

Avdeling Hamar

Marianne Sund

Masteroppgave

På vei mot en mer bærekraftig framtid? Bærekraft, systemforståelse og naturfagkompetanse i gjeldende og kommende læreplanverk

Heading towards a more sustainable future? Sustainability, systems-thinking and proficiency in science in the current and impending curriculum

Masteroppgave i realfagenes didaktikk

Våren 2020

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Forord

Denne masteroppgaven er tilknyttet masterstudiet «Realfagenes didaktikk» ved Høgskolen i innlandet. Arbeidet nærmer seg nå slutten og jeg kan se tilbake på en utrolig lærerik, spennende og ikke minst arbeidskrevende prosess. Gjennom MESIN prosjektet har jeg fått en innsikt i undervisning, læreplaner og ikke minst nye bekjenskaper på tvers av de nordiske landene. Prosjektet har kort sagt ført med seg erfaringer og opplevelser jeg ikke ville vært foruten.

Det er flere som fortjener en stor takk for hjelp underveis i prosessen. Først vil jeg takke venner og familie for all støtte og oppmuntring i arbeidet med oppgaven. Ikke minst takk til min mor for korrekturlesing og gode innspill.

Jeg vil også takke min veileder Anne Bergliot Øyehaug ved Høgskolen i Innlandet for konstruktiv kritikk og veiledning underveis.

Til sist vil jeg takke min kjære Ørjan. Den enorme støtten, tålmodigheten, omsorgen og de gode rådene, har vært helt uvurderlige for meg og har bidratt til at jeg i dag kan skrive de aller siste ordene som skal skrives som en del av denne masteroppgaven.

Møkland, mai 2020

Marianne Sund

Innhold

NORSK SAMMENDRAG	5
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	6
FIGURLISTE	7
TABELLISTE	8
1. INNLEDNING	9
1.1 BAKGRUNN FOR STUDIEN	10
1.2 HENSIKT OG PROBLEMSTILLING	10
2. TEORI	11
2.1 DANNELSE OG UTDANNELSE	11
2.1.1 <i>Læreplanssituasjonen i norsk kontekst</i>	12
2.1.2 <i>Læreplaner og Goodlads ulike nivåer</i>	14
2.2 ET HISTORISK BLIKK PÅ BÆREKRAFTIG UTVIKLING OG UTDANNING	17
2.3 UTDANNING FOR BÆREKRAFTIG UTVIKLING	18
2.3.1 <i>Pedagogiske tilnæringer som fremmer en utdanning for bærekraftig utvikling</i>	21
2.3.2 <i>UBU i norsk kontekst</i>	22
2.4 BÆREKRAFTKOMPETANSER	24
2.4.1 <i>Systemforståelse</i>	25
2.4.2 <i>Utdanning for systemforståelse</i>	26
2.5 NATURFAGSKOMPETANSE.....	28
3. METODE	34
3.1 KVALITATIV METODE	34
3.2 HERMENEUTIKK	35

3.3	ANALYSE - UTVELGELSEN	35
3.4	BESKRIVELSE AV ANALYSEVERKTØYET	37
3.5	PÅLITELIGHET, GYLDIGHET OG SVAKHETER VED VALGT METODE	39
4.	RESULTAT	41
4.1	BÆREKRAFTINNHold	41
4.1.1	<i>Bærekraftinnhold i Generell del og Overordnet del.....</i>	<i>41</i>
4.1.2	<i>Bærekraftinnhold i innledningen til læreplanen i naturfag</i>	<i>44</i>
4.1.3	<i>Bærekraftinnhold i kompetansemålene etter 10. trinn i læreplanene for naturfag.....</i>	<i>47</i>
4.2	SYSTEMFORSTÅELSE	53
4.2.1	<i>Systemforståelse i Generell del og Overordnet del</i>	<i>53</i>
4.2.2	<i>Systemforståelse i innledningene til læreplanene i Naturfag.....</i>	<i>57</i>
4.2.3	<i>Systemforståelse i kompetansemålene etter 10. trinn fra læreplanene i naturfag</i>	<i>59</i>
5.	DISKUSJON	63
5.1	BÆREKRAFTINNHold I LK06 OG LK20	63
5.1.1	<i>Bærekraftinnhold i de overordnede delene</i>	<i>63</i>
5.1.2	<i>Bærekraftinnhold i innledning til naturfag</i>	<i>65</i>
5.1.3	<i>Bærekraftinnhold i kompetansemålene i naturfag</i>	<i>66</i>
5.1.4	<i>Oppsummering av bærekraftinnholdet</i>	<i>67</i>
5.2	SYSTEMFORSTÅELSE I LK06 OG LK20.....	68
5.2.1	<i>Systemforståelse i de overordnede delene</i>	<i>68</i>
5.2.2	<i>Systemforståelse i innledning til naturfag.....</i>	<i>70</i>
5.2.3	<i>Systemforståelse i kompetansemålene i naturfag.....</i>	<i>72</i>
5.2.4	<i>Oppsummering systemforståelse</i>	<i>74</i>
5.3	KONSEKVENSER ET SKIFTE TIL LK20 KAN HA FOR UNDERVISNING.....	76

5.3.1	<i>Bærekraftinnhold og kompetanse i naturfag</i>	76
5.3.2	<i>Bærekraftinnhold og undervisning for dybdeløring</i>	78
5.3.3	<i>Systemforståelse og kompetanse i naturfag</i>	79
5.3.4	<i>Systemforståelse og undervisning for dybdeløring</i>	81
5.3.5	<i>Oppsummering undervisning for dybdeløring</i>	83
5.4	EN SAMLET OPPSUMMERING OG AVSLUTNING.....	84
5.5	FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING	86
	LITTERATURLISTE	88
	VEDLEGG	93

Norsk sammendrag

Dette er en masteroppgave i realfagenes didaktikk ved Høgskolen i Innlandet. Gjennom forskningsarbeidet har jeg ønsket å finne ut hvordan bærekraftig utvikling kommer til uttrykk i Læreplanverket for kunnskapsløftet 2006 og Læreplanverket for kunnskapsløftet 2020. Jeg har også ønsket å finne ut hva funn tilknyttet dette forskningsarbeidet kan bety for naturfagslærere på ungdomstrinnet.

Bærekraftig utvikling og systemforståelse er svært sentrale begreper gjennom hele oppgaven. Forskningen tar utgangspunkt i begrepet bærekraftig utvikling slik det har blitt kjent gjennom rapporten «Vår felles framtid» (Brundtland & Dahl, 1987), der bærekraftig utvikling blir beskrevet som «utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (Brundtland & Dahl, 1987, s. 42). Systemforståelse er en bærekraftkompetanse som skal kunne bidra til at elever utvikler seg til å bli individer som kan ta bærekraftige valg, i tråd med denne definisjonen. Systemforståelse som bærekraftkompetanse handler om evnen til å kunne analysere på tvers av komplekse systemer verden består av, som blant annet vil innebære å kunne forstå og beskrive systemets struktur, nøkkelkomponenter og dynamikk (Frisk & Larson, 2011; Wiek, Withycombe & Redman, 2011). Med dette som utgangspunkt er forskningen designet rundt en kvalitativ læreplananalyse med utgangspunkt i begge de overordnede delene og læreplanene for naturfag tilhørende de nevnte læreplanverkene. Analysen ble gjennomført ved hjelp av et analyseverktøy designet for å belyse innhold som berører bærekraftig utvikling og systemforståelse som bærekraftkompetanse.

Gjennomført analyse viser at det er forskjeller i de aktuelle delene fra LK06 og LK20, både med hensyn til bærekraftig utvikling og systemforståelse som bærekraftkompetanse. Funnene indikerer blant annet at LK20 på noen områder kan oppleves som tydeligere tilknyttet bærekraftig utvikling enn sin forgjenger, at flere aktuelle områder står oppført direkte i sammenheng, og at læreplanen i naturfag i LK20 skiller seg ut med flere utforskende målformuleringer og tydeligere sammenhenger mellom de aktuelle kompetansemålene i seg selv. De aktuelle funnene kan tolkes som muligheter for undervisning med utgangspunkt i sammensatte problemstillinger. I praksis kan det bety at naturfagslæreren fremover må ha tilstrekkelig med kunnskap for, blant annet, å kunne legge til rette og bidra tilstrekkelig med gode støttestrukturer og kunne samarbeide med ulike lærere med ulik fagkompetanse.

Engelsk sammendrag (abstract)

This is a Masters' degree thesis in Science and Mathematics Education at Høgskolen i Innlandet. Through the research, I have wanted to find out how sustainable development is expressed in Knowledge Promotion 2006 (KP-06) and Knowledge Promotion 2020 (KP-20). I have also aimed to see how finds in the research have implications for natural science teachers in the lower secondary school.

Sustainable development and systems thinking are central terms throughout the thesis. The research evolves around sustainable development as it has been known through the report «Our common future» (Brundtland, 1987a), where sustainable development is described as «development that meets the need of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs» (Brundtland, 1987b). Systems thinking is a key competency in sustainability, which contributes to develop pupils into becoming individuals who can make sustainable choices, in line with this definition. Systems thinking as a sustainability competence is the ability to analyze complex systems which defines our world, which among other things will involve being able to describe and understand the structure, key components and dynamics of the system (Frisk & Larson, 2011; Wiek et al., 2011). From this foundation, the research uses a qualitative curriculum analysis of the overall frameworks and the natural science curricula of the formal curriculum. The analysis was made using an analysis tool designed to highlight contents connected to sustainable development and systems thinking as a sustainability competency.

The analysis shows differences in relevant parts from KP-06 and KP-20, both in terms of sustainability and systems thinking as a sustainability competency. The findings indicates among others that KP-20 in some areas is perceived as more clearly attached to sustainable development than its predecessor, that more relevant parts are directly in context, and that natural science curricula in KP-20 stands out with more explorative objectives and is more clearly in context with the relevant parts in its self. The actual findings can be interpreted as possibilities for education in connection with socioscientific or wicked problems. This can in turn require natural science teachers with adequate knowledge to facilitate, create proper scaffolding and being able to cooperate with different teachers in other disciplines.

Figurliste

- Figur 1: Figuren viser sammenhengen mellom de tre hoveddimensjonene bærekraftig utvikling består av. Slik figuren viser, går dimensjonene over i hverandre (Korsager & Scheie, 2015)..... 19
- Figur 2: Prosentvis fordeling av kompetansemål i kategoriene høy grad av eksplisitt tilknytning, høy grad av implisitt tilknytning og lite eller mindre tydelig tilknytning til bærekraftig utvikling. Kompetansemålene er hentet fra hva eleven skal kunne etter 10. trinn fra læreplanen i naturfag (LK06)..... 47
- Figur 3: Prosentvis fordeling av kompetansemål i kategoriene høy grad av eksplisitt tilknytning, høy grad av implisitt tilknytning og lite eller mindre tydelig tilknytning til bærekraftig utvikling. Kompetansemålene er hentet fra hva eleven skal kunne etter 10. trinn fra læreplanen i naturfag (LK20)..... 49
- Figur 4: Figur 2 og Figur 3 satt ved siden hverandre, der høy grad av eksplisitt tilknytning (lilla), høy grad av implisitt tilknytning (rød) og lite eller mindre tydelig tilknytning er illustrert for kompetansemål for hva eleven skal kunne etter 10.trinn i naturfag. 51

Tabelliste

Tabell 1: Goodlads fem læreplannivåer. Nivåene skal ikke forstås som hierarkiske. De skal derimot forstås som ulike framstillingsformer fra de ulike ideene som ligger bak læreplanen til planen slik den oppleves for eleven (og andre) (Goodlad et al., 1979)	15
Tabell 2: Tabellen beskriver de fire læringstrådene, som er en kjent modell for hva elevene bør lære i naturfag. Modellen inkluderer både produkt og prosessperspektivene fra naturvitenskapen (Duschl et al., 2007, s. 37).	30
Tabell 3: Et klassifiseringsverktøy med utgangspunkt i beskrivelsen av bærekraftig utvikling i rapporten «Vår felles framtid» (Brundtland & Dahl, 1987) og sentrale temaer for ESD (Rieckmann, 2018a).	38
Tabell 4: Et klassifiseringsverktøy med utgangspunkt i utvalg litteratur om systemforståelse som kompetanse.	39
Tabell 5: En oversikt over bærekraftinnholdet som har blitt hentet frem fra Generell del og Overordnet del.....	44
Tabell 6: En oversikt over bærekraftinnholdet som har blitt hentet frem fra innledningen til læreplanen i naturfag fra LK06 og i innledningen til læreplanen i naturfag fra LK20.	46
Tabell 7: En oversikt over bærekraftinnholdet som har blitt hentet frem fra kompetansemål for hva eleven skal kunne etter 10.trinn fra læreplanen i naturfag fra LK06 og i tilsvarende læreplan i naturfag fra LK20	52
Tabell 8: En oversikt over innhold som inviterer til systemforståelse hentet fra Generell del (LK06) og Overordnet del (LK20).....	56
Tabell 9: En oversikt over innhold som inviterer til systemforståelse, hentet fra innledningen til læreplanen i naturfag fra LK06 og i tilsvarende innledning fra læreplan i naturfag fra LK20	59
Tabell 10: En oversikt over invitasjoner til systemforståelse hentet fra kompetansemål for hva eleven skal kunne etter 10.trinn fra læreplanen i naturfag fra LK06 og i tilsvarende læreplan i naturfag fra LK20.....	62

1. Innledning

August 2020 begynner en trinnvis innføring av nye læreplaner for grunnskolen og gjennomgående fag i videregående opplæring, her i Norge. Fagfornyelsen begrunnes med argumenter som at “det elevene og lærlingene lærer skal være relevant” (Utdanningsdirektoratet, 2018) og at samfunnet har behov for reflekterte, kritiske og utforskende og kreative barn i fremtiden. Tilbake til 2002 offentliggjorde daværende regjering en nasjonal strategi (Utenriksdepartementet, 2002) med et formål om å sikre at samfunnet trekkes i retning av en bærekraftig utvikling, som innebærer «en rettferdig utvikling innenfor rammen av naturens tålegrense». I samme dokument er det beskrevet en risiko for alvorlige problemer dersom det ikke settes inn tiltak raskt. Mange har nok en opplevelse av at tilstrekkelige tiltak har latt vente på seg og at kommende generasjon går en usikker fremtid i møte. I dag står verden ovenfor en global pandemi, og samfunnet bærer preg av mer usikkerhet enn det har vært på svært lang tid. Plutselig har det blitt behov for helt andre tjenester enn folk flest var forberedt på og befolkningen har måtte tenke kreativt for å løse ulike ulemper dagens situasjon har ført med seg. Vi har kjent ulike utfordringer på kroppen, men vi har også sett et samfunn hvor mennesker har lært seg mye nytt i rekordfart. Skolen som arena er intet unntak. I en tid med hjemmeskole har teknologikompetansen på skolene økt drastisk, og ulike typer digitale kommunikasjonsverktøy og plattformer har for mange blitt en viktig del av skolehverdagen. Det er ikke lenger slik at store samfunnsmessige avgjørelser må ta tid, og selv avgjørelser med tilhørende store konsekvenser for både enkeltmennesker og grupper tas raskt, gjerne over natten. Noen har våget å spørre seg om utviklingen vi ser i dag, kan være gunstig også med fremtidsutsikter tilknyttet bærekraftig utvikling. Økt teknologikompetanse i befolkninger og en kraftig reduksjon i flytrafikken, har lenge blitt etterspurt også i bærekraftig utviklings øyemed. I det nye læreplanverket som er på trappene er dybdelæring og prioritering av innhold blir beskrevet som viktige prinsipper, og vi blir forespeilet en bedre sammenheng både i og mellom fagene og de forskjellige delene av læreplanverket. Tre tverrfaglige temaer skal prioriteres, og skal innlemmes i fag der det er relevant. Bærekraftig utvikling er et av disse tre tverrfaglige temaene.

1.1 Bakgrunn for studien

Sommeren 2019 svarte jeg ja til å delta i forskningsprosjektet MESIN, som forsker på bærekraftig utvikling og utdanning for bærekraftig utvikling (UBU) i landene i Norden. Prosjektet har som målsetting å få et klart bilde av utdanningspolitikken knyttet til bærekraft i de ulike nordiske landene, undersøke hvordan de ulike landene forholder seg til dette i praksis og få en oversikt over de nordiske landene som helhet i søken etter en felles nordisk tilnærming til UBU (Jónsson et al., 2020; Nordic Council, 2019). I Norge ble de nye læreplanene tilknyttet Fagfornyelsen offentliggjort i november 2019. Det ble derfor helt naturlig at en dokumentanalyse av planene ble mitt bidrag til prosjektet. På grunn av behov for begrensning har jeg valgt å konsentrere forskningsarbeidet rundt naturfaget på ungdomsskolen.

1.2 Hensikt og problemstilling

Hensikten med denne masteroppgaven er å kunne bidra med informasjon innen UBU feltet, i norsk utdanningssammenheng. Informasjonen håper jeg kan være nyttig når de ulike nordiske landene skal sammenlignes, men også for læreren som underviser i det norske klasserommet. I dette arbeidet har jeg valgt å arbeide med en problemstilling hvor jeg ønsker å finne svar på hvordan bærekraftig utvikling kommer til uttrykk i gjeldende og kommende læreplanverk, og hva vil det bety for naturfagslærere på ungdomstrinnet. For å konkretisere denne problemstillingen har jeg valgt følgende forskerspørsmål å arbeide etter:

- Hvordan kommer innhold tilknyttet bærekraftig utvikling til uttrykk i de overordnede delene og i naturfagsplanene (ungdomstrinnet) i gjeldende og kommende læreplanverk?
- Hvordan kommer bærekraftkompetansen systemforståelse til uttrykk i de overordnede delene og i naturfagsplanene (ungdomstrinnet) i gjeldende og kommende læreplanverk?
- Hvilke konsekvenser kan innføringen av læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 ha for undervisning for bærekraftig utvikling med utgangspunkt i naturfag på ungdomstrinnet?

2. Teori

Bærekraftig utvikling og systemforståelse er svært sentrale begreper i tilknytning til både gjeldende problemstilling og forskerspørsmål, og det vurderes derfor som en nødvendighet med en kort forklaring i starten av dette teorikapitlet, før en grundigere presentasjon i delkapittel 2.2, 2.3, og 2.4. Bærekraftig utvikling har i lang tid blitt beskrevet som en utvikling som både legger til rette for dagens og kommende generasjoners behov, der en forutsetning er å løse verdens utfordringer knyttet til miljø- og fattigdom (Brundtland & Dahl, 1987, s. 42). Innhold som direkte eller indirekte berører en utvikling i tråd med denne målsettingen, er aktuelt innhold med hensyn til valgt problemstilling. Systemforståelse som bærekraftkompetanse handler om evnen til å kunne analysere på tvers av komplekse systemer verden består av, som blant annet vil innebære å kunne forstå og beskrive systemets struktur, nøkkelkomponenter og dynamikk (Frisk & Larson, 2011; Wiek et al., 2011). Det beskrives i det senere, som en kompetanse som er svært aktuell sett i sammenheng med å kunne ta bærekraftige valg. I det følgende vil det vises til relevant teori, sett i forhold til problemstilling og forskerspørsmål og dermed også begge disse begrepene.

2.1 Dannelse og utdanning

Dannelse er et begrep med røtter langt tilbake i tid, både i Norge og resten av verden. Et menneske med dannelse forbindes gjerne med selvstendighet, det å ha evnen til å kunne ta egne valg og avgjørelser, unngå å bli manipulert av andre og ha de kunnskaper og ferdigheter som trengs for å fungere godt i samfunnet (Sjøberg, 2009, s. 40-41). Et samfunn, som i moderne tid, står ovenfor enorme utfordringer knyttet til miljø og bærekraft. Utdanning og dannelse er ikke synonymmer, men derimot har skolen en visjon om å fremme dannelse, ved å bidra til at elevene utvikler seg til å bli kritiske, selvstendige og reflekterte deltakere i samfunnet. Skolens naturfag er ikke et unntak og skal sammen med de andre skolefagene bidra mot å nå denne visjonen (Sjøberg, 2009, s. 40-41). Den tyske pedagogen Wolfgang Klafki, født 1927, viser i en artikkel opprinnelig skrevet i 1959 (Klafki, 2001), en interesse for dannelsesinnholdet i undervisningen. Dannelse i denne sammenheng forklares som «en kategori for å kategorisere oppdragelsens mål» (Klafki, 2001, s. 168). For å kunne forstå Klafkis tanker rundt dette, beskrives begrepene material og formal dannelse i det følgende.

Material danning handler om at elevene tar til seg et bestemt innhold, uten at elevene selv er aktive i undervisningen. Pedagogenes oppgave, er i denne sammenheng, å være formidlere av et bestemt kunnskapsinnhold (Klafki, 2001, s. 172-178). Formal danning derimot vektlegger eleven i sentrum av undervisningen. Den konkrete kunnskapen er mindre viktig blant denne kategorien dannelses teorier. Innenfor formal danning er det viktig å bruke elevens potensial med tanke på kvaliteter som vurdering, evne til kritisk tenking, ha estetiske følelser og kunne gjøre moralske vurderinger (Klafki, 2001, s. 178-185). Sagt med andre ord er undervisningsmetode og selve læringsprosessen, viktigere enn hvilken type innhold elevene arbeider med. Klafki beskriver, hvordan man kan ta med seg det beste fra to verdener, hvor «helhet» blir løftet frem som et relevant begrep. Videre understrekes verdien av at kun det viktigste innholdet, som elevene opplever som relevant og som kan relateres til elevenes virkelighet, får plass i utdanningssystemet. Det bør altså forlanges begrensninger på stoffmengde, samtidig som pedagogiske metoder som gir elevene mulighet til fordypning, vurderes på ny (Klafki, 2001, s. 185-195). I en tilføyelse til artikkelen, utgitt i 1979, ble det igjen understreket en viktighet av å se det undervisningen skal konsentrere seg om, i en sammenheng med samfunnsmessig betydning (Klafki, 2001, s. 195-203). Opplæringen skal styres gjennom læreplaner, og læreplanene kan forstås som et bilde på hva det er viktig at skolen bidrar med, sett gjennom samfunnets øyne (Gundem, 1998, s. 117). Sagt med andre ord kan læreplaner sees i sammenheng med skolens visjon om å fremme danning og bidra til at elever utvikler seg til å bli selvstendige individer som fungerer godt i et samfunn, preget av globale utfordringer. I norsk sammenheng har det skjedd en stor endring med tanke på læreplaner, opp gjennom skolehistorien. I nær fremtid, vil en ny stor endring gjennomføres og det gjeldene læreplanverket vil skiftes ut.

2.1.1 Læreplanssituasjonen i norsk kontekst

Både samfunnet, men også norske læreplaner har tydelig utviklet seg over tid. Læreplaner i Norge, fungerer som statlige styringsdokumenter, og en utvikling av planene kan være interessant å trekke frem i et bærekraftperspektiv. Normalplanen av 1939 (N39) inneholdt minstekrav, som i store trekk skulle beskrive hva alle elevene skulle lære som et minimum (Engelsen, 2003, s. 21-22). Mønsterplanen for grunnskolen 1974 (M74) inneholdt ingen obligatoriske minstekrav, men vektla et hensyn til individenes ulike evner og forutsetninger. Under denne rammeplanen hadde hver enkelt lærer mye av ansvaret for å lage egne planer for undervisningen med utgangspunkt i fastsatte rammer (Engelsen, 2003, s. 23, 51-54).

Mønsterplanen av 1987 (M87), overtok for M74, fortsatt som rammeplan, men der en utarbeiding av lokale læreplaner skulle foregå kollektivt av lærerne på de ulike skolene (Engelsen, 2003, s. 23, 54-58). Både M74 og M87 var utsatt for kritikk mot en for liten vekt på et faglig og sosialt fellesskap, mens et felles lærestoff og en felles progresjon gjorde seg i større grad gjeldende med Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen (L97) (Engelsen, 2003, s. 96-97). Det er i skrivende stund, Læreplanverket for kunnskapsløftet 2006 (LK06), som er gjeldende forskrift til opplæringsloven og som skal styre innholdet elevene møter i løpet av sin skolegang i Norge i dag. LK06 kan beskrives som et forsøk på å kombinere både den fleksibiliteten og den tydelige styringen de foregående planene har vekslet på å bære preg av (Engelsen, 2015, s. 20-21). LK06 ble innført august 2006, men et skifte er på trappene. På oppdrag fra regjeringen kom Ludvigsenutvalget i 2015 med sin hovedutredning (NOU 2015:8, 2015). Her presenteres vurderinger av kompetanser det vil bli viktig at norske elever besitter i fremtiden og hvilke endringer som må utføres i fagene for at elevene skal ha mulighet til å utvikle de aktuelle kompetansene. Forståelse på tvers av fag og kunnskapsområder er trukket frem som viktig, mens analyse, problemløsning og refleksjon over egen læring bør benyttes som verktøy for å oppnå en varig forståelse. Behovet for å gjennomføre en fagfornyelse blir forklart med at det elevene lærer skal oppleves som relevant og «fagene i skolen trenger fornyelse for å møte fremtidige kompetansebehov i arbeids- og samfunnslivet» (NOU 2015:8, 2015, s. 8). Innholdet i denne utredningen ble videreført via Stortingsmelding 28 (Kunnskapsdepartementet, 2016b) til LK20, slik læreplanverket ble fastsatt av kunnskapsdepartementet november 2019. Fra 1. august 2020 vil LK06 gradvis utgå og Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 (LK20) vil trinnvis innføres.

Begge de to sistnevnte planene skal legge til rette for at læreren kan gjøre egne valg tilknyttet metoder og tilnærminger i undervisningen, ofte henvist til som metodefrihet (NOU 2015:8, 2015, s. 80; Raaum & Alfarnæs, 2004, s. 4). Begge planene kan også beskrives som kompetansebaserte læreplaner, med egne mål for hvilken kompetanse elevene skal oppnå. I både LK06 og LK20 er kompetansemålene oppført i de ulike læreplanene, med en inndeling basert på alderstrinn (Kunnskapsdepartementet, 2016a, s. 10). Med innføringen av LK20 erstattes «Generell del» med «Overordnet del». Overordnet del definerer og beskriver hvordan kompetansebegrepet bør forstås (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 10). I dette dokumentet defineres kompetanse som: «å kunne tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter til å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger og situasjoner. Kompetanse innebærer forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning»

(Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 10). I samme dokument er kompetansebegrepet knyttet opp mot begrepet dybdelæring, i en sammenheng der elevene skal få muligheten til å ta i bruk tilegnede kunnskaper og ferdigheter i ulike situasjoner og på ulike måter (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 10).

LK06 og LK20 er strukturert forskjellig. LK06 består av delene «fag- og timefordeling», «generell del av læreplanverket», «prinsipper for opplæringen» og «læreplaner for fag» (Utdanningsdirektoratet, 2016). Delen «fag og timefordeling» gir en overordnet ramme for fag og fordelingen av antall timer de ulike fagene skal ha i løpet av et skoleår. «Generell del av læreplanverket» beskriver de verdier læringssyn og kunnskapssyn som ligger bak grunnopplæringen. «Prinsipper for opplæringen» bygger videre på Generell del, der bestemmelsene i opplæringsloven og forskriften til loven sammenfattes og utdypes. «Læreplaner for fag», gir rammene for innholdet de ulike fagene skal ha og definerer de kompetansene elevene skal tilegne seg innenfor de ulike fagene. Denne delen er videre strukturert i «formål med faget», «hovedområder», «grunnleggende ferdigheter», «kompetansemål» og «bestemmelser for sluttvurdering» (Utdanningsdirektoratet, 2016). LK20 er strukturert annerledes med en del «om faget», «fagets relevans og sentrale verdier», «tverrfaglig tema» og «grunnleggende ferdigheter». Læreplanene har kompetansemål, på samme måte som LK06, men med tilhørende avsnitt om vurdering og en avsluttende oversikt over vurderingsordningen (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Sammen med læreplanene i de ulike fagene innføres også «Overordnet del». Overordnet del vil, som nevnt, erstatte «Generell del» og beskriver verdiene og prinsippene som skal ligge til grunn for grunnopplæringen (Utdanningsdirektoratet, 2017). Nytt med LK06 er også at bærekraftig utvikling, sammen med folkehelse og livsmestring og demokrati og medborgerskap, er oppført som egne tverrfaglige temaer i de ulike læreplanene og i overordnet del (Utdanningsdirektoratet, 2017, 2019b). Dette kan være interessant i forbindelse med skolens dannelsesmandat og målsetting om å forberede elevene på å ta gode valg i fremtidens samfunn. En læreplan er et begrep som kan omfatte mer enn ulike skriftlige dokumenter, slik LK06 og LK20 er beskrevet ovenfor. I forbindelse med innhold tilknyttet bærekraftig utvikling i læreplanene kan det derfor være nyttig å beskrive begrepet noe fyldigere.

2.1.2 Læreplaner og Goodlads ulike nivåer

Gundem skriver om læreplanen at «den skal avspeile det samfunnet ser på som verdifullt, nyttig, ønskelig og nødvendig ut fra hensynet til både individ og samfunn, og som derfor

skolen skal bidra til å utvikle. Dette gjelder både holdninger, ferdigheter og kunnskap» (Gundem, 1998, s. 117). I tillegg til innhold som viser samfunnets prioriteringer, skal også læreplanen sikre at skolen arbeider slik at intensjonene kan virkeliggjøres. Utvalget av fag, emner og arbeidsmåter, som er gjort i læreplanen, er eksempler på innhold som kan bidra til en slik virkeliggjøring (Gundem, 1998, s. 118). Det er en god distanse fra de som utvikler og bestemmer hva en læreplan skal inneholde, til planen når elevene. En definisjon av læreplanen, som tar hensyn til denne distansen, kan derfor se ut som denne, hentet fra en rapport (Goodlad, 1966) om læreplan som studiefelt: «A curriculum, (...), is a set of intended learnings» (s. 11-12). Goodlad mener læreplanen går gjennom så stor forandring på veien fra intensjon til den når eleven, at det blir helt feil å snakke om læreplanen i entall. Han mener derimot at vi må dele læreplanen inn i fem ulike nivåer, se Tabell 1. Nivået kjent som idéenes læreplan, omhandler idéene bak læreplanen. Ulike forståelser og tanker rundt hva et individ og samfunn trenger i fremtiden, finnes på dette nivået. Et utvalg av forståelsene og tankene vil være forsøkt videreført gjennom den formelle læreplanen, mens noen av idéene vil bli glemt. Det er viktig å merke seg at Goodlad ikke ønsket at nivåene skulle forstås som hierarkiske, men kun som ulike framstillingsformer (Goodlad, Klein & Tye, 1979).

