

Håkon Johan Sævik

Undervisning av kritisk tenkning i naturfag

En litteraturstudie av intervensjoner for undervisning av kritisk tenkning i naturvitenskapelige skolefag fra 5. til 10. trinn

Masteroppgave i naturfagdidaktikk

Veileder: Eli Munkebye

Mai 2021

Håkon Johan Sævik

Undervisning av kritisk tenkning i naturfag

En litteraturstudie av intervensjoner for undervisning av kritisk tenkning i naturvitenskapelige skolefag fra 5. til 10. trinn

Masteroppgave i naturfagdidaktikk
Veileder: Eli Munkebye
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for lærerutdanning



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Skolen har et dannelsesoppdrag så vel som et utdanningsoppdrag, og å lære elevene å tenke kritisk er en del av selve formålet med skolen. Naturfaget vil ha en sentral rolle i å oppdra kritisk tenkende elever, noe som gjør det nødvendig å finne gode måter å arbeide med kritisk tenkning i naturfagsklasserommet. Denne studien undersøker hva eksisterende forskning sier om hvordan kritisk tenkning kan undervises i naturfag og andre naturvitenskapelige skolefag fra 5. til 10. trinn. Problemstillingen belyses av to forskningsspørsmål: 1) hvilke undervisningsmetoder inngår i naturfagundervisning som har til hensikt å fremme elevers evne til kritisk tenkning, og 2) hvilke elementer inneholder naturfagundervisning som har til hensikt å fremme elevers evne til kritisk tenkning. Denne studien er en litteraturstudie, hvor relevante studier har blitt inkludert etter en systematisk litteratursøksprosess. I alt ble 12 studier inkludert, og deres relevante innhold ble hentet ut etter en kode- og analyseprosess inspirert av grounded theory og en induktiv tematisk analyse. Fra analysen ble det identifisert 17 kategorier. Ni av kategoriene regnes som undervisningsmetoder og inkluderer presentasjon, lese, skrive, gruppearbeid, diskusjon, debatt, tilbakemelding, undersøkelser og praktisk arbeid. Seks andre regnes som elementer og inkluderer en faglig tilnærming, samarbeid, mentoring, autentisitet, utforskning og en eksplisitt tilnærming til kritisk tenkning. Undervisningsmetodene og elementene gjenspeiler forskningsspørsmålene. To resterende kategorier, argumentasjon og kildekritikk, regnes verken som undervisningsmetoder eller elementer, men er likevel relevante opp mot studiens problemstilling og står som selvstendige kategorier. Det diskuteres hvordan elementene, argumentasjon og kildekritikk knyttes til undervisningsmetodene. Relevansen av undervisningsmetodene, elementene, og argumentasjon og kildekritikk diskuteres i lys av studiens resultater, teori og tidligere forskning. En sammenfatning av de inkluderte studienes gjennomførte undervisningsintervensjoner viser til et komplekst undervisningsforløp, med en variert bruk av de identifiserte undervisningsmetodene, elementene og av argumentasjon og kildekritikk. For naturfagundervisningen som har til hensikt å fremme kritisk tenkning fremstår særlig undervisningsmetodene diskusjon, tilbakemelding og praktisk arbeid, samt elementene faglig tilnærming, autentisitet, og utforskning som særlig relevante. Argumentasjon fremstår også som særlig relevant og knyttes til både individuelt arbeid og arbeid i samhandling med andre. Kildekritikk er fraværende i de fleste av undervisningsintervensjonene og anses dermed ikke som typisk for denne type undervisning. De identifiserte kategoriene knyttes ikke til spesifikke klassetrinn, og fremstår som relevante for alle trinnene fra 5.-10.

Nøkkelord: Kritisk tenkning, Naturfag, Undervisning, 5.-10. trinn.

Abstract

The school has a formation mission as well as an educational mission, consequently teaching students to think critically is part of the very purpose of the school. Science education will play a central role in educating critical thinking pupils, which makes it necessary to find ways to incorporate critical thinking in the science classroom. This study examines what existing research says about how critical thinking can be taught in school science and other science subjects from 5th to 10th grade. The main research problem is elucidated by two supplementary research questions: 1) which teaching methods are used in science education that intends to promote students' ability to think critically, and 2) which elements are included in science education that intends to promote students' ability to think critically. This study is a literature study where the relevant content was extracted after a coding- and analysis process inspired by grounded theory and an inductive thematic analysis. From the analysis, 17 categories were identified. Nine of the categories are considered teaching methods and include presentation, reading, writing, group work, discussion, debate, feedback, research and practical work. Six of them are considered elements and include a subject-bound approach, collaboration, mentoring, authenticity, inquiry and an explicit approach to critical thinking. The teaching methods and elements reflect the two supplementary research questions. Two remaining categories, argumentation and source criticism, are not regarded as teaching methods or elements but are still relevant to the main research question and thus seen as individual categories. It is discussed how the elements, argumentation and source criticism are linked to the teaching methods. Furthermore, the relevance of the teaching methods, the elements, and argumentation and source criticism are discussed in light of the study's results, theory and previous research. An overview of the teaching interventions found in the included studies shows a complex teaching process, with a varied use of the identified teaching methods, elements, argumentation and source criticism. For science teaching that aims to promote critical thinking, the teaching methods discussion, feedback and practical work, along with the elements academic approach, authenticity, and inquiry are found to be particularly relevant. Argumentation also appears to be particularly relevant and is linked to both individual work and work in collaboration with others. Source criticism is absent in most of the teaching interventions and is thus not considered typical in this type of teaching. The identified categories are not linked to specific class levels and appears relevant for all class levels from 5th – 10th grade.

Keywords: Critical thinking, Science education, 5th-10th grade

Forord

Det var først på lærerutdanningen jeg ble bevisst hvor viktig naturfaget er for skolens danningsoppdrag. I mitt bachelorprosjekt undersøkte jeg hvordan naturfaglig allmenndannelse representeres i læreverk, og i arbeidet ble det klart for meg at naturfaget er så mye mer enn bare syrer og baser, mitokondrier og newtons lover. Da jeg skulle begynne på masterprosjektet ønsket jeg å lære mer om hvordan jeg som naturfagslærer kunne bidra til elevenes danning, og ble ut fra det satt på sporet av kritisk tenkning.

