 Utforskeren	Økologi / innbyrdes forhold
2 Mangfoldet i naturen	Biologisk mangfald	2 Programmering		2 Energi og elektrisitet	
3 Kjemiens verden		3 Tenk som en forsker		3 Døgn, årstider og månefaser	Struktur-funksjon
4 Jorda og solsystemet	Geologiske prosessar	4 Utforsk magnetiske krefter		4 Kjønn og seksualitet	
5 Kroppen din er et system		5 Din helse	Genetisk variasjon	5 Partiklenes verden	
6 Fra barn til voksen		6 Atomenes verden		6 Teknologi – i dag og i framtida	Biologisk mangfald
7 Teknologiske system		7 En verden av stein	Geologiske prosessar	7 Samspill i naturen	Økologi / innbyrdes forhold

Element 8		Element 9		Element 10	
Kapittel	NOS + evolusjon	Kapittel	NOS + evolusjon	Kapittel	NOS + evolusjon
1 Naturfag		1 Naturvitenskap	Økologi/ innbyrdes forhold	1 Informasjons-samfunnet	
2 Stoffer		2 Kjemiske modeller		2 Kommunikasjons-teknologi	
3 Energi		3 Energi		3 Immunforsvaret	Genetisk variasjon
4 Jorda		4 Klima		4 Kropp og helse	Genetisk variasjon
5 Evolusjon	Geologiske prosessar	5 Nerver og hormoner	Struktur-funksjon	5 Naturressurser	Biologisk mangfald Økologi / innbyrdes forhold
6 Økologi	Biologisk mangfald	6 Seksualitet	Økologi / innbyrdes forhold	6 Bærekraft og miljø	

Koplingane som er markert i rutene er hovudsakleg kring evolusjonsbyggjesteinane biologisk mangfald med fokus på oppdaging og kartlegging av artar, økologi/ innbyrdes forhold med fokus på å nytte ressursar på ein berekraftig måte, genetisk variasjon med fokus på vaksineutvikling og genetikk, og geologiske prosessar med fokus på utvikling av det første livet, samt fossilet si betydning for å stadfeste tidlegare livsformer. Frå tabellen ser vi at rundt halvparten av kapitla hadde slike koplingar, men koplingane var ofte korte og lite utfyllande. I alle tilfella der evolusjon er kopla opp mot NOS skjer dette gjennom ei domenespesifikk tilnærming, og difor kan Erduran og Dagher sine NOS-dimensjonar gjennom FRA-hjulet nyttast.

Vidare følger to eksempel på læringsprogresjonar henta frå lærebøkene. Den første læringsprogresjonen er innan byggjestein 1 (biologisk mangfald) med fokus på korleis forskarar har kome fram til det mangfaldet av artar vi har. Og den andre læringsprogresjonen er innan byggjestein 6 (geologiske prosessar) med fokus på korleis forskarar nyttar fossil til å seie noko om utdøydd artar.

4.3.1 Biologisk mangfald kopla til NOS i lærebøkene

Denne progresjonen tek føre seg evolusjonsbyggjestein 1 (biologisk mangfald), gjennom beskrivingar av forskarane sitt arbeid med å kartlegge det biologiske mangfaldet på jorda sidan det finst mange artar som ikkje er oppdaga. Dette er trekt fram i fire av lærebøkene (sjå tabell 13).

Tabell 13: Læringsprogresjon innan biologisk mangfald med fokus på NOS.

Refleks 5	Forskarar har kome fram til at det finst eit stort biologisk mangfald.			
Refleks 6	Forskarar har beskrive 1,5 million artar men det kan vere fleire.			
Element 8	Nokre meiner det er gale å utrydde artar som har eksistert på jorda lenge.			
Element 10	Det biologiske mangfaldet gjev oss informasjon om korleis artane har utvikla seg. Biologar kartlegg det biologiske mangfaldet og registrera artar som blant anna er utryddingstruga.			

I *Refleks 5* (s. 33) peikast det på at forskarane ikkje veit kor mange artar som finst på jorda, og at nokre forskarar trur det kan vere kring ni millionar der mange av dei endå ikkje er oppdaga. Det vert presisert at forskarane har funne over 40 000 ulike artar i Noreg (*Refleks 5*, s. 34). Også i *Refleks 6* (s. 8) er det lagt vekt på at ingen veit sikkert kor mange ulike artar som finst på jorda, det er kartlagt ca. 1,5 millionar artar, men nokre forskarar meiner det kan vere so mange som åtte eller ni millionar.

I *Element 8* vert det reflektert rundt viktigheita av å bevare jordas biologiske mangfald: «Allerede i dag er vi avhengige av mange ulike arter for å skaffe oss mat, medisiner og mange andre produkter. [...] Ved å redusere det biologiske mangfoldet kan vi risikere å utrydde arter vi er avhengige av.» (*Element 8*, s. 227). Det er deretter framheva at nokre forskarar meiner det er moralsk feil å utrydde artar.

Den siste læreboka som beskriv korleis forskarar har arbeidd med kartlegging av det biologiske mangfaldet er *Element 10* (s. 163), som presisera at kartlegging av det biologiske mangfaldet gjev oss informasjon om korleis ulike artar har utvikla seg. Deretter er det igjen påpeika at forskarar (presisert som biologar) ikkje veit kor mange ulike artar vi har, sidan mange økosystem ikkje er lett tilgjengelege og dermed ikkje er undersøkt grundig ennå. Dette er det arbeida med (til dømes; «Biologer forsøker å kartlegge arter ved å for eksempel se etter planter, sette opp feller for insekter eller hente opp prøver fra havbunnen. Men de klarer kun å dekke et lite område» (Element 10, s. 164)). Det vert trekt fram at alle kan hjelpe forskarane i dette arbeidet gjennom til dømes telefonappar som kan kjenne igjen og registrere artar (s. 164). Informasjonen som vert samla inn om ulike artar er registrert i Artsdatabanken, som igjen er nytta til å lage ei norsk raudeliste for artar, ei oversikt over trua artar i norsk natur (Element 10, s. 181).

4.3.2 Geologiske prosessar kopla til NOS i lærebøkene

Den siste progresjonen som er omtalt i denne masteroppgåva tek føre seg tilfelle der evolusjonsbyggjestein 6 (geologiske prosessar) er kopla til NOS for å beskrive forskarane sitt arbeid med å finne ut korleis utdøyde artar såg ut og levde gjennom å nytte fossil. Dette vart trekt fram i to av lærebøkene (sjå tabell 14).

Tabell 14: Læringsprogresjon innan geologiske prosessar med fokus på NOS.

Refleks 6	Dei første skapningane på jorda var bakteriar. Dinosaurar var artar som levde på jorda for lenge sidan, men likevel kjenner forskarane mykje om liva deira.	
Element 8	Fossil er ei viktig kjelde forskarane nytta for å studere fortidas biologiske mangfald. Dette har bidrege til at vi kan seie med sikkerheit at evolusjonsteorien stemmer.	

I *Refleks 6* peikast det på at eincella bakteriar var dei første skapningane på jorda, og forskarane har funne spor etter desse i stein som er over 3,5 milliardar år gamle (Refleks 6, s. 14). Seinare er slike avtrykk i stein omtalt som fossil, og beskrive som at: «Fossiler er avtrykk eller rester av døde organismer. [...] Fossiler av dyr er i hovedsak avtrykk eller rester av skjelett og tenner. Men også andre deler fra dyr, som fjær og egg, er blitt funnet.» (s. 32). Det er presisert at slike fossil kan gje oss kunnskap om utdøyde artar som dinosaurar og kva dei åt (Refleks 6, s. 32).

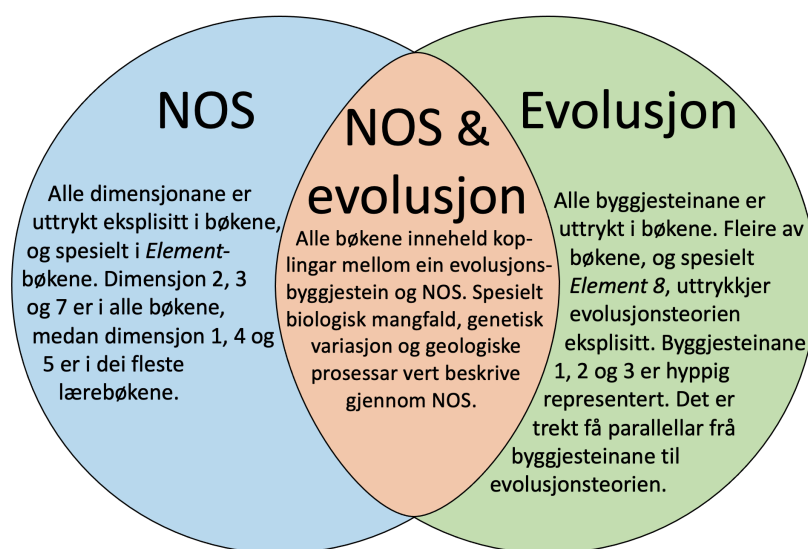
Også i *Element 8* er fokuset på fossil som er millionar av år gamle i samanheng med dinosaurar og utdøyde artar:

En viktig kilde til kunnskap om livet i fortiden er fossiler. Fossiler er rester av planter og dyr som er bevart i lang tid ved at de ble dekket til og begravd. Fossiler hjelper oss til å forstå både når ulike organismer oppsto, og hvilke andre organismer de er i slekt med. En del fossiler blir til stein, og man kan finne spor av plantene og dyrene i steinen. Ved hjelp av ulike metoder kan vi finne ut hvor lenge det er siden steinen ble dannet. Dermed vet vi også hvor gammelt fossilet er. (Element 8, s. 175)

I *Element 8* (s. 175) peikast det òg på at når forskarane studera og samanliknar fossil gjennom skjelett kan dei finne ut kor nært i slekt utdøyde dyr er, kor tid dyra levde og kva dei åt (til dømes kan forskarane; «bruke dinosaurenes tenner til å finne ut om de var planteetere, eller om de spiste andre dyr.» (Element 8, s. 175)).

Som eit avsluttande utdrag frå *Element 8* (s. 186) kan forskarane sitt arbeid med fossil nyttast til å beskrive korleis livet har utvikla seg: «Hvis man har fossiler av samme art fra litt ulike tidsperioder i historien, kan man se hvordan arten gradvis har endret seg i løpet av mange år.» I *Element 8* (s. 186) er kval nytta som eksempel sidan forskarane har mange fossil av kval, dermed kan dei sjå tydeleg korleis arten har utvikla seg gjennom historia. Desse beskrivingane er i kapittelet «Evolusjon», under overskrifta «Hvordan vet vi at evolusjonsteorien stemmer?», og er nytta som argument for at forskarane sitt arbeid har bidrege til å stadfeste evolusjonsteorien.

For å summere opp resultatata vert figur 9 nytta som ein visuell representasjon. Figuren viser kva delar av NOS og evolusjonsteorien som er uttrykt i lærebøkene, samt koplinga mellom desse med tanke på korleis forskarane har arbeida med å utvikle og godta evolusjonsteorien.



Figur 9: Ei visuell samanfatting av resultatata.

5. Diskusjon

Problemområdet for denne oppgåva er å beskrive korleis læreverket til Gyldendal gjennom *Refleks 5-7* og *Element 8-10* uttrykkjer sentrale element innan NOS og evolusjonsteorien i lærebøker i naturfag på ulike trinn. Samt korleis evolusjonsteorien kopast til NOS i lærebøkene med tanke på forskarane sitt arbeid med å utvikle og akseptere teorien. Det vert først drøfta korleis dei ulike NOS-dimensjonane er uttrykt i lærebøkene, med læringsprogresjonar innan to av dimensjonane. Deretter vert det drøfta korleis evolusjonsbyggjesteinane kjem til uttrykk gjennom lærebøkene og deira koplingar til evolusjonsteorien, med læringsprogresjonar til to av byggjesteinane. Kapittelet avsluttast med å drøfta to læringsprogresjonar om korleis evolusjonsteorien koplast til NOS i lærebøkene.