Tabell 1: Goodlads fem læreplannivåer. Nivåene skal ikke forstås som hierarkiske. De skal derimot forstås som ulike framstillingsformer fra de ulike ideene som ligger bak læreplanen til planen slik den oppleves for eleven (og andre) (Goodlad et al., 1979)

Idéenes læreplan (Ideological Curricula)	Dette nivået handler om idéene bak læreplanen, slik de kommer til uttrykk i eksempelvis debatter om skole, utdanning og undervisning.
Den formelle læreplan (Formal Curricula)	Dette nivået innbefatter de faktiske, vedtatte læreplandokumentene.
Den oppfattede læreplan (Perceived Curricula)	Dette nivået handler om hvordan læreplanen oppfattes. Læreplanen slik den er vedtatt ovenfra, er ikke nødvendigvis identisk med læreres (eller andres) ulike oppfattelse og fortolkning av planene.
Den iverksatte læreplan (Operational Curricula),	Dette nivået handler om den faktiske undervisningen og arbeidet som skjer på ulike skoler og i ulike klasserom.
Den erfarte læreplan (Experiential Curricula)	Dette nivået handler først og fremst om læreplanen slik elevene opplever den.

Engelsen skriver om Goodlads læreplannivåer, at de har en sender og mottakerside. På sendersiden finner vi læreplanen med et budskap, som de som står bak planen ønsker å treffe mottakerne med (Engelsen, 2003, s. 17). Slik beskrevet kan dette budskapet handle om hva elevene bør kunne for å mestre fremtidens samfunn. I de fleste tilfeller befinner lærerne seg på mottakersiden og må selv omgjøre budskapet til undervisningspraksis. Det finnes mange eksempler på at budskap, idéer, intensjoner og tanker fra sendersiden ikke får gjennomslag i praksis. Eksempelvis er det forventet at lærere videreutvikler læreplanene, med utgangspunkt i planen slik den fremstår under nivået «den formelle læreplanen (Engelsen, 2003, s. 20). En mulighet er dermed at bærekraftig utvikling kan være en prioritet som idé, med tilhørende aktuelt innhold i den formelle planen, uten at elevene erfarer dette. Både LK06 og LK20 inkluderer, som nevnt, relativt omfattende overordnede deler (Generell del tilhørende LK06 og Overordnet del tilhørende LK20). Det er med andre ord mye innhold en lærer skal legge til grunn for sin undervisning. Flere kilder viser til at lærere har en tendens til å se bort fra Generell del og legge vekt på kompetansemålene alene, i sitt planleggingsarbeid (Sinnes & Jegstad, 2011, s. 8-10; Vibe & Lødding, 2014, s. 46). Andersen, Høgmo og Sandås aktualiserer det svært ugunstige ved at lærere ikke benytter seg av denne delen i planleggingsarbeidet, da Generell del har et innhold med et godt potensial for undervisning tilknyttet bærekraftig utvikling (2015, s. 252). Andresen et al. viser også til at mulighetene med LK06, til å utvikle egne lokale læringsmål i tillegg til lærerens frihet til å velge undervisningsmetode selv, burde gi gode muligheter for undervisning tilknyttet bærekraftig utvikling (2015, s. 244). Sinnes og Jegstad har selv intervjuet (2011) to realfagslærere med utført mastergrad innen tema knyttet til utdanning for bærekraftig utvikling (UBU). I dette intervjuet legges det frem en opplevelse av at metodefriheten fører til en utstrakt bruk av tradisjonelle undervisningsmetoder, som er kjent for å ha liten forbindelse til UBU (Sinnes & Jegstad, 2011, s. 8). Et forhøyet press på å forberede elevene på ulike tester, som nasjonale prøver og eksamener, kan virke begrensende og være blant årsakene til at ikke undervisning med hensyn til UBU gjennomføres. Generell mangel på tid og begrensninger i forhold til fleksibilitet kan også trekkes frem som utfordringer som kan oppleves som vanskelig å kombinere med prosjekter tilknyttet undervisning for bærekraft (Andresen et al., 2015, s. 253-254; Sinnes & Jegstad, 2011). Det er med andre ord tydelig, at flere av idéene om undervisning også inkluderer begreper bærekraftig utvikling. Dette aktualiserer valgt problemstilling og det interessante ved å undersøke bærekraftig utvikling i gjeldende og kommende læreplanverk. Hvordan det aktuelle skiftet av læreplanverk vil oppfattes og erfares av elevene, vil kun tiden vise. Det vil likevel være interessant å vurdere hva skiftet kan ha å si for eksempelvis en naturfagslærer på

ungdomstrinnet. For at det skal være mulig vil bærekraftig utvikling som begrep og bærekraftig utvikling i utdanningsammenheng beskrives i det følgende. Bærekraftig utvikling i seg selv er et begrep som utfordrer hva som bør kategoriseres som oppdragelsens mål, og som har samfunnsmessig betydning langt utover norske grenser.

2.2 Et historisk blikk på bærekraftig utvikling og utdanning

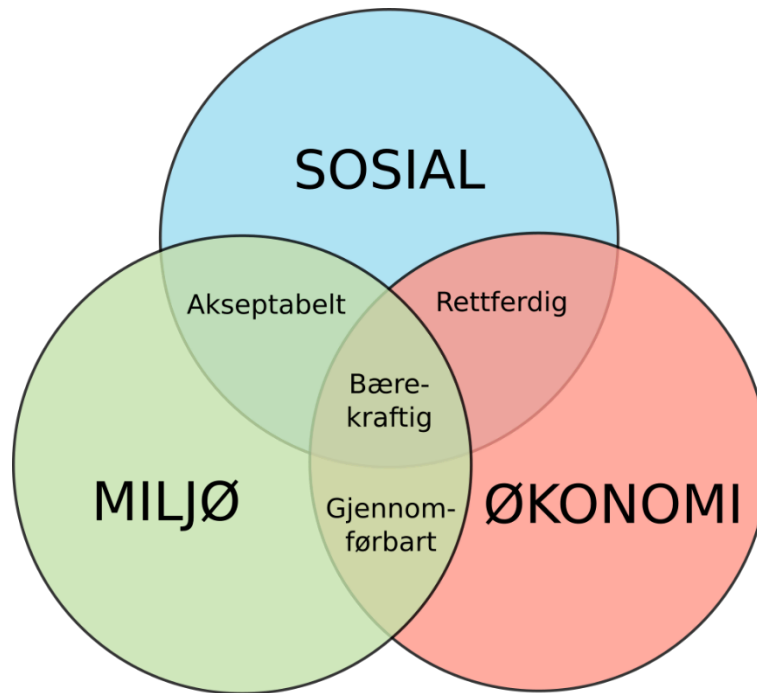
Bærekraftig utvikling er ikke et nytt begrep, tross relativt nye diskusjoner rundt hva begrepet bør inneholde og innebære. I norsk sammenheng ble begrepet for alvor kjent, etter at det tilbake i 1987 både ble introdusert og grundig presentert i rapporten «Vår felles framtid» (Brundtland & Dahl, 1987, s. 13-14). Rapporten var et resultat av et oppdrag fra FN om å lage en tredje oppfordring til politisk handling. Her blir bærekraftig utvikling definert som «utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (Brundtland & Dahl, 1987, s. 42). Målet med rapporten var å løse verdens utfordringer knyttet til miljø- og fattigdom. Utdanning sett i sammenheng med miljøutfordringer og bærekraftig utvikling, er heller ikke noe nytt, noe som kan leses ut av en rekke av UNESCOs dokumenter og handlinger. Tilbake i 1972, før utgivelsen av «Vår felles framtid» (Brundtland & Dahl, 1987), ble FNs første konferanse om miljø arrangert i Stockholm (United Nations, 1973). Et internasjonalt miljø og utdanningsprogram (IEEP) ble dannet, som en respons av en anbefaling vedtatt på denne Stockholm-konferansen (UNESCO, 1984). Med dette begynte en utvikling av miljøundervisningen, internasjonalt kjent som environment education (EE). Det har blitt gjennomført en rekke med internasjonale møter organisert av IEEP. Verdt å nevne er blant annet en internasjonal miljø-workshop i Beograd, Yugoslavia (Beograd-charteret) (UNEP, 1975). Anbefalingene og retningslinjene herfra ga en referanseramme for miljøundervisningen.

I forbindelse med bærekraftig utvikling og utdanning, ble etter hvert en ny term tatt i bruk. På en stor internasjonal konferanse om miljø og utvikling i Rio de Janeiro (Rio-konferansen) i 1992, ble det vedtatt en handlingsplan for bærekraftig utvikling for det 21. århundret (United Nations, 1992). Etter denne handlingsplanen, med navnet Agenda 21 og utover 1990 årene, ble termen «Education for sustainable development» (ESD) benyttet. ESD-begrepet inkluderer et bredt perspektiv på bærekraftig utvikling, slik det presenteres i «Vår felles framtid», der miljøutfordringer også bør forstås i et sosialt og økonomisk perspektiv

(Straume, 2016, s. 81). I 2002 ble det vedtatt et eget tiår (2005-2014), for ESD, der utdanning ble presentert som «an indispensable element for achieving sustainable development» (UN General Assembly, 2003). I forbindelse med tiårets ende, vedtok FNs medlemsland 17 bærekraftsmål (UN General Assembly, 2015), som en arbeidsplan for en bærekraftig fremtid og en videreføring av tiåret for ESD. Målene inkluderer blant annet å utrydde fattigdom, sikre god helse, oppnå likestilling, sikre tilgang til bærekraftig energi, sikre bærekraftige produksjons og forbruksmønstre, bekjempe klimaendringene og beskytte økosystemer. Sammen med 2030-agendaen ble det også publisert et dokument designet som en guide til hvordan nå bærekraftsmålene ved hjelp av ESD (UNESCO, 2017). I denne guiden står det at ESD har som målsetting å gi elevene evnen til å ta informerte beslutninger og kunne gjennomføre ansvarlige tiltak for miljøet (UNESCO, 2017). Én tankegang som er nærmest lovpålagt i Norge. I opplæringsloven §1-1: «formålet med opplæringa» står det skrevet at: «Elevane og lærlingane skal lære å tenkje kritisk og handle etisk og miljøbevisst. Dei skal ha medansvar og rett til medverknad» (Opplæringslova, 1998). I dag har utdanning en spesielt viktig betydning i så godt som alle diskusjoner rundt bærekraftig utvikling og miljøvern, både i FN-systemet og innenfor den nasjonale politikken (Straume, 2016, s. 79).

2.3 Utdanning for bærekraftig utvikling

Bærekraftig utvikling har tatt plass i utdanningssammenheng på noe ulik måte og under ulike termer. I tiden rundt Stockholm-konferansen var bekymringer rundt miljøet svært utbredt (McKeown & Hopkins, 2003, s. 3). Disse bekymringene finner vi igjen slik termen EE har blitt kjent. I rammeverket fra Beograd (UNEP, 1975) er miljø et nøkkelord, det er derimot ikke samfunn, økonomi eller utvikling. Det viser seg at mange som underviser fortsatt har en slik forståelse av EE, og fortsatt likestiller EE med økologi og studier av naturen (McKeown & Hopkins, 2003, s. 3-4). Med begrepet ESD har det blitt vanlig å vise til at bærekraftig utvikling har en økonomisk, miljømessig og en sosial dimensjon (McKeown & Hopkins, 2003, s. 4), se Figur 1.



Figur 1: Figuren viser sammenhengen mellom de tre hoveddimensjonene bærekraftig utvikling består av. Slik figuren viser, går dimensjonene over i hverandre (Korsager & Scheie, 2015)

Det kan være vanskelig å forstå hvorfor utfordringer knyttet til miljø- og fattigdom ikke er løst, når det er så mange år siden problematikken, gjennom eksempelvis Brundtland-rapporten (Brundtland & Dahl, 1987) ble satt på dagordenen. Et kjennetegn på utfordringene er at de inneholder svært komplekse problemstillinger. For å forstå bredden i problemstillingene må disse belyses fra forskjellige vinkler og dermed med utgangspunkt i de ulike dimensjonene. Dimensjonene vil ofte være knyttet til ulike og motstridende interesser, som hensyn til miljøet og utvikling innen økonomi (Sinnes, 2015, s. 87-95). De tre dimensjonene av bærekraftig utvikling er, som beskrevet i det foregående og slik det kan leses ut av Figur 1, sammenkoblede og går over i hverandre. Den sosiale dimensjonen handler eksempelvis om menneskerettigheter, helse, likestilling og forståelse for andre kulturer. Innenfor denne dimensjonen vil en bærekraftig utvikling innebære at alle mennesker får gode vilkår og tilbud med tanke på helse, utdanning og arbeid (Korsager & Scheie, 2015). Bærekraftig utvikling innenfor den økonomiske dimensjonen handler eksempelvis om å redusere fattigdom og sikre en rettferdig fordeling av ressurser, som igjen handler om å sikre menneskers økonomiske trygghet (Korsager & Scheie, 2015). Bærekraftig utvikling innenfor den miljømessige dimensjonen handler eksempelvis om å bevare biologisk mangfold, vurdere bruk av naturlige ressurser og redusere klimaforandringer. Kort oppsummert handler denne dimensjonen om å «ta vare på naturen på en slik måte at den er en fornybar ressurs for oss mennesker» (Korsager

& Scheie, 2015). Flere av temaene som har blitt identifisert som helt avgjørende for en bærekraftig utvikling, blir naturlig trukket frem som sentrale temaer for ESD og dermed gode utgangspunkt for undervisning. Rieckmann (2018a) viser til temaene klimaendringer, biologisk mangfold, bærekraftig produksjon og forbruk og reduksjon av fattigdom, som slike nøkkeltemaer for ESD. En liste med nøkkeltemaer trenger ikke være en begrensning for arbeid med andre relaterte tema. En slik liste kan derimot forstås som knagger eller bokser, som aktuelle temaer, begreper eller kunnskapsområder kan sorteres innenfor. Fotosyntesen kan benyttes som eksempel. Kunnskap om fotosyntesen og karbonets kretsløp kan eksempelvis bidra til en forståelse for hvorfor bevaring av skog er viktig. Dette vil igjen være kunnskap, som kan kobles både til bevaring av biologisk mangfold og en begrensning av klimaendringene, ved opptak av CO₂ gjennom fotosyntesen (Kallarackal & Roby, 2012; Larsen & Haugesund omland skoglag, 2011). Andre eksempler på relevante kunnskapsområder og begreper kan være økosystemer, drivhuseffekt, overforbruk, bruk av naturressurser og energieffektivitet (Kolstø, 2006, s. 85; Rieckmann, 2018a). Kunnskap om biologisk mangfold, forskjellige energityper, energiproduksjon, energieffektivitet, miljømessige og sosiale konsekvenser av produksjon og forbruk, drivhuseffekten og lokale og globale økosystemer, blir på samme måte benyttet som eksempler innenfor arbeid med ulike bærekraftsmål (UNESCO, 2017, s. 12-45). Flere av nøkkeltemaene Rieckmann (2018a) viser til er, som tidligere beskrevet, svært aktuelle innenfor ulike dimensjoner og beveger seg over i hverandre. Det er dermed viktig at det arbeides med sammenhengene mellom temaene og alle dimensjonene. Eksempelvis vet vi at klimaendringer og global oppvarming fører til et større tap av biologisk mangfold og økt fattigdom i verden. På den andre siden vil et mer bærekraftig produksjons- og forbruksmønster virke positivt inn på klimaet, bevaringen av truede arter og økosystemet i sin helhet og kampen mot fattigdom (Rieckmann, 2018a).

I nyere tid er det tydelig at ESD er den termen som det oftest refereres til i forbindelse med utdanning og bærekraftig utvikling på internasjonalt nivå og i FN-dokumenter. På norsk blir gjerne Education for Sustainable Development direkte oversatt til Utdanning for bærekraftig utvikling (UBU). Det at ESD/UBU, har blitt ledende termer, bør ikke bety at det er full enighet om alle kjennetegn på hva en slik utdanning bør være og hvordan en bærekraftig utvikling bør se ut i skolesammenheng. UNESCO (2017, s. 52), har laget en liste med ulike punkter en lærer må kunne for å kunne arbeide med prinsipper fra ESD på en god måte. Blant annet må lærere ha kunnskap om hva bærekraftig utvikling er, inkludert det å ha kunnskap om nært tilknyttede temaer og utfordringer. Lærere må kunne utvikle ulike

perspektiver knyttet til utfordringer om global forandring og konsekvensene dette kan ha lokalt. Perspektivene må både ta utgangspunkt i ulike skolefag sett hver for seg, og på tvers av de samme fagene. Læreren bør også ha kjennskap til perspektiver fra samarbeid med ulike eksperter som har praktisk erfaring med konsekvensene globale forandringer kan ha lokalt. Læreren bør praktisere en pedagogikk som engasjerer elevene til deltagelse, kreativitet og tanker innenfor system og innovasjon, i tillegg til å engasjere til handling innenfor lokalsamfunn og elevenes egen hverdag (UNESCO, 2017, s. 52). Flere studier (Borg, Gericke, Höglund & Bergman, 2012; Borg, Gericke, Höglund & Bergman, 2014), stiller spørsmålsteget ved om læreren har nok kunnskap om bærekraftig utvikling og de ulike dimensjonene ved begrepet. Eksempelvis konkluderte en studie (Borg et al., 2014) utført på 3229 lærere på videregående skole i Sverige, med at lærerne generelt manglet en holistisk forståelse for bærekraftig utvikling og at den økologiske dimensjonen var dominerende i lærernes forståelse av begrepet. Det er tydelig at ESD krever mer av en lærer, enn å forelese om bærekrafttemaer, begrenset til én dimensjon. Det er også tydelig i tråd med Klafkis perspektiv på danning (Klafki, 2001) (se delkapittel 2.1), at å forelese i seg selv ikke er nok. UNESCO oppsummerer ESD slik: «ESD is about empowering and motivating learners to become active sustainability citizens who are capable of critical thinking and able to participate in shaping a sustainable future» (UNESCO, 2017, s. 54). En målsetting som krever arbeid med relevant bærekraftinnhold, men også aktuelle pedagogiske tilnærminger i undervisningen.

2.3.1 Pedagogiske tilnærminger som fremmer en utdanning for bærekraftig utvikling

Både internasjonalt og nasjonalt vises det til et viktig skille innenfor ESD/UBU i form av utdanning *om* og utdanning *for* bærekraftig utvikling (Gadotti, 2008; Sinnes, 2015). Det førstnevnte omhandler det å tilegne seg teoretisk kunnskap om bærekraftig utvikling. Dette kan eksempelvis innebære det å ha en oversikt over teoretiske diskusjoner og å kunne samle informasjon og data innenfor emnet. Utdanning *for* bærekraftig utvikling handler om hvordan utdanning kan bidra til en mer bærekraftig fremtid. Dette innebærer eksempelvis at elevene utvikler kompetanser som gjør at de kan ha mulighet til å leve sine egne liv på en mer bærekraftig måte, og at de forstår hvordan de gjennom politiske valg, forbrukerpåvirkning og lignende kan påvirke samfunnet i en bærekraftig retning (Gadotti, 2008; Sinnes, 2015). Både kompetansemålene fra LK06, som omhandler bærekraftig utvikling og strategien «Kunnskap for en felles framtid», som skal beskrive hvordan UBU

skal gjennomføres i Norge, plasseres gjerne innenfor kategorien utdanning *om* bærekraftig utvikling (Sinnes & Jegstad, 2011, s. 4), som kan begrunnes med en gjennomgang av fagstoff på bekostning av arbeid med kompetanser som bør utvikles hos elevene. Lozano et al. (2017) viser, i en artikkel om koblinger mellom kompetanser og pedagogiske tilnærminger for bærekraftig utvikling, til at lærere bør rette blikket mot relevante pedagogiske tilnærminger som faktisk muliggjør en anskaffelse av de ønskede kompetansene. Her blir casestudier og en problem- og prosjektbasert tilnærming trukket frem i sammenheng med å dekke et bredest spekter av aktuelle kompetanser.

Problemstillinger tilknyttet bærekraft, blir gjerne referert til som «wicked problems» eller sammensatte problemstillinger (Peters, 2018; Øyehaug, 2019, s. 43). Et kjennetegn på slike sammensatte problemstillinger er at de kan betraktes som rike, innbefatter mange ulike sider av en sak og gir gjerne sterke assosiasjoner i enten positiv eller negativ forstand, ofte med mye følelser involvert. Lokalmiljøet kan gjerne være utgangspunkt for arbeid med slike problemstillinger, der det ikke finnes klare svar eller løsninger (Øyehaug, 2019, s. 43). Til forskjell fra å arbeide mot en riktig løsning, vil arbeidet i større grad handle om å kunne vurdere de ulike sidene av en sak, og videre fatte vedtak på bakgrunn av vurderingene som er gjort. Det kan være gunstig å introdusere elever for slike sammensatte problemstillinger, med et mål om at de skal kunne tilegne seg nok kunnskap til å utføre slike vurderinger selv. I tillegg til at vurderingen bør skje med utgangspunkt i ulike interessegruppers syn, bør også elevene kunne argumentere for de ulike løsningene etter demokratiske prinsipper (Øyehaug, 2019, s. 43). I et læreplanperspektiv, med nye læreplaner nært forestående, kan det være interessant å se på begrepet UBU, i en norsk sammenheng.

2.3.2 UBU i norsk kontekst

I norsk sammenheng fantes det lenge ingen didaktiske bøker som omhandlet undervisning om bærekraftig utvikling. Først i 2015 kom en norsk didaktisk bok (Sinnes, 2015), som omhandler hva UBU er, hvorfor det er viktig og hvordan det kan gjennomføres. Hvordan verden kan bevege seg over i en mer bærekraftig retning, er et spørsmål uten enkle fasitsvar i seg selv. Det finnes ulik forståelse av hva som er viktig. I denne boka vises det til to ulike perspektiv. Et av perspektivene kjennetegnes ved en forståelse av at naturen har en egenverdi i seg selv og at mennesker og naturen er i et gjensidig avhengighetsforhold til hverandre. Løsningen innenfor en slik forståelse vil kreve en gjennomgripende endring både i forhold til politisk styring og personlig forbruk. (Sinnes, 2015, s. 28-31). Det andre perspektivet vil

isteden feste sin lit til teknologien som en løsning på globale problemer verden står ovenfor. Innenfor denne forståelsen vil eksempelvis matmangel som et globalt problem forsøkes løses ved genetisk modifiserte organismer (GMO), mer effektivt landbruk og miljøvennlig landbruksteknologi. Det søkes altså etter muligheter og teknologiske løsninger som kan sørge for at matproduksjonen kan fortsette uten at kostholdet må omstilles. De to perspektivene bør ikke forstås som eneste alternativer, da det selvfølgelig også finnes perspektiver, som vil befinne seg mellom ytterpunktene som er beskrevet i det foregående. Sinnes viser til at de fleste politikere fremmer den type perspektiv der teknologien spiller en stor rolle for å få verden over i et mer bærekraftig spor (Sinnes, 2015, s. 28-31).

På samme måte som det ikke er enighet knyttet til hva som skal til for å få verden over i en mer bærekraftig retning, er det ikke enighet knyttet til hva som bør kjennetegne UBU. Tross uenigheter rundt det sistnevnte, peker Sinnes på elementer som går igjen innenfor fagfeltet. Viktige elementer kan eksempelvis være faglig oppdatert kunnskap knyttet til klima og bærekraft, tverrfaglig tilnærming til undervisningen, vekt på andre kompetanser enn det teoretiske alene (bærekraftkompetanser) og skoler som bærekraftige arenaer i seg selv (Sinnes, 2015). Fire år etter utgivelsen av den nevnte boka om UBU (Sinnes, 2015), ble boka «Bærekraftdidaktikk» (Kvamme & Sæther, 2019) utgitt. Selv om sistnevnte bok argumenterer for at det bør skje et skifte fra bruk av termen UBU til termen «Bærekraftdidaktikk», finnes det mange likheter i måten det oppfordres til undervisning på. Det vektlegges i begge bøkene at undervisningen bør involvere elevene aktivt i undervisningen, elevene må få stille spørsmål og utforske og undervisningen bør involvere flere fag samtidig (Kvamme & Sæther, 2019; Sinnes, 2015). For å finne en strategi for hvordan UBU skal gjennomføres i Norge, må vi tilbake til 2012 og strategien «Kunnskap for en felles framtid» (Kunnskapsdepartementet, 2012). I denne nasjonale strategien, understrekes viktigheten av at skole og lærere ser kompetansemålene i lys av generell del og prinsipper for opplæringen. Tidligere delkapittel om læreplaner og Goodlads ulike nivåer viser til utfordringer med dette punktet. I den aktuelle strategien beskrives også “klima, energi, biologisk mangfold og forholdet mellom fattig og rike land”, som sentrale temaer i en opplæring for bærekraftig utvikling. Det understrekes at hvert av temaene må sees i sammenheng med de ulike dimensjonene for bærekraftig utvikling (sosial, økonomisk og miljømessig). Det er mye som tyder på at dette er utfordrende for lærere (Borg et al., 2014) (se side 21). Den nevnte strategien for bærekraftig utvikling er ment å dekke tidsperioden fra 2012-2015. Det har ikke blitt offentliggjort en revidert strategi for årene etter 2015 og det

finnes ikke tegn til at denne strategien har hatt mye å si for implementeringen av UBU i norske klasserom (Straume, 2016, s. 81). Flere oppfatter derimot at overgangen til nye læreplaner, vil ha en slik positiv innvirkning og løfte frem UBU i skolen (Bjønness & Sinnes, 2019). Korsager og Scheie konkluderer i en studie (2019), med at en slik vellykket implementering av LK20, forutsetter at lærere har kompetanse i å undervise om bærekraft, der de ulike dimensjonene bærekraftbegrepet er bygget opp rundt, inkluderes (Korsager & Scheie, 2019, s. 21). Kort oppsummert er det tydelig at ESD/UBU-litteraturen vektlegger aktuelle kompetanser, som helt sentralt i en sammenheng der utdanning kan fungere som et middel for en mer bærekraftig fremtid. Under delkapitlet om læreplanssituasjonen i norsk kontekst, vises det også til at kompetansebegrepet har fått innpass og defineres i seg selv. Hva begrepet bærekraftkompetanser innebærer, vil beskrives og eksemplifiseres i det følgende.

2.4 Bærekraftkompetanser

Begrepet kompetanse er forsøkt beskrevet på mange ulike måter (Lizzio & Wilson, 2004). Messick, 1984; Miller, 1990; Parry, 1996; Spencer & Spencer, 1993; Taconis, Van der Plas, & Vander Sanden, 2004; Tillema et al., 2000). Med utgangspunkt i ulike forfatteres forsøk på å definere begrepet viser Baartman, Bastiaens, Kirschner & van Der Vleuten (2007) til at det blant de fleste beskrivelsene av begrepet, finnes det en gjennomgående forestilling om kompetanse som: «connected pieces of knowledge, skills and attitudes that can be used to adequately solve a problem» (Baartman et al., 2007, s. 115). En beskrivelse som ikke er langt fra definisjonen av kompetansebegrepet, slik den står skrevet i Overordnet del (Utdanningsdirektoratet, 2017) og presenteres under delkapitlet om læreplanssituasjonen i norsk kontekst.

Med utgangspunkt i kompetansebegrepet kan hensikten med bærekraftkompetanser beskrives som å kunne «løse problemer, mestre utfordringer og løse oppgaver» hentet ut fra den virkelige verden (Barth, Godemann, Rieckmann & Stoltenberg, 2007; Dale & Newman, 2005; Rowe, 2007). Det har blitt forsket på hvilke kompetanser som er vesentlige for at elever skal kunne utvikles til å bli individer som tar bærekraftige valg, og som dermed kan være utgangspunkt for utdanning for bærekraftig utvikling. Flere ulike forfattere (Lozano et al., 2017; Rieckmann, 2018b; Wiek et al., 2011) har foreslått ulike oversikter over hvilke kompetanser som bør inkluderes. Systemforståelse, forutseende kompetanse, normativ kompetanse, strategisk

kompetanse, samarbeidende kompetanse, kritisk tenkende kompetanse, kompetanse som innebærer bevissthet over egen rolle og en integrert problemløsende kompetanse, er av eksemplene ulike kilder trekker frem som viktige (Rieckmann, 2018b, s. 44-45). Det finnes bred enighet om at systemforståelse er en av de viktige bærekraftkompetansene. Med en kommende kompetansebasert læringsplan der bærekraftig utvikling er oppført som et av tre tverrfaglige tema (se delkapittel om læreplanssituasjonen i norsk kontekst) (Kunnskapsdepartementet, 2016a, s. 10), vil det være interessant å se hvordan systemforståelse som bærekraftkompetanse kommer til uttrykk. I forbindelse med system kan det fort oppstå assosiasjoner til naturfaget og dette fagets tilknytninger til kunnskap om sammenhenger innenfor ulike økosystemer. Systemforståelse som kompetanse vil derfor beskrevet mer inngående i det følgende.

2.4.1 Systemforståelse

Det finnes mange ulike definisjoner på hva et system er. Et system kan på den ene siden defineres som et sett med elementer med en kobling eller relasjon som holder dem sammen. På den andre siden kan et system defineres som et stort antall komponenter i et samspill som tilpasser seg og lærer (Hieronymi, 2013). For eksempel er økosystemet et aktuelt system å snakke om i sammenheng med bærekraftig utvikling som også kan plasseres naturlig innenfor naturfaget. Et økosystem defineres som et system av organismer som inkluderer alle de biotiske og abiotiske faktorene i et utvalgt miljø. Antall komponenter og type sammenkobling eller samspill vil variere med type økosystem. Et økosystem kan være lite, som en mindre vannpytt, eller større som en skog eller et hav (Ratikainen & Semb-Johansson, 2020). I bærekraftsammenheng kan det være aktuelt å snakke om hele jordkloden som et system, og antall komponenter vil være veldig høyt og samspillet komplekst. Det som kjennetegner et system er at det består av individuelle deler som kan forstås separat, men for å kunne forstå det fullstendige bildet er man avhengig av å kjenne til forholdet mellom de ulike delene systemet består av (Strachan, 2009). Evnen til å kjenne igjen ulike deler som tilhører et system, forstå relevansen og grad av viktighet til disse, er ifølge Strachan (2009), helt avgjørende for å forstå de krisene vi står ovenfor knyttet til bærekraft, og videre også for å kunne finne gode løsninger.