Nå som denne studien går mot slutten ser jeg frem til nye utfordringer som lærer i klasserommet, hvor jeg kan legge opp undervisning med et innblikk og kunnskap jeg ikke ville vært foruten. I dagens samfunn blir kritisk tenkning bare viktigere og viktigere, og jeg håper jeg nå kan ta del i mine fremtidige elevers utvikling av kritisk tenkning på en mer produktiv og hensiktsmessig måte.

Å skrive masteroppgave har vært både lærerikt og frustrerende, og det er flere jeg vil takke for å ha hjulpet meg gjennom prosessen. Jeg vil rette en stor takk til min veileder, Eli Munkebye, for gode råd, konstruktive tilbakemeldinger og støtte gjennom hele prosessen. I tillegg vil jeg takke min søster, Andrea, for oppmuntring og gode samtaler om både livet og oppgaven generelt. Etter et koronasemester med ellers lite sosial kontakt vil jeg også takke mine studievenner for latter og hygge på lesesalen.

Trondheim, mai 2021.
Håkon Johan Sævik

Innholdsfortegnelse

Figurer	VII
Tabeller	VII
1. Innledning	1
1.1 Prosjektets relevans	1
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål	2
1.3 Oppgavens oppbygging	3
2. Teori og tidligere forskning	4
2.1 Kritisk tenkning	4
2.1.1 Kritisk tenkning- ferdigheter og disposisjoner	5
2.1.2 Generelle- eller domenespesifikke ferdigheter	6
2.1.3 Overføring av ferdigheter	6
2.1.4 Utviklingsstadier av kritisk tenkning	7
2.2 Kritisk tenkning i skolen og i naturfaget	8
2.2.1 Argumentasjon og kildekritikk i skolen	8
2.2.2 Kriterier for en kritisk tenker i naturfag	10
2.2.3 Utforskende undervisning i naturfaget	11
2.3 Undervisning for kritisk tenkning	12
2.3.1 Tilnærminger til kritisk tenkning i undervisninger	12
2.3.2 Et eksplisitt fokus på kritisk tenkning	13
2.3.3 Et utgangspunkt for undervisning av kritisk tenkning	13
2.3.4 Samarbeid	16
2.3.5 utfordringer med undervisning av kritisk tenkning	16
3. Metode	18
3.1 Metode og litteraturstudie	18
3.2 Hva er en litteraturstudie?	18
3.2.1 Systematisk litteraturstudie	19
3.3 Gjennomførelse av litteratursøk	19
3.3.1 Søkord og søkemotorer	20
3.3.2 Inkluderings- og ekskluderingskriterier	22

3.3.3 Søkestrategi	24
3.4 Søkeprosessen	26
3.5 Inkluderte artikler	29
3.5.1 Rangering	30
3.6 Analyse og koding	31
3.6.1 Grounded theory og tematisk analyse	31
3.6.2 Kodingen	32
3.6.3 Kategorier	35
3.6.4 Når resultatene skal fremstilles	38
3.7 Metodisk refleksjoner	39
3.7.1 Reliabilitet	39
3.7.2 Validitet	39
3.7.3 Overførbarhet	40
3.7.4 Etske hensyn i en litteraturstudie	40
3.7.5 Metodisk refleksjon knyttet til de inkluderte studiene	41
3.7.6 Vurdering av eget arbeid	42
4. Resultat	44
4.1 De inkluderte studienes generelle innhold og resultater	44
4.2 Undervisningsmetoder fra de inkluderte studiene	45
4.3 Elementer i de inkluderte studiene	49
4.3.1 Faglig tilnærming i undervisningsintervensjonene	49
4.3.2 Samarbeid i undervisningsintervensjonene	50
4.3.3 Autentisk tilnærming i undervisningsintervensjonene	50
4.3.4 Utforskende arbeid i undervisningsintervensjonene	50
4.3.5 Mentoring i undervisningsintervensjonene	51
4.3.6 Et eksplisitt fokus i undervisningsintervensjonene	51
4.4 Argumentasjon og kildekritikk i de inkluderte studiene	51
4.4.1 Argumentasjon i undervisningsintervensjonene	52
4.4.2 Kildekritikk i undervisningsintervensjonene	52
5. Diskusjon	53

5.1 De inkluderte studienes representativitet	53
5.2 En direkte tilknytning til kritisk tenkning	55
5.3 Elementer og metoder i undervisning av kritisk tenkning i naturfag	56
5.3.1 En faglig tilnærming til undervisningen	56
5.3.2 Undervisningstilnærminger og et eksplisitt fokus	57
5.3.3 Samarbeid i undervisningen av kritisk tenkning	58
5.3.4 En autentisk tilnærming i naturfagundervisningen	58
5.3.5 Utforskende arbeid for å fremme kritisk tenkning	59
5.3.6 Læreren som mentor i undervisningen	60
5.4 Argumentasjon og kildekritikk i undervisning av kritisk tenkning i naturfag	61
5.4.1 Argumentasjon i undervisningen	61
5.4.2 Kildekritikk i undervisningen	64
5.5 Effekten av de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner	65
6. Avslutning	67
6.1 Hovedfunn	67
6.2 Veien videre	68
Referanseliste	70
Vedlegg	78

Figurer

Figur 1 Et produktivt utgangspunkt for undervisningen av kritisk tenkning	15
--	----