5.1 Naturvitskapens eigenart

Det første forskingsspørsmålet handlar om korleis lærebøkene uttrykkjer NOS på ulike trinn, og vert drøfta på bakgrunn av lærebøkene sine NOS-kapittel. Altså dei kapitla i lærebøkene som beskriv korleis elevane kan arbeide utforskande og autentisk i forhold til korleis forskarane arbeider med å kome fram til ny kunnskap. Som nemnt i metoden og resultatet beskrev desse kapitla NOS på ulike måtar.

Det er satt lys på at *Refleks*-bøkene fortrinnsvis er domenespesifikke og i tråd med Clough (2006, s. 463), med grunnlag i at dei effektivt lærer elevane NOS gjennom konkrete eksempel sjølv om eksempla ikkje nødvendigvis tilhøyrar ein spesifikk naturfagleg disiplin. Bakgrunnen for dette kan vere at *Refleks*-bøkene tek omsyn til at elevane som les bøkene er unge og kanskje ikkje har reflektert over forskarane sine arbeidsmåtar tidlegare, dermed kan det vere lettare å skape ei tilnærming til NOS gjennom eksempel. Dette er i motsetning til *Element*-bøkene som i større grad er domenegenerelle, og gjev meir utfyllande beskrivingar som kan sjåast i samanheng med Erduran og Dagher (2014) sine beskrivingar av NOS, trass i at desse bøkene nesten ramsa opp ulike element som er viktige for forskning og dermed også kan likne på Lederman et al. (2002) si konsensusliste. Sett i lys av dette kan det tenkast at forfattarane av lærebøkene har lagt opp til ein læringsprogresjon av elevane si NOS-forståing sidan innhaldet i bøkene vert meir komplekst og generelt forklart gjennom å nytte meir fagterminologi og færre eksempel desto eldre elevane vert (Duncan & Rivet, 2018, s. 427).

Som Clough (2006, s. 475), og Ryder og Martines (2015, referert i Øyehaug & Kristensen, 2023, s. 3) framheva, kan ei domenegenerell tilnærming til NOS vere utfordrande sidan det kan føre til at elevane får eit restriktivt bilete av NOS. Trass i dette påpeika Clough (2006, s. 475) likevel at dette kan løysast dersom undervisinga tek føre seg dei ulike NOS-dimensjonane eksplisitt. Med utgangspunkt i resultatet som er presentert i tabell 5 kan vi sjå at dei ulike dimensjonane ofte er representert eksplisitt i lærebøkene, spesielt i *Element*-bøkene. Vidare vert nokre utdrag frå lærebøkene drøfta i forhold til korleis dei kan trekkast opp mot NOS gjennom FRA-hjulet til Erduran og Dagher (2014). Alle drøfta utdrag er henta frå tabell 3.

5.1.1 Ulik vekting av NOS-dimensjonane i lærebøkene

Når det gjeld dimensjonen **mål og verdiar (1)** inneheld denne mange fokusområde. Erduran og Dagher (2014, s. 48 og 52) trekk spesielt fram konsistens, enkelheit, objektivitet, empirisk tilstrekkelegheit, nøyaktigheit, motførekomstar og originale nyheiter (novelty), samt det å ta utfordringar på alvor som dei viktigaste måla og verdiane det må fokuserast på i skulen for at elevane si forskning skal ha høg reliabilitet. Dimensjonen er representert i fem av lærebøkene, og fire av desse har eksplisitte tilnærmingar i tillegg til implisitte tilnærmingar (sjå tabell 5). Blant anna er det eksplisitt uttrykt i *Refleks 5* (s. 13) at forsøk må gjennomførast fleire gongar før resultatet er sikkert, i *Element 8* (s. 20) vert det uttrykt at vitskaplege undersøkingar må vere nøyaktige og systematiske, og i *Element 9* (s. 23) er det uttrykt at alle observasjonar må inkludera sjølv om nokre av desse ikkje passar til hypotesen. Angående desse tre utdraga går alle inn under fokusområda Erduran og Dagher (2014, s. 48 og 52) trekk fram i si bok. I *Element 9* (s. 10) er det omtalt at forskarane må vere kreative og nyskapande i si forskning. Utdraget går implisitt på dimensjonen slik den er omtalt av Erduran og Dagher, likevel er dette representert som Lederman et al. (2002, s. 500) sin tredje verdi for vitskap med grunnlag i at forskarane må vere kreative og fantasifulle i sitt arbeid.

Dimensjonen **vitskaplege praksisar (2)** tek føre seg vitskapens prosess basert på utforskande aktivitetar elevane deltek i, gjennom innsamling og tolking av data (Øyehaug & Kristensen, 2023, s. 1). Dimensjonen er uttrykt både eksplisitt og implisitt i alle lærebøkene, og basert på tabell 5 er dette den hyppigast representerte dimensjonen på lik linje med metodar og metodiske reglar, difor er det teke utgangspunkt i denne dimensjonen i læringsprogresjonen i kapittel 5.1.2. I prosessen med å samle inn og tolke data inkluderer Suarez ulike representasjonsverktøy og modelleringar (Erduran og Dagher, 2014, s. 79). Utdrag frå *Element 9* og *8* sumerar opp kjernen i dimensjonen slik den er omtalt her. I *Element 9* (s. 18) vert det

trekk fram at det å samle inn informasjon enten kan gjerast gjennom å hente informasjon frå litteratur, eller frå eiga eller andre si forskning. Og i *Element 8* (s. 22) er det eksplisitt uttrykt at forskning også omhandlar at innsamla resultat må tolkast. Erduran og Dagher (2014, s. 69 og 80) trekk fram metodar for klassifisering, observasjon og eksperiment som elevane og forskarane gjennomfører for å oppnå og lagre kunnskap. Dei beskriv derimot ikkje at datainnsamling også kan gjerast gjennom ein litteraturgjennomgang slik *Element 9* (s. 18) trekk fram, dette kan sjåast på som litt merkeleg med omsyn til at dette er ein akseptert metode for forskning som til dømes er nytta i denne masteroppgåva. Det vert i *Refleks 6* (s. 70) satt lys på at når eit forsøk gjennomførast må berre ein variabel justerast om gongen, dette utdraget kan plasserast i fleire dimensjonar. Enten som mål og verdiar med tanke på at forskarane må vere nøyaktige og konsekvente når dei undersøker noko, eller som vitskapleg praksis sidan det gjev ei beskriving av framgangsmåten som nyttast. Forfattarane av lærebøkene omtalar likevel dimensjonen hyppigast gjennom implisitte tilnærmingar i forhold til beskrivingar som at «forskarane meiner...» eller at «forskarane trur...» med tanke på at forskarane ikkje alltid klarer å forklare kvifor resultatata deira peikar i ei bestemt retning.

Det må også leggjast til at lærebøkene sine NOS-kapittel ikkje trakk inn klassifisering som en metode for forskning sjølv om dette er eit av dei tre fokusområda til Erduran og Dagher (2014). Eit lite sidesprang til *Refleks 6* (s. 25) og eit ikkje-NOS-kapittel viser at klassifisering nyttast som metode for at elevane skal lage ein bestemmingsnøkkel for å sortere blad etter form, samt fargestiftar, legoklossar og andre gjenstandar etter form og farge. Denne måten å klassifisere på kan delvis sjåast i samanheng med Erduran og Dagher (2014) med tanke på at bladsorteringa kan hjelpe elevane til å forstå bygningstrekk i blada. På den andre sida meiner Erduran og Dagher (2014, s. 71) at klassifisering av blyantar og andre gjenstandar er ein vanleg praksis i skulebiologien trass i at dette ikkje set objekta inn i eit hierarkisk system med fokus på prediksjon eller teoretisk bakgrunn. Sett i lys av dette gjev beskrivinga av klassifisering i *Refleks 6* ei vag presisering av NOS-dimensjonen.

Dimensjonen **metode og metodiske reglar (3)** handlar ifølge Erduran og Dagher (2014, s. 92) om eksterne delar av forskinga som blant anna å lage hypotese, planlegge forsøk og skrive rapport i etterkant av forsøket. Dimensjonen kan trekkast inn eksplisitt i alle lærebøkene og implisitt i dei fleste. I *Refleks 5* (s. 9) vert ein hypotetisk-deduktiv metode beskrive gjennom eit eksempel med ein gut som undersøker kvifor nattbordslampan hans ikkje lyser, framgangsmåten guten nytta samanliknast med forskarane sin metode for å finne ut av noko.

I *Element 9* (s. 15) vert heile prosessen med eit forsøk beskrive, dette inkluderer essensen i denne dimensjonen, samt element som inngår i andre dimensjonar. Utdraget inkluderer at forskarar og elevar finn ut kva dei vil undersøke og lagar ei hypotese til dette. Deretter vert ei undersøking planlagt og gjennomført slik at data samlast inn, i ettertid vert resultata delt med andre. Utdraget avsluttast med at forsøk ikkje alltid skjer like rett fram som det her vert beskrive, og at uventa hendingar kan oppstå og føre til endringar i prosessen. Avslutninga av utdraget kan sjåast i samanheng med både Erduran og Dagher (2014, s. 93) og Lederman et al. (2002, s. 501) som påpeikar at det ikkje finst éin metode for å få eit gyldig og påliteleg svar som sikrar ny kunnskap.

Den siste dimensjonen innan vitenskap som eit kognitivt-epistemisk system er **vitskapleg kunnskap (4)**, og er omtalt i alle lærebøkene utanom *Refleks 6* (sjå tabell 5). Erduran og Dagher (2014, kapittel 6) fokuserer på teoriar, lover og modellar som produkt av vitskapen, samt korleis desse tre utviklar seg for å generere valid kunnskap gjennom forklaringar. I *Element 10* (s. 22) er dette eksplisitt uttrykt i eit utdrag som beskriv at etablert kunnskap er teoriar og modellar som forklarar observasjonar og fenomen som forskarane har undersøkt, det vert presisert at slik kunnskap har stor truverdighet. Trass i at utdraget ikkje trekk inn at vitskaplege lover også er vitskapleg kunnskap, kan det seiast at dimensjonen vert summert opp for elevane gjennom dette utdraget. Tentativitet er av Lederman et al. (2002, s. 502) omtalt som at ny kunnskap kan føre til at allereie eksisterande kunnskap gjennom fakta, teoriar og lover vert endra, eller at gamle bevis tolkast på nye måtar. Erduran og Dagher (2014, s. 115) nyttar ikkje ordet tentativ eksplisitt, men dei fokuserer på at eit kunnskapsområde med tida endra seg eller erstattast av ny kunnskap. Heller ikkje lærebøkene nyttar ordet eksplisitt, men innhaldet i det vert omtalt i blant anna *Refleks 7* (s. 13) gjennom at kunnskap utviklar seg etter kvart som nye undersøkingar og observasjonar gjennomførast. Slik sett vert innhaldet i ordet også omtalt i lærebøkene.

Vidare kjem vitenskap som eit sosialt-institusjonelt system og startar med **profesjonelle aktivitetar (5)**. Til denne dimensjonen fokuserer Erduran og Dagher (2014, s. 139) på fellesskapspraksis gjennom at forskarane presenterer funna sine, eller at elevane delar og diskuterer idear og gjev kvarandre tilbakemeldingar. Også denne dimensjonen er trekt fram implisitt eller eksplisitt i alle lærebøkene utanom *Refleks 6*. Eit eksempel på dette er henta frå *Element 9* (s. 28) som beskriv at elevane må dele resultata sine med andre, og at dette kan gjerast gjennom til dømes å skrive ein rapport eller fagartikkel, eller lage ein plakat til ein

munntleg presentasjon. Dette utdraget er i tråd med Erduran og Dagher (2014, s. 139) si beskriving av dimensjonen med tanke på at begge tilfella fokuserer på å dele resultat munnleg med andre som har tilsvarande bakgrunn og kunnskapsnivå.