Systemforståelse som kompetanse blir beskrevet som evnen til å analysere komplekse systemer på tvers av ulike områder som samfunn, miljø, økonomi og lignende, men også på tvers av forskjellige skalaer som fra det lokale til det globale. Beskrevet på en annen måte, i

sammenheng med bærekraftig utvikling, kan systemforståelse handle om å analysere sammenhenger på tvers av de tre dimensjonene (miljømessig, sosial og økonomisk) (Frisk & Larson, 2011). En slik evne til å analysere er blant annet viktig for å kunne vurdere eventuelle ringvirkninger og sammenfallende effekter. For å få til dette kreves en forståelse for utilsiktede konsekvenser og årsaks-virkningsforhold (Wiek et al., 2011). En slik forståelse inkluderer å kunne se utilsiktede konsekvenser som et resultat av handlinger fra grupper eller enkeltindivider (Frisk & Larson, 2011). Evnen til å analysere komplekse systemer inkluderer å forstå, det å kunne verifisere på bakgrunn av empiri, å kunne beskrive type struktur, nøkkelkomponenter og dynamikk (Wiek, Withycombe & Redman, 2011). I forbindelse med innføring av nye læreplaner kan det være interessant å se på mer enn hva systemforståelse er. I en utdanningssituasjon vil det være minst like viktig å vite hvordan man kan ved hjelp av undervisning kan bidra til en utvikling av denne kompetansen. Dette vil derfor beskrives og eksemplifiseres i det følgende.

2.4.2 Utdanning for systemforståelse

Frisk og Larson (2011) skriver dette om å utdanne for å oppnå en systemforståelse: «Educating for systems thinking competencies entails discovering the interconnections between people, institutions, nature and wildlife, while also generating empathy for the implications of today's decisions on future generations» (2011, s. 8). En undervisning der elevene kan oppleve slike sammenhenger og får muligheten til å utvikle systemforståelse, kan innebære å ta i bruk spesielle pedagogiske tilnærminger. Arbeid med casestudier trekkes frem av flere, som et godt utgangspunkt for utvikling av systemkompetanse (Frisk & Larson, 2011; Lozano et al., 2017; Sprain & Timpson, 2012). Et eksempel på casestudier, kan beskrives som egne typer bærekraftsoppgaver («Sustainability Puzzles»). Den typen bærekraftsoppgaver det her vises til kan beskrives ved at elevene får et emne og en kontekst og selv skal identifisere problemet og analysere sosiale, politiske teknologiske og biofysiske faktorer som bidrar til problemet. Når problemet er identifisert, skal elevene jobbe med å finne ulike strategier for å løse det aktuelle problemet. Til slutt må løsningsstrategiene evalueres og vurderes (Sprain & Timpson, 2012). Sprain og Timpson (2012) trekker frem en slik type case-studier i sammenheng med bærekraftkompetansen systemforståelse spesielt. En annen form for casestudier som settes i sammenheng med systemforståelse, er caser der elevene får tilgang til mye, ofte ustrukturert, informasjon, og selv må sortere og hente frem det som er relevant (Sprain & Timpson, 2012). En case-studie kan defineres på mange ulike vis, men et kjennetegn er involveringen av en

type historie, ofte hentet fra virkeligheten (Herreid, 2006). Noen caser kan være skrevet som dilemmaer der det presenteres en historie rundt et individ eller en bedrift, som har et problem som må løses. I et slikt tilfelle er lærerens jobb å tilrettelegge slik at elevene kan analysere problemet, finne frem til mulige løsninger og vurdere de ulike løsningene og tilhørende konsekvenser (Herreid, 2006, s. 27-44). I artikkelen til Lozano et al. (2017) kobles systemforståelse til en lignende beskrivelse der elever på ulike måter får arbeide med og ta stilling til problemer fra den virkelige verden, og undersøke spørsmål fra ulike perspektiver (Lozano et al., 2017). En annen ofte overlappende pedagogisk tilnærming, som også kobles til systemforståelse er prosjekt- og problembasert læring. Denne tilnærmingen kan også ta utgangspunkt i problemer fra den virkelige verden, i tillegg til å engasjere ulike interessegrupper når problemer undersøkes gjennom utforskning (Lozano et al., 2017).

Systemforståelse og en forståelse for sammenhenger blir gjerne koblet til en tverrfaglig tilnærming og det advares mot at det kun arbeides med utfordringer som fragmenterte deler i ulike fag. En tilsvarende advarsel gjelder for en overforenkling av de aktuelle utfordringer for enklere å kunne kategorisere dem innenfor kategorier som rett/galt eller sant/usant (Frisk & Larson, 2011). Systemforståelse kan ikke bare kobles til casestudier og prosjekt- og problembasert læring, men også med tankekart og arbeid med forsyningskjeder og livssyklus. Et tankekart gir elevene mulighet til å representere forhold mellom ideer grafisk, med utgangspunkt i en nøkkelidé. Det å følge en forsyningskjede eller livssyklus kan la elevene vurdere bærekraft ved å se på et spesifikt produkt eller en vare, med utgangspunkt i både et miljømessig-, økonomisk- og sosialt perspektiv (Lozano et al., 2017).

Et fellestrekk i arbeid med ulike bærekraftskompetanser, slik vi også kan kjenne igjen i det foregående, er at elevene selv er aktive når kunnskap skal utvikles. Dette i motsetning til en mer behavioristisk tankegang hvor kunnskapen overføres fra lærer til elev. Elevene må selv kunne reflektere over egen kunnskap og læringsprosesser og pedagogen bør ha en rolle der det legges til rette og skapes et miljø, slik at elevene kan opparbeide seg erfaringer og skape egne koblinger mellom abstrakte begreper og det virkelige liv utenfor skolens tomtegrense (Rieckmann, 2018b, s. 49). Det er ingen tvil om at elever som har kunnskap om bærekraftig utvikling, har utviklet aktuelle bærekraftskompetanser som systemforståelse og dermed har mulighet til å ta bærekraftige valg i fremtiden, er av stor interesse for samfunnet. Et av skolefagene som har blitt nevnt sammenheng med systemer og som har mulighet til å bidra mot å nå dette målet, er naturfaget. I det følgende vil faget presenteres med hensyn til både bærekraft og didaktikk.

2.5 Naturfagskompetanse

Naturfag er som kjent et fag som skal bidra til å fremme dannelse og innehar derfor en del kunnskaper og ferdigheter som er nyttige for folk flest (Sjøberg, 2009, s. 40-41,182). Naturvitenskapen viser oss en sammenheng mellom mennesker og alt annet liv på jorda gjennom kunnskap om økosystemer og evolusjon. Det har videre hatt stor innvirkning på det vi i dag ser på som kunnskap om fenomener i naturen og tålegrensen til livgivende sykluser (Knain & Ødegaard, 2019, s. 135). Uten forskning fra denne vitenskapsgrenen, ville trolig kjente utfordringer som dem tilknyttet klima, ozonlag og biologisk mangfold, ikke avdekkes før konsekvensene var umulige å reversere (Kolstø, 2006, s. 84). Naturvitenskapen bidrar, med andre ord, med viktig kunnskap i et bærekraftperspektiv. I kombinasjon med teknologi, benyttes naturvitenskapen som et verktøy på jakt etter å finne praktiske løsninger som kan gi sitt bidrag til et mer bærekraftig samfunn. Slik det ble understreket i «Fremtidens skole» må skolen forberede elevene på et samfunn som vil kreve nye kompetansebehov (NOU 2015:8, 2015). Siden fremtiden i stor grad er preget av usikkerhet, må naturfaget, sammen med de andre fagene, ruste elevene til å møte denne usikkerheten (Knain & Ødegaard, 2019).

Innenfor naturvitenskapen skilles det gjerne mellom naturfag som produkt og prosess. Naturvitenskap som produkt handler om de begrepene, teorier og lovene som er aktuelle innenfor fagets rammer (Sjøberg, 2009, s. 182-183). Den konkrete kunnskapen innenfor naturvitenskapen endres kontinuerlig og er vokst frem over lang tid. Denne siden av naturvitenskapen kan forstås som naturvitenskap som et substantiv, derav naturvitenskap som «produkt». (Sjøberg, 2009, s. 182-183). På produksiden bidrar eksempelvis naturvitenskapen med en solid kunnskapsbase med tanke på miljøspørsmål (Øyehaug, 2019, s. 43). Naturvitenskap som prosess handler om de metoder teknikker eller prosedyrer som gjennom naturvitenskapen benyttes for å finne svar på nye spørsmål. Det å gjennomføre forsøk er aktiviteter som elevene gjerne blir kjent med i naturfaget, og som hører hjemme i kategorien naturvitenskap som prosess. I tillegg til å beherske aktuelt utstyr, observere, måle og hente inn aktuell data, handler naturvitenskap som prosess også om ferdigheter som å vurdere og være kritisk til kunnskap. Prosessiden av naturvitenskapen kan forstås som naturvitenskap som verb, da denne siden handler om «å gjøre» og «å utføre». En lignende inndeling kan vi kjenne igjen fra beskrivelsen av UBU som utdanning *om* og utdanning *for* bærekraftig utvikling (se forklaring under delkapittelet om UBU). Der utdanning *om* bærekraftig utvikling i hovedsak dreier seg om å tilegne seg teoretisk kunnskap, handler

utdanning for bærekraftig utvikling mer om «gjøre-siden» av begrepet. Innenfor naturvitenskapen finnes det en kjent modell for hva elevene bør lære i naturfag, som inkluderer både kunnskaper og innhold fra kategorien «naturfag som produkt» og ulike ferdigheter og innhold fra kategorien «naturfag som prosess». Denne modellen er kjent som «de fire læringstrådene» (Duschl, Schweingruber, Shouse & National Research Council. Committee on Science Learning, 2007, s. 36), se Tabell 2. Dette er en modell som også har blitt adoptert og benyttes av flere forskere og forfattere i norsk sammenheng (Holt & Øyehaug, 2010; Voll et al., 2019; Øyehaug, 2017, 2019). Med utgangspunkt i denne modellen understrekes det at det er viktig å inkludere både et produkt- og et prosessperspektiv, da vitenskapen i seg selv er et resultat av produkt og prosess som står i et uløselig forhold til hverandre (Duschl et al., 2007, s. 36).

Tabell 2: Tabellen beskriver de fire læringstrådene, som er en kjent modell for hva elevene bør lære i naturfag. Modellen inkluderer både produkt og prosessperspektivene fra naturvitenskapen (Duschl et al., 2007, s. 37).

Læringstråd 1	Eleven kjenner til, kan bruke og tolke forklaringer tilhørende naturvitenskapen.	Innenfor denne tråden lærer elevene begreper, modeller og teorier tilknyttet naturfaget. Eleven lærer å forklare fenomener i den naturlige verden ved å plassere faktakunnskap inn i ulike strukturer og sammenhenger og ved å anvende aktuelle begreper, modeller og teorier
Læringstråd 2	Eleven kan selv produsere, tolke og vurdere naturvitenskapelige bevis og forklaringer.	Innenfor denne tråden lærer elevene å delta i praksiser tilhørende naturvitenskapen. Slike prosesser kjennetegnes gjerne som feltbaserte eller eksperimentelle aktiviteter. Elevene må kunne benytte seg av prosedyrer og tilegne seg ferdigheter i bruk av utstyr og gjennomføring av ulike prosesser. De må med andre ord arbeide som forskere gjør.
Læringstråd 3	Eleven kan forstå naturvitenskapen som en vitenskap i seg selv.	Innenfor denne tråden vil elevene få kunnskap om naturvitenskapens helt egne språk, tenkemåter, og metoder som brukes når et fenomen eller en hendelse skal forklares eller undersøkes. De vil få en forståelse av at kunnskapen i naturvitenskapen er grundig testet, men likevel kan revideres på bakgrunn av nye bevis eller modeller
Læringstråd 4	Eleven kan selv delta produktivt i naturvitenskapelige praksiser og diskurser.	Innenfor denne tråden vil elevene lære å delta i naturvitenskapelige debatter, forholde seg kritisk til innhold og stille aktuelle spørsmål. Med andre ord lærer elevene å kommunisere og samhandle innenfor naturvitenskapen. Elevenes holdninger og motivasjon vil også påvirke hvordan eleven vil delta i naturfaget

Et viktig prinsipp ved «de fire læringstrådene» er at alle trådene må involveres for at naturfagkompetanse skal oppnås. Det at trådene skal forstås som sammenvevde, inkluderer at fremskritt i en tråd vil kunne fungere støttende og fremme fremskritt i de andre trådene samtidig (Duschl et al., 2007, s. 36). Det anbefales at naturfaget inneholder en undervisning, som gir rom for læringsmuligheter der alle læringstrådene flettes sammen, og at trådene benyttes som rammeverk i arbeid med læreplaner i faget (Duschl et al., 2007, s. 334). I en bærekraftsammenheng, kan det eksempelvis være nyttig å trekke frem at et syn på at forståelse for hvordan naturvitenskapen oppstår (jf. læringstråd 3), gir et bedre utgangspunkt

for å forstå vanskelige temaer og dilemmaer, der de enkle svarene uteblir (Kolstø, 2006; Sjøberg, 2009, s. 82-84). Klimatrusler kan være et godt eksempel på en slik tematikk eller kontrovers. Kunnskap om drivhuseffekten er et eksempel på kunnskap som er helt nødvendig for å forstå klimatrusler (Kolstø, 2006, s. 85; Rieckmann, 2018a). Denne kunnskapen vil likevel ikke, i seg selv, kunne forklare hvordan klimaspørsmål kan være en aktuell kandidat i så mange politiske og offentlige debatter. Å ha kunnskap om hvordan naturvitenskapen blir til, gjennom det som kan beskrives som diskusjoner i fellesskap, kan gi viktige bidrag til å forstå slike sammenhenger og selv kunne vurdere ulike sider ved kontroverser i samfunnet (Sjøberg, 2009, s. 82-88). Samfunnsaktuelle kontroverser inkluderer gjerne, i tillegg til prosessiden av naturvitenskapen, også kunnskaper fra andre samfunnsområder. Dette kan igjen benyttes som et argument, ikke bare for en inkludering av prosessiden, men også for et tverrfaglig samarbeid i skolen (Kolstø, 2006, s. 85). I samfunnet har det vært en veksling mellom en undervisning som inneholder flest elementer fra naturvitenskap som prosess og naturvitenskap som produkt. Tradisjonelt har det vært vanlig med en undervisningstygde på produktsiden av naturvitenskapen. På et tidspunkt skjedde det, ifølge Sjøberg, en reaksjon på holdningen der riktig svar ble sett på som det viktigste. Gradvis ble det å selv jobbe mot å finne svar viktigere. Flere prosjekter ble satt i gang der elever fikk jobbe som ekte forskere der de var direkte involvert i reelle vitenskapelige virksomheter (Sjøberg, 2009, s. 184-186). Sjøberg viser til, det interessante ved, at hjemme i Norge har utformingen av læreplanen (LK06), beveget seg mer i retning prosess enn tidligere planer (Sjøberg, 2009, s. 185). På tross av at prosessiden har fått større plass i læreplanen slik vi kjenner den i dag, er det mye som tyder på at prosess i denne sammenheng er redusert til praktisk arbeid og eksperimenter på skolelaboratoriet (Kolstø, 2006, s. 89). Forsøkene på skolelaboratoriet kjennetegnes tradisjonelt ved punktvis instruerende tekster. Slike «kokebokforsøk» inneholder beskrivende detaljer for hele gjennomføringen og lite handlingsrom med hensyn til utførelse (Haugan, 2018). De sosiale prosessene ved naturvitenskapen, som å vurdere, kritisere og argumentere for forskningen, virker å være mer eller mindre fraværende fra de senere læreplanene (Kolstø, 2006). Kanskje er det ikke overraskende at en studie (2012), utført av Borg et al. viser til at naturfaglærere også har en tendens til å bevege seg innenfor en faktabasert undervisningstradisjon. Alternativer til en faktabasert tilnærming og praktisk arbeid preget av kokebokforsøk, støttes av flere. Å undervise for å oppnå en dyp forståelse er av alternativene som blir trukket frem (Haugan, 2018; Holt, Voll & Øyehaug, 2019).

I det foregående har naturfaget blitt presentert som et fag bestående av ulike begreper, teorier, modeller og det som kan kalles en solid kunnskapsbase i forbindelse med miljøspørsmål. Skal likevel denne kunnskapen kunne brukes til noe må den organiseres. Å lære noe å dybden innebærer å se etter generelle sammenhenger og mønstre med utgangspunkt i denne kunnskapen, og dermed at kunnskapen organiseres etter en hierarkisk struktur (Voll & Holt, 2019, s. 33). For å få til en undervisning for dybdeløring skriver Øyehaug i et kapittel fra boka «Dybdeløring i naturfag» (Øyehaug, 2019) at naturfagslørerer bør planlegge sin undervisning med utgangspunkt i rike og relevante tema, ha tydelige læringsmål med en klar kobling til tidligere undervisning. Elevene bør gis muligheter for å demonstrere sin forståelse på mange og varierte måter og bør få jevnlig vurderinger med utgangspunkt i den forståelsen de demonstrerer (Øyehaug, 2019, s. 57-58). Det understrekes også at elevene bør få muligheten til å arbeide grundig med noe, til forskjell fra overfladisk med mye og at undervisningen bør legges opp slik at elevene ser en sammenheng mellom ulike kunnskapsfragmenter (Øyehaug, 2019, s. 40). Å undervise for en dyp forståelse er ikke bare aktuelt i forbindelse med naturfaget. Dybdeløring er også slik beskrevet under delkapitlet om læreplaner i norsk kontekst, aktuelt begrep i det kommende læreverket (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 10). Arbeid med rike oppgaver blir blant annet eksemplifisert som utforskende arbeid med autentiske problemstillinger, som befinner seg innenfor et tema som interesserer og engasjerer både lærer og elever (Øyehaug, 2019). Utforskende arbeid handler om at elevene deltar aktivt i læringsprosessen, de blir kjent med og jobber etter metoder som brukes av ekte forskere (jf. læringstråd 2) og de trener på å begrunne ulike avgjørelser (jf. læringstråd 4) (Øyehaug, 2017, s. 138). Arbeid med autentiske problemstillinger kan gjerne ta utgangspunkt i lokalmiljøet, da det er kjent at erfaringer høstet i arbeid med det lokale, senere kan overføres til globale situasjoner (Øyehaug, 2019, s. 53). En studie rundt sammenhengen mellom produkt og prosess (Øyehaug & Holt, 2013) viste at utforskende arbeidsmåter, som naturlig hører hjemme på prosessiden av naturvitenskapen, kan bidra til at elevene utvikler forståelse for teorier og begreper tilknyttet naturvitenskapen (jf. læringstråd 1). Utforskende arbeidsmåter er også kjent for å kobles til refleksjoner rundt naturvitenskapen som en vitenskap i seg selv (jf. læringstråd 3). Slike refleksjoner fordrer mer enn deltagelse i utforskende arbeid alene. Lørerer har en viktig rolle, og må blant annet stimulere til refleksjoner gjennom gode spørsmål og invitasjoner til diskusjoner (Øyehaug & Holt, 2014). Det er tydelig at utforskende arbeid med autentiske problemstillinger, ikke kan sidestilles med selvgående aktiviteter. Lørerers måte å lede utforskende arbeid på, viser seg imidlertid å være en viktig

faktor for å oppnå et godt resultat. Det er bred enighet om at gode støttestrukturer er en forutsetning, noe som blant annet vil innebære mye veiledning (Löfgren, Schoultz, Hultman & Björklund, 2013; Øyehaug, 2017; Øyehaug & Holt, 2013). At utforskende arbeidsmåter kan være, slik det har blitt eksemplifisert i det foregående, en pedagogisk tilnærming til undervisning i naturfag, som også har høy relevans til bærekraftdidaktikk støttes fra flere. Sammen med arbeid med sosiovitenskapelige tema, bærekraftig drama og casestudier, trekkes utforskende arbeidsmåter frem av Kvamme og Sæter, i en sammenheng der bærekraftdidaktikk og naturfagundervisning sees i sammenheng (Kvamme & Sæther, 2019, s. 138-148).

I det foregående har både relevant teori om dannelse, læreplaner, bærekraftig utvikling ESD/UBU, bærekraftkompetanser og naturfaget blitt presentert. Med denne teorien til grunn vil det være interessant å undersøke det gjeldende og kommende læreplanverket nærmere med et overordnet mål om å finne svar på valgt problemstilling som både innebærer å undersøke hvordan bærekraftig utvikling kommer til uttrykk i gjeldende og kommende læreplanverk og hva de funnene vil kunne bety for naturfagslærere på ungdomstrinnet. I det følgende følger et metodekapittel hvor metode og analyseverktøy vil presenteres i detalj.

3. Metode

I dette kapittelet vil jeg presentere de metodeverktøyene jeg har benyttet meg av, for å finne svar på min problemstilling og forskerspørsmål. For å få en forståelse for hva slags utvikling vi kan se, med hensyn til bærekraftinnhold i læreplaner, og de eventuelle konsekvensene dette kan ha for en lærer, valgte jeg å benytte meg av en kvalitativ læreplananalyse.

3.1 Kvalitativ metode

Kvalitative metoder er kjent for å være et godt valgt når man søker innsikt og forståelse innenfor et mindre felt (Krumsvik & Jones, 2019, s. 15-25; Tjora, 2019, s. 29-40). Det finnes ikke et entydig svar på hvordan bærekraftig utvikling og utdanning for bærekraftig utvikling bør komme til syne i læreplanen. Det finnes heller ikke et entydig svar på hvordan man bør undervise for at elevene skal ha gode muligheter for å kunne ta bærekraftige valg i fremtiden. En kvalitativ metode vil gi meg mulighet til å gå inn i læreplaner og tolke innholdet i planene opp mot teori funnet om feltet. Det er ikke uvanlig at kvalitative metoder benyttes, når offentlige dokumenter er utgangspunktet som fører til et datagrunnlag (Brekke, 2006, s. 35). Tjora beskriver målet med den kvalitative analysen slik: «kort sagt har den kvalitative analysen som mål å gjøre det mulig for en leser av forskningen å få økt kunnskap om saksområdet det forskes på, uten selv å måtte gå gjennom de data som er generert i løpet av prosjektet» (Tjora, 2019, s. 195). Denne oppgaven er ment å kunne bidra med økt kunnskap om utviklingen av læreplaner med tanke på bærekraftig utvikling, uten at lesere selv trenger å analysere læreplanverkene slik jeg har sett det nødvendig å gjøre. Det å analysere innholdet i dokument, kalles gjerne en dokumentanalyse eller innholdsanalyse (Thagaard, 2009, s. 62). En forsker som utfører en dokumentanalyse søker etter å få frem tekstens meningsinnhold (Johannessen, Christoffersen & Tufte, 2010, s. 164). De dokumentene jeg «søker etter å få frem tekstens meningsinnhold i» med tanke på elementer innenfor bærekraftig utvikling, er LK06 og LK20. Siden dokumentene jeg kommer til å analysere er læreplandokumenter, er min dokumentanalyse av typen læreplananalyse. I en søken etter mening er forsøk på å forstå gjennom å lese, og dermed tolke tekst, helt sentralt. Hermeneutikken er en vitenskapelig forståelsesramme som er svært aktuell i forbindelse med teksttolkning, og vil derfor belyses i det følgende avsnittet.

3.2 Hermeneutikk

Ordet hermeneutikk oversettes gjerne som å forstå, fortolke eller tyde (Kvarv, 2014). I mitt tilfelle er det læreplandokumentene som skal forstås, fortolkes og tydes. Innenfor hermeneutikken er det en etablert forståelse at enhver fortolkningsprosess vil starte med forskerens forforståelse. Heidegger og Gadamer er kjente navn innenfor hermeneutikken, og står bak et syn på forforståelse som noe positivt. Dette kan forklares ved at forforståelse kan bidra til at forskeren oppnår en relevant forståelse av det som analyseres (Kvarv, 2014). Når en tekst er utgangspunkt for analysen, er det gjerne nødvendig å lese den flere ganger, og det kan være nyttig å se det i sammenheng med den hermeneutiske sirkel. Den hermeneutiske sirkel fremheves som svært viktig innenfor dokumentstudier (Brekke, 2006, s. 35), og beskriver den prosessen hvor forskeren beveger seg inn og ut av teksten. En slik sirkulær prosess vil foregå mellom dokumentene som skal tolkes, og konteksten dokumentet skal tolkes innenfor, og mellom dokumentene som skal tolkes og forskerens egen forforståelse (Johannessen et al., 2010, s. 364-365). Med utgangspunkt i en analyse av læreplandokumenter, belyses i dette tilfellet de utvalgte delene av læreplanverket opp mot aktuell teori tilknyttet valgt problemstilling. Min forforståelse, eksempelvis knyttet til meg som lærer og meg som et individ interessert i konseptet bærekraftig utvikling, vil naturlig nok påvirke hvilken teori og hvilke elementer jeg opplever som relevante. Det er kjent at det er en umulighet å kartlegge virkeligheten akkurat slik den er (Postholm, Jacobsen & Søbstad, 2018, s. 108). Det at forskningsarbeidet er så transparent som mulig er dermed et av de viktigste hensynene en forsker må ta (Tjora, 2019, s. 248), og i det følgende vil dermed analyseprosessen og analyseverktøyet presenteres grundig.

3.3 Analyse - utvelgelsen

I innledningen ble prosjektet MESIN (Jónsson et al., 2020; Nordic Council, 2019) beskrevet som et prosjekt som forsker på bærekraftig utvikling og utdanning for bærekraftig utvikling (UBU) i landene i Norden. Prosjektet er delt inn i fire ulike nivåer etter følgende inndeling:

- Level 1 – National educational policies
- Level 2 – National competence and/or curriculum framework
- Level 3 – Teacher Education
- Level 4 – Specific areas of interest & qualitative work

Læreplaner er utgangspunktet for Level 2, og med helt nye læreplaner som ble offentliggjort først i november 2019, ble det for meg helt naturlig at en læreplananalyse av dette læreplanverket ble mitt bidrag til prosjektet. Det mest gunstige, for å få et bilde av helheten i læreplanverkene, ville vært å inkludere kompetansemålene for alle alderstrinn og læreplanene for alle de ulike undervisningsfagene, i den kvalitative læreplananalysen. En slik analyse lar seg ikke gjøre, da den ville vært for omfattende og sprengt de rammene som finnes for denne oppgaven. Det har derfor vært en nødvendighet å begrense mengden tekst, som skal analyseres. På grunn av en spesiell interesse for naturfagslærere på ungdomstrinnet, falt avgjørelsen om å analysere kompetansemålene etter 10. trinn i både LK06 og LK20. Læreplanverkene består, som kjent, av flere deler. Utdanningsdirektoratet er tydelig på at disse delene må sees i sammenheng (Utdanningsdirektoratet, 2016). I tråd med dette inkluderes innledningene til læreplanene i naturfag, Generell del og Overordnet del i analysen, som et gjennomførbart alternativ til å inkludere alt innholdet læreplanverkene består av.

I arbeid med denne oppgaven har det vært viktig å velge et analyseverktøy som er egnet for å kunne analysere problemstillingen og de forskerspørsmål som er stilt. Det finnes ikke et fasitsvar på hvilket analyseverktøy som bør velges, og en grundig vurdering er nødvendig. En inndeling av læringsmål i kunnskaper, ferdigheter og verdier er vanlig. En annen variant finnes i en utgivelse av UNESCO (UNESCO, 2017), hvor læringsmål deles inn etter «cognitive domain, socio-emotional domain og behavioural domain. I norsk sammenheng, inneholder både LK06 og LK20 kompetansemål (Kunnskapsdepartementet, 2016a, s. 10). Kompetanse ble i teoridelen beskrevet som «å kunne tilegne seg både kunnskaper og ferdigheter» og som «connected pieces of knowledge, skills and attitudes» (Baartman et al., 2007, s. 115). Med andre ord kan kompetansemål inneholde elementer både i form av kunnskaper og ferdigheter, og dermed passe inn i flere kategorier. Dette gjør at inndelinger, slik beskrevet ovenfor, kan være noe mer kronglete å benytte seg av når det er kompetansemålene i LK06 og LK20 som skal analyseres. I tillegg vil en slik inndeling ikke nødvendigvis føre noe nærmere et svar på hva slags bærekraftinnhold som finnes i planene. Bloom's Taxonomy er et annet klassifiseringssystem, med en hierarkisk inndeling av elevenes læringsprosess. Dette er et omfattende system som etter min vurdering vil gå utover rammene for det denne oppgaven, med valgt problemstilling, er ment å ta stilling til. Et blikk over til Island kan gi oss et eksempel på en læreplananalyse (Jóhannesson, Norðdahl, Óskarsdóttir, Pálsdóttir & Pétursdóttir, 2011), som forsøker å utforske en læreplan med et henblikk på utdanning for bærekraftig utvikling. I denne læreplananalysen er det den islandske offentlige læreplanen, fra tidlig barndom til

videregående skole, som utforskes. I den islandske læreplanen nevnes bærekraft (sustainability), i liten grad og det ble derfor utviklet en egen analysenøkkel med hensikt å avdekke tegn til utdanning for bærekraftig utvikling. Nøkkelen inneholder ulike kategorier som verdier og følelser for natur og miljø, kunnskap om fornuftig bruk av natur, velferd og offentlig helse, demokrati, deltagelse og handlingskompetanse, likestilling, global bevissthet og økonomisk utvikling. Analysenøkkelen fra denne læreplananalysen er utviklet spesielt med tanke på den islandske læreplanen, og lar seg ikke nødvendigvis overføre direkte til den norske læreplanen. En tanke om å se etter bærekraftinnhold andre steder enn der bærekraft, bærekraftig utvikling eller utdanning for bærekraftig utvikling, nevnes direkte, er likevel tatt med videre. Slik beskrevet i teoridelen under delkapittel om bærekraftkompetanser, har det blitt forsket på hvilke kompetanser som er viktige bærekraftkompetanser, og systemforståelse ble her trukket frem som en av dem (Lozano et al., 2017; Rieckmann, 2018b; Wiek et al., 2011). Det er også noe som har blitt lagt til grunn, for valget av endelig analyseverktøy.