Tabeller

Tabell 1 Engelske søkeord	20
Tabell 2 Nordiske søkeord	21
Tabell 3 Informasjon om de benyttede databasene.....	21
Tabell 4 Inkluderings- og ekskluderingskriterier	23
Tabell 5 Oversikt over engelske søkestrategier.....	25
Tabell 6 Oversikt over nordisk søkestrategi.....	25
Tabell 7 Søkeresultat – antall treff og inkluderte artikler	27
Tabell 8 Alfabetisk fremstilling og oppsummerende oversikt av de inkluderte artiklene.	29
Tabell 9 Eksempel på rådata og innledende koder	33
Tabell 10 Eksempel fra innledende til fokuserte koder.....	34
Tabell 11 Oversikt over fokuserte koder og kategorier konstruert etter kodingen	36
Tabell 12 Oversikt over- og forklaring av kategorier og hovedkategorier	37
Tabell 13 Oversikt over brukte undervisningsmetoder fra de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner	46
Tabell 14 Oversikt over elementer, argumentasjon og kildekritikk fra de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner	49

1. Innledning

Skolen skal forberede elevene på et fremtidig samfunns- og arbeidsliv, noe som stiller krav til kompetanser for det 21. århundre, og kritisk tenkning står sentralt blant disse kompetansene (NOU 2014: 7). Ludvigsen-utvalget presiserer i sin rapport «Fremtidens skole» viktigheten av kritisk tenkning, og at kritisk tenkning er en av kompetansene skolen bør bidra til at elevene utvikler (NOU 2015: 8). Å lære elevene å tenke kritisk er nemlig en del av selve formålet med opplæringen i skolen (Opplæringslova, 1998), for skolen har et dannelsingsoppdrag så vel som et utdanningsoppdrag (Kunnskapsdepartementet, 2017).

I PISA-undersøkelsen fra 2018 ble det klart at mange elever ikke har lært seg å tenke kritisk om kilder, og at elevene i grunnskolen sliter med kildekritikk (Frønes & Jensen, 2020). I dag bruker både barn, ungdom og voksne store deler av livet på internett, hvor de stadig blir eksponert for informasjon med en potensiell tvilsom opprinnelse. Dette gjør det nødvendig å kunne stille seg kritisk til både kilder og informasjon. Det kan virke som kildekritikk er det folk flest forbinder med kritisk tenkning, men begrepet kritisk tenkning rommer mye mer. Kritisk tenkning fremheves som viktig for å kunne vurdere påstander, argumenter og bevis fra ulike kilder i komplekse og ukjente situasjoner (NOU 2014: 7, 2014). Med dagsaktuelle temaer og utfordringer vi står ovenfor som blant annet klima og vaksinemotstand blir det stadig viktigere for hver enkelt å kunne tenke kritisk. Dette stiller ikke bare krav til å forholde seg kritisk til kilden, men også innsikt i og kunnskap om de aktuelle temaene for å kunne møte argumenter fra hverdagen og i samfunnsdebatten. Hensikten er å avgjøre hvilke avgjørelser man skal ta og hva man skal stole på. «Behovet for kritisk tenkning er større enn noen gang» uttrykker nåværende kunnskaps- og integreringsminister, Guri Melby i en kronikk i VG (2020)¹, og understreker videre at skolen må ligge i forkant av utviklingen, ikke etter.

De siste årene har relevansen av kritisk tenkning, så vel som fokuset på kritisk tenkning økt både i samfunnet og i skolen. Det økte fokuset kan ha gitt utslag i skolens læreplan, som ble fornyet i 2020. I fagfornyelsen står elevenes evne til å tenke kritisk sentralt, og det heter at «skolen skal bidra til at elevene blir nysgjerrige og stiller spørsmål, utvikler vitenskapelig og kritisk tenkning, og handler etisk og miljøbevisst» (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 5). Kritisk tenkning inkorporeres også eksplisitt i den nye definisjonen av kompetanse (Kunnskapsdepartementet, 2017)², og definisjonen gir føringer for fagenes kompetansemål som gjør det viktig å finne gode måter å arbeide med kritisk tenkning i klasserommet.

1.1 Prosjektets relevans

I fagfornyelsen (LK20) ble det innført tre tverrfaglige temaer hvor skolen skal legge til rette for læring på tvers av ulike fag i skolen. Kritisk tenkning fremmes i det tverrfaglige temaet demokrati og medborgerskap, hvor det heter at elevene skal øve opp evnen til å tenke kritisk, lære seg å håndtere meningsbrytninger og respektere uenighet (Kunnskapsdepartementet, 2017). For at demokratiet skal fungere hevder Sjøberg (2009) at naturfaglig kompetanse er nødvendig, hvor hver enkelt må kunne beherske grunnleggende begreper, lover og teorier, og kjenne til vitenskapens metoder og

¹ VG: <https://www.vg.no/nyheter/meninger/i/Jo59BX/derfor-boer-barna-tilbake>

² Definisjon av kompetanse: Kompetanse er 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.

prosesser, samt forholdet mellom vitenskap og samfunn. Dette vil være nødvendig for å ta stilling til problemstillinger og for å oppnå naturfaglig allmenndannelse. I naturfagslæreplanen, under demokrati og medborgerskap, fremmes naturfaglig kompetanse for å være kritisk til, og for å forstå argumentasjon i samfunnsdebatten. Kritisk tenkning fremmes også i de andre tverrfaglige temaene i naturfag, hvor det i folkehelse og livsmestring heter at eleven skal kunne forholde seg kritisk til helsesrelatert informasjon, og i bærekraftig utvikling inngår kritisk tenkning for at elevene skal få kompetanse til å gjøre miljøbevisste valg (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Naturfaget får dermed en viktig rolle i å lære elevene å tenke kritisk, og for at elevene skal kunne ta del i demokratiet og samfunnet generelt, på en hensiktsmessig måte.