Dimensjonen **vitskapleg etos (6)** vert av Erduran og Dagher (2014, s. 140) beskrive som handlingar og normer forskarane skal følge i sitt arbeid. Vitskapleg etos er firedelt og startar med universalisme, deretter organisert skepsis, nøytralitet, og avslutningsvis kommunisme (Erduran & Dagher, 2014, s. 141). Dette kan sjåast som ei utviding av dimensjonen mål og verdiar, og er trekt fram eksplisitt i fire av lærebøkene. I eit utdrag frå *Refleks 7* (s. 24) er det beskrive at forskarar kan bli påverka av folk og samfunnet rundt dei, her kunne læreboka ha påpeika at dette ikkje er positivt for forskinga som skal vere nøytral gjennom innhaldet i normene universalisme og nøytralitet. I motsetning vert innhaldet i Erduran og Dagher (2014, s. 141) si norm organisert skepsis omtalt eksplisitt i *Element 8* (s. 20) gjennom at forskarar som laga falske resultat eller skjuler deler av resultat kan miste jobben, dette kan bli oppdaga når andre forskarar etterprøver resultatet. Dette kan sjåast opp mot mål og verdiar i forhold til at forskarane må registrere motforekomstar sjølv om dette ikkje passar til deira ønska resultat. Nøytralitet vert og uttrykt i *Element 10* (s. 19) med tanke på at forskarar kan bli betalt for å kome med feilaktige påstandar, noko som fører til at forskarane redigera resultata sine for at det skal passe med deira interesse for å tene pengar. Den faglege terminologien Erduran og Dagher (2014) nytta for å beskrive normene er ikkje omtalt i lærebøkene, desse er truleg for omfattande for elevane å forstå.

Den neste dimensjonen er **sosial sertifisering og formidling (7)** Dette er den mest omtalte sosialt-institusjonelle dimensjonen, og er inkludert eksplisitt i alle lærebøkene. Dimensjonen tek utgangspunkt i at forskarane samlar resultata sine og presenterer desse på konferansar der andre forskarar i miljøet gjennomgår og evaluerer arbeidet for at det skal vere valid, eller at innsendte artiklar til vitskaplege tidsskrift vert fagfelleverdert (Erduran & Dagher, 2014, s. 141). Med grunnlag i følgande utdrag frå *Element 10* kan det sjå ut til at læreboka legg til rette for at elevane skal få ei djup forståing for innhaldet i dimensjonen. Det vert presisert kva fagfellevurdering betyr, samt at fagfellane kan avvise eller godkjenne artiklar for publisering i tidsskrift, noko som fører til at innhaldet er truverdig (*Element 10*, s. 20). I kapittel 5.1.3 vert ein læringsprogresjon gjennom lærebøkene tilhøyrande denne dimensjonen beskrive.

Vidare følger dimensjonen **vitskapens sosiale verdiar (8)** som berre er representert eksplisitt i fire av lærebøkene (sjå tabell 5). Erduran og Dagher (2014, s. 142) delar dimensjonen inn i

tre; forskarane sin fridom til å følge opp og vidareføre forskning, sosial nytte som viser til at forskinga skal vere nyttig for menneskeheita, og til slutt respekt for miljøet med tanke på berekraftig utvikling. I *Element 9* (s. 15) vert det påpeika at vi kan nytte andre si forskning for å finne svar på undersøkingar, i den forbindelse kan det trekkast inn at forskarane dermed vidareføre andre si forskning. Og i *Element 10* (s. 23) vert sosial nytte vektlagt gjennom at koronaviruset har skapt ei forståing for at forskning på virus er nyttig for menneska si helse.

Den neste dimensjonen er **sosiale organisasjonar og interaksjonar (9)** som først dukkar opp i *Element*-bøkene. Erduran og Dagher (2014, s. 146) påpeikar at i undervisings situasjonar skal dimensjonen sjåast i samanheng med fellesskapspraksisar frå dimensjonen profesjonelle aktivitetar. Elevane skal dermed få eit innblikk i korleis forskarar arbeider, samt korleis strukturar, dynamikk og politikk dannar eit samspel mellom forskarar både innan og på tvers av sosiale organisasjonar. Til skilnad frå tidlegare dimensjonar er sosiale organisasjonar og interaksjonar sjeldan framheva i lærebøkene. Likevel er innhaldet kort omtalt i *Element 8* (s. 18) gjennom eit utdrag om at forskarar frå ulike fagområde samarbeider i sitt arbeid.

Deretter følger dimensjonen **politiske maktstrukturar (10)** som tek føre seg at det er regjeringar og statar som styrer kva det skal forskast på, og dermed kven forskinga skal vere nyttig for, basert på deira verdiar og interesser (Erduran & Dagher, 2014, s. 146). Denne dimensjonen er berre representert ein gong, dette er i *Element 10* (s. 24) gjennom eit utdrag som seier at vitskapleg fakta vert nytta for å ta politiske og økonomiske avgjersler. Dette utdraget kan sjåast som ein politisk maktstruktur, i tillegg til at det kan dragast ein parallell mot den siste dimensjonen til Erduran og Dagher (2014) som er **finansielle system (11)**. Denne vert definert gjennom at statar og regjeringar delar ut økonomiske midlar til forskarar for at dei skal utføre forskning, og på den måten påverkar dei kva det skal forskast på (Erduran & Dagher, 2014, s. 148). Også denne dimensjonen er berre omtalt i *Element 10*. I tillegg til det føregåande utdraget vert dimensjonen òg beskrive som at nokon må betale for at forskarane kan forske, og at dei som betalar vil ha noko nyttig tilbake (*Element 10*, s. 23). Desse to dimensjonane kan sjåast i samanheng med kvarandre sidan det i begge tilfella er statar og regjeringar som påverkar kva det skal forskast på, enten direkte eller gjennom å finansiere forskinga.

Når det gjeld korleis NOS-dimensjonane er uttrykt på ulike trinn i lærebøkene kan vi først ta utgangspunkt i tabell 5. Der ser vi at seks dimensjonar er uttrykt i *Refleks 5*, fem dimensjonar i *Refleks 6*, sju dimensjonar i *Refleks 7*, ni dimensjonar i *Element 8*, åtte dimensjonar i *Element*

9, og elleve dimensjonar er uttrykt i *Element 10*. Tabellen viser ikkje korleis innhaldet i dimensjonane er framstilt frå år til år i lærebøkene, men vi får eit inntrykk av at etter kvart som elevane vert eldre vert dei presentert for stadig fleire NOS-dimensjonar. Vidare følger eksempel på læringsprogresjonar i to av dimensjonane.

5.1.2 Datainnsamling i lærebøker på ulike trinn

Vitskaplege praksisar vert ifølge tabell 5 trekt inn eksplisitt i alle lærebøkene, og implisitt i dei fleste, noko som er positivt med tanke på læringsprogresjon. For å studere korleis dimensjonen er uttrykt på ulike trinn er det teke utgangspunkt i Erduran og Dagher (2014, s. 67) som beskriv at dimensjonen viser til prosessen med å samle inn data, og trekk spesielt fram observasjon, klassifisering og eksperiment, i tillegg til bruk av representasjonsverktøy og modellering (s. 79). Fleire forskarar (Corcoran et al., 2009, s. 15; Duschl et al., 2011, s. 151; Scott et al., 2019, s. 3) beskriv sluttproduktet av ein læringsprogresjon som ein avsluttande kunnskap elevane sit igjen med, som gjerne gjer dei i stand til å utdjupe innhaldet i eit kompetansemål i faget. Sett i lys av dette kan sluttproduktet i ein NOS-dimensjon seiast å vere ei forenkling av Erduran og Dagher (2014) si beskriving av dimensjonen tilpassa skuleelevar. I dette tilfellet kan det hevdast at elevane skal forstå at forskarane nyttar ulike måtar for å samle inn data. Vidare vert utdrag frå resultatkapittelet drøfta med fokus på progresjon.

I *Refleks 5* (s. 15) lærer elevane at dei må gjennomføre undersøkingar og notere resultatane sine. Med utgangspunkt i Øyehaug og Kristensen (2023, s. 1) som framhevar at ein naturvitskapleg praksis handlar om å samle inn og tolke data, er dette utdraget ein start eller eit nedre anker som elevane sin kunnskap kan byggjast vidare på.

I *Refleks 6* (s. 58-63) vert elevane kjende med Tobias som får utslett når han er på hytta, familien har tre moglege grunnar til dette. For å avgjere kva som fører til utsletta gjennomfører familien tre testar der dei heile tida testar ein og ein ting. Det vert forklart at familien treng tre helger på hytta for å samle tilstrekkeleg med observasjonar før dei kan trekke ein konklusjon. I den samanhengen vert det beskrive at observasjonar er å legge merke til noko med sansane, medan konklusjonen er det du kjem fram til etter å ha gjennomført ei undersøking (Refleks 6, s. 62-63). I dette eksempelet vert observasjon nytta som metode for datainnsamling, der familien observerer kva som gjev Tobias utslett, dette er i tråd med Erduran og Dagher (2014, s. 70) si beskriving av ein observasjon. Angående at observasjon fører til konklusjonar er dette

ikkje noko Erduran og Dagher (2014, s. 72) trekk fram, dei meiner heller at observasjonar generera kunnskap. På den andre sida er det å skilje mellom observasjonar og konklusjonar eit punkt på Lederman et al. (2002, s. 500) si konsensusliste, sjølv om dei beskriv konklusjonar som utsegn om fenomen vi ikkje kan sanse, noko som ikkje er samsvarande med læreboka si beskriving av konklusjonar.

I *Element 9* (s. 20) vert eit kontrollert forsøk beskrive, altså eit forsøk der det vert testa om ein faktor påverkar ein anna, dette er eit forsøk der ein faktor vert variert i kvart forsøk medan alle andre faktorar er like. Også Erduran og Dagher (2014, s. 71) nyttar termen kontrollerte forsøk, men dei definerer likevel ikkje kva dei legg i denne. Å nytte *Element 9* si beskriving av eit kontrollert forsøk kan trekkast som ein parallell tilbake til Tobias i *Refleks 6* som testa ein og ein ting for å finne ut kva som gav han utslett. Namnet på forsøket som vart gjennomført i *Refleks 6* vart dermed ikkje satt ord på før i *Element 9*, men *Element 9* trakk heller ikkje ein parallell tilbake til Tobias i *Refleks 6*. Med grunnlag i desse utdraga vert der her vist at *Element 9* byggjer vidare på innhaldet frå *Refleks 6*.

Også i *Element 8* (s. 22) vert det fokusert på observasjon som metode for å samle inn data, her vert det beskrive at ein observasjon enten kan gjerast gjennom sansane eller med måleinstrument. Denne beskrivinga av observasjon er dessutan i tråd med både Lederman et al. (2002, s. 500) og Erduran og Dagher (2014, s. 70) som begge framhevar bruken av hjelpemiddel eller spesialverktøy under observasjonar. I *Element 9* (s. 18) vert ulike former for datainnsamling framheva, og det vert vektlagt at informasjon kan hentast frå litteratur og dermed frå andre si forsking, dette er derimot ikkje ein vitskapleg praksis som Erduran og Dagher (2014, s. 92) trekk fram i sin definisjon av dimensjonen, men det kan likevel sjåast i samanheng med dimensjonen metode og metodiske reglar sidan denne dimensjonen blant anna handlar om å lese seg opp på relevant teori. På den andre sida har *Element 9* fleire beskrivingar av datainnsamlingar som er samsvarande med Erduran og Dagher (2014). Blant anna vert det i læreboka beskrive at forsøk eller undersøkingar kan gjennomførast på ulike måtar både inne og ute. Forsøk og undersøkingar er dessutan synonym med Erduran og Dagher (2014) sin definisjon av eksperiment. I *Element 9* (18-21) vert det og peika på at simulering og modellering som verktøy kan nyttast for å etterlikne røynda, noko som først og fremst samhandlar med Suarez (2010, referert i Erduran og Dagher, 2014, s. 79) som hevda representasjonsverktøy og simulering bør nyttast i vitskaplege praksisar.