Analysen av denne oppgaven er utført ved å lese gjennom, studere og analysere Generell del, Overordnet del, og læreplanene i naturfag fra både LK06 og LK20 hver for seg. Analyseverktøyet, som vil bli beskrevet i det følgende, ble benyttet på alle delene og det som ble vurderte som relevant ble trukket ut. Funnene ble systematisert i tabeller for å få en overordnet oversikt. En tabell som viser en kategorisering av ulike kompetansemål, finnes i Vedlegg. I resultatdelen beskrives disse funnene, med utgangspunkt i tabellene som ble laget. Etter at hvert dokument ble analysert, hver for seg, ble funnene sett i sammenheng og koblet opp mot relevant teori. Resultatet av denne prosessen er å finne i diskusjonsdelen.

3.4 Beskrivelse av analyseverktøyet

I litteraturen benyttes gjerne Brundtlandkommisjonens definisjon (Brundtland & Dahl, 1987, s. 42), se eget avsnitt i teoridelen, når bærekraftig utvikling skal defineres. Denne definisjonen trekker frem begrepet utvikling, både i forhold til dagens behov og kommende generasjoners behov. Rapporten viser til eksempler på hvordan et samfunn kan ødelegge de kommende generasjoners muligheter til å dekke grunnleggende behov. Eksempler fra rapporten er overforbruk og menneskelige inngrep i naturen som omlegging av naturlige elveleier og utslipp av skadelige gasser i atmosfæren (Brundtland & Dahl, 1987, s. 43). I teoridelen er det også vist til ulike temaer, som vurderes som sentrale for ESD (Rieckmann, 2018a). Temaene det vises til er klimaendringer, biologisk mangfold, bærekraftig produksjon og forbruk og

reduksjon av fattigdom. Blant FN sine 17 bærekraftsmål finnes også mål om å utrydde fattigdom, sikre god helse, oppnå likestilling, sikre tilgang til bærekraftig energi, sikre bærekraftige produksjons og forbruksmønstre, bekjempe klimaendringene og beskytte økosystemer (UN General Assembly, 2015). I analyseverktøyet kombineres Brundtlandkommisjonens presentasjon av bærekraftig utvikling og sammenhengen mellom utvikling og menneskelig påvirkning med de temaene som er vektlagt som sentrale for ESD og blant FN sine bærekraftsmål, se Tabell 3.

Tabell 3: Et klassifiseringsverktøy med utgangspunkt i beskrivelsen av bærekraftig utvikling i rapporten «Vår felles framtid» (Brundtland & Dahl, 1987) og sentrale temaer for ESD (Rieckmann, 2018a).

Grad av tilknytning	Utdypende forklaring
Høy grad av eksplisitt tilknytning	Innhold som viser direkte til en utvikling/bærekraftig utvikling eller menneskelig påvirkning innenfor temaer som klimaendringer, biologisk mangfold, bærekraftig produksjon og forbruk og reduksjon av fattigdom.
Høy grad av implisitt tilknytning	Innhold som viser til tematikk som er nært tilknyttet bærekraftig utvikling, men som ikke viser til utvikling/ bærekraftig utvikling eller menneskelig påvirkning direkte. Eksempler kan være kunnskap om energi, biologisk mangfold, økosystem, fotosyntese, celleånding, drivhuseffekt eller evnen til kritisk tenkning og problemløsning.
Lite eller mindre tydelig tilknytning	Innhold som kan være nyttig som bakgrunnskunnskap/grunnlag til bærekraftig utvikling, eller innhold som har lite tilknytning til bærekraftig utvikling.

For å finne svar på valgt problemstilling og forskerspørsmålene har beskrevet klassifiseringsverktøyet blitt benyttet på både Generell del, Overordnet del, innledningen til læreplanen i naturfag i LK06 og LK20 og kompetansemålene etter 10. trinn i naturfag i LK06 og LK20. På grunn av rammene for denne oppgaven er det fra Generell del, Overordnet del og innledning til læreplanene kun valgt å omtale det som er vurdert som høy grad av eksplisitt tilknytning til bærekraftig utvikling.

I den neste delen av analysen analyseres de samme delene fra LK06 og LK20, men med utgangspunkt i et annet klassifiseringsverktøy der målet er å kartlegge tilrettelegging for systemforståelse i planene, se Tabell 4.

Tabell 4: Et klassifiseringsverktøy med utgangspunkt i utvalg litteratur om systemforståelse som kompetanse.

Læreplandokumentene inneholder/viser til	Utdypende forklaring
Bruk av begrepet system og arbeid med kjente systemer	Læreplandokumentene har innhold/ målformuleringer som eksplisitt tar i bruk begrepet system og omhandler et kjent system, som eksempelvis "økosystem".
Relevante sammenhenger:	<p>Læreplandokumentene har innhold/ målformuleringer som tydelig inviterer til å se sammenhenger:</p> <ul style="list-style-type: none"> • på tvers av ulike dimensjoner som den miljømessige, økonomiske og samfunnsmessige dimensjonen. • På tvers av forskjellige skalaer, som fra det lokale til det globale. • Mellom ulike emner/temaer/fag/målformuleringer ved eksempelvis bruk av like begreper eller fenomener.
Innhold som kan sees i sammenheng med arbeid mot å kunne se ulike sammenhenger:	Læreplandokumentene har innhold som viser til aktuelle pedagogiske tilnærminger eller arbeid med å oppdage sammenhenger, som kan muliggjøre anskaffelse av systemforståelse som kompetanse. Eksempelvis arbeid med tankekart, casestudier, prosjekt- eller problembasert læring o.l.

3.5 Pålitelighet, gyldighet og svakheter ved valgt metode

Bærekraftig utvikling er, som tidligere nevnt, et omfattende begrep. Det fører med seg noen forskningsmessige utfordringer. Med bakgrunn i valg om bruk av kvalitativ metode, må en del av interessant materiale velges bort og utvalget begrenses. Til gjengjeld kan det gjennomføres en noe fyldigere undersøkelse enn ved en typisk kvantitativ undersøkelse med analyse av et stort utvalg (Johannessen, Christoffersen & Tufte, 2016, s. 27-28). Det er viktig å understreke at valgt metode og analyseverktøy ikke dekker hele feltet bærekraftig utvikling og læreplaner, og at det kun er et utsnitt av feltet som berøres i denne oppgaven. Delkapittel 5.5 inneholder en egen del med forslag til videre forskning, som vil kunne være et forslag til hvordan fenomenet bærekraft kan beskrives og forstås ut fra andre perspektiver. For å etterstrebe

pålitelighet som et kriterium for kvalitet innen kvalitativ forskning (Tjora, 2019, s. 231-248) har det blitt tatt flere hensyn. De kvalitative dataene som vil være utgangspunktet for en drøftingsdel i denne oppgaven, er samlet inn systematisk ved hjelp av beskrevet analyseverktøy som igjen er utviklet med bakgrunn i og i tråd med relevant teori. Drøftingen er også utført ved å kombinere empiri med relevant teori innen feltet. Fullstendig nøytralitet er ikke mulig (Tjora, 2019, s. 235), men dissa valgene er gjort for å tilse at jeg som forsker påvirker resultatet så lite som mulig. Det er i tillegg til pålitelighet også forsøkt å etterstrebe et kriterium om gyldighet, som kan forklares som en logisk sammenheng mellom måten denne oppgaven er utformet på, de ulike funnene som det vises til og oppgavens problemstilling og forskerspørsmål (Tjora, 2019, s. 231-248). Et viktig valg i denne sammenheng har vært å forankre oppgaven i annen relevant forskning innen bærekraft didaktikk, undervisning og naturfagskompetanse. De ulike valg og kriterier som har blitt benyttet i prosessen er forsøkt beskrevet på en transparent måte. Dette er viktig for at leseren skal ha mulighet til å vurdere kvaliteten på forskningen som er gjort (Tjora, 2019, s. 248-251).

4. Resultat

I det følgende vil resultatene presenteres. Resultatdelen er delt i to hoveddeler der resultatene knyttet til bærekraftinnhold og systemforståelse er presentert hver for seg. Den første delen er utgangspunktet for diskusjonen rundt hva slags bærekraftinnhold som finnes i Generell del, Overordnet del og i læreplanen fra LK06 og LK20 i naturfag for ungdomsskoletrinnet. Den andre delen er utgangspunkt for diskusjonen rundt hvordan systemforståelse som bærekraftkompetansen, kommer til uttrykk i Generell del, Overordnet del og i læreplanen fra LK06 og LK20 i naturfag for ungdomsskoletrinnet. Forskjellene er utgangspunkt for diskusjonen rundt hva slags konsekvenser de ulike funnene kan ha for en ungdomsskolelærer i naturfag. I alle delene er det Generell del, Overordnet del eller læreplanene fra LK06 og LK20 i naturfag med innledning og kompetansemålene som er oppført etter 10. trinn det refereres til.

4.1 Bærekraftinnhold

4.1.1 Bærekraftinnhold i Generell del og Overordnet del

Innhold fra generell del med høy grad av eksplisitt tilnærming til bærekraftig utvikling

I generell del (Utdanningsdirektoratet, 1993) tilhørende læreplanverket for kunnskapsløftet 2006, finnes det relativt mye tekst og innhold som berører menneskers påvirkning på naturen. Hensyn til biosfærens tåleevne, men også hensyn til verdens fattigste trekkes frem som eksempler. Det meste av innholdet som omhandler hensyn til naturen finnes i et eget kapittel som omhandler «Det miljøbevisste mennesket». Her er det blant annet beskrevet at menneskers valg har konsekvenser, både for naturmiljøet og for andre mennesker på jorda (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 20-21). Det finnes også innhold som trekker frem at menneskers valg, forskning, teknologi og vekst i økonomi kan ha både positive og negative konsekvenser. I et eget avsnitt trekkes Verdenskommisjonen for miljø og utvikling frem og det vises til at det finnes problemer forankret i sammenflettede kriser innenfor både helse, fattigdom, overforbruk og vekst i økonomi på bekostning av natur. Det står også skrevet at utviklingen må «ta utgangspunkt i de begrensninger natur, ressurser, teknologisk nivå og sosiale forhold setter, og de konflikter som utløses når miljøhensyn skal prioriteres» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). Her beskrives det videre hvordan en utvikling må ta

hensyn til biosfærens tåleevne og solidaritet med verdens fattige (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). Det står beskrevet at kunnskap og forskning både har hatt positive og negative ringvirkninger, positivt som bedret helse for mennesker, men også negativt som forsterkede ulikheter og trusler som er rettet mot naturen. Generell del beskriver flere konkrete eksempler på negative konsekvenser som henger sammen med kunnskap, ny teknologi eller anvendt vitenskap. Eksempelvis står det at: «Anvendt vitenskap og teknologi har hatt negative konsekvenser, dels erkjente som ved atomsprengninger, dels i form av utilsiktede bivirkninger som sur nedbør, skogdød eller drivhuseffekt» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 20). Utviklingen av teknologi blir i et annet avsnitt omtalt som «tveegget» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 9), også her blir både positive og negative konsekvenser på bekostning av både mennesker og natur trukket frem. Opplæringens mål, ifølge generell del, «gi overblikk over hvordan prosesser på ett felt slår over på andre - som når produksjon virker tilbake på natur og miljø. Mennesker kan utløse krefter de ikke kontrollerer, eller forvolde virkninger de ikke overskuer» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 14). Det står at undervisningen må «vekke deres tro på at solidarisk handling og felles innsats kan løse de store globale problemene (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). Det står også beskrevet at opplæringen skal lære elevene og bruke naturen uten at den ødelegges (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 22).

Innhold fra Overordnet del med høy grad av eksplisitt tilnærming til bærekraftig utvikling

I overordnet del (Utdanningsdirektoratet, 2017), tilhørende læreplanverket for kunnskapsløftet 2020, finnes det innhold som berører bærekraftig utvikling og miljøtrusler som forurensing, klimaendringer, biologisk mangfold. Menneskelig påvirkning på natur og klima, sees også i sammenheng med samfunnet og det finnes innhold som viser til at teknologibruk kan ha ulike konsekvenser. Dokumentet inneholder en egen del under «opplæringens verdigrunnlag» som omhandler «respekt for naturen og miljøbevissthet» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7). Her står det beskrevet hvordan mennesker har sin plass i naturen og må sørge for at den forvaltes på en forsvarlig måte. Opplæringen skal bidra til at elevene får kunnskap om, utvikler respekt for og får gode opplevelser i naturen (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7). Videre står det beskrevet hvordan elevene skal få en forståelse for hva slags påvirkning menneskene har på både natur og klima, som igjen påvirker samfunnet. Det kommer tydelig frem at skolen skal være en arena som skal bidra til et ønske om å ta vare på miljøet, fra elevenes side. Globale klimaendringer, forurensing og tap av biologisk mangfold trekkes frem som noen av de største miljøtruslene i verden, mens kunnskap, etisk bevissthet og teknologisk innovasjon nevnes i

sammenheng med å finne løsninger (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7). Under «prinsipper for læring, utvikling og danning» finnes en egen inndeling i «tverrfaglige temaer», der bærekraftig utvikling er oppført som et av disse temaene. Her står det skrevet at «Bærekraftig utvikling som tverrfaglig tema i skolen skal legge til rette for at elevene kan forstå grunnleggende dilemmaer og utviklingstrekk i samfunnet, og hvordan de kan håndteres» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 13). I denne delen settes bærekraftig utvikling i sammenheng med «problemstillinger knyttet til miljø og klima, fattigdom og fordeling av ressurser, konflikter, helse, likestilling, demografi og utdanning» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 14). En variant av Brundtlandskommisjonens definisjon av bærekraftig utvikling presenteres, og det står skrevet at elevene skal «utvikle kompetanse som gjør dem i stand til å ta ansvarlige valg og handle etisk og miljøbevisst» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 13-14). Teknologi, settes i direkte sammenheng med bærekraftig utvikling og presenteres som en problemløser, men også som årsak til problemer. Det står også skrevet hvordan kunnskap om teknologi henger sammen med en forståelse for ulike dilemmaer knyttet til teknologibruk og en mulig håndtering av disse (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 14).

Forskjeller i bærekraftinnholdet i Generell del og Overordnet del

Både Generell del og Overordnet del har innhold, som er svært aktuelt med tanke på bærekraftig utvikling. En oversikt over likhetene og forskjellene kan leses ut av tabellen, se Tabell 5.

Tabell 5: En oversikt over bærekraftinnholdet som har blitt hentet frem fra Generell del og Overordnet del

Generell del	Overordnet del
Det finnes relativt mye tekst og innhold som berører menneskers påvirkning på naturen	Bærekraftig utvikling defineres, og det finnes relativt mye innhold som berører miljøtrusler og menneskelig påvirkning på natur og klima.
Det finnes en egen del om det miljøbevisste mennesket.	Det finnes både en egen del om respekt for naturen og miljøbevissthet og en del om bærekraftig utvikling oppført som et av tre tverrfaglig tema
Det til sammenflettede kriser tilknyttet helse, fattigdom, overforbruk, og vekst i økonomi på bekostning av naturen.	Det trekkes frem at bærekraftig utvikling handler om problemstillinger tilknyttet ulik tematikk, som helse og likestilling og fattigdom og fordeling av ressurser.
Det finnes eksempler som viser til aktuelle området som fattigdom, produksjon, vekst i økonomi, mennesker på jorda, og de store globale problemene eller der begrensninger tilknyttet natur står oppført sammen med begrensninger tilknyttet ressurser, teknologisk nivå og sosiale forhold	Det finnes flere eksempler der det vises til ulike aktuelle temaer som der klima og miljø kobles med fordeling av ressurser, fattigdom, konflikter, helse, likestilling, demografi og utdanning eller der samfunn, klima og miljø og grunnleggende dilemmaer kobles med utviklingstrekk i samfunnet.
Aktuelle begreper som sur nedbør, skogdød og drivhuseffekt nevnes direkte	Aktuelle begreper som forurensing, globale klimaendringer og tap av biologisk mangfold nevnes direkte
Teknologi settes i sammenheng med mennesker og natur	Teknologi settes i direkte sammenheng med bærekraftig utvikling

4.1.2 Bærekraftinnhold i innledningen til læreplanen i naturfag

Innhold fra innledning til læreplanen i naturfag med høy grad av eksplisitt tilnærming til bærekraftig utvikling (LK06)

I innledningen til læreplanen for naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013), tilhørende Læreplanverket for kunnskapsløftet 2006, finnes det innhold som berører bærekraftig utvikling og menneskelig påvirkning på naturen. Under «Formålet med faget» settes kunnskap

om, forståelse av og opplevelser i naturen i sammenheng med en vilje til å «verne om naturressursene, bevare biologisk mangfold og bidra til bærekraftig utvikling» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 2) Samers kunnskap kobles til det foregående med setningen: «I denne sammenhengen har samer og andre urfolk kunnskap om naturen som det er viktig å vise respekt for (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 2). Under «Hovedområder» finnes delen «Mangfold i naturen», hvor menneskers plass i naturen og menneskelige aktiviteter settes i sammenheng med et endret naturmiljø både lokalt og globalt. Under «Teknologi og design» understrekes et samspill mellom naturvitenskap, teknologi og bærekraftig utvikling (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 3).

Innhold fra innledning til læreplanen i naturfag med høy grad av eksplisitt tilnærming til bærekraftig utvikling (LK20)

I innledningen til læreplanen for naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2019b), tilhørende læreplanverket for kunnskapsløftet 2020, finnes det innhold som berører menneskelig påvirkning på jorda og søken etter løsninger på utfordringer tilknyttet klima, biologisk mangfold og ressursutnyttelse. Det vises også til teknologiens rolle og det å være kritisk til informasjon. I innledningen står det at naturfaget skal «bidra til at elevene får naturopplevelser og et faglig grunnlag for å verne om naturressurser, bevare biologisk mangfold og bidra til en bærekraftig utvikling» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 2). Elevene skal, ifølge dokumentet, få innsikt i hvordan jorda påvirkes av menneskers levesett og handlinger. Videre pekes det på kunnskap, også kunnskap fra samisk tradisjon, som en vei til forsvarlig forvaltning av naturen og bærekraftig ressursutnyttelse. Teknologi beskrives som viktig i et bærekraftperspektiv, og elevene skal forstå jorda som et system som påvirkes av mennesker (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 2-3). Under det tverrfaglige emnet «Demokrati og medborgerskap», settes det å forstå og være kritisk i samfunnsdebatten i sammenheng med å kunne «bidra til en teknologisk og bærekraftig utvikling» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 4). Under det tverrfaglige emnet «Bærekraftig utvikling» står det at «elevene skal få kompetanse til å gjøre miljøbevisste valg og handlinger, og se disse i sammenheng med lokale og globale miljø- og klimautfordringer» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 4). Videre trekkes naturfaglig kompetanse frem, som et viktig bidrag i arbeidet med å finne «løsninger for å begrense klimautfordringene, bevare biologisk mangfold og forvalte jordas naturressurser på en bærekraftig måte» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 4).

Forskjeller mellom innledningene til læreplanene i naturfag

Begge innledningene har innhold, som er svært aktuelt med tanke på bærekraftig utvikling. En oversikt over likhetene og forskjellene kan leses ut av tabellen, se Tabell 6.

Tabell 6: En oversikt over bærekraftinnholdet som har blitt hentet frem fra innledningen til læreplanen i naturfag fra LK06 og i innledningen til læreplanen i naturfag fra LK20.

Innledning til læreplan i naturfag LK06

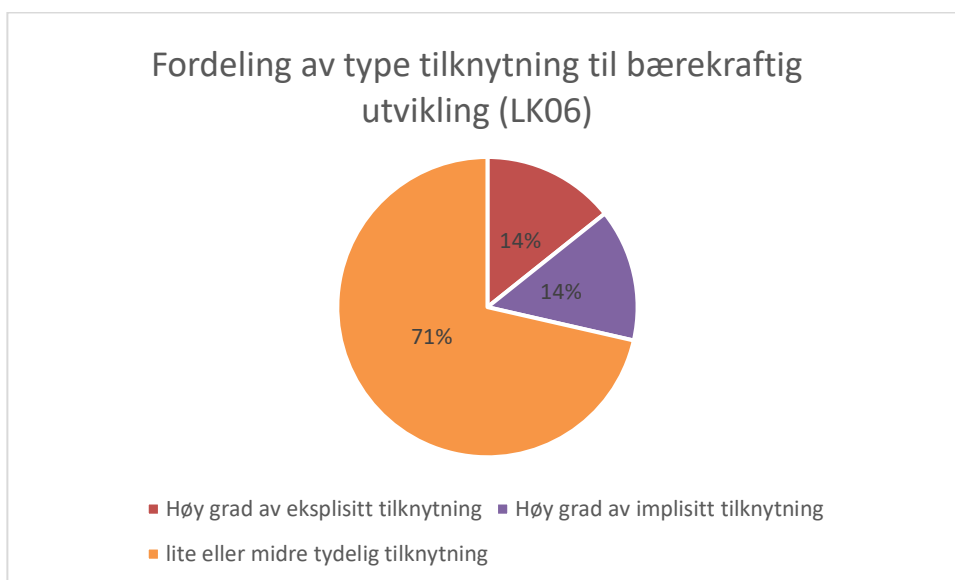
Innledning til læreplan i naturfag LK20

Det finnes innhold som viser til at elevene gjennom faget skal få opplevelser, kunnskap og forståelse til å verne om naturressurser, bevare biologisk mangfold og bidra til en bærekraftig utvikling.	Det finnes innhold som viser til at elevene gjennom faget skal få naturopplevelser og et faglig grunnlag til å verne om naturressurser, bevare biologisk mangfold og bidra til en bærekraftig utvikling.
Det finnes en egen inndeling om mangfold i naturen	Det finnes en egen inndeling om jorda og livet på jorda i tillegg til at bærekraftig utvikling er oppført som ett av tre tverrfaglige tema
Det finnes innhold som viser til at et område i planen dreier seg om forutsetninger for bærekraftig utvikling og menneskelige aktiviteter som fører til endring av naturmiljøet	Det finnes innhold som viser til at menneskers levesett påvirker jorda som system og at kunnskap henger sammen med bærekraftige valg i tillegg til at det vises det til at naturfaglig kompetanse kan høre sammen med løsninger innenfor utfordringer knyttet til klima, biologisk mangfold og forvaltning av jordas naturressurser.
Kunnskap fra samene kobles opp mot en setning der det å verne om naturressurser, bevare biologisk mangfold og bidra til bærekraftig utvikling nevnes.	Det vises til at samenes erfaringsbaserte og tradisjonelle kunnskap om naturen kan bidra til bærekraftig ressursutnyttelse og vern av naturmangfoldet.
Teknologi trekkes frem som viktig med tanke på bærekraftig utvikling	Teknologi trekkes frem som viktig i et bærekraftperspektiv og det å være kritisk til innhold kobles til en teknologisk og bærekraftig utvikling.

4.1.3 Bærekraftinnhold i kompetansemålene etter 10. trinn i læreplanene for naturfag

Kompetansemålenes tilknytning til bærekraftig utvikling (LK06)

En analyse av kompetansemålene i læreplanen for naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013) tilhørende Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2006, viser at det finnes målformuleringer innenfor kategoriene «høy grad av eksplisitt tilknytning til bærekraftig utvikling», «høy grad av implisitt tilknytning» og «lite eller mindre tydelig tilknytning». En sammenligning av kategoriene viser at det er klart flest kompetansemål med liten eller mindre tydelig tilknytning, se Figur 2. Kompetansemål som ble kategorisert som høy tilknytning til bærekraftig utvikling utgjør under en tredjedel til sammen.



Figur 2: Prosentvis fordeling av kompetansemål i kategoriene høy grad av eksplisitt tilknytning, høy grad av implisitt tilknytning og lite eller mindre tydelig tilknytning til bærekraftig utvikling. Kompetansemålene er hentet fra hva eleven skal kunne etter 10. trinn fra læreplanen i naturfag (LK06).

Høy grad av eksplisitt tilknytning

Kompetansemålene som ble kategorisert innenfor «høy grad av eksplisitt tilknytning», omhandlet blant annet menneskers påvirkning på og vern av naturen. Et eksempel er kompetansemålet hvor eleven skal kunne «observere og gi eksempler på hvordan menneskelig aktivitet har påvirket et naturområde, undersøke ulike interessegruppers syn på påvirkningen og foreslå tiltak som kan verne naturen for framtidige generasjoner» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). Videre finnes det kompetansemål kan benyttes som eksempel på bærekraftig produksjon og forbruk som tematikk. Det kan eksemplifiseres med kompetansemål hvor det

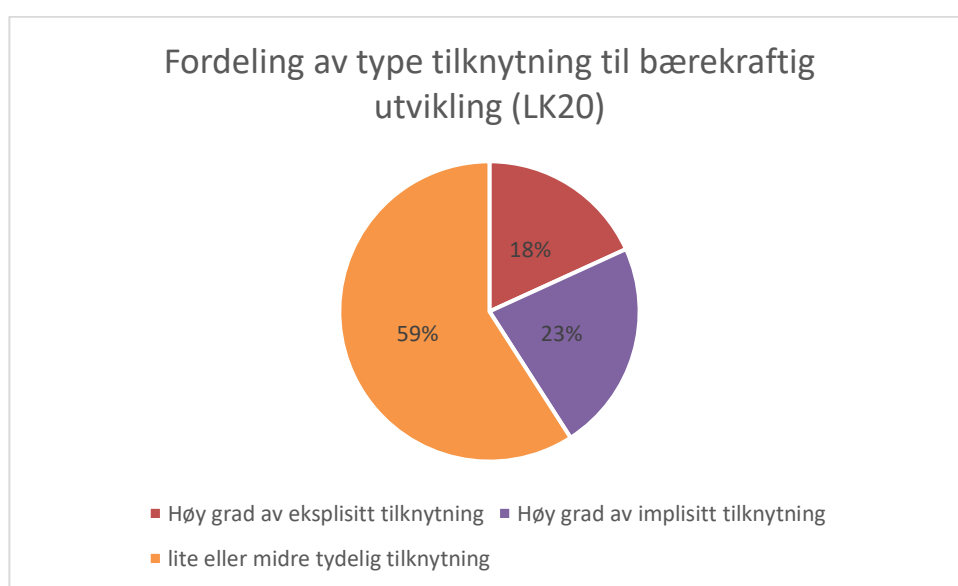
står at eleven skal kunne «gi varierte eksempler på hvordan samer utnytter ressurser i naturen» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9) og kompetansemålet hvor eleven skal kunne «utvikle produkter ut fra kravspesifikasjoner og vurdere produktenes funksjonalitet, brukervennlighet og livsløp i forhold til bærekraftig utvikling» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 10). To kompetansemål ser produksjon i sammenheng med miljøeffekter og kan eksemplifiseres ved at eleven skal kunne «teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess, og vurdere materialbruken ut fra miljøhensyn» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 10), og hvor elevene skal kunne «forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder, og diskutere hvilke miljøeffekter som følger med ulike måter å produsere energi på» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 10).

Høy grad av implisitt tilknytning

Det finnes aktuelle kompetansemål utover de målformuleringene der innholdet berører menneskelig påvirkning på naturen, miljøeffekter ved produksjon og bærekraftig produksjon og forbruk direkte. Det finnes også målformuleringer med innhold nært tilknyttet bærekraftig utvikling med tematikk som kritisk vurdering av kunnskap, sammenheng mellom årsak og virkning, økosystem, fotosyntese og celleånding, men som ikke viser til utvikling/bærekraftig utvikling eller menneskelig påvirkning direkte (implisitt tilknytning). Kompetansemålet, der eleven skal kunne «Identifisere naturfaglige argumenter, fakta og påstander i tekster og grafikk fra aviser, brosjyrer og andre medier, og vurdere innholdet kritisk» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9), omhandler det å ha en kritisk tilnærming til informasjon. Kompetansemålet der eleven skal kunne «forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning...» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9) aktualiserer et årsaks-virkningsforhold. Et kompetansemål omhandler fotosyntese og celleånding, ved at eleven skal kunne «beskrive oppbygningen av dyre- og planteceller og forklare hovedtrekkene i fotosyntese og celleånding» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). Kompetansemålet der eleven skal kunne «forklare hovedtrekk i teorier for hvordan jorda endrer seg og har endret seg gjennom tidene, og grunnlaget for disse teoriene» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9), omhandler jordas utvikling. Det siste kompetansemålet innenfor denne kategorien omhandler økosystem og er at elevene skal kunne «undersøke og registrere biotiske og abiotiske faktorer i et økosystem i nærområdet og forklare sammenhenger mellom faktorene» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). I det følgende vil samme inndeling benyttes i en presentasjon av resultatene fra tilsvarende analyse av LK20.

Kompetansemålenes tilknytning til bærekraftig utvikling (LK20)

En analyse av kompetansemålene i læreplanen for naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2019b), tilhørende Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020, viser at det finnes målformuleringer innenfor kategoriene «høy grad av eksplisitt tilknytning til bærekraftig utvikling», «høy grad av implisitt tilknytning» og «lite eller mindre tydelig tilknytning». En sammenligning av kategoriene viser at over halvparten av kompetansemålene ble vurdert til å ha liten eller mindre tydelig tilknytning til bærekraftig utvikling, se figur 4. Kompetansemål som ble kategorisert som høy tilknytning til bærekraftig utvikling utgjør dermed under halvparten til sammen.



Figur 3: Prosentvis fordeling av kompetansemål i kategoriene høy grad av eksplisitt tilknytning, høy grad av implisitt tilknytning og lite eller mindre tydelig tilknytning til bærekraftig utvikling. Kompetansemålene er hentet fra hva eleven skal kunne etter 10. trinn fra læreplanen i naturfag (LK20).