I tillegg til de tverrfaglige temaene er kritisk tenkning aktuelt i naturfagslæreplanen både i fagets relevans og sentrale verdier, kompetansemål og om vurdering (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Kritisk tenkning blir dermed et begrep naturfagslærere må forholde seg til både i planleggingen, gjennomføringen og i undervisningens etterarbeid. I dag kan det vises til flere studier som undersøker hvordan kritisk tenkning kan undervises (e.g. Abrami et al., 2015), men bare et fåtall av studiene omhandler naturfaget spesifikt. Dette gjør det nødvendig å undersøke hvordan kritisk tenkning kan undervises i naturfaget.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Naturfaget har en viktig rolle i skolens formål om å lære elevene kritisk tenkning. Hensikten med denne studien er å undersøke hvordan kritisk tenkning kan undervises i naturfag. Studiens problemstilling lyder: *Hva sier eksisterende forskning om hvordan kritisk tenkning kan undervises i skolens naturfag og skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene fra 5. til 10. trinn?*

For å undersøke dette har jeg gjennomført en litteraturstudie, hvor jeg har gått inn i allerede publiserte artikler for å se på hvordan undervisningen av kritisk tenkning kan gjennomføres i naturfag. I denne litteraturstudien har det vært relevant å se på studier som også er gjennomført utenfor Norge. Dette har gjort det nødvendig å undersøke hvordan kritisk tenkning undervises i skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene, ikke bare naturfag, da flere land deler naturfaget inn i blant annet biologi, kjemi og fysikk. Da jeg er utdannet grunnskolelærer rettet mot 5.-10. trinn har det vært naturlig å avgrense studien til undervisning for denne elevgruppen. Ut fra problemstillingen har jeg følgende forskningsspørsmål:

1. *Hvilke undervisningsmetoder inngår i naturfagundervisning som har til hensikt å fremme elevers evne til kritisk tenkning?*
2. *Hvilke elementer inneholder naturfagundervisning som har til hensikt å fremme elevers evne til kritisk tenkning?*

Undervisningsmetoder står sentralt i all undervisning. Med denne litteraturstudien vil jeg undersøke hvilke undervisningsmetoder som er relevante i undervisning av kritisk tenkning i naturfag. Undervisning består av mer enn bare metoder. For å få et så godt innsyn som mulig i hvordan kritisk tenkning kan undervises i naturfag er det også hensiktsmessig å se på overordnede aspekter ved denne undervisningen, noe jeg har valgt å kalle «elementer».

1.3 Oppgavens oppbygging

I kapittel to presenteres det teoretiske grunnlaget for studien, hvor det settes lys på kritisk tenkning generelt, kritisk tenning i skolen og naturfaget, og undervisningen av kritisk tenkning. I kapittel tre redegjøres det for de metodiske valgene for studien. Her utdypes gjennomføringen av en systematisk litteraturstudie, og hvordan de inkluderte studiene er blitt analysert og kodet for å hente ut dataen som er relevant for denne studiens problemstilling og forskningsspørsmål. I kapittel fire presenteres funnene fra analysen som denne studiens resultater. I kapittel fem diskuteres resultatene i forhold til problemstillingen, forskningsspørsmålene og relevant teori. Jeg vil avslutte oppgaven med å oppsummere funn og svare på problemstilling og forskningsspørsmål, samt presentere tanker om videre forskning, i kapittel 6.

2. Teori og tidligere forskning

Formålet med dette kapittelet er å presentere studiens teorigrunnlag. Kritisk tenkning er et komplekst begrep. Jeg vil derfor se på kritisk tenkning generelt, først ved å kort presentere tre tradisjoner hvor begrepet er relevant. En naturfagdidaktisk studie som denne vil være naturlig at utfoldes innen en utdanningstradisjon, noe som medfører en stadig henvisning til skolen, undervisning og eleven som kritisk tenker. Jeg vil presentere definisjoner av kritisk tenkning, samt utdype begrepet som bestående av både ferdigheter og disposisjoner. Ferdighetene og disposisjonene som domenespesifikke og generelle vil så gjøres rede for, før utviklingsstadier innen kritiske tenkning presenteres. Deretter vil jeg plassere kritisk tenkning i skolen og i naturfaget ved å se på skolens styringsdokumenter. Framtredende aspekt av kritisk tenkning i skolen og i naturfaget er argumentasjon og kildekritikk, som også vil bli omtalt her, samt kriterier for en kritisk tenker i naturfag og utforskende undervisning i naturfag. Tidligere forskning knyttet til undervisningen av kritisk tenkning vil så presenteres, da undervisning står sentralt i denne studien. Til slutt vil jeg se på utfordringer knyttet til undervisningen av kritisk tenkning. Om forskning knyttet til kritisk tenkning i skolerelaterte sammenhenger vil jeg henviser til naturfaget der det er mulig, men jeg har ansett det som nødvendig å se på forskning om lærere, elever og undervisning også fra andre fag. Teorien presentert i dette kapittelet vil bli diskutert opp mot studiens resultater i kapittel 5.

2.1 Kritisk tenkning

Kritisk tenkning er spesielt relevant innen tre tradisjoner: filosofi, psykologi og utdanning (Lai, 2011). I filosofi har kritisk tenkning røtter fra kjente navn som Sokrates, Platon og Aristoteles, hvor fokuset blir lagt på kvaliteten og konkrete karakteristikker av individets tenkning (Lewis & Smith, 1993). I psykologien fokuseres det mer på hvordan individet tenker, og hvordan de kan eller bør tenke under gitte situasjoner. Fokuset rettes også mot tenkerens oppførsel og handlinger (Lewis & Smith, 1993). Disse to tradisjonene har bidratt til forståelsen av høyere ordens tenkning (higher order thinking), hvor kritisk tenkning inngår. Høyere ordens tenkning oppstår når en person tar ny informasjon og informasjon lagret i minnet og binder, omorganiserer og/eller utvider denne informasjonen for å oppnå et formål eller finne mulig svar i kompliserte situasjoner (Lewis & Smith, 1993). Den tredje tradisjon er utdanning (Lai, 2011), hvor Blooms taksonomi står sentralt når det kommer til å undervise og vurdere høyere ordens tenkning. I taksonomien sies det at de tre høyeste nivåene analysere, syntese og evaluere, representerer kritisk tenkning (Kennedy et al., 1991). I et utdanningsperspektiv er man først og fremst interessert i den pedagogiske utviklingen av hver enkelt elev, og hvordan kritisk tenkning kan gagne samfunnet utenfor klasserommet gjennom utvikling og dannelse (Davies & Barnett, 2015).