Utdraga viser at innhaldet i dimensjonen er ivaretatt gjennom lærebøkene, dette kan komme av at dimensjonen er den mest omtalte kognitivt-epistemiske dimensjonen gjennom kompetansemål til alle trinn i læreplanen LK20 (Mork et al., 2022, s. 1610). Dette kan for so vidt sjå ut til å vere ein gjengangar med tanke på at også Okana og Kaya (2002, s. 17) fant at tyrkiske lærebøker nyttar denne dimensjonen hyppigast. Både dette kapittelet og det føregåande kapittelet viser at vitskaplege praksisar ofte vert omtalt i samhandling med andre dimensjonar i lærebøkene, dette funnet vart også registrert i Yeh et al. (2019, s. 305) si forskning på Taiwans læreplan. Å evaluere lærebøkene langs ein utviklingskorridor der elevane vert tidleg introdusert for element som det byggast vidare på etter kvart som elevane vert eldre, viser for so vidt at lærebøkene til Gyldendal har ein læringsprogresjon innan NOS-dimensjonen vitskaplege praksisar (Brown, 1996, referert i Catley et al., 2005, s. 3). Spesielt dersom fokuset er på datainnsamling for at elevane skal nå eit sluttprodukt eller øvre anker gjennom å forstå at forskarane nyttar ulike metodar for å samle inn data.

5.1.3 Fagfelle vurdering i lærebøker på ulike trinn

I den sjuande NOS-dimensjonen fokuserer Erduran og Dagher (2014, s. 141) på fagfelle vurderingsprosessen, dei trekk fram at å publisere eit forskingsarbeid som fagfelle vurdert krev at forskinga vert validert gjennom at andre forskarar i miljøet gjennomgår, kritiserer og evaluerer arbeidet som er gjort. Dette er ein prosess dei fleste lærebøkene (utanom *Element 8*) omtalar, og har difor gode moglegheiter for læringsprogresjon. Som vi ser i tabell 5 vart dimensjonen berre omtalt eksplisitt i lærebøkene. Eit øvre anker innan denne dimensjonen vil difor vere ei tilnærming til Erduran og Dagher (2014, s. 141) sin definisjon av dimensjonen, med omsyn til at dette er ein prosess som er grundig gjennomgått i lærebøkene.

Allereie i *Refleks 5* (s. 13) vart temaet vist til gjennom forskaren Jenner, som i sitt arbeid med kopparvaksinen skreiv ein rapport han sendte inn til eit vitskapleg tidsskrift, beskrive som eit blad som trykker forskinga slik at andre kan lese om Jenner sitt arbeid. Det vart derimot ikkje trekt fram noko om prosessen mellom Jenner si grundige rapportskrivning og publiseringa. Vidare vart det i *Refleks 6* (s. 71) peika på at forskarar fortel andre om funna sine, i denne samanhengen vart dette gjort gjennom eit forsøk elevane kan gjennomføre i forkant av at dei skal dele resultata sine med kvarandre for å samanlikne funna. Denne prosessen kan òg sjåast på som ein profesjonell aktivitet sidan dei delar resultata munnleg, men samanlikning av resultata kan betraktast som eit første steg i retning mot fagfelle vurdering slik Erduran og

Dagher (2014, s. 141) definerer dette. Prosessen vart deretter utdjupa vidare i *Refleks 7* (s. 19) i samanheng med at publiserte artiklar i vitenskaplege tidsskrift ofte vert tolka og diskutert av andre forskarar i ein prosess der dei ofte er ueinige. På dette stadiet kan innhaldet i lærebøkene ta eit steg mot å gje elevane ei djupare forståing av fagfellelvurderingsprosessen ettersom det å kritisere og evaluere andre sitt arbeid er ein del av prosessen (Erduran & Dagher, 2014, s. 141).

I *Element 9* (s. 28) vart det gitt ei beskriving av etterprøving av resultata som ein viktig faktor gjennom at andre forskarar må kunne nytte same framgangsmåte, og kome fram til det same resultatet for å kritisk kunne avgjere om forskinga er valid. Dette kan i tillegg til å vere ein del av fagfellelvurderinga sjåast opp mot dimensjonen vitenskaplege praksisar med omsyn til at eit eksperiment eller eit forsøk forskarane gjennomfører må vere reproduserbart slik at andre kan etterprøve resultata (Erduran & Dagher, 2014, s. 77). Eit interessant funn er at det var først i *Element 10* (s. 20) at ordet fagfellelvurdering vart nytta eksplisitt, her vart det og utdjupa og forklart kva fagfellelvurdering betyr, samt kven som utfører den og at denne prosessen fører til at ein fagfellelvurdert artikkel har eit høgt vitenskapleg nivå. Det vart òg beskrive at fagfellane som les artikkelen kan avvise artikkelen og hindre publisering dersom arbeidet ikkje er bra.

Kornstorleiken, hoppa mellom dei ulike kunnskapsnivåa, i denne læringsprogresjonen kan verke til å vere finkorna med tanke på at den først og fremst gjentekne gongar går tilbake og beskriv temaet meir utdjupande for kvar gong utan at lærestoffet generaliserast for elevane (Duncan & Rivet, 2018, s. 423). For å summere opp innhaldet i lærebøkene tilhøyrande dimensjonen sosial sertifisering og formidling er det grunn til å anta at dette gjev elevane ei god forståing av fagfellelvurderingsprosessen med grunnlag i Erduran og Dagher (2014, s. 141) si beskriving av at andre forskarar i miljøet gjennomgår, kritiserer og evaluerer kvarandre sitt arbeid før det vert godkjent og publisert som ein fagfellelvurdert artikkel. Sett i lys av dette kan vi seie at perspektiv knytt til fagfellelvurderingsprosessen vert uttrykt på eit meir avansert nivå i lærebøkene til Gyldendal etter kvart som elevane vert eldre. Dette kan sjåast som ei motsetning til ein studie av tyrkiske lærebøker som ikkje fant nokon konsistent progresjon av NOS gjennom lærebøkene (Okan & Kaya, 2022, s. 1).

5.2 Evolusjonsteorien

Det andre forskingsspørsmålet i denne oppgåva handla om korleis lærebøkene uttrykkjer evolusjonsteorien på ulike trinn. Tshuma og Sanders (2015, s. 354) påpeikar at elevane slepp å få misforståingar dersom dei lærer ulike sekvensar og omgrep i naturfag, og samstundes inkluderer desse inn i ein større samanheng rundt evolusjonsteorien i ei logisk rekkefølge. Sett i lys av dette er det føremålstenleg å drøfte om lærebøkene, når dei beskriv innhaldet i evolusjonsbyggjesteinane, også koplar dette opp mot evolusjonsteorien for å gje elevane ei djup forståing som kan byggjast vidare på, på ulike trinn.

5.2.1 Evolusjonsbyggjesteinane koplast sjeldan til evolusjonsteorien

Catley et al. (2005, s. 8) sin byggjestein **biologisk mangfald (1)** er òg beskrive av Gaston og Spicer (2013, s. 5) og er fordelt over tre nivå; artsmangfald, genetisk mangfald og økosystemmangfald. Med utgangspunkt i tabell 8 kan det lesast at denne byggjesteinen er representert i alle lærebøkene, men i få kapittel i kvar bok. I eit utdrag frå *Refleks 5* (s. 34) vart det forklart at vi har over 40 000 ulike artar i Noreg og at desse er kategorisert som plantar, sopp, insekt og krypdyr. I *Refleks 6* (s. 30) vart artsmangfaldet utvida til at det totalt på jorda finst millionar av ulike artar, fordelt som virveldyr og virvellause dyr. Med grunnlag i desse utdraga kan vi seie at lærebøkene tek føre seg artsmangfald, sjølv om utdraga på den andre sida ikkje utdjuvar kva som er bakgrunnen for at vi har det artsmangfaldet vi har, og dermed ikkje dannar noko vidare kopling til evolusjonsteorien.

Vidare vert byggjesteinen **struktur-funksjon (2)** beskrive som at strukturen eller oppbyggnaden til eit individ avgjer kor godt individet klarer å utføre funksjonar som er nyttige for dei, dette er ein viktig del av individet si tilpassing til miljøet rundt seg (Catley et al., 2005, s. 8). Denne byggjesteinen inkluderer ulike former for seleksjon som til dømes naturleg seleksjon, seksuell seleksjon eller kunstig seleksjon og vert beskrive heilt tilbake til Darwin (1998, s. 48). Frå tabell 8 ser vi at dette er den hyppigast representerte byggjesteinen i lærebøkene, og er trekt fram i minst tre, og opp til fem kapittel i kvar bok. Eit interessant funn er at byggjesteinen for det meste er registrert i samanheng med mennesket sin oppbyggnad, og korleis dei ulike elementa av kroppen bidreg til viktige livsfunksjonar, dette skjer likevel utan å kople menneskets utvikling opp mot evolusjonsteorien. I *Refleks 5* (s. 33) vart det beskrive at alle artane på jorda har funne sin levestad gjennom at dei har tilpassa seg å leve akkurat der

dei gjer. I *Element 8* (s. 181) vert tilpassing beskrive meir utdjupande i form av at dei individa som er best tilpassa miljøet dei lever i, har større sannsyn for å overleve og reprodusere. Det sistnemnde utdraget kan koplast opp mot evolusjonsteorien og naturleg seleksjon slik det er definert basert på Oxford si ordbok innan biologi (Hine, 2019, s. 874), men i denne samanhengen ser det likevel ikkje ut til at forfattarane av læreboka nyttar sjansen til å trekke denne koplinga for elevane. Ei vidare utdjuping om lærebøkene sin progresjon innan naturleg seleksjon og tilpassing er trekt fram i kapittel 5.2.2.

Den neste byggjesteinen er **økologi/ innbyrdes forhold (3)**, og er av Catley et al. (2005, s. 8) presisert til å omhandle at abiotiske og biotiske faktorar i eit økosystem påverkar kvarandre, noko som kan gå føre seg gjennom ulike former for symbiose, samarbeid eller konkurranse. Ein måte å framstille denne påverknaden på er gjennom næringsnett eller næringskjeder (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 47). Også denne byggjesteinen er relativt hyppig representert i lærebøkene. I *Refleks 5* (s. 7) peikast det på at ein næringskjede viser kva artar som et kven for å skaffe seg energi. Og i *Element 8* (s. 205) vert det utdjupa kva abiotiske og biotiske faktorar er, her vert det også presisert at dei biotiske faktorane i eit økosystem vert påverka av både abiotiske faktorar, men og av andre levande organismar. Med utgangspunkt i det siste utdraget kan det hevdast at elevane får ei forklaring som først og fremst er i tråd med byggjesteinen slik Catley et al. (2005, s. 8) beskriv den.

Deretter kjem **genetisk variasjon (4)**, ein byggjestein som er todelt og vert utdjupa gjennom direkte og tilfeldig variasjon (Catley et al., 2005, s. 9). Direkte variasjon er når variasjonen skjer på bakgrunn av miljøet gjennom til dømes seleksjon (Hine, 2019, side 874), medan tilfeldig variasjon er når det ikkje er nokon årsak til variasjonen som til dømes genmutasjon (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 45). Genetisk variasjon oppstår i levande organismar, og dermed vert liv og formeiring inkludert i denne byggjesteinen, noko som vert vist gjennom ein læringsprogresjon i kapittel 5.2.3. Også denne byggjesteinen er representert i alle lærebøkene, men hyppigheita avtek i forhold til dei tidlegare omtalte byggjesteinane. Frå eit utdrag i *Refleks 7* (s. 92) kan elevane lese at levande organismar kan formeire seg og danne etterkomarar. Dette utdraget er henta frå eit kapittel om kjønn og seksualitet som fokuserer på ulike artar sin formeiringsprosess. I eit utdrag frå *Element 8* (s. 179) vert det beskrive at individ med to foreldre får halvparten av arvestoffet sitt frå far og andre halvparten frå mor, i denne overføringsprosessen kan det skje tilfeldige endringar som fører til at barna sitt genmateriale er litt ulikt frå foreldra. Tatt i betraktning har læreboka her moglegheit til å trekke ei kopling

mot mutasjon og dermed evolusjon, likevel skjer ikkje dette. Det må difor påpeikast at basert på desse utdraga finst det ingen kopling mellom innhaldet lærebøkene presenterer og evolusjonsteorien, sjølv om det er rimeleg å hevde at dei tilviste utdraga har moglegheiter for å trekke ei slik kopling.