Høy grad av eksplisitt tilknytning

Kompetansemålene som ble kategorisert innenfor «høy grad av eksplisitt tilknytning», omhandlet blant annet årsaker til klimaendringer, der eleven skal kunne «beskrive drivhuseffekten og gjøre rede for faktorer som kan forårsake globale klimaendringer» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10), og menneskelig påvirkning på miljøet ved at eleven skal kunne «drøfte hvordan energiproduksjon og energibruk kan påvirke miljøet lokalt og globalt» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Videre finnes kompetansemål som omhandler menneskelig påvirkning og tap av biologisk mangfold der eleven skal kunne «gi eksempler på og drøfte aktuelle dilemmaer knyttet til utnyttelse av naturressurser og tap av

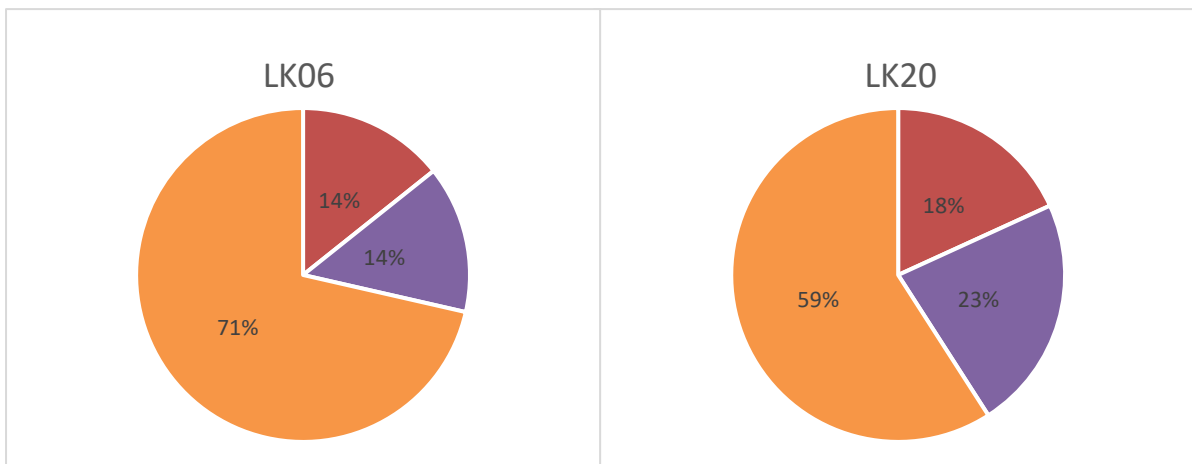
biologisk mangfold» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Det siste kompetansemålet, som er kategorisert som høy grad av eksplisitt tilknytning, er det der eleven skal kunne «gi eksempler på samers tradisjonelle kunnskap om naturen og diskutere hvordan denne kunnskapen kan bidra til bærekraftig forvaltning av naturen» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10) og omhandler dermed hvordan mennesker både kan benytte seg av og ta vare på naturen på en bærekraftig måte.

Høy grad av implisitt tilknytning

Det finnes aktuelle kompetansemål utover de målformuleringene som har innhold som berører hvordan mennesker og produksjon kan påvirke miljøet og klimaet og dilemmaer tilknyttet biologisk mangfold og forvaltning av naturressurser. Det finnes også innhold som er høyt tilknyttet bærekraftig utvikling med tematikk som kritisk vurdering av kunnskap, energi, økosystem, biologisk mangfold, fotosyntese, celleånding og karbonets kretsløp, men som ikke viser til utvikling/bærekraftig utvikling eller menneskelig påvirkning direkte (implisitt tilknytning). Kompetansemålene som ble kategorisert innenfor «høy grad av implisitt tilknytning», omhandler eksempelvis det å ha en kritisk tilnærming til kunnskap, ved at eleven skal kunne ««gi eksempler på dagsaktuell forskning og drøfte hvordan ny kunnskap genereres gjennom samarbeid og kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 9). Et annet kompetansemål omhandler energi både med tanke på bevaring, kvalitet og det å omdanne, transportere og lagre, ved at eleven skal kunne «gjøre rede for energibevaring og energikvalitet og utforske ulike måter å omdanne, transportere og lagre energi på» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Neste kompetansemål omhandler biologisk mangfold. I dette kompetansemålet skal eleven kunne «beskrive hvordan forskere har kommet fram til evolusjonsteorien og bruke denne til å forklare utvikling av biologisk mangfold» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Et kompetansemål omhandler økosystem, der eleven skal kunne: «utforske sammenhenger mellom abiotiske og biotiske faktorer i et økosystem og diskutere hvordan energi og materie omdannes i et kretsløp» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Det siste kompetansemålet som har blitt kategorisert som høy implisitt tilknytning, omhandler fotosyntese, celleånding og karbonkretsløpet, der eleven skal kunne «gjøre rede for hvordan fotosyntese og celleånding gir energi til alt levende gjennom karbonkretsløpet» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10).

Forskjeller mellom kompetansemålene etter 10.trinn i naturfag

Fordelingen av kompetansemål i kategoriene høy grad av eksplisitt tilknytning, høy grad av implisitt tilknytning og lite eller mindre tydelig tilknytning, se Figur 4.



Figur 4: Figur 2 og Figur 3 satt ved siden hverandre, der høy grad av eksplisitt tilknytning (lilla), høy grad av implisitt tilknytning (rød) og lite eller mindre tydelig tilknytning er illustrert for kompetansemål for hva eleven skal kunne etter 10.trinn i naturfag.

Figur 4 viser at det er en tydelig større andel kompetansemål etter 10. trinn i naturfag med høy grad av tilknytning i LK20. Øvrige forskjeller og likheter kan leses ut av tabellen, se Tabell 7.

Tabell 7: En oversikt over bærekraftinnholdet som har blitt hentet frem fra kompetansemål for hva eleven skal kunne etter 10.trinn fra læreplanen i naturfag fra LK06 og i tilsvarende læreplan i naturfag fra LK20

**Kompetansemål fra læreplan i naturfag
LK06**

**Kompetansemål fra læreplan i naturfag
LK20**

<p>Menneskelig påvirkning kobles til et naturområde, og det legges opp til arbeid med forslag til tiltak som kan verne naturen</p>	<p>Det vises til påvirkning av miljøet, uten at det kobles til menneskelig aktivitet direkte</p>
<p>Det finnes målformuleringer som omhandler det å se etter årsaks-virkningsforhold og å vurdere innhold kritisk.</p>	<p>Det finnes en målformulering som kobler «ny kunnskap» til en «kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap».</p>
<p>Det vises til at elevene skal lære om samer i sammenheng med utnyttelse av naturressurser.</p>	<p>Det finnes en målformulering der det vises til at elevene skal lære om samer i sammenheng med bærekraftig forvaltning av naturen. Det finnes også en målformulering der det vises til utnyttelse av naturressurser og biologisk mangfold</p>
<p>Det vises i en målformulering til produksjon av elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder, satt i sammenheng med miljøeffekter. Det finnes også en målformuleringer som viser til en vurdering av materialer ut fra miljøhensyn og en vurdering av produkters livsløp i forhold til bærekraftig utvikling.</p>	<p>Det finnes en målformulering som omhandler omdanning, transport og lagring av energi, men også en som omhandler energiproduksjon og energibruk direkte koblet til påvirkning av miljøet.</p>
<p>Det finnes målformulering med aktuelle begreper som økosystem, fotosyntese og celleånding.</p>	<p>Det finnes målformuleringer med begrepene økosystem, fotosyntese, celleånding, karbonkretsløp, biologisk mangfold, klimaendringer og drivhuseffekt</p>

4.2 Systemforståelse

4.2.1 Systemforståelse i Generell del og Overordnet del

Innhold fra generell del som inviterer til systemforståelse

Generell del tar ikke i bruk begrepet system og omtaler ikke arbeid med system direkte, men har flere elementer som berører ulike aktuelle sammenhenger. Eksempelvis finnes innhold som setter økologi, etikk og politikk og økonomi, økologi og teknologi, i sammenheng. Den førstnevnte koblingen er skrevet i en sammenheng med at «vårt levesett og vår samfunnsform har dype og truende virkninger for miljøet» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 20-21). Den andre koblingen er skrevet som «Samspillet mellom økonomi, økologi og teknologi stiller vår tid ovenfor særlige kunnskapsmessige og moralske utfordringer for å sikre en bærekraftig utvikling" (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). Begrensninger tilknyttet natur, ressurser, teknologisk nivå og sosiale forhold settes også i sammenheng med de konflikter som utløses når miljøhensyn skal prioriteres (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). Det finnes også innhold som viser til en sammenheng utover det lokale, ved at «valgene har konsekvenser på tvers av landegrensener og over generasjoner» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 20) eller at «elevene må lære å se ting i sammenheng og bevare overblikk- lære å skue fremover i livet og utover i verden» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). Det står tydelig at opplæringen må gi kunnskap om sammenhenger mellom menneske og natur, i tillegg til sammenhenger i naturen i seg selv (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). At elevene «må lære å se ting i sammenheng» kan også innebære det å se sammenhenger på tvers av faggrensener. Generell del har innhold som tydelig oppmuntrer til å se sammenhenger utover fagenes grenser. Eksempelvis står det skrevet at «for å gi overblikk og sammenheng er det derfor også viktig å planlegge og samarbeide om undervisningen på tvers av fag, slik at relevansen av fagene for hverandre trer fram og mer helhetlig forståelse utvikles» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 20). Et annet sted står det at undervisningen i naturfag og økologi må «knyttes til samfunnsfaglig innsikt i økonomi og politikk, og til etisk orientering». Det finnes også innhold som kombinerer det å oppmuntre til tverrfaglig arbeid og bidra også utover eget lokalmiljø, her eksemplifisert med at det er «nødvendig å utvide innsikten om sammenhenger på tvers av faggrensener, og å mobilisere til innsats på tvers av landegrensener» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 20). Å arbeide tverrfaglig kan forstås som en pedagogisk tilnærming som kan gi elevene mulighet til å koble kunnskap fra ulike fag til et felles system, eller helhet slik ordlyden lyder i det foregående. Generell del inneholder ikke tydelige føringer for hvilke pedagogiske tilnærminger som skal benyttes.

Dermed finnes det heller ikke tydelige føringer om pedagogiske tilnærminger som skal benyttes, for at elevene skal kunne gjøre koblinger og se aktuelle sammenhenger innenfor ulike systemer. Det står likevel at undervisningen må «legges opp med nøye omtanke for samspillet mellom konkrete oppgaver, faktisk kunnskap og begrepsmessig forståelse» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 10) og at «læring og opplevelser må sveises sammen» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 11). Dette innholdet kan være aktuelt i forbindelse med å se hvordan ulike elementer henger sammen og at de ulike elementene opplæringen konsentrere seg om, ikke gir den samme meningen sett som totalt uavhengige fra hverandre. Under delen om «kreative evner», står det også noe som kan vurderes som aktuelt, i forbindelse med skapende evner. Her står det at «skapende evner vil si å oppnå nye løsninger på praktiske problemer ved uprøvde grep og framgangsmåter, ved å oppspore nye sammenhenger gjennom tenkning og forskning...» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 5). Det å arbeide mot selv å oppspore nye sammenhenger, kan trekkes frem som aktuelt i en sammenheng der ulike kunnskapselementer skal forstås som en del av et system. Under «vitenskapelig arbeidsmåte og den aktive elev», står dette om å overføre lærdom: «utdanningen skal ikke bare overføre lærdom - den skal også gi elevene kompetanse til å skaffe seg og vinne ny kunnskap» og dette om oppfinnsom tenking «oppfinnsom tenking innebærer å kombinere det en vet, til å løse nye og kanskje uventede praktiske oppgaver» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 7). Dette innholdet er trukket frem som aktuelt, i en sammenheng der å trene på å kombinere kunnskap, og se sammenhenger kan forstås som nyttig i et arbeid med å se helhet og system.

Innhold fra overordnet del som inviterer til systemforståelse

Overordnet del tar ikke i bruk begrepet system og omtaler ikke arbeid med system direkte, men har flere elementer som berører det å se sammenhenger. Eksempelvis finnes innhold som oppmuntrer til arbeid på tvers av områder som natur, klima og samfunn, ved at «elevene skal utvikle bevissthet om hvordan menneskers levesett påvirker naturen og klimaet, og dermed også våre samfunn» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7). Det finnes også innhold som viser til miljømessige, sosiale og økonomiske forhold og sider, skrevet i sammenheng. Eksempelvis står det skrevet at «en bærekraftig utvikling bygger på forståelsen av sammenhengen mellom sosiale, økonomiske og miljømessige forhold» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 13) og «teknologisk kompetanse og kunnskap om sammenhengene mellom teknologi og de sosiale, økonomiske og miljømessige sidene ved bærekraftig utvikling står derfor sentralt i dette temaet» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 14). I den overordnede delen finnes det ikke innhold som tydelig inviterer til å se sammenhenger fra det lokale til det globale. Det finnes derimot

innhold som viser til å se sammenhenger på tvers av ulike aspekter ved bærekraftig utvikling. Hva ulike aspekter innebærer, må tolkes. Ordrett står det skrevet at «elevene skal lære om sammenhengen mellom de ulike aspektene ved bærekraftig utvikling» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 14). Overordnet del inneholder noe innhold som kan være aktuelt i forbindelse med pedagogiske tilnærminger som muliggjør anskaffelse av systemforståelse som kompetanse. Det kan være aktuelt å trekke frem det å arbeide tverrfaglig, hvis kunnskapselementer fra ulike fag skal kobles sammen til et system. Det finnes i Overordnet del innhold som inviterer til å se sammenhenger mellom ulike fag, eksempelvis ved at arbeid med de tverrfaglige temaene «skal bidra til at elevene oppnår forståelse og ser sammenhenger på tvers av fag" (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 12). Det å arbeide med problemstillinger og å løse ulike problemer, kan assosieres med å trene på å kombinere kunnskap, og se sammenhenger, som igjen kan forstås som nyttig i et arbeid med å se helhet og system. Innhold som viser til det å løse problemer eller arbeid med problemstillinger finnes flere steder i planen. Under «tverrfaglige temaer» står det skrevet at: «elevene utvikler kompetanse knyttet til de tverrfaglige temaene gjennom arbeid med problemstillinger fra ulike fag» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 12). Andre steder i planen står det at opplæringen skal «gjøre dem fortrolige med etiske problemstillinger» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 6) og at «elever som lærer om og gjennom skapende virksomhet, utvikler evnen til å uttrykke seg på ulike måter, og til å løse problemer og stille nye spørsmål» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7). Det står også at elevene skal «...delta i varierte aktiviteter av stadig økende kompleksitet» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 10) og «ved å bruke varierte læringsarenaer kan skolen gi elevene praktiske og livsnære erfaringer...» (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 15). Dette innholdet er trukket frem som aktuelt, i forbindelse med at varierte aktiviteter med ulik grad av kompleksitet, gjerne hentet fra ulike læringsarenaer, kan vurderes som en åpning for arbeid der elevene selv får mulighet til å koble opplevelser og erfaringer fra de ulike aktiviteter og dermed se større sammenhenger.

Forskjeller i invitasjon til systemforståelse i Generell del og overordnet del

Begge de overordnede delene har innhold, som inviterer til å se sammenheng og prinsipper som kan være aktuelle sett i sammenheng med aktuelle pedagogiske tilnærminger. En oversikt over likhetene og forskjellene kan leses ut av tabellen, se Tabell 8.

Tabell 8: En oversikt over innhold som inviterer til systemforståelse hentet fra Generell del (LK06) og Overordnet del (LK20)

Generell del	Overordnet del
Bruk av begrepet system og arbeid med kjente systemer:	
Tar ikke i bruk begrepet system eller omtaler arbeid med system direkte.	Tar ikke i bruk begrepet system eller omtaler arbeid med system direkte.
Relevante sammenhenger:	
<ul style="list-style-type: none"> • Økologi, etikk og politikk og økonomi, økologi og teknologi står skrevet i sammenheng. • Begrensninger tilknyttet natur, ressurser, teknologisk nivå og sosiale forhold settes i sammenheng med de konflikter som utløses når miljøhensyn skal prioriteres. • Det finnes innhold som viser til sammenhenger utover det lokale 	<ul style="list-style-type: none"> • Natur, klima og samfunn og sosiale, økonomiske og miljømessige forhold nevnes i sammenheng. Teknologi er også nevnt sammen med de sosiale, økonomiske og miljømessige sidene ved bærekraftig utvikling • Det skrevet om sammenhenger mellom ulike aspekter av bærekraftig utvikling
Innhold som kan sees i sammenheng med arbeid mot å kunne se ulike sammenhenger:	
<ul style="list-style-type: none"> • Arbeid på tvers av fag, omtales ved flere anledninger • Det understrekes at opplæringen ikke kun kan inneholde elementer fra en tilnærming der kunnskap overføres og det står skrevet om å løse (kanskje uventede) praktiske oppgaver. • Det vises til skapende evner i forbindelse med å løse problemer og oppspore nye sammenhenger • Det vises til samspillet mellom konkrete oppgaver, faktisk kunnskap og begrepsmessig forståelse • Det vises til at læring og opplevelser må sveises sammen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bærekraftig utvikling er oppført som et av tre tverrfaglige tema • Arbeid med problemstillinger er nevnt flere steder i dokumentet • Det står om skapende virksomhet i forbindelse med å løse problemer • Det finnes innhold om bruk av varierte læringsarenaer, økende kompleksitet og deltagelse i varierte aktiviteter

4.2.2 Systemforståelse i innledningene til læreplanene i Naturfag

Innhold fra innledning til læreplan i naturfag fra LK06, som inviterer til systemforståelse

Innledningen til læreplanen i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013), har innhold som oppmuntrer til arbeid med et system (økosystem) ved at det står at «kunnskap om biotiske og abiotiske faktorer i økosystemer er viktig for å forstå samspill i naturen» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 3). Det finnes også innhold som kan invitere til å se sammenhenger utover arbeid med system direkte. Eksempelvis vises det til en sammenheng mellom natur, individ, teknologi, samfunn og forskning, ved at det står at naturfaget skal «...bidra til at barn og unge utvikler kunnskaper og holdninger som gir dem et gjennomtenkt syn på spillet mellom natur, individ, teknologi, samfunn og forskning» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 2). Det finnes også innhold i innledningen som viser til en sammenheng mellom ulike emner eller fagområder, i dette tilfellet en sammenheng mellom naturvitenskap, teknologi og bærekraftig utvikling. Under hovedområdet «Teknologi og design» står det at «spillet mellom naturvitenskap, teknologi og bærekraftig utvikling står sentralt i dette hovedområdet» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 3). Innledningen har videre innhold som inviterer til å se en sammenheng mellom det lokale og globale, der det står at hovedområdet «Mangfold i naturen» dreier seg om «...menneskets plass i naturen, og om hvordan menneskelige aktiviteter har endret og endrer naturmiljøet lokalt og globalt» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 3). Det finnes ingen tydelige føringer for pedagogiske tilnærminger i denne innledningen. Det finnes likevel innhold som kan trekkes frem som aktuelt i forbindelse med arbeidet mot at elevene skal kunne se ulike sammenhenger selv. Under formålet med faget står det skrevet at «å arbeide både praktisk og teoretisk i laboratoriet og i naturen med ulike problemstillinger er nødvendig...» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 2). Praktisk arbeid på ulike læringsarenaer kan være aktuelt innhold, i kombinasjon med en forståelse av at praktisk arbeid kan innebære handlingsrom for elevene der de kan arbeide med å gjøre koblinger mellom ulike kunnskapselementer og erfaringer og dermed se ulike sammenhenger.

Innhold fra innledning til læreplan i naturfag fra LK20, som inviterer til systemforståelse

Innledningen til læreplanen i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2019b), har innhold som oppmuntrer til arbeid med et system, i form av jorda som system. I innledningen står det at «Kunnskap om jorda som system og hvordan menneskene påvirker dette systemet, skal gi

elevene grunnlag til å ta bærekraftige valg» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 3). Videre finnes det noe innhold, som viser til en sammenheng mellom menneskers måte å leve på og påvirkning de ulike valgene kan ha for livet på jorda. Det er beskrevet ved at «Elevene skal få innsikt i hvordan menneskets levesett og handlinger påvirker livet på jorda» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 2). Ordlyden «Livet på jorda» kan innebære mye mer enn kun naturen. Et eksempel på dette kan være sammenhenger mellom de åpenbare konsekvensene på naturen, og hvordan disse konsekvensene igjen påvirker samfunn og mennesker direkte. I innledningen finnes det også innhold som inviterer til å se en sammenheng mellom det lokale og det globale, ved at "...elevene skal få kompetanse til å gjøre miljøbevisste valg og handlinger, og se disse i sammenheng med lokale og globale miljø- og klimautfordringer" (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 4). Det står også skrevet at «Kunnskap om samspillet mellom natur, individ, teknologi og samfunn kan fremme elevenes evne til kritisk tenkning og bidra til at de tar bevisste valg i hverdagen» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 2). Dette kan fungere som et eksempel på at innledningen har innhold som oppmuntrer til å se sammenhenger på tvers av fagområder og emner. Innledningen gir ingen tydelige føringer for pedagogiske tilnærminger som skal benyttes. Det vises likevel flere steder til at undervisningen i naturfag skal være praktisk og utforskende. Eksempelvis står det at «naturfag skal forberede elevene på et arbeids- og samfunnsliv som vil stille krav til en utforskende tilnærming og teknologisk kompetanse», at alle fag skal bidra til at elevene «får arbeide praktisk og utforskende med faget» og at «elevene skal oppleve naturfag som et praktisk og utforskende fag» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 2). At undervisningen er praktisk og utforskende, kan være aktuelt i forbindelse med arbeid med å se ulike sammenhenger. Dette forutsetter at praktisk og utforskende arbeid, forstås som arbeid der elevene får handlingsrom til å kombinere ulike kunnskapselementer og se etter ulike sammenhenger med erfaringer og opplevelser de får på ulike arenaer.

Forskjeller i invitasjon til systemforståelse i innledningene til læreplanene

Begge innledningene til læreplanene har innhold, som inviterer til å se sammenheng og prinsipper som kan være aktuelle sett i sammenheng med aktuelle pedagogiske tilnærminger. En oversikt over likhetene og forskjellene kan leses ut av tabellen, se Tabell 9.

Tabell 9: En oversikt over innhold som inviterer til systemforståelse, hentet fra innledningen til læreplanen i naturfag fra LK06 og i tilsvarende innledning fra læreplan i naturfag fra LK20

Innledning til læreplan i naturfag fra LK06

Innledning til læreplanen i naturfag fra LK20

Bruk av begrepet system og arbeid med kjente systemer:	
Det vises til økosystem	Det vises til jorda som system
Relevante sammenhenger:	
<ul style="list-style-type: none"> • Naturvitenskap, teknologi og bærekraftig utvikling og natur, individ, teknologi, samfunn og forskning står skrevet i sammenheng • Det vises til utfordringer knyttet til miljøet lokalt og globalt 	<ul style="list-style-type: none"> • Natur, individ, teknologi, samfunn og står skrevet i sammenheng, i tillegg til at de øvrige temaene videre er satt i sammenheng med kritisk tenkning. • Menneskers levesett og handlinger er koblet sammen med «livet på jorda» • Det vises til utfordringer knyttet til miljøet lokalt og globalt
Innhold som kan sees i sammenheng med arbeid mot å kunne se ulike sammenhenger:	
<ul style="list-style-type: none"> • Det vises til at både praktisk og teoretisk arbeid med ulike problemstillinger er en nødvendighet. Et arbeid som kan foregå både i naturen og på laboratoriet 	<ul style="list-style-type: none"> • Det vises til at undervisningen skal være praktisk og utforskende

4.2.3 Systemforståelse i kompetansemålene etter 10. trinn fra læreplanene i naturfag

Kompetansemål i læreplanen i naturfag fra LK06, som inviterer til systemforståelse

Blant kompetansemålene i læreplanen for naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013), finnes det mål som inviterer til arbeid med system direkte, i dette tilfellet økosystem. Det står i et av kompetansemålene at eleven skal kunne «undersøke og registrere biotiske og abiotiske faktorer i et økosystem i nærområdet og forklare sammenhenger mellom faktorene» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). Det finnes også mål som kan forstås som en invitasjon til å se sammenhenger utover åpenbare miljømessige sider, ved at eleven skal kunne «undersøke ulike interessegruppers syn på påvirkningen...» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). Et annet mål som viser til å se etter sammenhenger er kompetansemålet som inkluderer sammenhenger mellom årsak og virkning (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). Av kompetansemålene etter 10. trinn, finnes det ingen mål som tydelig inviterer til å se

sammenhenger fra det lokale til det globale og det finnes ikke tydelige sammenhenger mellom kompetansemålene, eksempelvis ved bruk av like begreper og fenomener i ulike mål. Utover arbeidet med økosystem og interessegrupper, der elevene kan bli utfordret til å se sammenhenger, finnes det få kompetansemål som tydelig inviterer til et slikt arbeid. Under «teknologi og design» finnes likevel to kompetansemål som inviterer til at elevene selv skal utvikle, vurdere og teste for å finne løsninger. Her står det at eleven skal kunne «utvikle produkter ut fra kravspesifikasjoner og vurdere produktenes funksjonalitet, brukervennlighet og livsløp i forhold til bærekraftig utvikling» og «teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess, og vurdere materialbruken ut fra miljøhensyn» (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 10). Dette kan være aktuelt innhold sammen med en forståelse av at elevarbeidet, slik det beskrives, innebærer et handlingsrom for elevene der de selv kan arbeide med å finne sammenhenger og koble informasjon fra ulike arenaer. Det finnes andre kompetansemål som inkluderer praktisk arbeid. Eksempler på dette kan være: «undersøke egenskaper til noen stoffer fra hverdagen og gjøre enkle beregninger knyttet til fortykning av løsninger», «undersøke og klassifisere rene stoffer og stoffblandinger etter løselighet i vann, brennbarhet og sure og basiske egenskaper», «planlegge og gjennomføre forsøk med påvisningsreaksjoner, separasjon av stoffer i en blanding og analyse av ukjent stoff» og «undersøke hydrokarboner, alkoholer, karboksylsyrer og karbohydrater, beskrive stoffene og gi eksempler på framstillingsmåter og bruksområder». Dette er likevel relativt beskrivende kompetansemål med et relativt begrenset handlingsrom, som kan fungere begrensende på elevenes muligheter til selv å arbeide med å se sammenhenger og som kan gjennomføres uten behov for at eleven plasser kunnskapen inn i en større helhet eller system.

Kompetansemål i læreplanen i naturfag fra LK20, som inviterer til systemforståelse

Blant kompetansemålene i læreplanen for naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2019b), finnes det mål som inviterer til arbeid med kjent system, i dette tilfellet økosystem. I et mål står det at eleven skal kunne «Utforske sammenhenger mellom abiotiske og biotiske faktorer i et økosystem...» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Det finnes også kompetansemål som omhandler dilemmaer, og dermed ulike sider av en sak som kan sees i sammenheng. I læreplanen for naturfag står det at eleven skal kunne «Gi eksempler på og drøfte aktuelle dilemmaer knyttet til utnyttelse av naturressurser og tap av biologisk mangfold» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Det finnes også kompetansemål som tydelig inviterer til å sammenhenger mellom det lokale og globale, ved at eleven skal kunne «drøfte hvordan

energiproduksjon og energibruk kan påvirke miljøet lokalt og globalt» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Flere av kompetansemålene etter 10. trinn inneholder like begreper eller fenomener, noe som kan gjøre det enklere å se hvordan målene kan henge sammen. Eksempelvis går begreper som energi, kretsløp og biologisk mangfold igjen i flere mål (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 9-10). Det kan være aktuelt å trekke frem at flere av kompetansemålene er utforskende mål. Eksempelvis står det at eleven skal kunne «utforske, forstå og lage teknologiske systemer...» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10), «bruke programmering til å utforske naturfaglige fenomener» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10) og «...utforske ulike måter å omdanne, transportere og lagre energi på» (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Utforskende arbeid kan være aktuelt med tanke på arbeid med å se etter sammenhenger. Dette forutsetter at utforskende arbeid forstås som arbeid der det gis handlingsrom for elevene der de selv kan arbeide mot å koble ulike kunnskapselementer og erfaringer.

Forskjeller i invitasjon til systemforståelse blant kompetansemålene i læreplanene

Begge læreplanene har innhold i form av kompetansemål for hva eleven skal kunne etter 10. trinn, som inviterer til å se sammenheng og prinsipper som kan være aktuelle sett i sammenheng med aktuelle pedagogiske tilnærminger. En oversikt over likhetene og forskjellene kan leses ut av tabellen, se Tabell 10.

Tabell 10: En oversikt over invitasjoner til systemforståelse hentet fra kompetansemål for hva eleven skal kunne etter 10.trinn fra læreplanen i naturfag fra LK06 og i tilsvarende læreplan i naturfag fra LK20

Kompetansemål (etter 10.trinn) fra læreplanen i naturfag fra LK06

Kompetansemål (etter 10.trinn) fra læreplanen i naturfag fra LK20

Bruk av begrepet system og arbeid med kjente systemer:	
Det vises til økosystem	Det vises til økosystem
Relevante sammenhenger:	
<ul style="list-style-type: none"> • En målformulering inkluderer «ulike interessegruppers syn». • En målformulering viser til sammenheng mellom årsak og virkning. 	<ul style="list-style-type: none"> • En målformulering inkluderer å «drøfte aktuelle dilemmaer». • En målformulering viser til energiproduksjon og -bruk koblet til miljøet lokalt og globalt». • Ulike begreper og fenomener går igjen i ulike målformuleringer, noe som kan gjøre det lettere å se sammenhenger mellom de ulike målformuleringene
Innhold som kan sees i sammenheng med arbeid mot å kunne se ulike sammenhenger:	
<ul style="list-style-type: none"> • Det finnes målformuleringer hvor det inviteres til elevaktivitet ved at elevene skal utvikle produkter og teste egenskaper ved materialer. • Det inviteres også til elevaktivitet ved at elevene skal gjøre forsøk, undersøke, registrere, klassifisere, observere, sammenligne, sammenstille og presentere. Flere av målformuleringene beskriver i større grad forsøk eller undersøkelser, med relativt tydelige rammer og kriterier for det som skal undersøkes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Det finnes flere utforskende mål, både innenfor teknologiske systemer, ved hjelp av programmering, og omdanning, transportering og lagring av energi. Flere av målformuleringene er relativt lite detaljerte.