John Dewey var både filosof, psykolog, og pedagog, og omtales som den moderne grunnleggeren av kritisk tenkning-bevegelsen (Sternberg, 1986). Dewey, som er sentral i skolen og er kjent for uttrykket *learning by doing*, viser til viktigheten med det han kaller *reflective thinking*. Han definerer dette som «*active, persistent, and careful consideration of any belief or supposed form of knowledge in the light of the grounds that support it, and the further conclusion to which it tends*» (Dewey, 1910, s. 6). Deweys reflekterende tenkning har siden blitt døpt om til kritisk tenkning, og kritisk tenkning har så blitt definert av flere sentrale teoretikere. Paul (1993, s. 20) definerer kritisk tenkning som «*a systematic way to form and shape one's thinking. It functions purposefully and exactly. It is thought that is disciplined, comprehensive, based on intellectual*

standards, and, as a result, well-reasoned», og skiller så den kritisk tenkning fra andre typer tenkning ved at man utøver tenkning av høy kvalitet med en bevissthet av systematisk natur, og at den kritiske tenkeren stadig ønsker å øke kvaliteten av sine tanker. Facione (1990, s. 3) definerer kritisk tenkning som *«purposeful, self-regulatory judgment which results in interpretation, analysis, evaluation and inference, as well as contextual considerations upon which that judgment is based»*, og Ennis (1985, s. 45) definerer kritisk tenkning som *«reflective and reasonable thinking that is focused on deciding what to believe or do»*.

Selv med forskjellige forfattere finnes det en enighet innenfor definisjonene, og selv om definisjonene stammer fra den filosofiske tradisjonen vil definisjonene også være relevante i et utdanningsperspektiv. Definisjonen til Ennis (1985) inneholder «reasonable thinking» i likhet med Paul (1993) sin definisjon (well-reasoned), noe de begge deler med Deweys (1910) «reflective thinking», som legger vekt på å begrunne kunnskap i lys av bevis. Både Facione (1990) og Paul (1993) nevner målbevissthet (purpose), og Facione (1990) nevner hvordan dømmekraft (judgement) leder til blant annet analyse og evaluering som ansees som sentrale innen kritisk tenkning og Blooms taksonomi (Lewis & Smith, 1993). Definisjonene blir dermed relevante for utdanningstradisjonen. Definisjonene kan også kobles til konkrete ferdigheter innen kritisk tenkning.

2.1.1 Kritisk tenkning- ferdigheter og disposisjoner

Med flere tradisjoner hvor kritisk tenkning står sentralt, samt flere definisjoner av begrepet, er det naturlig at det oppstår både enighet og uenighet om hva den kritiske tenkningen faktisk inneholder. Noe det råder enighet om er at kritisk tenkning består av både spesifikke ferdigheter og disposisjoner (Lai, 2011). Facione (1990) viser til seks kjerneferdigheter innen kritisk tenkning. Disse er 1) Tolkning, som videre består av tre underferdigheter: kategorisering, bearbeide meningens innhold, og å klargjøre meningen. 2) Analysering, bestående av å undersøke ideer, identifisere argumenter, og analysere argumenter. 3) Evaluering, bestående av å vurdere påstander og argumenter, 4) Trekke slutninger, bestående av å tolke bevis, vurdere alternativer, og å dra konklusjoner. 5) Forklaring, bestående av å fremlegge bevis, forsvare bevisene, og presentere argumenter. 6) Selvregulering, bestående av å undersøke og iverksette sine egne tanker. Flere av disse ferdighetene nevnes også av Ennis (2011) i hans beskrivelse av den ideelle kritiske tenkeren, som er en person med ferdighetene til å avklare, oppsøke og bedømme opprinnelsen av en påstand, å handle klokt ut ifra opprinnelsen, møter påstander med antakelser og integrerer de på en kreativ måte, og å gjøre dette med medfølelse og dyktighet. Ferdigheter som å analysere argumenter, påstander og bevis, samt å trekke slutninger og vurdering kan også knyttes til definisjonene ovenfor (Ennis, 1985; Facione, 1990; Paul, 1993).

Det råder også enighet om at kritisk tenkning- ferdigheter og disposisjoner er forskjellige enheter (Lai, 2011), og at kritisk tenkning innehar flere disposisjoner (Ennis, 1985; Facione et al., 2000). Facione et al. (2000, s. 64) definerer disposisjoner av kritisk tenkning som konsekvent, indre motivasjon for å handle mot eller svare personer, hendelser eller situasjoner på habituelle dog fornybare måter. En sammenfattet liste over slike disposisjoner er å være fordomsfri, rettferdig, ha vilje til å oppsøke fornuft, være nysgjerrig, ha et ønske om å være velinformert, være fleksibel, og ha respekt for- og vilje til å imøtekomme- andres synspunkt (Lai, 2011). I sin beskrivelse av den ideelle kritiske tenkeren utdyper Ennis (2011) det videre som en person med disposisjoner som å ta standpunkt, å gjøre det riktige, å komme frem til sannheten hvis mulig, og til å

presentere sine påstander klart og tydelig. Disposisjoner kan dermed ansees som å konstruere underliggende trekk innad i individet, og vil eksistere selv om de ikke kan oppfattes utad. Disposisjoner blir også antatt som forløperen til fremtidige tankemønstre (Lai, 2011).

Å inneha ferdighetene og disposisjonene av kritisk tenkning betyr likevel ikke at man kan beskrives som en kritisk tenker (Facione et al., 2000). Abrami et al. (2015) påpeker også dette og hevder at en person som innehar de kognitive ferdighetene assosiert med kritisk tenkning, men mangler disposisjoner til å lære om eller diskutere situasjoner av en individuell art, vil tvilsomt kunne kalles en kritisk tenker. Som understreket av Facione (1990) vil det dermed være nødvendig å utvikle både ferdigheter og disposisjoner i opplæringen av en kritisk tenker. I sammenhengen med kritisk tenkning-ferdigheter og disposisjoner fremmer Davies og Barnett (2015) konseptet kritikalitet (criticality), hvor kritikalitet utvider kritiske tenkning fra ferdigheter og disposisjoner ved å legge til handlinger. Kritikalitet innebærer med andre ord å tenke, være og handle, og viser til hvordan personer opptrer i verden. Den kritiske tenkeren vil være kritisk orientert mot omverdenen og handler i forhold til den (Davies & Barnett, 2015).