Byggjesteinen **endring (5)** vert beskrive til å omhandle tre aspekt, vekst som er eit individ si endring gjennom livet, mikroevolusjon som er endringar i ein populasjon over kort tid, og makroevolusjon som er endringar av fleire generasjonar over lang tid (Catley et al., 2005, s. 9). Denne byggjesteinen er ikkje representert i *Refleks 6*, og eit interessant funn er at i dei fleste tilfella der byggjesteinen er registrert er dette i samanheng med mennesket si utvikling og vekst frå nyfødd og gjennom livet. Eit eksempel på dette er henta frå *Refleks 5* (s. 156) der det vert beskrive at eleven som les læreboka er på veg inn i puberteten som fører til endringar både inni og utanpå kroppen. På den andre sida finst det høver der lærebøkene tek føre seg endringar som i større grad kan koplast opp mot evolusjonsteorien, sjølv om det viser seg at det svært sjeldan vert gitt eksplisitte koplingar til evolusjon. Eit slikt eksempel er henta frå *Element 10* (s. 162) som vektlegg at nye artar kan dannast dersom ein opphavleg populasjon fysisk splittar seg og dei åtskilde delane av populasjonen ikkje møter kvarandre, noko som over lang tid fører til at dei to gruppene gjennomgår sopass store endringar at dei ikkje lenger kan få avkom med kvarandre, den opphavlege populasjonen av ein art har no blitt to ulike artar. Dette samsvarar med allopatrisk artsdanning slik Grønlien og Tandberg (2017, s. 6) omtalar dette, og kan koplast til Catley et al. (2005, s. 9) si beskriving av makroevolusjon, trass i at utdraget ikkje nemner evolusjon.

Den siste byggjesteinen Catley et al. (2005, s. 9) trekk fram er **geologiske prosessar (6)**, som beskriv det tidlegare miljøet på jorda og på den måten bidreg til å forklare utviklinga av artar, samt korleis dagens artsmangfald har oppstått. Frå tabell 8 kan det lesast at denne byggjesteinen først og fremst er representert i *Refleks 6* og *Element 8*, i dei resterande lærebøkene er den berre registrert i opptil tre analyseiningar per bok. Gjennom *Refleks 6* (s. 32) kan elevane lære at fossil i form av avtrykk eller restar av skjelett og tenner gjev oss kunnskap om utdøyde artar som til dømes dinosaurar. Fossil er eit grundigare omtalt tema i *Refleks 6* og *Element 8*, difor vert det presisert korleis forskarar arbeidar med dette i ein læringsprogresjon i kapittel 5.3.2. I *Element 9* (s. 166) vert det trekt fram at jordas første levande organisme bestod av ei celle, som etter kvart utvikla seg til å bli fleircella organismar

der fleire celler samarbeider. I dette utdraget kunne lærebøkene ha utdjupa ei kopling mot evolusjon, men tvert i mot vert ikkje slike koplingar trekt.

Basert på dei omtalte utdraga kan det sjå ut til at lærebøkene i svært liten grad trekk parallellar frå ein byggjestein opp mot evolusjonsteorien. Det må likevel visast til tabell 9 med utdrag frå fleire lærebøker som omtalar evolusjonsteorien eksplisitt, og dermed er temaet uttrykt i lærebøkene sjølv om det ikkje skjer i samanheng med byggjesteinane. Vidare følger læringsprogresjonar innan to byggjesteinar.

5.2.2 Naturleg seleksjon og tilpassing i lærebøker på ulike trinn

Catley et al. (2005) sin byggjestein struktur-funksjon med fokus på naturleg seleksjon og tilpassing er omtalt i fire av lærebøkene på ein slik måte at det dannar eit grunnlag for læringsprogresjon. Som nemnt ovanfor vart det i *Refleks 5* (s. 33) påpeika at jordas millionar av artar har tilpassa seg sin levestad. Det vert ikkje gitt noko beskriving av kva som ligg i termen tilpassing, men utdraget kan likevel reknast som eit nedre anker som gjev elevane ei begynnande forståing for temaet (Duschl et al., 2011, s. 151). I *Refleks 7* vert det påpeika at dyra i tillegg til å tilpasse seg habitatet sitt, også tilpassar seg døgnet og årstidene gjennom å vere nattaktive (s. 70) eller gå i dvale for å overleve (s. 78-79). Det vert òg presisert at tidspunktet artane formeirar seg på er tilpassa årstidene for at avkommet skal få ein best mogleg start på livet (s. 100). Desse utdraga kan sjåast som ei vidare utviding av termen tilpassing.

I *Element 8* sitt kapittel «Evolusjon» vert temaet tilpassing grundig gjennomgått og utleia fram mot naturleg seleksjon. Det heile startar med ei presisering av at ulike eigenskapar vil vere spesielt nyttige for å overleve med tanke på konkurranse i ulike miljø (s. 165). Dette vert vidare utdjupa gjennom at dei individa som er best tilpassa også har størst sannsyn for å reprodusere (s. 181). Før det avslutningsvis vert presisert at denne situasjonen er omtalt som naturleg seleksjon, som ikkje berre fremjar dei positive eigenskapane, tvert imot fører prosessen òg til at eigenskapar som skapar dårleg sannsyn for å overleve vert fjerna (s. 183). Gjennom dei tilviste utdraga frå *Element 8* kan det hevdast at denne læreboka legg til rette for at elevane får ein læringsprogresjon innan temaet tilpassing og naturleg seleksjon.

I *Element 8* (s. 188) vert ein mikroevolusjon slik Catley et al. (2005, 9) definerer dette eksemplifisert gjennom bjørkemålaren som endra farge på 1800-talet i England. Dette eksempelet kan på den andre sida sjåast som ein kontrast til *Element 10* (s. 161) der det vert

beskrive at evolusjon av biologisk mangfald tek lang tid. Ei rimeleg forklaring på dette kan vere at evolusjon i mange tilfelle tek lang tid gjennom makroevolusjon, men læreboka burde midlertidig vert meir presis med tanke på at dette ikkje samsvarar med eksempelet dei trakk fram i *Element 8*. Det bør og leggast til at i *Element 10* (s. 162) vert det presisert at det ofte er ein fordel for organismane når miljøet endrar seg langsamt, og at tilpassinga dermed og går langsamt. Bakgrunnen for denne påstanden er at det i *Element 10* (s. 174 og 218) vert trekt fram at menneskeleg aktivitet kan påverke økosystema i stor fart slik at organismane som lever der ikkje rekk å tilpasse seg og at dei dermed kan døyt ut.

Ei sumering av denne læringsprogresjonen viser at eit øvre anker gjennom at elevane til dømes skal forstå tilpassing og korleis dette fører til naturleg seleksjon er ei naturleg målsetting for elevane sin progresjon gjennom Gyldendal sine lærebøker. Det kan hevdast at innhaldet som vert presentert for elevane i *Refleks 5* og *7* byggjer vidare på kvarandre fram mot *Element 8*, der ei grundig forklaring samt utdjuping av relevant fagterminologi vert lagt fram for elevane. Denne prosessen kan reknast som ein læringsprogresjon gjennom spiralprinsippet til Bruner (1977, s. 53). Eit anna relevant området er at måten dette er gjort på i læreverket kan sjå ut til å samsvare med Scheuch et al. (2019, s. 3) som påpeika at ein tidleg introduksjon av evolusjonsrelaterte prinsipp som det byggjast vidare på er viktig for at elevane skal forstå abstrakte prinsipp som dei ikkje kan observere direkte. Scheuch et al. (2019, s. 12) konkluderte med at ein læringsprogresjon innan evolusjonsomgrep som til dømes naturleg seleksjon via mellomtrinn som tilpassing gjev elevane ei grundigare forståing for evolusjonsteorien. Sett i lys av dei tilviste utdraga og tabell 9 må det nemnast at byggjesteinen struktur-funksjon trekk parallellar mot evolusjonsteorien, der termen evolusjon vert eksplisitt uttrykt.

5.2.3 Formeiring og arv i lærebøker på ulike trinn

Den andre evolusjonsprogresjonen som vert drøfta er genetisk variasjon med fokus på formeiring og arv. Enkelte av elementa innan denne byggjesteinen kan sjåast i samanheng med byggjesteinen struktur-funksjon med tanke på at tilpassing vert omtalt. Byggjesteinen inneheld spesielt to store element. Det første er tilfeldig og direkte variasjon som Catley et al. (2005, s. 9) trekk fram. Genetisk variasjon går føre seg i levande organismar, og eit kriterium for at noko er levande er at det kan formeire seg (Grindeland et al., 2012, s. 166) både gjennom kjønna og ukjønna formeiring (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 35 og 67), dette er det andre viktige elementet som går under genetisk variasjon. Desse beskrivingane kan hevdast å vere

eit øvre anker for denne byggjesteinen. Lærebøkene tek for det meste føre seg menneskets formeiring, men det finst også nokre tilfelle der formeiring av andre artar vert satt lys på.

Allereie i *Refleks 5* (s. 169) vert formeiring omtalt gjennom at ei eggcelle og ei sædcelle inneheld ei halv oppskrift kvar, og når desse cellene smeltar saman vert oppskrifta heil, og avkommet liknar på sine foreldre. Dette kan bidra til å gje elevane ei begynnande forståing av mennesket si kjønna formeiring. *Refleks 7* (s. 92) inneheld ei tilsvarande forklaring som *Refleks 5*, men denne vert i tillegg utvida med ein kommentar om at avkommet kan få andre eigenskapar enn foreldra. Dette vert det deretter bygd vidare på gjennom ei beskriving av at dersom naturen endra seg kan desse små skilnadane i eigenskapar føre til at avkommet er betre tilpassa miljøet enn sine foreldre (s. 94). Utdraget frå *Refleks 7* side 92 vart omtalt gjennom menneskets formeiring, noko som ikkje var tilfelle på side 94, men med tanke på at dei beskriv same form for formeiring kan utdraga likevel sjåast som ein progresjon med kvarandre. Forklaringa frå *Refleks 7* (s. 94) vert utvida vidare gjennom *Element 8* (s. 179 og 182) og perspektivet om at avkom med andre eigenskapar har større sjanse for å overleve og tilpasse seg miljøet, noko som fører til at det er gunstig at avkom har ulikt genmateriale enn foreldra.

I lærebøkene vert også formeiring av andre artar belyst for elevane. I *Refleks 6* vert først sopp si formeiring gjennom sporar som dannar sopptrådar beskrive (s. 19), før dei går vidare og beskriv blomster si formeiring der pollen fungera som sædceller (s. 22) og vert spreia med hjelp av til dømes gravevepsen (s. 35). I *Refleks 7* (s. 94) vert ukjønna formeiring omtalt eksplisitt og presisert med at enkelte artar berre lagar kopiar av seg sølv. Denne forklaringa kan sjå ut til å samsvare med Grønlien og Tandberg (2017, s. 67) sin definisjon av termen. I *Element 10* (s. 132-133) vert formeiring av bakteriar trekt inn, her kunne det vert trekt ein parallell tilbake til *Refleks 7* (s. 94) og definisjonen av ukjønna formeiring, derimot er det ingen slik kopling her. Det som likevel vert trekt fram er at alle bakteriane ikkje er heilt like, noko som fører til at nokre av dei toler antibiotika betre enn andre, og på den måten kan dei gjennom naturleg seleksjon reprodusere seg og bli resistente.