5. Diskusjon

I det følgende vil resultatene diskuteres. Diskusjonsdelen er delt i tre hoveddeler i tillegg til en avsluttende del og en del med forslag til videre forskning. Den første delen er en drøfting av hva slags bærekraftinnhold som finnes i de overordnede delene og i læreplanen fra LK06 og LK20 i naturfag for ungdomsskoletrinnet. Den andre delen er en drøfting av hvordan bærekraftkompetansen, systemforståelse, kommer til uttrykk i de overordnede delene og i læreplanen fra LK06 og LK20 i naturfag for ungdomsskoletrinnet. Den siste delen er en drøfting av hva slags konsekvenser de ulike funnene kan ha for en ungdomsskolelærer i naturfag. I alle delene der det refereres til kompetansemål er det kompetansemålene som er oppført etter 10. trinn det refereres til.

5.1 Bærekraftinnhold i LK06 og LK20

5.1.1 Bærekraftinnhold i de overordnede delene

Både Generell del og Overordnet del har innhold, som er svært aktuelt med tanke på bærekraftig utvikling. I Overordnet del er begrepet i seg selv definert med utgangspunkt i definisjonen slik den ble kjent gjennom rapporten «Vår felles framtid» (Brundtland & Dahl, 1987, s. 13-14). Det samme er ikke tilfellet for Generell del. I den sistnevnte delen er mye av bærekraftinnholdet tilknyttet natur og miljø, blant annet gjennom delkapittelet «Det miljøbevisste mennesket». Når bærekraftig utvikling blir brakt på banen, er det ikke uvanlig at oppmerksomheten rettes mot miljøet. Det kan eksemplifiseres med utgangspunkt i termen EE, der miljø tidlig ble et nøkkelord og en forståelse av innholdet i begrepet gjerne likestilles med økologi og studier av naturen, som beskrevet under delkapittel om UBU (McKeown & Hopkins, 2003, s. 3-4; UNEP, 1975). I Overordnet del finnes det også innhold som berører miljøtrusler og menneskelig påvirkning på naturen og det finnes en egen del kalt «Respekt for naturen og miljøbevissthet». Et vesentlig punkt er likevel at bærekraftig utvikling er oppført som et av tre tverrfaglige tema, og at det vises sosiale, økonomiske og miljømessige forhold satt i sammenheng (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 13). Dette er en inndeling, godt kjent fra bærekraftlitteraturen og begrepet ESD/UBU, (McKeown & Hopkins, 2003, s. 4), se Figur 1. Disse dimensjonene har tidligere blitt beskrevet som sammenkoblede og overlappende, der mange ulike temaer gjør seg gjeldende (se delkapittel 2.3) (Korsager & Scheie, 2015). I tråd med dette trekkes, det i Overordnet del frem at bærekraftig utvikling handler om

problemstillinger tilknyttet ulik tematikk. I denne sammenheng vises det til miljø og klima, helse og likestilling og fattigdom og fordeling av ressurser som eksempler på slik tematikk (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 13). Tilsvarende eksempler kan hentes fra bærekraftlitteraturen, når de ulike dimensjonene skal beskrives (Korsager & Scheie, 2015). I Generell del vises det ikke til de kjente bærekraftdimensjonene direkte, men det finnes likevel innhold som kan sees i sammenheng med det foregående. Der Overordnet del viser til problemstillinger tilknyttet ulik tematikk vises det i Generell del til sammenflettede kriser tilknyttet helse, fattigdom, overforbruk, og vekst i økonomi på bekostning av naturen (Utdanningsdirektoratet, 1993). Det er liten forskjell på hvilken tematikk det, i denne sammenheng, vises til i de overordnede delene. Bærekraftlitteraturen vektlegger at det må jobbes med sammenhenger mellom alle dimensjonene da situasjoner innenfor de ulike dimensjonene påvirker hverandre (Rieckmann, 2018a) (se side 20). Både problemstillinger tilknyttet ulik tematikk og sammenflettede kriser kan forstås som elementer tilhørende ulike dimensjoner som er flettet i hverandre og at endring innenfor en dimensjon vil påvirke de andre. I tillegg til de sammenflettede krisene finnes det noe mer innhold fra Generell del som kan tolkes som eksempler tilhørende ulike dimensjoner. Et eksempel kan være der natur, ressurser, teknologisk nivå og sosiale forhold, er satt i sammenheng, i forbindelse med å ta hensyn til ulike begrensninger (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). Det er ikke bare bærekraftdimensjonene som kan være interessant å koble opp mot innholdet i de overordnede delene. Eksemplene på tematikken det har blitt vist til i sammenheng med henholdsvis problemstillinger og sammenflettede kriser, kan også settes i nær sammenheng med de ulike nøkkeltemaene for ESD, kjent som klimaendringer, biologisk mangfold, bærekraftig produksjon og forbruk og reduksjon av fattigdom (Rieckmann, 2018a). I Overordnet del nevnes i tillegg globale klimaendringer, forurensing og tap av biologisk mangfold direkte, som eksempler på de største miljøtruslene i verden (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7). Nøkkeltemaene har tidligere (se side 20) blitt beskrevet som knagger eller bokser som andre temaer kan sorteres med utgangspunkt i. I Generell del vises det ikke til nøkkeltemaene direkte, men det vises til blant annet sur nedbør, skogdød og drivhuseffekt. Dette er temaer med høy aktualitet relatert til klimaendringer (Kallarackal & Roby, 2012; Larsen & Haugesund omland skoglag, 2011; Rieckmann, 2018a), og som kan kjennes igjen fra tidligere beskrivelser der skogens rolle og drivhuseffekt blir benyttet som aktuelle eksempler. Teknologi er et annet område som nevnes i begge de overordnede delene. I Overordnet del settes teknologibruk i direkte sammenheng med bærekraft, mens teknologi i Generell del settes i sammenheng med mennesker og natur. Å støtte seg til teknologien som en løsning på

bærekraftproblematikk, er ikke et ukjent fenomen (Sinnes, 2015, s. 28-31) slik beskrevet på side 23, og det kan være interessant å merke seg at teknologi inkluderes i begge de overordnede delene. Forskjellen i at Overordnet del setter teknologibruk i direkte sammenheng med bærekraft, kan igjen tolkes som en noe tydeligere formulering der teknologibruk kan sees i sammenheng med alle de ulike bærekraftdimensjonene.

5.1.2 Bærekraftinnhold i innledning til naturfag

Både innledningen til læreplanen i naturfag fra LK06 og LK20 har innhold som viser til at elevene gjennom faget skal få henholdsvis opplevelser, kunnskap og forståelse/naturopplevelser og et faglig grunnlag til å “verne om naturressurser, bevare biologisk mangfold og bidra til en bærekraftig utvikling (Utdanningsdirektoratet, 2013; 2019b, s. 2). Vern av naturressurser nevnes i begge innledningene, også med tilknytning til kunnskap eller tradisjoner samene har (Utdanningsdirektoratet, 2013; 2019b, s. 4). Dette er tydelig relevant innhold, da vern om naturressurser og bevaring av biologisk mangfold settes i sammenheng med begrepet bærekraftig utvikling direkte. Det er i tillegg kjent at både vern av naturressurser og bevaring av biologisk mangfold er aktuell tematikk både tilknyttet nøkkeltema for ESD/UBU (Rieckmann, 2018a) og FNs 17 bærekraftsmål (UN General Assembly, 2015). I innledningen fra LK20 vises det også til bærekraftig utvikling direkte, der bærekraftig utvikling er oppført som ett av tre bærekraftig tema. Under denne inndelingen vises det til utfordringer tilknyttet biologisk mangfold, forvaltning av jordas ressurser og klima (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 4). At utfordringer knyttet til klima her blir inkludert eksplisitt, står i stil med at klimaendringer også er et eget nøkkeltema for ESD/UBU (Rieckmann, 2018a). I innledningen fra læreplanen fra LK06, finnes ikke tilsvarende inkludering av utfordringer tilknyttet klimaet. Det finnes i begge innledningene inndelinger der menneskelig påvirkning trekkes frem. Under inndelingen «Mangfold i naturen» fra LK06, finnes det innhold som viser til menneskelige aktiviteter og endring av naturmiljøet. Under «Jorda og livet på jorda» fra LK20, finnes det innhold som viser til at menneskers levesett påvirker jorda som system. De ulike bærekraftdimensjonene (McKeown & Hopkins, 2003, s. 4; Sinnes, 2015, s. 87-95), er sammenflettede, overlappende og utfordringer bør belyses fra ulike vinkler, og dermed utover kun endring av naturmiljøet. Å vise til at menneskers levesett påvirker hele jorda som system (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 3), kan tolkes som en invitasjon til å involvere den miljømessige, men også den økonomiske og sosiale dimensjonen i forståelsen av hva dette innholdet inkluderer. Det er kjent at det finnes flere perspektiver på

hvordan verden kan bevege seg over i en mer bærekraftig retning (se side 23). Et av perspektivene ser på teknologi som et redskap, som alene kan sørge for løsninger på de store globale problemene (Sinnes, 2015, s. 28-31). I begge innledningene trekkes teknologi frem som viktig i en bærekraftsammenheng (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 3; 2019b, s. 2-4) og kan dermed tolkes som en del av det totale bærekraftinnholdet. I den aktuelle innledningen fra LK20, aktualiseres ikke bare teknologi, men også det å være kritisk til informasjon, i en bærekraftsammenheng (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 4). En kobling som også er å finne i opplæringsloven (Opplæringslova, 1998). Det å være kritisk til kunnskap kan, som tidligere nevnt kobles til forståelse for kontroverser som globale klimaendringer (Kolstø, 2006; Sjøberg, 2009, s. 82-84).

5.1.3 Bærekraftinnhold i kompetansemålene i naturfag

Blant kompetansemålene fra begge de aktuelle innledningene, finnes det innhold som omhandler påvirkning på naturen, skrevet som henholdsvis naturområde og miljø (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9; 2019b, s. 10). I den aktuelle målformuleringen fra LK06, kobles påvirkningen til menneskelig aktivitet direkte og det legges opp til arbeid med forslag til tiltak som kan verne naturen (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). Bærekraftig utvikling innenfor den miljømessige dimensjonen har tidligere blitt oppsummert som å «ta vare på naturen på en slik måte at den er en fornybar ressurs for oss mennesker» (Korsager & Scheie, 2015). Målformuleringen fra LK06 kan tolkes som et arbeid med dette målet innenfor den miljømessige dimensjonen. Det finnes ikke tilsvarende målformuleringen blant de aktuelle kompetansemålene i LK20, som viser direkte til påvirkning på miljøet fra menneskelig aktivitet. Kunnskap samene har sett i sammenheng med henholdsvis ressursutnyttelse og forvaltning av naturen finnes derimot som kompetansemål i begge de aktuelle læreplanene (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9; 2019b, s. 10). En begrunnelse for at disse målformuleringene er aktuelle i en bærekraftsammenheng, kan også ta utgangspunkt i at naturressurser er kjent som et aktuelt kunnskapsområde i forbindelse med nøkkeltemaene for ESD/UBU (Rieckmann, 2018a). I LK20 er det aktuelle kompetansemålet likevel noe tydeligere koblet til bærekraftig utvikling, ved at bærekraftig forvaltning er termen som benyttes direkte i målformuleringen. Bruk av naturressurser er ikke det eneste kunnskapsområdet tilknyttet bærekraftig utvikling som inkluderes blant målformuleringene i de ulike læreplanene. Blant målformuleringer fra LK06 vises det til økosystem, fotosyntese og celleånding (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9). Blant målformuleringene fra LK20 vises

det til de samme begrepene, men her finnes det også målformuleringer som omtaler karbonkretsløp, drivhuseffekt, biologisk mangfold og klimaendringer (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 10). Økosystem, fotosyntese, celleånding og drivhuseffekt kan som beskrevet på side 20, tolkes som aktuelle temaer som igjen kan kobles til ulike nøkkeltemaer for ESD/UBU (Kallarackal & Roby, 2012; Kolstø, 2006, s. 85; Larsen & Haugesund omland skoglag, 2011; Rieckmann, 2018a). Biologisk mangfold og klimaendringer, som kompetansemål fra LK20 viser til, beskrives derimot som nøkkeltemaer for ESD/UBU i seg selv (Rieckmann, 2018a). Det finnes kompetansemål fra læreplanen i begge læreverkene som omhandler energiproduksjon (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 10; 2019b, s. 10) , og i LK20 inkluderes også energibruk på lik linje som energiproduksjon. At dette er høyaktuelle kompetansemål med tanke på bærekraftig utvikling, kan det argumenteres for blant annet med utgangspunkt i FNs17 bærekraftsmål og nøkkeltemaene for ESD/UBU. Blant FNs 17 bærekraftsmål vektlegges det å sikre tilgang til bærekraftig energi (UNESCO, 2017, s. 12-45), mens kunnskap om energieffektivitet blir trukket frem i arbeidet med nøkkeltemaene for ESD/UBU (Rieckmann, 2018a). I læreplanen fra LK06 finnes det et par høyaktuelle kompetansemål som også kan kobles til produksjon (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 10). I disse kompetansemålene skal materialbruk vurderes ut fra miljøhensyn og produkters livsløp skal vurderes i forhold til bærekraftig utvikling. Bærekraftrelevansen er naturligvis høy da begrepet bærekraftig utvikling benyttes direkte, men målene kan også argumenteres for å ha høy relevans med utgangspunkt i nøkkeltemaet Bærekraftig produksjon og forbruk (Rieckmann, 2018a). Tilsvarende kompetansemål finnes ikke blant de aktuelle kompetansemålene i LK20. En likhet derimot er at det finnes kompetansemål fra begge læreplanene som inkluderer det å være kritisk til innhold (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 9; 2019b, s. 9). Å argumentere for en kritisk tilnærming som en del av bærekraftinnholdet, har tidligere blitt gjort ved å vise til både Opplæringsloven og utvikling av en forståelse for kontroverser som globale klimaendringer (Kolstø, 2006; Opplæringslova, 1998; Sjøberg, 2009, s. 82-84).

5.1.4 Oppsummering av bærekraftinnholdet

Det finnes både likheter og forskjeller med tanke på hvordan innhold tilknyttet bærekraftig utvikling kommer til uttrykk i de analyserte delene fra LK06 og LK20. Begge læreplanverkene har innhold som omhandler natur og miljø, innhold som kan knyttes til de ulike bærekraftdimensjonene, egne inndelinger med høy relevans for bærekraftig utvikling og

innhold der det vises direkte til aktuelle begreper kjent fra bærekraftslitteraturen. Oppsummert kan det likevel se ut som LK20 har mer innhold med tydelige likhetstrekk til bærekraft og UBU-litteraturen. Denne påstanden kan begrunnes ved at det kun er i LK20 bærekraftig utvikling blir definert med utgangspunkt i definisjonen kjent fra Brundtlandkommisjonen. Denne definisjonen står skrevet i Overordnet del. Den overordnede delen fra LK20 er også den eneste delen der det vises til alle områdene, kjent fra bærekraftdimensjonene, i sammenheng. Bærekraftig utvikling er også oppført i seg selv, som et tverrfaglig tema i både Overordnet del og Innledningen til læreplanen i naturfag fra LK20. En annen forskjell på delene fra læreplanverket er at mens Globale klimaendringer og tap av biologisk mangfold nevnes direkte i både Overordnet del, innledning og kompetansemål i læreplanen fra LK20, så nevnes ingen av disse begrepene i verken Generell del eller kompetansemålene etter 10.trinn i læreplanen i naturfag i LK06. Klimaendringer og biologisk mangfold er begreper godt kjent som egne nøkkeltema for ESD/UBU. I både Generell del, Overordnet del og begge innledningene til læreplanene, kan man argumentere for at teknologi er å regne som en del av bærekraftinnholdet, men også her er det forskjell der teknologi eksplisitt kobles til bærekraft i LK20. Det samme gjelder for det å være kritisk til informasjon, som i den aktuelle innledningen fra LK20 aktualiseres i en bærekraftsammenheng. Det samme er ikke tilfellet for noen av de aktuelle delene i LK06, der verken teknologi eller det å være kritisk til informasjon kobles direkte til bærekraft. Det finnes innhold om samer og utnyttelse eller forvaltning av ressurser i begge planverkene. Av dette innholdet kobles også i dette tilfellet det fra LK20 tydeligere til bærekraft da bærekraftig ressursutnyttelse og bærekraftig forvaltning av naturen er uttrykksmåten som benyttes i henholdsvis den aktuelle innledningen og i kompetansemålet fra LK20. I LK06 inneholder ikke de aktuelle setningene bærekraftbegrepet direkte uttrykt. I tillegg til ulikt innhold kan det være aktuelt å vise til at analysen av de aktuelle kompetansemålene fra dette læreplanverket, viser en vesentlig større andel målformuleringer med høy tilknytning til bærekraftig utvikling fra LK20.

5.2 Systemforståelse i LK06 og LK20

5.2.1 Systemforståelse i de overordnede delene

Ingen av de overordnede delene tar i bruk eller viser til begrepet system direkte. Det finnes likevel innhold som viser til sammenhenger, som er svært aktuelle med tanke på bærekraft. Under tidligere delkapittel om bærekraftkompetanser ble systemforståelse beskrevet som en

viktig bærekraftkompetanse, som innebærer en evne til å analysere på tvers av ulike områder som samfunn, miljø, økonomi og lignende (Frisk & Larson, 2011). Begge de overordnede delene har innhold der tematikk tilknyttet de ulike dimensjonene settes i sammenheng. Det er likevel bare i Overordnet del fra LK20 at det vises til alle de tre bærekraftdimensjonene koblet sammen direkte. Det gjøres i tillegg ved to forskjellige anledninger. Systemforståelse innebærer ikke kun analyse på tvers av ulike dimensjoner, men også analyse på tvers av ulike skalaer som fra det lokale til det globale (Frisk & Larson, 2011) (se delkapittel 2.4.1). I Generell del vises det til at ulike valg kan ha konsekvenser som beveger seg over både tid og sted, eller «over generasjoner» og «på tvers av landegrenser» slik det står skrevet i planen. I dette tilfellet understrekes en sammenheng utover eventuelle lokale forhold. Samme forklaring kan benyttes der det står skrevet at «elevne må lære å se ting i sammenheng og bevare overblikk- lære å skue fremover i livet og utover i verden» (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 21). Sistnevnte setning er likevel lite konkret og kan i prinsippet innebære mye forskjellig. En sammenheng mellom det lokale og globale er ikke tilsvarende tydelig i Overordnet del fra LK20. I forbindelse med systemforståelse advares det, slik beskrevet på side 27, mot arbeid som fragmenterte deler i ulike fag (Frisk & Larson, 2011). Dette kan beskrives som å arbeide med ulike deler i ulike fag, som samlet sett er svært aktuelle innenfor et system, uten å sette delene sammen for å se etter en sammenheng. I arbeid med systemforståelse er dette noe som bør unngås og tverrfaglig arbeid kan bli en viktig faktor for å få det til. Dette er en holdning som har fått innpass i Generell del, der arbeid på tvers av fag omtales ved flere anledninger. I Overordnet del er viktigheten av tverrfaglig arbeid, ikke like tydelig presentert. Bærekraftig utvikling er oppført som et av tre tverrfaglige temaer, men det står likevel ikke skrevet noe om at det bør arbeides på tvers av fag med dette temaet. Når det skal arbeides med systemforståelse er det ingenting som tilsier at å vise til aktuelle sammenhenger, er nok i seg selv. Det har også blitt vist til ulike pedagogiske tilnærminger som muliggjør en utvikling av systemforståelse som kompetanse, se delkapittel 2.4.2. I tillegg til en tverrfaglig tilnærming, nevnes det også at både casestudier, prosjekt og problembasert læring, tankekart og arbeid med forsyningskjeder eller livssykluser kan være gode tilnærminger for å utvikle systemforståelse. Det bør i denne sammenheng nevnes at det i ingen av de overordnede delene finnes strenge føringer for hvilke pedagogiske føringer som bør benyttes da begge planverkene er kjent for å legge opp til metodefrihet (NOU 2015:8, 2015, s. 80; Raam & Alfarnæs, 2004, s. 4) (Se delkapittel 2.1.1). Det finnes likevel innhold som kan kobles opp mot å arbeide med å finne sammenhenger og som kan kombineres med bruk av anbefalte pedagogiske tilnærminger. Eksempelvis står det i Generell del at «læring og opplevelser må sveises sammen» og i både Generell del og

Overordnet del står det om henholdsvis «skapende evner» og «skapende virksomhet», i forbindelse med å løse problemer. Skapende evner beskrives i Generell del som å teste nye grep og fremgangsmåter og ved å tenke og forske seg frem til nye sammenhenger (Utdanningsdirektoratet, 1993, s. 5). Dette innholdet kan sees i tråd med å arbeide med problemer fra den virkelige verden (Lozano et al., 2017) og å finne frem til mulige løsninger og vurdere de ulike løsningene (Herreid, 2006, s. 27-44), slik casestudier og prosjekt- og prosjektbasert læring er eksemplifisert med utgangspunkt i å utvikle systemforståelse (se delkapittel 2.4.2). Det nevnte innholdet, viser til henholdsvis skapende virksomhet på en måte som kan forstås med utgangspunkt i elever som aktive i prosessen. Elever, som aktive deltagere i egen læringsprosess har også blitt beskrevet som et kjennetegn som bør gjelde for arbeid med alle bærekraftkompetansene (Rieckmann, 2018b, s. 49). Problemstillinger er et annet begrep, som til forskjell fra Generell del, blir nevnt gjentatte ganger i Overordnet del. Arbeid med problemstillinger, kan også passe godt overens med prosjekt- og problembasert læring, og arbeid med problemstillinger fra den virkelige verden (se delkapittel 2.4.2). Arbeid med problemstillinger kan i tillegg gi et handlingsrom for elevene der de får mulighet til å koble abstrakte begreper elevene kjenner til fra før, med mer konkrete praktiske eksempler, som et problem hentet fra virkeligheten kan belyse. Det kan være et godt utgangspunkt for arbeid med bærekraftkompetanser (Rieckmann, 2018b, s. 49). Generell del har ikke tilsvarende innhold, der det vises til problemstillinger, men det kommer frem at opplæringen ikke skal likestilles med overføring av kunnskap og det står skrevet om å løse praktiske oppgaver. Dette kan også forstås som innhold der det legges opp til et handlingsrom for elevene der ikke all kunnskapen er strukturert på forhånd. Det vises også til samspillet mellom konkrete oppgaver, faktisk kunnskap og begrepsmessig forståelse direkte. For at elevene skal kunne koble ulike kunnskapselementer og erfaringer, og på den måten se etter hvert komplekse sammenhenger mellom tilhørende ulike arenaer, kan det være naturlig å tenke at det i undervisningen bør benyttes varierte læringsarenaer, og at aktivitetene har økende grad av kompleksitet og elevdeltagelse. Det finnes innhold fra Overordnet del som viser til det sistnevnte.

5.2.2 Systemforståelse i innledning til naturfag

I innledningen til den aktuelle læreplanen fra LK20, står selve jorda nevnt som et system, der kunnskap, også om hvordan mennesker påvirker systemet, skal bidra slik at elevene kan få mulighet til å ta bærekraftige valg. Å se på jorda som system har tidligere blitt beskrevet som

aktuelt i forbindelse med systemforståelse (se delkapittel 2.4.1). Å kjenne igjen de ulike delene som tilhører det aktuelle systemet, er blant de momentene som beskrives som avgjørende for å forstå bærekraftkrisene, og i andre rekke også kunne finne løsninger (Strachan, 2009). Å kjenne igjen alle delene som tilhører jorda som system, vil inkludere et høyt antall komponenter og høy grad av kompleksitet. Økosystemet er et annet kjent system i bærekraftsammenheng. I motsetning til jorda som system, kan et økosystem være så lite som de døde og levende faktorene som finnes i en pytt, (se delkapittel 2.4.1). Hvis begrepet økosystem forstås på dette viset er jorda som system av en helt annen kompleksitetsgrad. I innledningen fra den aktuelle læreplanen fra LK06, vises det ikke til jorda som system, men økosystem. I tillegg til nevnte systemer, som er svært aktuelle med tanke på bærekraft, finnes det også innhold som viser til aktuelle sammenhenger uten at begrepet system benyttes direkte. Begge de aktuelle innledningene har innhold som viser til utfordringer knyttet til miljøet lokalt og globalt. Analyse av systemer på tvers av ulike skalaer som fra det lokale til det globale, har tidligere blitt inkludert i beskrivelsen av hva systemforståelse handler om (se delkapittel 2.4.1). Begge de aktuelle innledningene viser til relevant tematikk, tilknyttet de ulike bærekraftdimensjonene (McKeown & Hopkins, 2003, s. 4) i sammenheng. I begge planene er det likevel den økonomiske dimensjonen som ikke kommer like tydelig frem da hverken fattigdom, fordeling av ressurser eller produksjon er nevnt. Det sistnevnte er som kjent typiske eksempler som benyttes når den økonomiske dimensjonen skal beskrives (Korsager & Scheie, 2015). Det finnes likevel formuleringer fra begge planene som kan involvere mye, avhengig av tolkning. I LK20 står det om påvirkning av livet på jorda. Livet på jorda kan tolkes med utgangspunkt i alle de tre bærekraftdimensjonene. I innledningen til læreplanen (LK06) finner vi innhold der områdene naturvitenskap, teknologi og bærekraftig utvikling settes i sammenheng. Bærekraftig utvikling i seg selv, kan naturlig nok også forstås som et produkt av alle de tre dimensjonene. Livet på jorda og bærekraftig utvikling kan dermed også forstås som bestående av områder tilhørende ulike fag. På tross av dette finnes det ingen tydelige invitasjoner til samarbeid med andre fag, i noen av de aktuelle innledningene. Dette kan sees på som uheldig, også i sammenheng med systemforståelse, da det advares mot å arbeide med adskilte kunnskapselementer der det ikke inviteres til å se sammenhenger mellom fagene (Frisk & Larson, 2011). Det finnes heller ikke innhold i innledningene som legger tydelige føringer for hvilke pedagogiske tilnærminger som bør benyttes. Det vises likevel i den aktuelle innledningen fra LK06 til at arbeid med problemstillinger er en nødvendighet. Både naturen og laboratoriet nevnes som aktuelle arenaer for dette arbeidet. Arbeid med problemstillinger kan, som tidligere nevnt, være forenelig med en utvikling av systemforståelse gjennom

prosjekt- og problembasert læring, der elevene kan få mulighet til å arbeide med problemer fra den virkelige verden (Lozano et al., 2017). At elevene selv er aktive i læringsprosessen, trekkes også frem som en avgjørende faktor for arbeid med alle de ulike bærekraftkompetansene (Rieckmann, 2018b, s. 49). Det finnes ikke tilsvarende innhold i den aktuelle innledningen fra LK20, som beskriver arbeid med problemstillinger. I denne innledningen vises det derimot til at undervisningen skal være praktisk og utforskende. Tidligere har utforskende arbeid blitt beskrevet med utgangspunkt i aktive elever, som benytter kjente forskningsmetoder og som arbeider med å begrunne ulike avgjørelser (Øyehaug, 2017, s. 138). Dette er komponenter vi kjenner igjen fra litteraturen om bærekraftkompetanser og systemforståelse, der elevene skal være aktive i egen læringsprosess og at løsninger og løsningsstrategier skal evalueres og vurderes (Herreid, 2006, s. 27-44; Rieckmann, 2018b, s. 49; Sprain & Timpson, 2012).