2.1.2 Generelle- eller domenespesifikke ferdigheter

Med spesifikke ferdigheter tilknyttet kritisk tenkning oppstår det spørsmål om disse ferdighetene er generelle eller domenespesifikke (Abrami et al., 2015; Lai, 2011). Det er flere som mener at bakgrunnskunnskap spiller en vesentlig rolle innen kritisk tenkning (Lai, 2011). I følge Willingham (2007) er bakgrunnskunnskapen nødvendig for at elever skal kunne utfolde sine kritisk tenkning-ferdigheter, da man trenger noe å tenke kritisk om. Bailin et al. (1999) påpeker også nødvendigheten med bakgrunnskunnskap, og hevder videre at kritisk tenkning alltid oppstår i en kontekst av allerede eksisterende konsepter, meninger, verdier og oppførsel. Dette begrunner de med at kunnskap innen et felt er nødvendig for å kunne vurdere påstander og bevis på en hensiktsmessig og legitim måte innen det aktuelle feltet. Dette støttes også av McPeck (1981) som hevder at kritisk tenkning alltid manifesteres i sammenheng med andre aktiviteter eller et fagområde, aldri i isolasjon – med andre ord er den kritiske tenkningen domenespesifikk. Hvorvidt kritisk tenkning-ferdigheter er domenespesifikke hersker det uenighet om. Andre mener at kritisk tenkning-ferdigheter kan generaliseres på tvers av domener, og kan dermed også læres på en generell måte (Lai, 2011). Ennis (1989) er blant de som hevder at kritisk tenkning er mer generelt. Han påpeker at det vil være ferdigheter innen kritisk tenkning som er relevante på tvers av fagområder (domener), som for eksempel forestillingen om at interessekonflikt kan svekke troverdigheten til en kilde. Ennis (1989) hevder videre at fagene i skolen er for vage, og at skolen er utsatt for overlapping mellom fagene, og at det derfor er vanskelig å snakke om atskilte domener. Willingham (2007) påpeker likevel at det i en læringssammenheng vil være enklere å fremme utviklingen av kritisk tenkning ved å sette tenkningen opp mot et domene, heller enn i en generell sammenheng. Dette argumenter også Bailin (2002) for og underbygger dette ved at hva som utgjør relevante bevis, argumenter og standarder ikke vil være de samme på tvers av domener.

2.1.3 Overføring av ferdigheter

I lys av en domenespesifikk tilnærming stilles spørsmålet om kritisk tenkning-ferdigheter kan overføres til nye kontekster (Lai, 2011). I følge Ennis (1989) vil de som mener at kritisk tenkning er domenespesifikt være skeptisk til overførbarhet fra et domene til et

annet. Likevel hevder Willingham (2007) at overføringen av kunnskap skjer, og at skolen hadde vært unødvendig om ikke det hadde skjedd. Heller ikke McPeck (1990), som holder med den domenespesifikke tilnærmingen, utelukker overføringen av kritisk tenkning-ferdigheter til virkelighetsnære kontekster, da spesielt når undervisningen legger vekt på autentiske aktiviteter tilknyttet utfordringer fra hverdagen. Willingham (2007) viser til to faktorer som muliggjør overførbarhet. Den første er å ha kjennskap til det han kaller *dype strukturer*. Med dette mener han at tenkeren kan gjenkjenne tankemønstre opp mot problemløsningen fra tidligere erfaringer, for så å sette nye spørsmål eller oppgaver inn i den konteksten man allerede har kjennskap til. Den andre faktoren er å vite om, og faktisk benytte slike dype strukturer. Med det menes det at tenkeren vet om og aktivt oppsøker sine tidligere erfaringer med de lignende tankestrukturene (Willingham, 2007). Likevel påpeker han videre at selv med veiledning om å bruke tidligere erfaringer for å løse et problem som krever kritisk tenkning, tilsvarer ikke dette at tenkeren vil kunne løse problemet. Dette uttrykker også Swartz og McGuinness (2014) skepsis mot og fremhever at undervisningen i skolen ofte mangler et slikt innhold, der elevene ikke blir beviste på å sette nye problemer inn i en kontekst de kjenner til, og at undervisningen sjeldent legger opp til å bruke kjente tankemønstre innen kritisk tenkning i nye sammenhenger. For å sikre overføringen på tvers av domener beskriver også Halpern (1998) en undervisningsmodell med fokus på både ferdigheter og disposisjoner, og hvor det legges opp til å bruke og kjenne til slike dype strukturer som Willingham (2007) snakker om. I tillegg påpeker hun, i likhet med McPeck (1990), viktigheten av virkelighetsnære spørsmål og utfordringer for å muliggjøre overføringen.

2.1.4 Utviklingsstadier av kritisk tenkning

De mange definisjonene av kritisk tenkning gjør det vanskelig å kartlegge en universell fremgangsmåte for utviklingen av kritisk tenkning (Ventura et al., 2017). Kuhn (1999) beskriver likevel forskjellige stadier for kritisk tenkning. Hun hevder at barn allerede fra tre til fem års alderen forstår at uttalelser grunnes i talsmannens meninger, noe som tilsier at selv barn har grunnlaget til å forstå at det finnes utallige meninger der ute. Barn kan også være innforstått med at det finnes falske fortolkninger og at meninger bare er mentale kopier av virkeligheten. Likevel kan barn helt opp i åtte års alderen ha vansker med å forstå at to personer kan se på det samme beviset og nå forskjellige konklusjoner. En slik tilnærming og konstruering av ens egen kunnskap hevder Kuhn (1999) at kan følge den enkelte helt til voksen alder. I likhet med Kuhn (1999), beskriver Song et al. (2013) en læringsprogresjon, men i fem nivåer, hvor deres nivåer representerer utviklingen av fire ferdigheter. Disse ferdighetene er konstruering av argumenter, å ta et eget standpunkt, resonering og bevis, og tilrettelegging av en case. Det første nivået tenkes at starter hos de yngste elevene, med tegning, diktering og skrivning av meninger og preferanse. Det andre nivået starter ikke før midten av barneskolen, ved at elever begynner å skrive argumenter begrunnet med relevante bevis. De neste nivåene antas nådd ved utløpet av barneskole, hvor tenkeren kan plassere seg selv i større grad innad de problemene de blir møtt med, og i det fjerde nivået, som nåes i løpet av ungdomsskolen, hvor tenkeren kan analysere og gjenkjenne antakelser og partiskhet og bruke dette til å utvikle sine egne standpunkt og meninger. Det femte nivået nåes ved utgangen av videregående. På dette siste nivået kan tenkeren sette spørsmål ved sin egen forståelse og være åpen for- og bruke andres argumenter for å utvikle sin egen forståelse, samt mestre flere typer av argumentasjon og utøve både forståelse og kontroll i forskjellige situasjoner (Song et al., 2013).