For å summere opp progresjonen innan denne dimensjonen må det peikast på at lærebøkene ofte nyttar eksempel om menneskeleg formeiring, eller anna kjønna formeiring der det vert spesielt framheva at avkom med andre eigenskapar enn foreldra er gunstig med tanke på tilpassing. På den andre sida vert tilfeldig variasjon som fører til evolusjon gjennom til dømes mutasjonar ikkje omtalt i lærebøkene, noko som er synd og dessutan uheldig med tanke på at denne forma for genetisk variasjon er ganske avgjerande som bakgrunn for tilpassing og på

lang sikt utvikling av nye artar (Grønlien & Tandberg, 2017, s. 45). Totalt sett viser utdraga at lærebøkene uttrykkjer formeiring og arv på meir komplekse måtar gjennom ulike trinn noko som samsvarar med Catley et al. (2005, s. 3) si forskning på bakgrunn av Brown (1996) sin utviklingskorridor med tanke på at temaet vert introdusert tidleg for elevane og gradvis utdjupa etter kvart som elevane vert eldre. Ei samanfating av Catley et al. (2005) si forskning viser at når elevane tileignar seg kunnskap om byggjesteinane gjennom ein læringsprogresjon, dannar dette eit konseptuelt rammeverk for elevane innan evolusjon som berande idé (Mcvaugh et al. 2011, s. 290), det kan hevdast at dette er ivaretatt også i Gyldendal sine lærebøker.

5.3 Evolusjonsteorien si utvikling og aksept gjennom NOS

Frå tabell 12 kom det fram at i tre eller fire kapittel i kvar lærebok kan det trekkast koplingar mellom evolusjon og NOS. Det vert her gått nærare inn på dei tilfella i lærebøkene som omhandla evolusjon, og samstundes gav ein kommentar på korleis forskarar har arbeidd NOS-relatert kring den aktuelle evolusjonsbyggjesteinen. Det er dette datamaterialet som dannar grunnlag for å drøfte det siste forskingsspørsmålet som tek føre seg korleis lærebøkene framstiller ein læringsprogresjon om evolusjonsteorien si utvikling og aksept gjennom NOS. Vidare følger to læringsprogresjonar der det vert drøfta korleis elevane får eit innblikk i forskarane sitt arbeid med evolusjonsteorien, først gjennom å kartlegge utviklinga av biologisk mangfald, deretter gjennom studiar av tidlegare artar på jorda.

5.3.1 Kartlegging av biologisk mangfald på ulike trinn

Forskarane som arbeider med biologisk mangfald er ofte biologar, og biologane sitt arbeid med kartlegging av det biologiske mangfaldet vert satt lys på i fire av lærebøkene til Gyldendal (sjå tabell 12). Første gong er allereie i *Refleks 5* (s. 33) der det vart påpeika at forskarane ikkje veit kor stort artsmangfald vi har på jorda, men nokon har likevel rekna ut at det kan vere kring ni millionar artar, der mange ikkje er oppdaga. Det vert også lagt til at i Noreg er det oppdaga over 40 000 ulike artar (s. 34). I *Refleks 6* (s. 8) vert det igjen omtalt at nokre forskarar meiner det finst mellom åtte og ni millionar ulike artar, men at ingen veit sikkert kor mange det er. *Refleks 6* (s. 8) legg ut over dette til at forskarane allereie har beskrive rundt 1,5 millionar artar. I begge desse lærebøkene er biologisk mangfald omtalt med fokus på artsmangfald slik både Catley et al. (2005, s. 8), og Gaston og Spicer (2013, s. 5) definerer dette.

Artsmangfaldet vert også repetert i *Element 10* (s. 164) der det igjen vert peika på at vi ikkje veit kor mange artar som finst i verda. I denne læreboka vert det lagt til at mange økosystem og artar er godt undersøkt, men det finst likevel områder og organismar vi veit lite om sidan dei ikkje er like tilgjengelege (s. 164). I dette utdraget er det først og fremst satt lys på arts mangfald, men det kan òg hevdast at teksten kan tolkast til å trekke inn økosystem mangfald (Catley et al. 2005, s. 8). Det vert i *Element 10* vidare beskrive at vanlege folk kan hjelpe biologane med å kartlegge det biologiske mangfaldet gjennom diverse appar på mobilen (s. 164), og at slik informasjon kan samlast i Artsdatabanken eller på Norges raudeliste for artar (s. 181). Med grunnlag i utdraga om arts mangfald er det rimeleg å hevde at lærebøkene i liten grad har nokon progresjon mellom dei, det kan derimot sjå ut til at det same innhaldet berre vert repetert i dei påfølgande bøkene. På den andre sida vert det lagt til nokre nye element, men desse gjev ikkje noko progresjon ettersom dei gjev lite ny informasjon til lesaren.

Eit anna fokusområdet innan denne progresjonen startar i *Element 8* (s. 227) der det vert hevda at menneska ikkje bør utrydde artar som har eksistert på jorda i lang tid, og at desse kan hjelpe oss til å skaffe mat, medisin og andre produkt. I *Element 10* (s. 163) vert det trekt fram at det biologiske mangfaldet kan gje oss svar på korleis artar har utvikla seg. Utdraga er først og fremst trekt fram for å vise at forskarane sitt arbeid med å kartlegge det biologiske mangfaldet er viktig for menneska, sjølv om dei i dette tilfellet ikkje kan sjåast som ein progresjon med kvarandre. Når det gjeld informasjonen lesaren får frå utdraga kan den vidare nyttast i forbindelse med kunstig seleksjon gjennom genmodifisering som avlsteknikk med grunnlag i at vi kan nytte ressursane på jorda på ein berekraftig måte for å skaffe oss blant anna mat (Turnbull et al., 2021, s. 14).

Totalt sett kan det hevdast at det ikkje er noko stor progresjon innan Gyldendal si framstilling av forskarane sitt arbeid med biologisk mangfald, sjølv om det likevel er nokre små moglegheiter. Som Smith et al. (2006, s. 2) la fram i si forskning bør ein læringsprogresjon kring ein berande idé som evolusjon vise korleis ideen er utarbeidd og vedteken i forskarmiljøet. Dette kan sjåast i samanheng med korleis NOS kan trekkast inn i undervisinga. Gjennom Gyldendal si framstilling av forskarane sitt arbeid med biologisk mangfald er det grunn til å hevde at elevane får eit lite bilete av forskarane sitt arbeid, men temaet er likevel vektlagt i svært liten grad i desse lærebøkene.

5.3.2 Beskriving av jordas tidlegare artar på ulike trinn

Den siste læringsprogresjonen som vert drøfta i denne oppgåva kan koplast mot forskarane sitt arbeid med geologiske prosessar, og er trekt fram i to av lærebøkene til Gyldendal. I *Refleks 6* (s. 14) vert det gitt ei beskriving av at forskarane har funne spor av ein 3,5 milliard år gammal eincella organisme. Utdraget beskriv fortrinnsvis at den første levande organismen var eincella, og for det andre skapar utdraget eit nedre anker gjennom ein introduksjon til fossil. Sistnemnde tema vert utdjupa og forklart seinare i same lærebok gjennom at fossil er avtrykk av blant anna skjelett, tenner og andre delar av organismen (s. 32). Læreboka si framstilling av fossil og kva det er danna av, er dessutan samsvarande med Oxford si ordbok i biologi (Hine, 2019, s. 632), noko som fører til at informasjonen elevane får kan betraktast som relevant for å få ei god forståing for emnet. Temaet fossil vert utdjupa vidare i *Element 8* (s. 175) der det vert vektlagt at fossil hjelp forskarane til å forstå korleis organismar oppstod, dei kan nyttast som bindeledd mellom artar for å danne slekter, og dei kan nyttast til å seie noko om korleis utdøyde artar levde.

Det siste tilfellet der fossil vert trekt inn er i *Element 8* (s. 186) gjennom ei eksplisitt beskriving av at fossil kan nyttast til å finne ut korleis livet har utvikla seg, til dømes kan fleire fossil av same art frå ulike tider vise korleis arten gradvis har endra seg. Dette utdraget er henta frå kapittelet «evolusjon» og overskrifta «hvordan vet vi at evolusjonsteorien stemmer?». Med grunnlag i det tilviste utdraget og overskrifta det er plassert under, er det sannsynleg å anta at elevane først og fremst får inntrykk av at forskarane sitt arbeid med fossil bidreg til å støtte den vitenskaplege kunnskapen forskarane har kome fram til i sitt arbeid kring evolusjonsteorien.

Oppsummert vert termen fossil trekt inn allereie i *Refleks 6*, og innhaldet frå ei lærebok tilpassa eit høgare alderstrinn byggjer vidare på denne informasjonen på ein slik måte at det er grunn til å hevde at spiralprinsippet er nytta for å gje elevane ei djup forståing for korleis forskarane har arbeidd med dette temaet (Øyehaug, 2019, s. 47). Russell og McGuian (2019, s. 34) spesifiserte at kunnskap om fossil er grunnleggande for elevane si forståing om evolusjon, og gjennom tilviste utdrag kan det hevdast at elevane får ei god forståing om dette. Gjennom å nytte fossil som argument for forskarane sin vitenskaplege kunnskap om artars utvikling over tid er det rimeleg å hevde at Smith et al. (2006, s. 2) sin konklusjon om at evolusjon som berande idé kan forståast gjennom forskarar sitt arbeid er delvis ivaretatt i Gyldendal sine lærebøker.

6. Konklusjon

I konklusjonen vert først mine funn summert opp tilhøyrande kvart forskingsspørsmål samt problemområdet. Deretter vert ulike implikasjonar og avgrensingar for forskinga og praksisfeltet belyst.

6.1 Oppsummering av funn

Det første forskingsspørsmålet handla om korleis NOS kjem til uttrykk i Gyldendal sine lærebøker i naturfag på ulike trinn. Denne oppgåva avdekka at alle NOS-dimensjonane i FRA-hjulet er omtalt eksplisitt i lærebøkene gjennom forklaringar som ofte samsvarar med Erduran og Dagher (2014) sine beskrivingar av dimensjonane. Mork et al. (2022, s. 1615) fant at to tredelar av læreplanen LK20 kan koplant mot NOS, og det verkar som at forfattarane av lærebøkene har teke omsyn til dette med tanke på at alle lærebøkene har eigne NOS-kapittel og innhaldet i mange av dimensjonane er utdjupa i lærebøkene. Trass i at slike NOS-kapittel ikkje nødvendigvis aukar elevane si forståing av NOS like mykje som det kunne gjort dersom NOS hadde blitt integrert i større grad i dei resterande kapitla (Okan & Kaya, 2022, s. 17). Resultatet står som ei motsetning til både BouJaoude et al. (2017, referert i Erduran et al., 2019, s. 321) og McDonald (2017, s. 114) sine forskingar som fant at lærebøker frå Libanon og Australia uttrykkjer NOS i liten grad. Lærebøkene sine NOS-kapittel kan bidra til at både elevar og lærarar som nyttar Gyldendal sine lærebøker får betre innsikt i NOS-dimensjonane enn det tidlegare studiar har konkludert med (Kolstø, 2006; Sjøberg, 2014; Michel & Neumann, 2017, referert i Øyehaug & Kristensen, 2023, s. 2).

Spesielt NOS-dimensjonane vitenskaplege praksisar, metodar og metodiske reglar og sosial sertifisering og formidling er eksplisitt og domenespesifikt forklart for elevane i lærebøkene. Medan dimensjonane vitenskapens sosiale verdiar, sosiale organisasjonar og interaksjonar, politiske maktstrukturar og finansielle system er rørt ved i liten grad gjennom dei seks lærebøkene. I *Refleks*-bøkene er forklaringane ofte domenespesifikke med grunnlag i at dei beskriv NOS gjennom konkrete eksempel sjølv om eksempla ikkje nødvendigvis koplant til ein spesifikk naturfagleg disiplin (Clough, 2006, s. 463). *Element*-bøkene er på si side i større grad domenegenerelle, og gjev meir utfyllande beskrivingar som kan sjåast i samanheng med Erduran og Dagher (2014) sine beskrivingar av NOS, trass i at dimensjonane nesten vert ramsa opp og dermed også kan likne på Lederman et al. (2002) si konsensusliste. Utfordringa med

at nokre av lærebøkene har domenegenerelle tilnærmingar er at dette kan gje elevane inntrykk av at naturvitskap er subjektivt basert på forskarane sine meiningar (Clough, 2006, s. 463).