5.2.3 Systemforståelse i kompetansemålene i naturfag

I begge de aktuelle læreplanene, finnes det kompetansemål der det skal arbeides med økosystemet og dermed økosystem som system står skrevet direkte. Økosystemet er som nevnt, gjentatte ganger, et aktuelt system i bærekraftsammenheng. Kompleksiteten i antall komponenter som skal forstås i et samspill i arbeid med økosystem, vil avhenge av hvilke økosystem/valgt miljø som skal studeres (Ratikainen & Semb-Johansson, 2020). I tillegg til økosystemet, som inkluderer termen system, finnes det innhold blant kompetansemålene i både LK06 og LK20 som viser til aktuelle sammenhenger uten at denne termen benyttes direkte. Eksempelvis legges det i en målformulering fra LK20, opp til en drøfting av påvirkning på miljøet både lokalt og globalt. Systemforståelse handler blant annet om å analysere komplekse systemer på tvers forskjellige skalaer som fra det lokale til det globale (Frisk & Larson, 2011). Av de aktuelle kompetansemålene fra LK06 finnes det ikke tilsvarende innhold som direkte peker på eller inviterer til analyse mellom det lokale og globale. LK06 derimot har en aktuell målformulering viser til sammenhenger mellom årsak og virkning. En systemforståelse krever, slik beskrevet på side 26, en forståelse for hvordan årsak og virkning henger sammen (Wiek et al., 2011). Av de analyserte kompetansemålene finnes det ingen målformuleringer i hverken LK06 eller LK20 som direkte peker på eller inviterer til analyse på tvers av områdene miljø, samfunn og økonomi eller til å se sammenhenger på tvers av fag. Både analyse på tvers av de nevnte områdene og ulike fag inngår, som kjent, i en beskrivelse av systemforståelse (Frisk & Larson, 2011). Selv om det

blant de aktuelle kompetansemålene fra LK20, ikke vises til slike sammenhenger direkte, å «gi eksempler på og drøfte aktuelle dilemmaer...» kan benyttes som utgangspunkt for utvikling av systemforståelse gjennom arbeid med case-studier. Det har allerede blitt beskrevet at case-studier kan ta form som dilemmaer og bærekraftoppgaver der elevene selv skal identifisere, analysere og prøve å finne ulike løsninger på problemer (Herreid, 2006, s. 27-44; Sprain & Timpson, 2012). Dette kan forstås som et godt utgangspunkt i arbeidet med å gi eksempler på og drøfte ulike dilemmaer med tilknytning til bærekraft. Det samme kan en beskrivelse av casestudier der elevene får tilgang til mye ustrukturert informasjon, og selv skal sortere og hente frem det som er relevant (Sprain & Timpson, 2012). I LK06 kan det være interessant å se på kompetansemålet der ulike interessegruppers syn skal undersøkes og tiltak skal foreslås. Gjennom arbeid med dette kompetansemålet kan elevene utforske problemer hentet fra den virkelige verden, i denne sammenheng problemer tilknyttet menneskelig påvirkning på miljø. Videre kan elevene undersøke dette problemet gjennom de ulike interessegruppens perspektiver, noe som vil stemme godt overens med tidligere beskrivelse av systemforståelse gjennom prosjekt- og problembasert læring (Lozano et al., 2017). Med utgangspunkt i foregående beskrivelser, er det likevel mulig å se for seg at gjennom å undersøke interessegruppers syn eller drøfte dilemmaer, kan de ulike dimensjonene inkluderes og det kan arbeides på tvers av fag. Dette på tross av at disse sammenhengene ikke er uttrykt direkte. Et fellestrekk for alle bærekraftkompetansene er at elevene selv må være deltagende og aktive underveis i læringsprosessen, og at det skapes et handlingsrom som gir elevene mulighet til å skape egne koblinger mellom begreper og erfaringer og mer konkrete eksempler (Rieckmann, 2018b, s. 49). Med LK20 har det kommet inn en del utforskende mål i læreplanen for naturfag. Det å utforske assosieres gjerne med utforskende arbeid, som kan beskrives med utgangspunkt i både aktive elever, undersøkende metoder og begrunnelser for avgjørelser (Øyehaug, 2017, s. 138). Av de aktuelle kompetansemålene fra LK06 finnes det også målformuleringer som inviterer til elevaktivitet og bruk av undersøkende metoder. Flere av disse målformuleringene beskrives likevel med noe tydeligere rammer og flere detaljer, enn det gjøres i de aktuelle utforskende målene fra LK20. Det kan dermed argumenteres for at det er noe mindre handlingsrom i flere av målformuleringene fra LK06, sett i forhold til de aktuelle målformuleringene fra LK20. Det kan være negativt med tanke på elevenes muligheter for å lage egne koblinger og se sammenhenger selv. Av de aktuelle kompetansemålene fra LK06, finnes det likevel unntak. Et par kompetansemål som trolig kan ha en god overføringsverdi til systemforståelse er de som omhandler utvikling av produkter, samt vurdering av produktets brukervennlighet og livsløp og testing og vurdering av

materialer, ut fra et miljøhensyn. Dette er mål som legger opp til høy grad av elevaktivitet, og som også innebærer å undersøke en livssyklus, der elevene kan undersøke et spesifikt produkt med utgangspunkt i et miljømessig perspektiv. Dette er en beskrivelse vi kan kjenne igjen fra beskrivelsen av arbeid med en livssyklus som utgangspunkt for systemforståelse, (Lozano et al., 2017) (se delkapittel 2.4.2). Av den nevnte beskrivelsen kan vi se at denne typen arbeid fint kan kombineres med utgangspunkt i både et miljømessig, økonomisk og sosialt perspektiv. Totalt når alle de aktuelle kompetansemålene analyseres, er det tydelig at av kompetansemålene i LK20 finnes det begreper og fenomener som går igjen i ulike målformuleringer. Det er ikke tilfelle for kompetansemålene fra LK06. Det å vise til like begreper og fenomener kan trolig gjøre at det er lettere å se de ulike målformuleringene i sammenheng og slik det har blitt beskrevet handler systemforståelse i hovedsak om å oppdage sammenhenger mellom ulike områder (Frisk & Larson, 2011).

5.2.4 Oppsummering systemforståelse

Det finnes både likheter og forskjeller i det som kan tolkes som en invitasjon til arbeid med systemforståelse, og dermed hvordan systemforståelse kommer til uttrykk i de overordnede delene og i naturfagsplanene (ungdomstrinnet) i gjeldende og kommende læreplanverk. I både LK06 og LK20 er det først i læreplanene det vises til et system, hvor ordet system benyttes i seg selv. I læreplanen fra LK06 er det økosystemet, det vises til i både innledning og i et kompetansemål. I LK20 derimot, vises det til jorda som system i innledningen, og økosystemet i et kompetansemål. Både det å vise til Jorda som system og økosystemet, har blitt beskrevet som aktuelt i en bærekraftsammenheng (se delkapittel 2.4.1). Der arbeid med økosystem kan bli begrenset til å gjelde en pytt, blir det med termen jorda som system aktuelt å inkludere utfordringer som klimaendringer og tap av biologisk mangfold. Det er kjent at ulike deler av et system kan gå over i hverandre og for å kunne forstå det fullstendige bildet er man avhengig av å kjenne til forholdet mellom de ulike delene systemet består av (Strachan, 2009). Eksempelvis kan klimaendringer og global oppvarming fører til et større tap av biologisk mangfold og økt fattigdom i verden, se side 20. For å forstå jorda som system kan det dermed være aktuelt å se etter sammenhenger også mellom de ulike bærekraftdimensjonene, som det har blitt vist til ved gjentatte anledninger (se Figur 1). Det kan være vanskeligere å inkludere en slik tankegang hvis arbeidet med økosystem har blitt begrenset til å gjelde et utvalgt miljø med relativt få komponenter. Arbeid med system kan uansett gi elevene mulighet til å undersøke og kjenne igjen de ulike delen som tilhører systemet og prøve å forstå hvor viktige

de er for systemets fungering (Strachan, 2009) Det finnes forskjeller i de to læreplanverkene på hvordan det inviteres til analyse på tvers av skalaer som fra det lokale til det globale, som er et viktig kjennetegn på systemforståelse (Frisk & Larson, 2011), som er beskrevet under delkapittel 2.4.1. I LK06 finnes det innhold som viser til sammenhenger utover det lokale i både Generell del og innledningen til den aktuelle læreplanen. I LK20 derimot finnes det ikke like tydelig invitasjon til arbeid med sammenhenger utover det lokale i Overordnet del. I den aktuelle læreplanen derimot finnes det lokale og globale nevnt i sammenheng, i både innledningen og i et kompetansemål direkte. Denne forskjellen vil drøftes videre i delkapittel 5.3.3. Videre er det kun i Overordnet del fra LK20 at det vises til områdene samfunn, miljø og økonomi koblet sammen direkte. Å kunne analysere på tvers av disse områdene er, som beskrevet under delkapittel 2.4.1 aktuelt i forbindelse med systemforståelse. At de aktuelle områdene står koblet sammen flere steder, kan tolkes som en understreking av at det bør arbeides med disse områdene i sammenheng. Et arbeid med å analysere slik beskrevet, trenger likevel ikke forstås som avhengig av at områdene er uttrykt direkte. Det finnes flere aktuelle temaer som kan kobles opp mot dimensjonene i begge læreplanverkene. Felles for begge læreplanene i naturfag er at det er den økonomiske dimensjonen det er vanskeligst å finne eksempler på. For å på en god måte kunne analysere på tvers av alle de ulike dimensjonene, blir det dermed naturlig å tenke at det bør samarbeides godt på tvers av fag. Noe som støttes fra bærekraftlitteraturen og litteraturen om systemforståelse (Frisk & Larson, 2011; Kvamme & Sæther, 2019; Sinnes, 2015) (Frisk & Larson, 2011) (se delkapittel 2.3.2. og 2.4.2). I Generell del vises det til viktigheten av arbeid på tvers av fag, flere steder, mens det er vanskeligere å finne en tydelig invitasjon til samarbeid med andre fag i de øvrige delene. I LK20 er bærekraftig utvikling oppført som et av tre tverrfaglige tema i både Overordnet del og i innledningen til den aktuelle læreplanen. På tross av denne inndelingen er det vanskelig å finne en tydelig invitasjon til samarbeid mellom de ulike fagene, i noen av aktuelle delene tilhørende LK20. I alt er det lite innhold som gir tydelige føringer for hvilke pedagogiske tilnærminger som bør benyttes i undervisningen. Både LK06 og LK20 omtales, som kjent, som læreplanverk med metodefrihet (NOU 2015:8, 2015, s. 80; Raaum & Alfarnæs, 2004, s. 4). Det finnes likevel forskjeller i måten de inviterer til aktuelle pedagogiske tilnærminger. I Generell del står det eksempelvis skrevet om å løse, kanskje uventede, praktiske oppgaver, mens det i innledningen til læreplanen vises til praktisk arbeid med ulike problemstillinger. I LK20 nevnes arbeid med problemstillinger flere steder i Overordnet del, i tillegg finnes det innhold om bruk av varierte læringsarenaer og deltagelse i varierte aktiviteter. I den aktuelle læreplanen vises det ikke til problemstillinger på samme måte, men det vises til at

undervisningen skal være praktisk og utforskende. Begge planverkene har dermed innhold som kan kombineres med tilnærminger der elevene kan jobbe med å utforske ulike sammenhenger, eksempelvis gjennom arbeid med casestudier eller prosjekt- og problembasert læring slik tidligere beskrevet og argumentert for. Det kan være verdt å nevne at det finnes flere forskjeller med tanke på kompetansemålene i de aktuelle læreplanene. Begge læreplanene har kompetansemål der henholdsvis arbeid med ulike interessegruppers syn og aktuelle dilemmaer, kan passe godt med den foregående beskrivelsen. Utover dette kan det se ut som de aktuelle kompetansemålene fra LK06 har flere kompetansemål med et mindre handlingsrom for elevene og dermed mindre mulighet til selv å finne ulike koblinger, enn de som er beskrevet i LK20. Et tydelig unntak er de kompetansemålene om produkter og materialer, som lett kan kombineres med arbeid med en livssyklus (se delkapittel 2.3.2). I tillegg til flere utforskende mål med færre detaljer og større handlingsrom, er flere av kompetansemålene fra LK20 tydeligere koblet sammen i seg selv.

5.3 Konsekvenser et skifte til LK20 kan ha for undervisning

5.3.1 Bærekraftinnhold og kompetanse i naturfag

Det finnes forskjeller i de aktuelle planverkene på hvilke bærekraftinnhold, men også på hvilken måte bærekraftinnholdet er løftet frem (se Tabell 5, Tabell 6 og Tabell 7). Begge læreplanverkene viser til bærekraftinnhold om natur og miljø, som henger tett sammen med tålegrensen til livgivende sykluser. Dette er kunnskap kjent som et resultat av hva naturvitenskapen har bragt frem over tid (Knain & Ødegaard, 2019, s. 135) (se delkapittel 2.5). Begrepet bærekraftig utvikling er i seg selv definert i Overordnet del (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 13-14). For å forstå hva dette begrepet innebærer kan et godt utgangspunkt være å bli kjent med denne definisjonen i seg selv. Arbeid med dette begrepet kan også inkludere kunnskap om klimaendringer og biologisk mangfold, som er begreper trukket frem i alle de analyserte delene fra LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7; 2019b, s. 4,10). Produksiden bidrar som beskrevet under delkapittel om naturfagskompetanse, med en solid kunnskapsbase med tanke på miljøspørsmål, også med teorier rundt klimaendringer og biologisk mangfold (Øyehaug, 2019, s. 43). For at elevene skal kunne opparbeide seg en ønskelig naturfagskompetanse og at faget skal kunne bidra til å fremme dannelse hos den enkelte elev, har det under nevnte delkapittel blitt beskrevet at arbeidet bør konsentrere seg om mer enn produksiden av naturvitenskapen (Duschl et al., 2007, s. 36). Klimaendringer kan fungere

som et godt eksempel i denne sammenheng. Som beskrevet på side 31, kan klimaendringer benyttes som et eksempel på en kontrovers der de enkle svarene uteblir (Kolstø, 2006; Sjøberg, 2009, s. 82-84). Det har tidligere blitt vist til (se side 20) argumenter for at både fotosyntese og drivhuseffekt er viktige begreper som kan være avgjørende for å forstå klimaendringer (Kallarackal & Roby, 2012; Kolstø, 2006, s. 85; Larsen & Haugesund omland skoglag, 2011; Rieckmann, 2018a). Naturvitenskapens produktside med læringstråd 1, kan stå for viktige bidrag i denne sammenheng. Denne kunnskapen vil likevel ikke være tilfredsstillende i et møte med klimaendringer slik tematikken behandles i politiske og offentlige debatter. For å forstå hvorfor det ikke finnes entydige svar på hva som bør gjøres med dagens klimasituasjon og hvorfor det fortsatt finnes sterkt uenige parter, har det på side 31 blitt beskrevet at det kan være nyttig å forstå hvordan naturvitenskapen blir til (Sjøberg, 2009, s. 82-88). Arbeid med hvordan naturvitenskapen blir til og læringstråd 3, kan dermed som beskrevet under delkapittel om naturfagskompetanse, gjøre at det blir lettere for eleven å vurdere ulike kontroverser selv. Et viktig prinsipp i en sammenheng der det finnes mye, også motsigende informasjon, vil være å være kritisk til informasjon slik læringstråd 4 beskriver (Duschl et al., 2007, s. 37) (se Tabell 1). Å være kritisk til informasjon trekkes også frem i LK20, der dette i tillegg eksplisitt kobles til bærekraft. Det samme er tilfellet for teknologi som også er koblet direkte til bærekraft i dette læreplanverket (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 3-4). Det er dermed viktig å understreke at det ikke bare er klimaendringer det går an å se for seg i forbindelse med ulike læringstråder. Teknologi vil eksempelvis kunne henge tett sammen med læringstråd 1 i form av aktuelle begreper, modeller eller teorier knyttet til teknologien, men også læringstråd 2 ved at elevene forsker og eksperimenterer med utgangspunkt i denne teorien selv. På denne måten kan man se for seg mye aktuelt innhold i forbindelse med de ulike læringstrådene, der biologisk mangfold i det følgende benyttes som et siste eksempel i denne sammenheng. Biologisk mangfold kan handle om å kunne forklare hva biologisk mangfold er, gjennomføre forsøk der mangfoldet undersøkes, forståelse for hvordan kunnskapen rundt biologisk mangfold har blitt til og å ta stilling til en debatt rundt ulike tiltak som bør gjennomføres for å unngå tap av et biologisk mangfold. Å følge viktige prinsipper i arbeidet med naturfagskompetanse, vil med andre ord innebære at det også arbeides med bærekraftinnholdet, med utgangspunkt i ulike tråder. Dette henger også sammen med forståelsen av at fremskritt i en tråd vil kunne fremme fremskritt i en annen (Duschl et al., 2007, s. 36) .

5.3.2 Bærekraftinnhold og undervisning for dybdelæring

Naturfaget er som kjent et fag, som sammen med andre fag skal bidra slik at elevene som går på skolen i dag, har det som trengs av kunnskaper og ferdigheter for å kunne fungere godt i et samfunn som er i rask utvikling og stadig stiller nye krav (Sjøberg, 2009, s. 40-41)(se delkapittel 2.1). For at elevene skal kunne bruke den kunnskapen de tilegner seg underveis, er det kjent at kunnskapen må organiseres og ikke kan forstås som uavhengige kunnskapselementer, -biter og -fragmenter (Voll & Holt, 2019, s. 33; Øyehaug, 2019, s. 40). En av lærerens oppgaver er å hjelpe eleven med denne organiseringen. En måte å gjøre dette på, er å koble undervisningen til tidligere undervisning og tilby ulike knagger eller bokser som kan fungere som mer overordnet tematikk (Øyehaug, 2019, s. 57-58). Klimaendringer og biologisk mangfold er som kjent en del av bærekraftinnholdet som kommer tydelig frem i LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7; 2019b, s. 4,10). Dette er også nøkkeltemaer for ESD/UBU (Rieckmann, 2018a), og kan fungere som slike knagger eller overordnet tematikk (se delkapittel 2.3). Når undervisningen skal planlegges er det kjent at den bør ta utgangspunkt i rike temaer, ha tydelige læringsmål og at elevene bør få muligheten til å demonstrere forståelse på mange forskjellige måter (Øyehaug, 2019). For å konkretisere dette ytterligere kan både klimaendringer og biologisk mangfold fungere som knagger elevene kan benytte når de skal arbeide med en autentisk problemstilling der eksempelvis skal ta stilling til om det bør bygges vindmøller på et område i eget lokalmiljø. I arbeid med en slik problemstilling vil man kunne inkludere ulike sider av en sak som vern av naturen, forvaltning av ressurser, muligheter for friluftsliv, konsekvenser for mangfoldet i naturen, behov for fornybare energikilder, muligheter for arbeidsplasser, økonomiske konsekvenser og lignende. Til flere av disse områdene finnes det tilknyttede teorier og modeller som kan hentes fra naturvitenskapen. Dette kan eksemplifiseres ned blant annet kunnskap om fenomener i naturen og tålegrensen til livgivende sykluser, slik beskrevet på side 28 (Knain & Ødegaard, 2019, s. 135). Videre kan det arbeides med hvordan en slik problemstilling kan henge sammen med nøkkeltemaer som klimaendringer og biologisk mangfold. At teknologi kan fungere som både en problemløser og årsak til problemer, kommer tydelig frem med LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 14). Arbeid med en problemstilling tilknyttet vindmøller som en teknologisk løsning for å utnytte vindkraft, kan eksemplifisere for elevene at teknologiske løsninger også kan føre med seg utfordringer.

Det har tidligere blitt vist til at arbeid med prosessiden av naturfaget kan være et godt utgangspunkt for arbeid med kontroverser som klimaendringer (Kolstø, 2006; Sjøberg, 2009, s. 82-84) (se delkapittel 2.5). Eksempelet med problemstillingen ovenfor tydeliggjør at denne typen arbeid også kan henge sammen med andre dimensjoner og fag. En undervisning som skal gi en dyp forståelse med klimaendring som «knagg», er kjent for å være et godt utgangspunkt for et tverrfaglig samarbeid (Kolstø, 2006, s. 85). Bærekraftig utvikling er presentert som et av tre tverrfaglig tema i LK20, likevel finnes det ikke innhold som tydelig inviterer til samarbeid mellom fagene (se side 69). Mye av ansvaret vil derfor ligge på læreren, i dette tilfellet også naturfagslæreren, for at et arbeid på tvers av fagene gjennomføres. Et samarbeid mellom lærere kan også være gunstig med tanke på en inkludering av alle bærekraftdimensjonene i undervisningen. Spesielt den økonomiske dimensjonen kan være vanskelig å finne i begge de analyserte læreplanene i naturfag (se side 71). Et samarbeid mellom lærere, også i forskjellige fag, kan danne et utgangspunkt for en diskusjon rundt hvordan arbeid med alle dimensjonene kan inkluderes i undervisningen. I hvilken grad lærere opplever det som viktig at undervisningen er i tråd med prinsipper for UBU, vil henge sammen med hvordan det nye læreplanverket ser ut innenfor det nivået Goodlad (1966) omtaler som «den oppfattede læreplanen» (se delkapittel 2.1.2). Læreplanverket slik det oppfattes fra lærerperspektivet, kan være langt fra intensjonene bak planverket (Goodlad, 1966, s. 11-12). I denne sammenheng kan det være vært å minne om at det av de analyserte kompetansemålene, finnes en vesentlig større andel målformuleringer i LK20 med høy grad av tilknytning til bærekraftig utvikling (se Figur 4). Dette kan forstås som en positiv utvikling sett i forhold til muligheten for at lærere ser viktigheten og ønsker å prioritere denne type undervisning som har blitt beskrevet i det foregående.

5.3.3 Systemforståelse og kompetanse i naturfag

Det finnes, slik tidligere beskrevet, likheter og forskjeller i det som kan tolkes som invitasjoner til arbeid med systemforståelse i de aktuelle planverkene (se Tabell 8, Tabell 9 og Tabell 10). Systemforståelse handler som kjent om å kunne analysere ulike sammenhenger på tvers av ulike områder (Frisk & Larson, 2011) (se delkapittel 2.4.1). Naturvitenskapen er kjent for å vise oss sammenhenger mellom mennesker og alt annet liv, gjennom blant annet kunnskap om økosystemer (Knain & Ødegaard, 2019, s. 135). Det vises til økosystem i begge planverkene, en av forskjellene er likevel at det i LK20 i innledningen til læreplanen for naturfag vises direkte til jorda som system (Utdanningsdirektoratet, 2019b, s. 3). Å se på hele jorda som

system kan innebære å inkludere en mye større kunnskapsbase, enn arbeid med et lite økosystem (se delkapittel 5.2.4). Uavhengig av om det skal arbeides med et lite økosystem, eller et større økosystem og jorda som system vil det i et naturfagsperspektiv være aktuelt å ta utgangspunkt i flere læringstråder. I tillegg til å kunne forklare systemene ved å anvende aktuelle begreper, modeller og teorier fra naturvitenskapen (jf. læringstråd 1), vil det være aktuelt å arbeide med læringstråd 2, der elevene selv kan få mulighet til å arbeide som forskere gjør (Duschl et al., 2007, s. 37). Det er i arbeidet med denne tråden mulig å utføre undersøkelser i forbindelse med et økosystem ved å kartlegge biotiske og abiotiske faktorer som finnes innenfor et begrenset miljø. En annen måte å arbeide med sammenhenger innenfor et økosystem i en større skala, gjerne med jorda som system, er å arbeide med autentiske og sammensatte problemstillinger. Arbeid med problem med utgangspunkt fra den virkelige verden er både kjent for å være gunstig med tanke på systemforståelse og er en mulighet for å inkludere arbeid med flere læringstråder samtidig (Kolstø, 2006; Lozano et al., 2017; Sjøberg, 2009, s. 82-84). Begge planverkene omhandler som kjent det lokale og det globale, men i ulike deler (se delkapittel 5.2.4). Det er kjent at erfaringer fra det lokale, kan overføres til en forståelse for det globale (Øyehaug, 2019, s. 53). Forstått med utgangspunkt i læringstrådene kan feltarbeid fra lokalmiljøet (jf. læringstråd 2), benyttes og sammenlignes med modeller og teorier (jf. læringstråd 1), for å forstå sammenhenger mellom det lokale og globale miljøet. I Overordnet del står som kjent samfunn, miljø og økonomi koblet sammen direkte (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 7, 13), og kan forstås som en tydeliggjøring av viktigheten av å se sammenhenger mellom disse dimensjonene (se delkapittel 5.2.4). En sammenheng viktig med tanke på bærekraftig utvikling generelt og systemforståelse spesielt (Frisk & Larson, 2011; Korsager & Scheie, 2015; McKeown & Hopkins, 2003, s. 4; Sinnes, 2015, s. 87-95). I begge de aktuelle naturfag læreplanene er det derimot vanskeligere å finne eksempler på alle dimensjonene (se delkapittel 5.2.4). Det er også kjent at samfunnsaktuelle kontroverser inkluderer mer enn naturfagets produkt- og prosesside alene (Kolstø, 2006, s. 85). Naturfaget kan bidra med både aktuelle teorier, begreper, teorier og inkluderer som kjent en stor kunnskapsbase med tanke på miljøspørsmål, men også kunnskap om naturvitenskap og forskningsmetoder (Sjøberg, 2009, s. 182-183; Øyehaug, 2019, s. 43). Dette kan utnyttes for å belyse og utvide perspektiver tilknyttet ulike dimensjoner og kontroverser, men siden det også finnes aktuell kunnskap knyttet til andre samfunnsområder vil et tverrfaglig samarbeid kunne være gunstig for å se helheten og bredden av sammenhenger (Kolstø, 2006, s. 85). Av analysen er det trukket frem innhold fra begge planverkene som omtaler praktisk arbeid og arbeid med problemstillinger, i forbindelse med systemforståelse (se delkapittel 5.2.4). At

arbeid med problemstillinger kan kombineres med de ulike læringstrådene som beskriver hva elevene bør lære i naturfag, er tidligere beskrevet (se delkapittel 2.5). Arbeid med problemstillinger kan igjen være et godt utgangspunkt for arbeid med utforskende arbeidsmåter, som er en term vi kjenner igjen i forbindelse med naturfagundervisning (Øyehaug, 2019). Med læreplanen i naturfag fra LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2019b), er det tydelig at det å utforske har fått innpass (se delkapittel 4.2.2 og 4.2.3). Selv om det finnes undersøkende målformuleringer i begge læreplanene, vises det i analysedelen til (se delkapittel 4.2.3) at flere av målformuleringene fra LK06 beskrives med noe tydeligere rammer og større grad av detaljer, enn de utforskende målene fra LK20. Tidligere har det blitt beskrevet at det er mye som tyder på at det praktiske arbeidet i naturfaget er redusert til kokebokforsøk på skolelaboratoriet (Haugan, 2018; Kolstø, 2006, s. 89). Det støttes som kjent av flere at dette ikke er vegen å gå for å oppnå naturfagkompetanse (Haugan, 2018; Øyehaug, 2019) og heller ikke forenlig med prinsipper for systemforståelse som innebærer en opplevelse av sammenhenger mellom ulike områder (Frisk & Larson, 2011, s. 8). Med hensyn til både naturfagkompetanse og systemforståelse må dermed naturfaglærere tørre å bevege seg vekk fra en faktabasert undervisningstradisjon (Borg et al., 2012) og benytte metodefriheten (NOU 2015:8, 2015, s. 80) i tråd med prinsipper for UBU (se delkapittel 2.3.1). Øyehaug understreker at naturfagundervisningen også bør legges opp slik at elevene ser en sammenheng mellom de ulike kunnskapsfragmentene (Øyehaug, 2019, s. 40). Sammenlignet med LK06 viser de aktuelle kompetansemålene fra LK20 tydeligere sammenhenger mellom de ulike kompetansemålene der flere aktuelle termer, i forbindelse med en bærekraftig utvikling, benyttes på tvers av ulike kompetansemål (se delkapittel 4.2.3). Dette kan tolkes som positivt i den forstand at det kan være lettere å se hvordan arbeid med de ulike kompetansemålene kan kombineres og hvordan kunnskapselementer kan sees i sammenheng.

5.3.4 Systemforståelse og undervisning for dybdelæring

Undervisning for systemforståelse og undervisning for dybdelæring har mange likhetstrekk. Kompetanse og dybdelæring er slik tidligere beskrevet, begreper som er omtalt og knyttet sammen i LK20 (Utdanningsdirektoratet, 2017, s. 10) (se delkapittel 2.1.1). Der å utdanne for systemforståelse innebærer å oppdage hvordan ulike områder som mennesker og natur er koblet sammen og går over i hverandre (Frisk & Larson, 2011, s. 8), vises det til at dybdelæring innebærer å se etter generelle sammenhenger og mønstre innenfor den aktuelle kunnskapen (Voll & Holt, 2019, s. 33). Det kan dermed være interessant å se hvordan en naturfaglærer

kan legge opp undervisning med utgangspunkt i å oppdage sammenhenger og aktuelle invitasjoner til arbeid med systemforståelse fra LK20. At det ikke legges føringer for hvilke tilnærminger som skal benyttes (NOU 2015:8, 2015, s. 80), gjør at mye avhenger av læreres valg og læreplanen slik den ser ut på det nivået, som er beskrevet av Goodlad (1979) som «den oppfattede læreplanen» (se Tabell 1). Å arbeide utforskende har som kjent fått innpass i det kommende læreplanverket (Utdanningsdirektoratet, 2019b), og sammen med innhold som aktualiserer problemstillinger og beskriver at undervisningen skal være praktisk gjør det igjen aktuelt å benytte seg av sammensatte problemstillinger som eksempel. Blant kompetansemålene er målformuleringen som inkluderer dilemmaer koblet sammen med energiproduksjon og -bruk trukket frem som aktuelle kompetansemål med tanke på systemforståelse. Det førstnevnte på grunn av mulighetene til å oppdage sammenhenger også utenfor de åpenbare miljømessige sidene og det andre på grunn av muligheter for å se sammenhenger mellom det lokale og globale (se delkapittel 4.2.3). Et arbeid, i tråd med nevnte innhold fra Overordnet del (Utdanningsdirektoratet, 2017) og innledning til den aktuelle læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019b) og med utgangspunkt i disse kompetansemålene, kan ta utgangspunkt i samme sammensatte problemstilling det er vist til tidligere (se delkapittel 5.3.2). I denne problemstillingen skal det som kjent vurderes om det bør bygges en vindmøllepark i nærområdet eller ikke. Denne problemstillingen kan føre med seg et arbeid hvor elevene kan få mulighet til å utforske ulike sider av en samfunnsaktuell sak, der også arbeid med flere kompetansemål kan kobles på. At undervisningen bør oppleves som av samfunnsmessig betydning, er et punkt som lenge har vært aktuelt i et dannelsesperspektiv (Klafki, 2001, s. 195-203). At flere kompetansemål lett kan inkluderes i arbeid med problemstillingen viser at det ikke bare er like termer i ulike kompetansemål, slik det finnes flere eksempler på i LK20 (se delkapittel 4.2.3), som kan gjøre sammenhenger mellom kompetansemål tydeligere. En annen positiv faktor er at arbeid med utfordringer i lokalmiljøet kan føre med seg erfaring som senere kan overføres til en global sammenheng (Øyehaug, 2019, s. 53). Et viktig prinsipp både innen naturfagundervisning og arbeid med systemforståelse, som beskrevet tidligere, er at undervisningen bør legges opp slik at elevene oppnår mer enn kunnskap som adskilte fragmenter (Frisk & Larson, 2011; Øyehaug, 2019, s. 40) (se delkapittel 2.4.2 og 2.5). At ulike sammenhenger kommer tydeligere frem og er lettere å oppdage, slik det foregående kan være eksempel på, kan dermed forstås som et tydelig positivt trekk ved undervisningen. Mye er likevel avhengig av læreren som i arbeid med problemstillinger fra den virkelige verden, bør fungere som en tilrettelegger og veileder, som

bidrar med gode støttestrukturer (Löfgren et al., 2013; Øyehaug, 2017; Øyehaug & Holt, 2013).