2.2 Kritisk tenkning i skolen og i naturfaget

Som nevnt innledningsvis løftes kritisk tenkning fram som en sentral kompetanse for det 21. århundre, og har i den siste tiden fått økt fokus i skolen (e.g. NOU 2014: 7, 2014; OECD, 2017). Kritisk tenkning har fått en tydeligere plass i skolen etter innføringen av fagfornyelsen (Kunnskapsdepartementet, 2017), men likevel er ikke kritisk tenkning et nytt begrep i hverken skole- eller hverdagssammenheng. Å lære elevene å tenke kritisk var et av formålene i skolen allerede før den nye læreplanen ble innført (Opplæringslova, 1998), og Dewey bemerket kritisk tenkning som en regelmessig nødvendighet allerede tidlig på 1900-tallet (Dewey, 1910).

Fagene i skolen skal sees i lys av de verdiene og prinsippene som også resten av opplæringen bygger på. Opplæringens verdigrunnlag skal preges av dybdelæringsprosesser, noe den nye læreplanen i større grad legger til rette for (Kunnskapsdepartementet, 2017). Utdanningsdirektoratet (2019a) definerer dybdelæring som «å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder». Tilstrekkelig tid til fordypning og varierte arbeidsformer blir dermed viktige stikkord for lærerens arbeid med dybdelæring, som også henger nøye sammen med kompetanse i å lære (NOU 2015: 8, 2015). Fagenes læreplaner bygger på definisjonen av kompetanse, hvor forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning nå inngår i definisjonen. Det heter at refleksjon og kritisk tenkning gir forutsetninger for å forstå teoretiske resonnementer og for å utføre praktisk arbeid (Kunnskapsdepartementet, 2017). Kritisk tenkning blir dermed et mål for alle fagene. Videre i overordnet del heter det at kritisk tenkning, sammen med vitenskapelig tenkning, innebærer å bruke fornuften på en undersøkende og systematisk måte i møte med konkrete praktiske utfordringer, fenomener, ytringer og kunnskapsformer (Kunnskapsdepartementet, 2017), noe som underbygger den viktige rollen naturfaget har i læringen av kritisk tenkning. I naturfagslæreplanen heter det at læreren skal planlegge og legge til rette for at elevene får vist kompetansen sin på varierte måter som inkluderer forståelse, refleksjon og kritisk tenkning i ulike sammenhenger (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Ifølge Bailin (2002) burde kritisk tenkning være en vesentlig del av naturfagundervisningen, og Sadler et al. (2002) hevder det ville vært vanskelig å legitimere naturfaget om det ikke prøvde å fremme elevenes kritiske tenkning.

2.2.1 Argumentasjon og kildekritikk i skolen

Argumentasjon og kildekritikk er begge fremtredende i skolens og naturfagets styringsdokumenter. I styringsdokumentene knyttes argumentasjon og kildekritikk til kritisk tenkning blant annet i det tverrfaglige temaet demokrati og medborgerskap, hvor det heter det at elevene skal forstå dilemmaer som ligger i å anerkjenne både flertallets rett og mindretallets rettigheter, og at elevene skal øve opp deres evne til å tenke kritisk (Kunnskapsdepartementet, 2017). Innen demokrati og medborgerskap omtaler Lenz (2020) kritisk tenkning som ensbetydende med logisk og analytisk tenkning, hvor den kritiske tenkningen da innebærer å identifisere, utvikle eller anvende kriterier for hva som skiller sant fra usant og godt fra vondt. Naturfagets rolle angående demokrati og medborgerskap er å gi grunnlag for å skille mellom vitenskapelig basert kunnskap og kunnskap som ikke er basert på vitenskap, samt å gi grunnlag for å forstå og være kritisk til argumentasjonen i samfunnsdebatten (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Videre i overordnet del heter det at etablerte ideer må granskes og kritiseres med teorier, metoder, argumenter, erfaringer og bevis for at ny kunnskap skal kunne oppstå. Elevene

må dermed kunne tenke kritisk i vurdering av ulike kilder til kunnskap og om hvordan kunnskap utvikles (Kunnskapsdepartementet, 2017). Kildekritikk og argumentasjon fremheves også under de grunnleggende ferdighetene lese, skrive og digitale ferdigheter i naturfag, hvor det fremheves at disse grunnleggende ferdighetene gir forutsetninger for nettopp argumentasjon og for å kritisk vurdere kilder (Utdanningsdirektoratet, 2019b). I lys av kritisk tenkning i et pedagogisk perspektiv og læreplanen fremhever også Ferguson og Krange (2020) disse ferdighetene som sentrale. De hevder at kritisk tenkning i grunnskolen kan konkretiseres i arbeid med nettopp argumentasjon og kildekritikk. Ferguson og Krange (2020) viser også til viktigheten av elevenes kunnskapssyn i arbeidet med kritisk tenkning. Dette punktet har jeg valgt å ikke inkludere innenfor rammen av denne studien, på grunn av behov for å avgrensning av omfanget av studien.