Alle NOS-dimensjonane inneheld fleire delområder, og ikkje alle delområda er nemnde i lærebøkene. Når lærebøkene nemner ein dimensjon fleire gongar er dette ofte fordi det er ulike delområder frå dimensjonen som vert omtalt kvar gong. Dette medfører at mange delområder berre er omtalt i ei analyseining, utan å bli vektlagt seinare. Dette fører igjen til at det er få læringsprogresjonar innan naturvitskapens eigenart i dei omtalte lærebøkene, noko som og er tilfelle for progresjon av NOS i andre lands lærebøker (Okan & Kaya, 2022, s. 1). Det må likevel nemnast at det er nokre tema som er gjentakande i mange lærebøker, som til dømes datainnsamling og fagfellevurdering, noko som gjev opphav til læringsprogresjon mellom innhaldet i ulike lærebøker tilpassa desse dimensjonane. Summert opp kan det altso sjå ut til at Gyldendal sine lærebøker med sine NOS-kapittel bidreg til at elevane får ei tilstrekkeleg forståing av NOS. Dette er positivt i forhold til Overordna del av læreplanen som blant anna trekk fram at elevane skal lære korleis kunnskapen vi kjenner til har utvikla seg (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 5-7).

Vidare tek det andre forskingsspørsmålet føre seg korleis evolusjonsteorien kjem til uttrykk på ulike trinn i lærebøkene. Denne oppgåva avdekkja at alle dei seks byggjesteinane Catley et al. (2005) operera med er inkludert i lærebøkene til Gyldendal. Spesielt biologisk mangfald, struktur-funksjon og økologi/ innbyrdes forhold er hyppig representert i alle lærebøkene, medan dei resterande byggjesteinane er representert i varierende grad, sjølv om innhaldet i dei er dekkja. Likevel er konklusjonen at når lærebøkene trekk fram tema tilhøyrande ein byggjestein er det sjeldan parallellar mot evolusjonsteorien, slik det bør vere med tanke på at dette er ein berande idé (Harlen, 2010, s. 1). Dette kan medføre at elevane ikkje får forståing av korleis innhaldet i dei ulike byggjesteinane er relevante for evolusjon i eit større bilete. Det må likevel nemnast at sjølv om lærebøkene ikkje trekk parallellar mot evolusjon når byggjesteinane vert omtalt, vert evolusjonsteorien eksplisitt omtalt i fem av lærebøkene. Ingen av lærebøkene trekk fram utfordringa med evolusjonsteorien som eit omstridt tema med tanke på religiøse tilnærmingar (Bilica, 2012, s. 24), noko som er naturleg med tanke på at lærebøker i naturfag fokuserer på det vitskapelege aspektet med evolusjon.

Når det gjeld læringsprogresjon innan evolusjon er eit sentralt funn at innhaldet i fleire av byggjesteinane ser ut til å kunne byggje vidare på kvarandre mellom dei ulike alderstrinna. Spesielt naturleg seleksjon og tilpassing, samt formeiring og arv er tema som hyppig omtalast

i lærebøkene. Det kan sjølvsagt gjerast i enda større grad, og i fleire av byggjesteinane med tanke på at innhaldet i ei lærebok aldri viser tilbake til innhald i ei tidlegare bok, bøkene kjem i staden med nye eksempel som ikkje alltid er lett å kople mot innhaldet i tidlegare lærebøker.

Det siste forskingsspørsmålet i denne oppgåva omhandlar korleis evolusjonsteorien koplast til NOS gjennom lærebøkene med tanke på korleis forskarane har kome fram til og utvikla evolusjonsteorien. I rundt halvparten av kapitla i lærebøkene er ein eller fleire evolusjonsbyggjesteinar omtalt i samanheng med NOS. Dette skjer som oftast berre i ei analyseining i kapittelet, og medfører at dei totale tilfella der evolusjon er kopla til NOS er svært få. Evolusjonsbyggjesteinane biologisk mangfald og geologiske prosessar er hyppigare kopla til NOS og inkluderer dermed læringsprogresjon mellom lærebøkene. Sidan lærebøkene i fleire tilfelle trekk slike koplingar er det relevant å anta at elevane gjennom å nytte Gyldendal sine lærebøker i større grad akseptera evolusjonsteorien (Cofré et al., 2018, s. 259; Nyléhn & Ødegaard, 2018, s. 687). Og sidan koplinga starta relativt tidleg i skulegangen er det òg grunn til å tru at elevane dermed klarer å trekke fram det vitskapelege aspektet i evolusjonsteorien (Bilica, 2012, s. 24).

Slår vi saman dei nemnde forskingsspørsmåla får vi oppgåvas problemområde som er å beskrive korleis læreverket til Gyldendal gjennom bøkene *Refleks 5-7* og *Element 8-10* legg opp til at elevane skal forstå sentrale element innan NOS og evolusjon, samt korleis dette kjem til uttrykk i lærebøkene på ulike trinn gjennom ein læringsprogresjon. Det er òg undersøkt om evolusjonsteorien koplast til NOS i lærebøkene med tanke på korleis forskarane har arbeidd med å utvikle og akseptere teorien gjennom ulike arbeidsmåtar. Ei samanfating av oppgåva konkluderer med at Gyldendal sine lærebøker gjev elevane ei forståing av innhaldet i dei elleve NOS-dimensjonane til Erduran og Dagher (2014), sant nok med varierende grad av utdjuping gjennom lærebøkene. I tillegg vert evolusjonsteorien basert på dei seks byggjesteinane til Catley et al. (2005) omtalt og utdjupa i lærebøkene, som også legg opp til læringsprogresjonar innan fleire av dimensjonane og byggjesteinane når vi ser på dei åtskilde. Slår vi saman evolusjon og NOS kan lærebøkene hjelpe elevane til å forstå vitskapelege aspekt ved korleis forskarane har arbeidd med å kome fram til innhaldet i evolusjonsteorien gjennom ulike arbeidsmåtar (Bilica, 2012, s. 28).

6.2 Avgrensingar og implikasjonar

Ei avgrensing i denne studien er oppgåvas ordomfang som ikkje lèt meg presentere ein læringsprogresjon tilhøyrande kvar NOS-dimensjon og evolusjonsbyggjestein, difor er berre progresjonar innan dei hyppigaste representert dimensjonane og byggjesteinane omtalt. Ein implikasjon ved at oppgåva fokuserer på innhaldet i lærebøker, er at den ikkje tek omsyn til korleis lærarar nyttar lærebøkene i si undervising. Dette kan det forskast vidare på for å finn ut om lærarane nyttar innhaldet i lærebøkene som eit utgangspunkt for at elevane får ei grundig forståing for NOS og evolusjonsteorien ved å trekke parallellar frå ein evolusjonsbyggjestein til evolusjonsteorien. Samt forskning på korleis koplinga mellom tema vert lagt vekt på gjennom ein læringsprogresjon, sjølv om dette berre er uttrykt i liten grad i lærebøkene. Eller om læraren ikkje nyttar læreboka i det heile i undervising om dei aktuelle tema, og korleis innhaldet då vert ivaretatt.

Spesielt elevar på barnetrinnet, men og elevar på ungdomstrinnet kan ha utfordringar med å forstå innhaldet i ein NOS-dimensjon eller ein evolusjonsbyggjestein. Dette kan føre til at forfattarane av lærebøkene forenkla innhaldet for at det skal passe til elevane sitt kunnskapsnivå, i den prosessen kan essensielle delar for å skape forståing innan NOS eller evolusjon bli fjerna fordi det er for utfordrande for elevane. Trass i at innhaldet vert forenkla i lærebøkene bør det og tilpassast elevane. Ved å undersøke korleis lærarane nyttar bøkene i undervisinga kan det og undersøkast korleis dei gjer tema interessant for elevane gjennom å trekke det mot elevane sine interessefelt.

Ein anna implikasjon for praksisfeltet er at denne oppgåva tek føre seg Gyldendal sitt læreverk med *Refleks 5-7* og *Element 8-10* som er nye lærebøker tilpassa fornyinga LK20. Også andre norske læreverk har nye lærebøker tilpassa LK20, blant anna har Cappelen Damm *Naturfag 5-10*, og Aschehoug har *Solaris 5-10*. Eit forslag til vidare forskning er å nytte denne oppgåvas analyseverktøy og teoretiske rammeverk på Cappelen Damm og Aschehoug sine lærebøker. Dette vil skape eit samanlikningsgrunnlag med tanke på om eit av læreverka uttrykkjer NOS, evolusjon samt koplinga mellom desse gjennom læringsprogresjonar på ein betre måte for elevane.

Litteraturliste

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education (Salem, Mass.)*, 82(4), 417–436. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)
- Al-Qahtani, A. A. (2022). Mutations in the genome of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2: Implications for COVID-19 severity and progression. *Journal of International Medical Research*, 50(3), 03000605221086433. <https://doi.org/10.1177/03000605221086433>
- Andersson, B., & Wallin, A. (2006). On Developing Content-oriented Theories Taking Biological Evolution as an Example. *International Journal of Science Education*, 28(6), 673–695. <https://doi.org/10.1080/09500690500498385>
- Arbuckle, K., Rodríguez de la Vega, R. C., & Casewell, N. R. (2017). Coevolution takes the sting out of it: Evolutionary biology and mechanisms of toxin resistance in animals. *Toxicon*, 140, 118–131. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2017.10.026>
- Arntzen, M., Bækkedal, K. S., Fossetøl, K. O. & Fægri, K. (2020). *Element 8, Grunnbok, Smart Bok: Naturfag for ungdomstrinnet*. Gyldendal
- Arntzen, M., Bækkedal, K. S., Fossetøl, K. O. & Fægri, K. (2021). *Element 9, Grunnbok, Smart Bok: Naturfag for ungdomstrinnet*. Gyldendal
- Arntzen, M., Bækkedal, K. S., Fossetøl, K. O. & Fægri, K. (2022). *Element 10, Grunnbok, Smart Bok: Naturfag for ungdomstrinnet*. Gyldendal
- Bakken, J., & Andersson-Bakken, E. (2021). Innholdsanalyse. I E. Andersson-Bakken & C. P. Dalland (Red.), *Metoder i klasseromsforskning: Forskningsdesign, datainnsamling og analyse* (s. 305–326). Universitetsforlaget.
- Befring, E. (2020). *Sentrale forskningsmetoder: Med etikk og statistikk* (2. utg.). Cappelen damm Akademisk.
- Bilica, K. (2012). A 5E Nature of Science Introduction: Preparing Students to Learn about Evolution. *Science Activities*, 49(1), 23–28. <https://doi.org/10.1080/00368121.2011.587035>
- Bruner, J. S. (1977). *The Process of Education*. Harvard University Press.
- Catley, K., Lehrer, R., & Reiser, B. (2005). *Tracing a Prospective Learning Progression for Developing Understanding of Evolution*. 68. https://www.researchgate.net/publication/253384971_Tracing_a_Prospective_Learning_Progression_for_Developing_Understanding_of_Evolution
- 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>