I arbeid med denne problemstillingen kan elevene få mulighet til å utføre ulike feltarbeid og utforske ulike interessegruppers syn innenfor rammene for problemstillingen. Hensikten med arbeidet vil være å bygge opp en god nok kunnskapsbank til å kunne vurdere problemstillingen fra ulike vinkler (Øyehaug, 2019, s. 43) (se delkapittel 2.3.1). For å få til dette må elevene både se kunnskapselementer fra naturvitenskapen i sammenheng, men også koble egne observasjoner opp mot denne kunnskapsbanken. Til slutt må elevene gjennom en kritisk tilnærming til innhold argumentere for ulike løsninger (Sjøberg, 2009, s. 82-88; Øyehaug, 2019, s. 43). Resultatet er at både læringstråd 1 (kunnskap om teorier, begreper og modeller som er aktuelle for problemstillingen), 2 (erfaring med å arbeide som en ekte forsker gjennom eksempelvis feltarbeid) og 4 (argumentasjon for ulike mulige løsninger) tydelig kan involveres. Det er mye som tyder på at med riktig veiledning og aktuelle spørsmål fra lærer underveis, kan elevene bygge på sin forståelse av hva naturvitenskapen som en vitenskap i seg selv innebærer (jf. læringstråd 3) (Øyehaug & Holt, 2014) (se delkapittel 2.5). En naturfagslærer som skal legge opp til undervisning for systemforståelse med utgangspunkt i vindmøllesaken ovenfor, kan slik eksempelet viser inkludere store deler av naturfaget og invitere til en organisering av ulike kunnskapselementer i en sammenheng. Det er likevel slik at problemstillinger innenfor bærekraftdiskursen, er kjent for å bevege seg utover fagets grenser. Vindmøllesaken ovenfor er ikke et unntak. I innledningen til den aktuelle læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019b) står det at elevene skal arbeide med jorda som et system, som er et tydelig komplekst system. For å kunne analysere komplekse systemer på tvers av ulike aktuelle områder, slik beskrevet under delkapittel 2.4.1, er det forståelig at arbeid med UBU oppfordres til å foregå også på tvers av fag (Kvamme & Sæther, 2019; Sinnes, 2015; UNESCO, 2017, s. 52).

5.3.5 Oppsummering undervisning for dybdelæring

Det finnes naturlig nok ikke et fasitsvar på hvilke konsekvenser innføringen av Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 har for undervisning for bærekraftig utvikling med utgangspunkt i naturfag på ungdomstrinnet. Det er likevel tydelig at kombinasjonen av bærekraftinnholdet og invitasjoner til systemforståelse kan fungere som argumenter for arbeid med sammensatte problemstillinger, der flere læringstråder inkluderes i arbeidet. Metodefriheten, som kan være beskrivende for både LK06 og LK20 (NOU 2015:8, 2015, s.

80; Raaum & Alfarnæs, 2004, s. 4), legger mye ansvar på læreren, og kan benyttes til å gjennomføre utforskende undervisning med utgangspunkt i sammensatte problemstillinger. Det er likevel kjent at metodefriheten tidligere har ført til en utstrakt bruk av mer tradisjonelle undervisningsmetoder (Sinnes & Jegstad, 2011, s. 8). Det har blitt vist til at den sammensatte problemstillingen om utbygging av vindmøller i nærmiljøet, kan være utgangspunkt for mye forskjellig arbeid. Eksempelvis kan en slik problemstilling forstås med utgangspunkt i både klimaendringer og biologisk mangfold, det kan jobbes med ulike kunnskapsområder aktuelle for UBU og forståelse for at teknologiske løsninger også kan være skaper av nye utfordringer. Det har i det foregående også blitt vist til at samme problemstilling kan være et godt utgangspunkt for arbeid med utvikling av systemforståelse. Problemstillingen kan være godt utgangspunkt for arbeid med sammenhenger mellom det lokale og det globale og å se sammenhenger mellom ulike kunnskapsområder og elementer. I forbindelse med både bærekraftinnhold og systemforståelse trekkes det likevel frem at arbeid på tvers av fag kan være gunstig, da de ulike bærekraftdimensjonene og problemstillinger innenfor bærekraftdiskursen er kjent for å bevege seg utover fagets grenser. Et godt arbeid med sammensatte problemstillinger slik den beskrevet ovenfor, er avhengig av en lærer som både velger å prioritere denne typen arbeid og har nok kunnskap til å veilede og gi elevene gode støttestrukturer underveis (Löfgren et al., 2013; Øyehaug, 2017; Øyehaug & Holt, 2013). Dette er igjen avhengig av hvordan læreplanen oppfattes, lærerens holistiske forståelse av bærekraftig utvikling og opplevde utfordringer tilknyttet tid, press til å forberede mot nasjonale prøver og eksamener og samarbeid med andre faglærere. Samtidig er det kjent at det finnes mange punkter en lærer må kunne for å kunne arbeide etter prinsipper for ESD (UNESCO, 2017, s. 52) og det har gjennom denne oppgaven blitt vist til utfordringer knyttet til læreres kunnskap om bærekraftig utvikling og andre av de nevnte faktorene ovenfor (Andresen et al., 2015; Borg et al., 2012; Borg et al., 2014; Sinnes & Jegstad, 2011, s. 8-10; Vibe & Lødding, 2014, s. 46).

5.4 En samlet oppsummering og avslutning

Flere av dagens naturfagslærere på ungdomstrinnet, vil ha et nytt læreplanverk å forholde seg til fra august i år. Undervisningen i norske naturfagsklasserom bør dermed, etter den tid, være i tråd med både overordnede prinsipper for danning og utdanning, naturdidaktiske prinsipper, prinsipper for UBU og LK20. I denne sammenheng har det blitt undersøkt hvordan bærekraftig utvikling kommer til uttrykk i gjeldende og kommende læreplanverk, og hva det kan bety for

naturfagslærere på ungdomstrinnet. Det er kjent at flere oppfatter at overgangen til nye læreplaner kan virke positivt inn på UBU i skolen (Bjønness & Sinnes, 2019) og analysen tilknyttet denne oppgaven peker mot at LK20 på noen områder kan oppleves som tydeligere tilknyttet bærekraftig utvikling enn sin forgjenger. Det har vist seg at både LK06 og LK20 har en del innhold nært tilknyttet en bærekraftig utvikling. Det kan likevel se ut som de ulike dimensjonene som inngår i begrepet bærekraftig utvikling, tydeligere presenteres i LK20. Flere begreper med høy aktualitet som klimaendringer, tap av biologisk mangfold og drivhuseffekt, er nevnt direkte i LK20 blant kompetansemålene etter 10. trinn fra læreplanen i naturfag. Enkelte av begrepene er også nevnt på tvers av de ulike delene i LK20, som her er analysert. Dette er ikke tilfellet for tilsvarende deler fra LK06. Det å være kritisk til argumentasjon, knyttes også til bærekraftig utvikling direkte, i innledningen til læreplanen fra LK20. Det er kjent at det å ha en kritisk tilnærming til innhold tilhører naturvitenskapen som prosess (Duschl et al., 2007, s. 37), som igjen er et godt utgangspunkt i arbeid med globale kontroverser som klimaendringer (Kolstø, 2006; Sjøberg, 2009, s. 82-84). I tillegg til dette viser analysen av kompetansemålene fra læreplanen i naturfag i LK06 og LK20, at en større andel kompetansemål fra LK20 har en tydelig tilknytning til bærekraftig utvikling. Det er en kjent sak at det ikke holder å formidle teorikunnskap for å nå målsettingene for UBU. For at utdanningen skal kunne bidra til en mer bærekraftig fremtid, må også elevene utvikle kompetanser som gir dem mulighet til å leve sine egne liv på en mer bærekraftig måte. (Gadotti, 2008; Sinnes, 2015). En invitasjon til arbeid med systemforståelse som kompetanse kommer også til uttrykk ulikt i de ulike læreplanverkene. LK20 viser ikke bare til økosystem, men også til jorda som system i seg selv. Det vises også direkte til både sosiale-, økonomiske- og miljømessige sider og forhold i Overordnet del. I tillegg står aktuelle områder som det lokale og globale oppført i direkte sammenheng både i innledningen og blant kompetansemål i læreplanen i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Det har blitt argumentert for at dette kan være fordeler med hensyn til systemforståelse, som ikke finnes på tilsvarende måte i LK06. Det har også blitt vist til at begge planverkene har innhold som kan kombineres med tilnærminger der elevene kan jobbe med å utforske ulike sammenhenger, og at LK20 skiller seg ut med flere utforskende målformuleringer og tydeligere sammenhenger mellom kompetansemålene i seg selv.

Det finnes ikke fasitsvar på hva disse funnene vil bety for en naturfagslærer på ungdomstrinnet. I det foregående har det likevel blitt vist til hvordan funnene kan gi muligheter til undervisning med hensyn til dybdelæring og naturfagkompetanse, men også til UBU og

utvikling av systemforståelse. En slik undervisning har blitt eksemplifisert med utgangspunkt i arbeid med en sammensatt problemstilling. Hvis en naturfagslærer i tiden fremover skal undervise med utgangspunkt i slike problemstillinger, kan det i praksis innebære at læreren må ha nok kunnskap for blant annet å kunne legge til rette og bidra tilstrekkelig med gode støttestrukturer (Löfgren et al., 2013; Øyehaug, 2017; Øyehaug & Holt, 2013). Et samarbeid med lærere med ulik fagkompetanse, vil også kunne være viktig i dette arbeidet. Det er kjent at problemstillinger tilknyttet bærekraft, gjerne beveger seg over grensene for de ulike fagene. Dette er tanker som en naturfagslærer kan ta med seg inn i sin oppfattelse av det kommende læreplanverket. Den totale oppfattelsen av LK20 vil igjen henge sammen med elevenes mulighet til å kunne erfare en undervisning i tråd med prinsipper for UBU (Goodlad et al., 1979), slik det er eksemplifisert i denne oppgaven. I hvilken grad også utfordringer, kjent fra tidligere, som mangel på kunnskap blant lærere og press til å forberede elevene på nasjonale prøver og eksamener vil fortsette å vanskeliggjøre en god bærekraftundervisning, vil tiden vise.

5.5 Forslag til videre forskning

Det er viktig å understreke at det bildet som her beskrives med hensyn til håndteringen av UBU fra LK06 til LK20, ikke er fullstendig. Innholdet som her er analysert er basert på det som er fanget opp med utgangspunkt i det valgte analyseverktøyet. I Generell del, Overordnet del og innledningene til læreplanene er kun eksplisitt innhold inkludert som aktuelt innhold for analyse. De ulike kategoriene i analyseverktøyet er også basert på en forståelse beskrevet i metoddelen. Det vil si at et med et annet analyseverktøy, vil det alltid være en mulighet for at det kan argumenteres for en variasjon til innholdet som her er trukket frem. Sagt med andre ord vil bildet som her er presentert, fungere som en brikke tilhørende en større helhet. For å kunne svare på hvordan LK20 håndterer ulike sider ved en utdanning for bærekraftig utvikling (UBU), og hva slags konsekvenser denne håndteringen kan ha for en naturfagslærer på ungdomstrinnet, er det nødvendig med ytterligere forskning innen feltet. Det kan blant annet være interessant å forske videre på sammenhengen mellom de ulike fagene. I denne oppgaven er tverrfaglighet trukket frem, der en tydelig invitasjon til samarbeid mellom fagene er vanskelig å finne i de delene av LK20, som her er analysert. En inkludering av de resterende læreplanene i LK20, gjør det mulig å forske på sammenhenger mellom fagene og eventuelle invitasjoner til samarbeid, som kun lar seg kjenne når de ulike læreplanene sees i sammenheng. Det vil også være interessant å forske på den fullstendige læreplanen, der hele skoleløpet

inkluderes. De ulike trinnene bygger på hverandre og for å få et fullstendig bilde av UBU i læreplanverket, kan forskning som inkluderer alle alderstrinn gi nye perspektiver. En analyse med vekt på ulik ordlyd og lengde i de ulike planverkene kunne trolig også vært interessant sett i sammenligning med denne analysen. Avslutningsvis kan det trekkes frem at også forskning på hvordan implementeringen av UBU foregår i praksis, kan være av stor interesse. Hvor lang tilvenningsperioden til nytt læreplanverk kommer til å bli er vanskelig å forutsi og det kan ta tid før det var mulig å forske på og se hva slags implikasjoner det nye læreverket har med hensyn til UBU.

Litteraturliste

- Andresen, M. U., Høgmø, N. & Sandås, A. (2015). Learning from ESD Projects During the UN Decade in Norway. I R. Jucker & R. Mathar (Red.), *Schooling for Sustainable Development in Europe : Concepts, Policies and Educational Experiences at the End of the UN Decade of Education for Sustainable Development* (1st ed. 2015. utg., Vol. 6). Cham: Springer International Publishing : Imprint: Springer.
- Baartman, L. K. J., Bastiaens, T. J., Kirschner, P. A. & van Der Vleuten, C. P. M. (2007). Evaluating assessment quality in competence-based education: A qualitative comparison of two frameworks. *Educational Research Review*, 2(2), 114-129. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.06.001>
- Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M. & Stoltenberg, U. (2007). Developing key competencies for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(4), 416-430. <https://doi.org/10.1108/14676370710823582>
- Bjønness, B. & Sinnes, A. T. (2019). Hva hemmer og fremmer arbeidet med Utdanning for bærekraftig utvikling i videregående skole? *Acta didactica Norge [elektronisk ressurs]*, 13(2), 1-20. <https://doi.org/10.5617/adno.6474>
- Borg, C., Gericke, N., Höglund, H.-O. & Bergman, E. (2012). The barriers encountered by teachers implementing education for sustainable development: discipline bound differences and teaching traditions. *Research in Science & Technological Education*, 30(2), 185-207. <https://doi.org/10.1080/02635143.2012.699891>
- Borg, C., Gericke, N., Höglund, H. O. & Bergman, E. (2014). Subject- and experience-bound differences in teachers' conceptual understanding of sustainable development. *Environmental Education Research*, 20(4), 526-551. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.833584>
- Brekke, M. (2006). *Å begripe teksten : om grep og begrep i tekstanalyse*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Brundtland, G. H. (1987a). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.
- Brundtland, G. H. (1987b). Towards Sustainable Development. I *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.
- Brundtland, G. H. & Dahl, O. (1987). *Vår felles framtid*. Oslo: Tiden norsk forlag.
- Dale, A. & Newman, L. (2005). Sustainable development, education and literacy. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(4), 351-362. <https://doi.org/10.1108/14676370510623847>
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., Shouse, A. W. & National Research Council. Committee on Science Learning, K. T. E. G. (2007). *Taking science to school : learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press. Hentet fra <https://www.nap.edu/read/11625/chapter/1>
- Engelsen, B. U. (2003). *Ideer som formet vår skole? : læreplanen som idébærer - et historisk perspektiv*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Engelsen, B. U. (2015). *Kan læring planlegges? : arbeid med læreplaner - hva, hvordan, hvorfor* (7. utg. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Frisk, E. & Larson, K. (2011). Educating for Sustainability: Competencies & Practices for Transformative Action. *Journal of Sustainability Education*, 2. Hentet fra https://pdfs.semanticscholar.org/2fe1/4617be3b628d658ada6f61dff65c39732db8.pdf?_ga=2.136023031.756709520.1589300174-855722137.1585049924
- Gadotti, M. (2008). What We Need to Learn to Save the Planet. *Journal of Education for Sustainable Development*, 2(1), 21-30. <https://doi.org/10.1177/097340820800200108>

- Goodlad, J. I. (1966). *THE DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL SYSTEM FOR DEALING WITH PROBLEMS OF CURRICULUM AND INSTRUCTION*. Hentet fra <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED010064.pdf>
- Goodlad, J. I., Klein, F. M. & Tye, K. A. (1979). The Domains of Curriculum and Their Study. I T. H. Quinn & M. Hennelly (Red.), *Curriculum inquiry : the study of curriculum practice* (s. 43-76). New York: McGraw-Hill.
- Gundem, B. B. (1998). *Skolens oppgave og innhold : en studiebok i didaktikk* (4. utg. utg.). Oslo: Universitetsforl.
- Haugan, K. (2018). Utforskende undervisning i naturfag-Fra «kokebokforsøk» til utforskende undervisning og læring. I T. A. Fiskum, D. Gulakerm & H. P. Andersen (Red.), *Den engasjerte eleven: Undrende, utforskende og aktiviserende undervisning i skolen* Cappelen Damm Akademisk. Hentet fra <https://press.nordicopenaccess.no/index.php/noasp/catalog/book/35>
- Herreid, C. F. (2006). *Start with a Story: The Case Study Method of Teaching College Science* (1st ed.. utg.)Arlington, VA: National Science Teachers Association.
- Hieronymi, A. (2013). Understanding Systems Science: A Visual and Integrative Approach. *Systems Research and Behavioral Science*, 30(5), 580-595. <https://doi.org/10.1002/sres.2215>
- Holt, A., Voll, L. O. & Øyehaug, A. B. (2019). *Dybdelæring i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Holt, A. & Øyehaug, A. B. (2010). Metode for analyse av læreplaner i naturfag - anvendt på den norske læreplanen. *Nordina*, 6(2), 192-209. <https://doi.org/10.5617/nordina.252>
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg. utg.). Oslo: Abstrakt.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg. utg.). Oslo: Abstrakt.
- Jóhannesson, I. Á., Norðdahl, K., Óskarsdóttir, G., Pálsdóttir, A. & Pétursdóttir, B. (2011). Curriculum analysis and education for sustainable development in Iceland. *Environmental Education Research*, 17(3), 375-391. <https://doi.org/10.1080/13504622.2010.545872>
- Jónsson, Ó. P., Guðmundsson, B., Øyehaug, A. B., Didham, R. J., Wolff, L.-A., Bengtsson, S., ... Brückner, M. (2020). Education for Sustainable Development in the Nordic Countries: A Comparative Examination [upublisert conference paper, NERA2020].
- Kallarackal, J. & Roby, T. (2012). Responses of trees to elevated carbon dioxide and climate change. *Biodiversity and Conservation*, 21(5), 1327-1342. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0254-x>
- Klafki, W. (2001). Om utdanning : klassiske tekster (A. Gylland, Overs.). I E. L. Dale (Red.), *Skolens undervisning og barnets utvikling* (s. 167-204). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Knain, E. & Ødegaard, M. (2019). Naturfagets rolle i bærekraftsdidaktikk. I O. A. Kvamme & E. Sæther (Red.), *Bærekraftdidaktikk* (1. utgave. utg., s. 135-150). Bergen: Fagbokforlaget.
- Kolstø, S. D. (2006). Et allmenndannende naturfag. Fagets betydning for demokratisk deltakelse. *Nordina*, (5), 82-99.
- Korsager, M. & Scheie, E. (2015). Utdanning og undervisning for bærekraftig utvikling. Hentet 09.04 2020 fra <https://www.naturesekken.no/c1187995/artikkel/vis.html?tid=2102114>
- Korsager, M. & Scheie, E. (2019). Students and education for sustainable development what matters? ; a case study on students sustainability consciousness derived from

- participating in an ESD project. *Acta didactica Norge [elektronisk ressurs]*, 13(2), 1-26. <https://doi.org/10.5617/adno.6451>
- Krumsvik, R. J. & Jones, L. Ø. (2019). Krumsvik, Rune Johan. I *Kvalitativ metode i lærerutdanninga* (s. 13-42). Bergen: Fagbokforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2012). *Kunnskap for en felles framtid : Revidert strategi for utdanning for bærekraftig utvikling 2012-2015*. Oslo: Det kongelige kunnskapsdepartementet. Hentet fra https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/vedlegg/uh/rapporter_og_planer/strategi_for_ubu.pdf
- Kunnskapsdepartementet. (2016a). *Fag-Fordypning-Forståelse-En fornyelse av Kunnskapsløftet* (Meld. St. 28 (2015-2016)). Oslo. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>
- Kunnskapsdepartementet. (2016b). *Fag-Fordypning-Forståelse. En fornyelse av Kunnskapsløftet*. (Meld. St. nr. 28 2015-2016). Oslo: Kunnskapsdepartementet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>
- Kvamme, O. A. & Sæther, E. (2019). *Bærekraftdidaktikk* (1. utgave. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Kvarv, S. (2014). *Vitenskapsteori : tradisjoner, posisjoner og diskusjoner* (2. utg. utg.). Oslo: Novus.
- Larsen, R. & Haugesund omland skoglag. (2011). *Boken om fotosyntesen : skogens fantastiske CO₂-rensesystem*. Bremnes: Bokmaker forl.
- Lizzio, A. & Wilson, K. (2004). *Action Learning in Higher Education: An Investigation of Its Potential to Develop Professional Capability*.
- Lozano, R., Merrill, M., Sammalisto, K., Ceulemans, K. & Lozano, F. (2017). Connecting Competences and Pedagogical Approaches for Sustainable Development in Higher Education: A Literature Review and Framework Proposal. I(Vol. 9, s. 1889). Basel.
- Löfgren, R., Schoultz, J., Hultman, G. & Björklund, L.-E. (2013). Exploratory talk in science education: Inquiry-based learning and communicative approach in primary school. *Journal Of Baltic Science Education*, 12(4), 482-496.
- McKeown, R. & Hopkins, C. (2003). EE p ESD: Defusing the worry. *Environmental Education Research*, 9(1), 117-128. <https://doi.org/10.1080/13504620303469>
- Nordic Council. (2019). *Mapping of education supporting UN Sustainable Development Goal 4.7* Reykjavik: Icelandic Ministry of Science Education (led by Nordic Council).
- NOU 2015:8. (2015). *Fremtidens skole. Fornyelse av fag og kompetanser*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/da148fec8c4a4ab88daa8b677a700292/no/pdfs/nou201520150008000dddpdfs.pdf>
- Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (opplæringslova)* (LOV-1998-07-17-61). Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61#KAPITTEL_1
- Peters, K. E. (2018). LIVING WITH THE WICKED PROBLEM OF CLIMATE CHANGE. *Zygon®*, 53(2), 427-442. <https://doi.org/10.1111/zygo.12400>
- Postholm, M. B., Jacobsen, D. I. & Søbstad, R. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Raaum, J. & Alfarnæs, K. (2004). *Dette er Kunnskapsløftet-Kultur for læring* (F-13/04). Hentet fra

-
- https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/ufd/rus/2004/0016/ddd/pdfv/226866-rundskriv_kunnskapsloftet.pdf
- Ratikainen, I. I. & Semb-Johansson, A. (2020). Økosystem. I *Store norske leksikon*. Hentet 23.03.2020 fra <https://snl.no/%C3%B8kosystem>
- Rieckmann, M. (2018a). Key themes in Education for Sustainable Development. I A. Leicht, J. Heiss & W. J. Byun (Red.), *Issues and trends in Education for Sustainable Development* (s. 60-84). Paris: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Rieckmann, M. (2018b). Learning to transform the world: key competencies in ESD. I A. Leicht, J. Heiss & W. J. Byun (Red.), *Issues and trends in Education for Sustainable Development* (s. 39-59). Paris, France: UNESCO Publishing.
- Rowe, D. (2007). Education for a Sustainable Future. *Science*, 317(5836), 323-324. <https://doi.org/10.1126/science.1143552>
- Sinnes, A. T. (2015). *Utdanning for bærekraftig utvikling : hva, hvorfor og hvordan?* Oslo: Universitetsforl.
- Sinnes, A. T. & Jegstad, K. M. (2011). Utdanning for Bærekraftig Utvikling: To unge realfagslæreres møte med skolehverdagen. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, (04), 248-259.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Sprain, L. & Timpson, W. M. (2012). Pedagogy for Sustainability Science: Case-Based Approaches for Interdisciplinary Instruction. *Environmental Communication*, 6(4), 532-550. <https://doi.org/10.1080/17524032.2012.714394>
- Strachan, G. (2009). Systems Thinking. The ability to recognise and analyse the interconnections within and between systems. I A. Stibbe (Red.), *The Handbook of sustainability literacy : skills for a changing world* (s. 84-88). Devon: Green Books.
- Straume, S. I. (2016). «Norge ligger på dette området langt fremme i forhold til de fleste land»: Utdanning for bærekraftig utvikling i Norge og Sverige. *Nordisk Tidsskrift for Pedagogikk og Kritikk*, 2(0), 1-19. <https://doi.org/10.17585/ntpk.v2.282>
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse : en innføring i kvalitativ metode* (3. utg. utg.). Bergen: Fagbokforl.
- Tjora, A. H. (2019). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Gyldendal.
- UN General Assembly. (2003). Resolution adopted by the General Assembly, 57/254. United Nations Decade of Education for Sustainable Development Hentet fra <https://undocs.org/en/A/RES/57/254>
- UN General Assembly. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. Resolution adopted by the General Assembly. Hentet fra <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- UNEP. (1975). *The Belgrade Charter: a framework for environmental education*. Belgrade. Hentet fra file:///C:/Users/Marianne/Downloads/017772engb.pdf
- UNESCO. (1984). *Activities of the UNESCO-UNEP International Environmental Education Programme: 1975-1983*. France, Paris. Hentet fra file:///C:/Users/Marianne/Downloads/059759engo.pdf
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals : learning objectives*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Hentet fra <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- United Nations. (1973). Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5-16 June 1972. Hentet fra https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/CONF.48/14/REV.1

- United Nations. (1992). United Nations Conference on Environment & Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992, AGENDA 21. Hentet fra <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- Utdanningsdirektoratet. (1993). *Den generelle delen av læreplanen*. Hentet fra https://www.udir.no/globalassets/upload/larerplaner/generell_del/generell_del_lareplanen_bm.pdf
- Utdanningsdirektoratet. (2013). *Læreplan i naturfag (NAT1-03)*. Hentet fra https://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Komplett_visning
- Utdanningsdirektoratet. (2016). Læreplanverket for Kunnskapsløftet. Hentet 10.04 2020 fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/hvordan-er-lareplanene-bygd-opp/>
- Utdanningsdirektoratet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/>
- Utdanningsdirektoratet. (2018). Hva er fagfornyelsen? Hentet 10.04 2020 fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/nye-lareplaner-i-skolen/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019a). Hva er nytt i læreplanverket? Hentet 10.04 2020 fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagovergripende-stotte/hva-er-nytt-i-lareplanverket/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019b). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Hentet fra <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/NAT01-04.pdf>
- Utenriksdepartementet. (2002). *Nasjonal strategi for bærekraftig utvikling*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-strategi-for-barekraftig-utvikling/id4448574/>
- Vibe, N. & Lødding, B. (2014). *Spørsmål til Skole-Norge våren 2014-Resultater og analyser fra Utdanningsdirektoratets spørreundersøkelse blant skoler og skoleeiere* (26/2014). Oslo: NIFU. Hentet fra <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/bitstream/handle/11250/280148/NIFUrapport2014-26.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Voll, L. O., Bøe, M. V., Mork, S. M., Haug, B., Fiskum, K. & Frøyland, M. (2019). Bærende ideer i naturfag. I *Dybdelæring i naturfag* (s. Side 59-84). Oslo: Universitetsforlaget, [2019].
- Voll, L. O. & Holt, A. (2019). Dybdelæring i naturfag. I(s. Side [17]-37). Oslo: Universitetsforlaget, [2019].
- Wiek, A., Withycombe, L. & Redman, C. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203-218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Øyehaug, A. B. (2017). Utforskende arbeidsmåter i skolefaget naturfag. I(s. 133-168).
- Øyehaug, A. B. (2019). Kjennetegn på undervisning som gir dyp forståelse. I *Dybdelæring i naturfag* (s. Side [38]-58). Oslo: Universitetsforlaget, [2019].
- Øyehaug, A. B. & Holt, A. (2013). Sammenhengen mellom naturvitenskapelig produkt og prosess - En studie av dialoger fra utforskende arbeid i naturfag relatert til stoffer og stoffers endring. <https://doi.org/https://www.journals.uio.no/index.php/nordina/article/view/625>
- Øyehaug, A. B. & Holt, A. (2014). Elevers refleksjoner over naturvitenskapens egenart. *Acta didactica Norge [elektronisk ressurs]*, 8(1), 18-18. <https://doi.org/10.5617/adno.1095>

Vedlegg

LK06:

Forskerspiren

Høy grad av eksplisitt tilknytning	Høy grad av implisitt tilknytning
	Forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen
	Identifisere naturfaglige argumenter, fakta og påstander i tekster og grafikk fra aviser, brosjyrer og andre medier, og vurdere innholdet kritisk

Mangfold i naturen

Høy grad av eksplisitt tilknytning	Høy grad av implisitt tilknytning
	Beskrive oppbygningen av dyre- og planteceller og forklare hovedtrekkene i fotosyntese og celleånding.
	Forklare hovedtrekk i teorier for hvordan jorda endrer seg og har endret seg gjennom tidene, og grunnlaget for disse teoriene.
	Undersøke og registrere biotiske og abiotiske faktorer i et økosystem i nærområdet og forklare sammenhenger mellom faktorene
Observere og gi eksempler på hvordan menneskelig aktivitet har påvirket et naturområde, undersøke ulike interessegruppers syn på påvirkningen og foreslå tiltak som kan verne naturen for framtidige generasjoner.	
Gi varierte eksempler på hvordan samer utnytter ressurser i naturen	

Fenomener og stoffer

Høy grad av eksplisitt tilknytning

Høy grad av implisitt tilknytning

<p>Forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder, og diskutere hvilke miljøeffekter som følger med ulike måter å produsere energi på</p>	
--	--

Teknologi og design

Høy grad av eksplisitt tilknytning

Høy grad av implisitt tilknytning

<p>Utvikle produkter ut fra kravspesifikasjoner og vurdere produktenes funksjonalitet, brukervennlighet og livsløp i forhold til bærekraftig utvikling</p>	
--	--

<p>Teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess, og vurdere materialbruken ut fra miljøhensyn</p>	
---	--

LK20:

Høy grad av eksplisitt tilknytning**Høy grad av implisitt tilknytning**

	«Gi eksempler på dagsaktuell forskning og drøfte hvordan ny kunnskap genereres gjennom samarbeid og kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap»
Beskrive drivhuseffekten og gjøre rede for faktorer som kan forårsake globale klimaendringer	
	Gjøre rede for energibevaring og energikvalitet og utforske ulike måter å omdanne, transportere og lagre energi på
Drøfte hvordan energiproduksjon og energibruk kan påvirke miljøet lokalt og globalt	
	Beskrive hvordan forskere har kommet fram til evolusjonsteorien og bruke denne til å forklare utvikling av biologisk mangfold
	Utforske sammenhenger mellom abiotiske og biotiske faktorer i et økosystem og diskutere hvordan energi og materie omdannes i et kretsløp
Gi eksempler på og drøfte aktuelle dilemmaer knyttet til utnyttelse av naturressurser og tap av biologisk mangfold	
Gi eksempler på samers tradisjonelle kunnskap om naturen og diskutere hvordan denne kunnskapen kan bidra til bærekraftig forvaltning av naturen	
	Gjøre rede for hvordan fotosyntese og celleånding gir energi til alt levende gjennom karbonkretsløpet