-
- Cofré, H. L., Santibáñez, D. P., Jiménez, J. P., Spotorno, A., Carmona, F., Navarrete, K., & Vergara, C. A. (2018). The effect of teaching the nature of science on students' acceptance and understanding of evolution: Myth or reality? *Journal of Biological Education*, 52(3), 248–261. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1326968>
- Colantonio, A., Galano, S., Leccia, S., Puddu, E., & Testa, I. (2018). Design and development of a learning progression about stellar structure and evolution. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010143. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010143>
- Corcoran, T. B., Mosher, F. A., & Rogat, A. (2009). *Learning Progressions in Science: An Evidence-Based Approach to Reform*.
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Why Does it Matter? *Science & Education*, 25(1), 147–164. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9800-8>
- Darwin, C. (1998). *Om artenes opprinnelse gjennom det naturlige utvalg*. (K. Johansen, Overs.). Bokklubben dagens bøker. (opprinnelig utgitt 1859).
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. *The American Biology Teachers*, 35(3), 125–129. <https://online.ucpress.edu/abt/article/35/3/125/9833/Nothing-in-Biology-Makes-Sense-except-in-the-Light>
- Duncan, R. G., & Rivet, A. E. (2018). Learning Progressions. I *International Handbook of the Learning Sciences* (s. 422–432). Routledge.
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123–182. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.604476>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education* (Bd. 43). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4>
- Erduran, S., Dagher, Z. R., & McDonald, C. V. (2019). Contributions of the Family Resemblance Approach to Nature of Science in Science Education: A Review of Emergent Research and Development. *Science & Education*, 28(3–5), 311–328. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00052-2>
- Gaston, K. J., & Spicer, J. I. (2013). *Biodiversity: An Introduction*. John Wiley & Sons.
- Grindeland, J. M., Lyngved, R., & Tandberg, C. (2012). *Biologi for lærere: Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5.-10. Trinn* (1. utg.). Gyldendal.
- Grindstad, M. K., Lyngvær, E., Spilde, I. & Staberg, R. L. (2020). *Refleks 5, Naturfag, Elevbok, Smart Bok: Naturfag for barnetrinnet*. Gyldendal
- Grindstad, M. K., Lyngvær, E., Spilde, I. & Staberg, R. L. (2021). *Refleks 6, Naturfag, Elevbok, Smart Bok: Naturfag for barnetrinnet*. Gyldendal

-
- Grindstad, M. K., Lyngvær, E., Mogstad, E., Spilde, I. & Staberg, R. L. (2022). *Refleks 7, Naturfag, Elevbok, Smart Bok: Naturfag for barnetrinnet*. Gyldendal
- Grønlien, H. K., & Tandberg, C. (2017). *Gyldendals ord og faguttrykk i biologi* (2. utg.). Gyldendal undervisning.
- Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Association for science education.
- Harris, L. R., Adie, L., & Wyatt-Smith, C. (2022). Learning Progression–Based Assessments: A Systematic Review of Student and Teacher Uses. *Review of Educational Research*, 92(6), 996–1040. <https://doi.org/10.3102/00346543221081552>
- Hine, R. (Red.). (2019). *A Dictionary of Biology*. Oxford University Press.
- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. I *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (s. 999–1021). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_30
- Johnson, N. A. (2022). *Darwin's reach: 21st century applications of evolutionary biology*. CRC Press.
- Kawecki, T. J., & Ebert, D. (2004). Conceptual issues in local adaptation. *Ecology Letters*, 7(12), 1225–1241. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00684.x>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordna del—Verdiar og prinsipp i grunnopplæringa*. <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Lederman, N. G. (1998). The State of Science Education: Subject Matter Without Context. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 3(2). <https://ejrsme.icrsme.com/article/view/7602>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & 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(6), 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Leung, T. L. F., & Poulin, R. (2008). Parasitism, commensalism, and mutualism: Exploring the many shades of symbioses. *Vie Milieu*.
- McDonald, C. V. (2017). Exploring Representations of Nature of Science in Australian Junior Secondary School Science Textbooks: A Case Study of Genetics. I F. Abd-El-Khalick (Red.), *Representations of nature of science in school science textbooks: A global perspective* (s. 98–117). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315650524-5>
- Mcvaugh, N. K., Birchfield, J., Lucero, M. M., & Petrosino, A. J. (2011). Evolution Education: Seeing the Forest for the Trees and Focusing Our Efforts on the Teaching of Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 286–292. <https://doi.org/10.1007/s12052-010-0297-y>
- Mork, S. M., Haug, B. S., Sørborg, Ø., Parameswaran Ruben, S., & 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>
- Ng, O. H., Akyoney, S., Sahin, I., Soykam, H. O., Akcapinar, G. B., Ozdemir, O., Kancagi, D. D., Karakus, G. S., Yurtsever, B., Kocagoz, A. S., Ovali, E., & Ozbek, U. (2021). Mutational landscape of SARS-CoV-2 genome in Turkey and impact of mutations on spike protein structure. *PLOS ONE*, 16(12), e0260438.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260438>
- Nyléhn, J., & Ødegaard, M. (2018). The “Species” Concept as a Gateway to Nature of Science: Species Concepts in Norwegian Textbooks. *Science & Education*, 27(7–8), 685–714.
<https://doi.org/10.1007/s11191-018-0007-7>
- Okan, B., & Kaya, E. (2022). Exploring the Inclusion of Nature of Science in Turkish Middle School Science Textbooks. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00371-x>
- Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (2011). *Læreren med forskerblikk: Innføring i vitenskapelig metode for lærerstudenter* (1. utg.). Høyskoleforlaget.
- Russell, T., & McGuigan, L. (2019). *Teaching and learning about evolution: A developmental overview*. 33–35.
- Salinas, I. (2009). *Learning progressions in science education: Two approaches for development*.
- Scheuch, M., Scheibstock, J., & Amon, H. (2019). Teaching Evolution along a Learning Progression: An Austrian Attempt with a Focus on Selection. I H. Bauer (Red.), *Evolution Education Re-considered: Understanding what works*. SPRINGER NATURE.
- Scott, E. E., Wenderoth, M. P., & Doherty, J. H. (2019). Learning Progressions: An Empirically Grounded, Learner-Centered Framework to Guide Biology Instruction. *CBE—Life Sciences Education*, 18(4). <https://doi.org/10.1187/cbe.19-03-0059>
- Shirzad, M., Nourigorji, M., Sajedi, A., Ranjbar, M., Rasti, F., Sourani, Z., Moradi, M., Mostafa Mir, S., & Memar, M. Y. (2022). Targeted therapy in Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Implication from cell and gene therapy to immunotherapy and vaccine. *International Immunopharmacology*, 111, 109161.
<https://doi.org/10.1016/j.intimp.2022.109161>
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). FOCUS ARTICLE: Implications of Research on Children’s Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 4(1–2), 1–98.
<https://doi.org/10.1080/15366367.2006.9678570>
- Snedden, C., Makanani, S., Schwartz, S., Gamble, A., Blakey, R., Borremans, B., Helman, S., Espericueta, L., Valencia, A., Endo, A., Alfaro, M., & Lloyd-Smith, J. (2021). SARS-CoV-2: Cross-scale Insights from Ecology and Evolution. *Trends in Microbiology*, 29(7), 593–605. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2021.03.013>

- Tshuma, T., & Sanders, M. (2015). Textbooks as a Possible Influence on Unscientific Ideas about Evolution. *Journal of Biological Education*, 49(4), 354–369. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.967274>
- Turnbull, C., Lillemo, M., & Hvoslef-Eide, T. A. K. (2021). Global Regulation of Genetically Modified Crops Amid the Gene Edited Crop Boom – A Review. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.630396>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag* (NAT01-04 utg.). <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Voll, L. O., & Holt, A. (2019). Dybdeløring i naturfag. I A. Holt (Red.), *Dybdeløring i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Wittgenstein, L. (1997). *Filosofiske undersøkelser*. (M. B. Tin, Overs.). Pax Forlag. (opprinnelig utgitt 1953).
- Yeh, Y.-F., Erduran, S., & Hsu, Y.-S. (2019). Investigating Coherence About Nature of Science in Science Curriculum Documents. *Science & Education*, 28(3), 291–310. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00053-1>
- Øyehaug, A. B. (2019). Kjennetegn på undervisning som gir dyp forståelse. I A. Holt (Red.), *Dybdeløring i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Øyehaug, A. B. & Kristensen, P. D. (2023). Elevers forståelse av naturvitenskapens egenart (NOS). *Acta Didactica Norden*, 17(1). 27 sider. <https://doi.org/10.5617/adno.9480>

Vedlegg

Vedlegg 1: Førespurnad til Gyldendal

Kjære Gyldendal!

Jeg skriver for tiden master i naturfag og er godt i gang med å analysere lærebøker fra Gyldendal. Jeg analyserer Refleks 5, 6 og 7, samt Element 8, 9 og 10. Lærebøkene har tidligere vært tilgjengelige gratis digitalt gjennom issuu.com. Nå er ikke lærebøkene lenger tilgjengelig og jeg lurer på om det er mulig å få en lissens slik at jeg kan fullføre masteroppgaven min?

Oppgaven handler om hvordan lærebøkene trekker frem naturvitenskapens egenart (NOS). Dette vil si hvordan lærebøkene legger opp til undervisning om hvordan forskere i naturfag jobber for å komme frem til den kunnskapen vi har i dag. I de fleste lærebøkene kommer dette frem i det første kapittelet som handler om at elevene skal lære hvordan forskere utforske verden og ulike metoder forskere bruker i jobbene sine. Jeg ser også på hvordan NOS er trukket frem i andre kapitler av boken. I tillegg ser jeg på hvordan evolusjon som bærende tema kommer frem i bøkene og om bøkene trekker frem evolusjon i situasjoner der det er hensiktsmessig siden evolusjon er et viktig tema som danner bakgrunn for at elevene kan lære om biologi. Et tredje element jeg ser etter er hvordan læreverket fra 5-10. trinn har lagt opp til en progresjon av elevenes kunnskap innen NOS og evolusjon.

Som takk for lissens kan dere få tilgang til min masteroppgave i ettertid dersom dette er av interesse.

Hei!

Takk for mail. Vi måtte gjøre litt om på disse bøkene som lå digitalt på webben, men siden du er student ved Høgskolen i Innlandet, har jeg lagt bøkene med direkte tilgang under skolen.

Logg på www.smartbok.no med Feide, da skal du få tilgang til bøkene. Smartbok er eksakt samme utgave som den trykte boka, bare i digital form.


Lykke til med oppgaven!

Mvh

Mona Hallre

Kundekonsulent, Kundesenteret


Vedlegg 2: Førespurnad til Salinas

 **Ingrid Aabrekk** 3 days ago

Hello,

My name is Ingrid, I am a Norwegian student at Inland Norway University of Applied Sciences. I am currently writing my master´s thesis about how Nature of Sciences (NOS) and the theory of evolution is presented in Norwegian textbooks in science through a learning progression for students from 5th to 10th grade. I am also looking for a connection between these having in mind how the textbooks are designed for the students to understand how researchers have worked to develop and accept the theory of evolution. With that said, I m using your article "Learning progression in science education: Two approaches for developments". I am therefore asking for your permission to use your model "escalated approach to Learning Progressions" in my thesis. I will translate the model to Norwegian and refer to your article.

Best regards,
Ingrid Oline Aabrekk
Hamar, Norway

 **Ivan Salinas** to you 3 days ago


Hello Ingrid,

I am glad the proposed models can be of use for researchers. I appreciate your message and the credit you give me and look forward to see what comes out in your thesis. You can contact me at iedusal@uchile.cl if you would like to talk more about this, or share your work when making progress in it.

Best,

Ivan.

Vedlegg 3: Førespurnad til Erduran

 **Ingrid Aabrekk** 3 days ago

Hello,

My name is Ingrid, I am a Norwegian student at Inland Norway University of Applied Sciences. I am currently writing my master´s thesis about how Nature of Sciences (NOS) and the theory of evolution is presented in Norwegian textbooks in science through a learning progression for students from 5th to 10th grade. I am also looking for a connection between these having in mind how the textbooks are designed for the students to understand how researchers have worked to develop and accept the theory of evolution. With that said, I am describing the dimensions of NOS like you describe them in the book "Reconceptualizing the Nature of Sciences for Science Education. Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories". I am therefore asking for your permission to use your models from this book in my thesis. I will translate the models to Norwegian and refer to your book.

Best regards,
Ingrid Oline Aabrekk
Hamar, Norway