2.2.1.1 Argumentasjon i skolen og naturfaget

Kuhn et al. (2017) viser til en positiv og konstruktiv bruk av argumentasjon når et argument er en påstand støttet av begrunnelser og bevis. Å benytte argumentasjon i undervisning hevder de vil kunne gi uttrykk for respektive verdier, oppklaring av ulikheter og utarbeiding av en felles forståelse. I en utdanningskontekst vil dette være positivt, og vil kunne føre til et fordelaktig utfall (Ferguson & Krange, 2020; Kuhn et al., 2017). Ferguson og Bubikova-Moan (2019) omtaler argumentasjon som en ledende faktor for kritisk tenkning, og i lys av kritisk tenkning beskriver de argumentasjon som evaluering og vurdering av andres argumenter gjennom kritisk lesing, kilde evaluering, produksjon av argumenter eller begrunnet argumentasjon. Å la elever utfoldes i argumentasjon og debatter fremheves som en nødvendighet av Osborne (2010), men han mener at slike aktiviteter er fraværende i naturfagundervisningen. Dette fraværet hevder han gjør det vanskelig for elevene å utvikle deres naturvitenskapelige forhandlings- og argumenteringsevner – evner han mener åpner for ny kunnskap ved å uttrykke og bli eksponert for nye ideer. Kuhn og Udell (2003) fant også nødvendigheten av argumentasjon da de undersøkte utviklingen av argumentasjonsferdigheter blant utsatte elever i 13 – 14 års alderen. Studien viste at argumentasjonsferdighetene kan utvikles og at argumenterende diskurser var en effektiv faktor i undervisningen for utviklingen av elevenes argumentasjon. De fant at utviklingen ikke bare skjer når den enkelte elev konstruerer argumenter i lys av bevis, men at utviklingen skjer spesielt i argumenterende diskurser i samhandling med andre.

2.1.1.2 Kildekritikk i skolen og naturfaget

Å utøve strategisk kildevurdering er ifølge Ferguson og Krange (2020) å legge merke til og bruke kildeinformasjon ved å for eksempel vurdere typen publikasjon, om forfatteren er kvalifisert til å uttale seg om det aktuelle temaet, og å vurdere hensikten med uttalelsen. Å være oppmerksom på denne type informasjon danner forutsetninger for å vurdere kildens troverdighet, objektivitet og autoritet om temaet, samt tolke, evaluere og bruke teksten. Med den økte bruken av sosiale media og en økt tilgjengelighet av informasjon understreker Bråten et al. (2019) viktigheten med at hver enkelt lærer seg å bedømme relevansen og påliteligheten av informasjon. Misoppfatninger rundt for eksempel klimaendringer og vaksiner viser til nødvendigheten med å inkludere kildekritikk i skolen, og denne kunnskapen er ikke bare nødvendig for elevers læring, men for selve utviklingen av demokratiet (Bråten et al., 2019). I sin masteroppgave fant Hansen (2018) at elever i naturfagsklasser på videregående mener opplæringen av kildebruk og digital kompetanse i skolen bare er «middels god», og at elevene ønsket

bedre undervisning om kildekritikk, spesielt i naturfag. Studien viste også at elever generelt ikke innehar en tilstrekkelig evne til å utøve kildekritikk, og at undervisningen i liten grad knytter fagkunnskaper sammen med bruken av kildekritikk. At naturfagundervisningen utelater kildekritikk er noe Day og Bryce (2013) påpeker som uheldig, og hevder at naturfag-undervisningen er i en unik posisjon for å hjelpe elevene til å forholde seg kritisk, spesielt til informasjon i media av naturvitenskapelig dimensjon. I følge Brante og Strømsø (2017) vil en aktiv, gjennomgående bruk av kildekritikk i undervisningen også kunne føre til et bedre læringsutbytte. Det er likevel få som bruker kildeinformasjonen slik når de leser med mindre de spesifikt blir minnet på å gjøre det. Ferguson og Krange (2020) påpeker å forholde seg kritisk til kildeinformasjon som en nødvendighet for å ta stilling til påstander og for å konstruere gyldige argumenter selv. Det er spesielt forholdet mellom budskapet i diverse tekster og avsenderen som står bak dette budskapet som er hovedgrunnen til at kildevurdering ansees som et sentralt aspekt ved kritisk tenkning. Elevene må bli eksponerte for flere forskjellige typer informasjonskilder og må bli oppfordret til å vurdere hvorfor disse er relevante, og hvor de kommer fra (Ferguson & Krange, 2020).

2.2.2 Kriterier for en kritisk tenker i naturfag

En annen relevant faktor for den kritiske tenkningen er rollen av kriterier. Kritisk tenkning involverer bruken av kriterier for å kunne bedømme diverse avgjørelser og argument (Lai, 2011). Kritisk tenkning skiller fra ukritisk tenkning ut ifra hvordan tenkningen imøtekommer visse standarder og kriterier, og det vil dermed være overholdelsen av disse kriteriene som bestemmer hva som utgjør en kritisk tenker (Bailin, 2002). Kriteriene er nødvendige for å evaluere andres argumenter og synspunkt, vurdere bevis og påstander, og for å evaluere ens egne tanker (Lai, 2011), og ifølge Byrne og Johnstone (1987) etablerer forskjellige disipliner egne kriterier for å bedømme gitte avgjørelser og argumenter, og kriteriene vil variere fra fag til fag. Bailin (2002) viser til flere kriterier relevant for naturfaget. Disse er nøyaktigheten av data, kontrollering av variabler i eksperimenter, påliteligheten av kilder, og gyldigheten av slutninger. Videre fremheves ideelle og tilstrekkelige forhold, årsakssammenhenger, og hypoteser og forutsigelser som nødvendige verktøy for å kritisk analysere og evaluere kriteriene i naturvitenskapen. I tillegg påpeker Bailin (2002) disposisjoner og holdninger som respekt for gitte begrunnelse, en utforskende holdning, åpenhet, og rettferdighet, som viktige forutsetninger for å muliggjøre den kritiske tenkningen i naturfag.

2.2.2.1 Ukritisk gjennomførelse

I naturfagundervisningen er det ifølge Bailin (2002) vanlig å konseptualisere kritisk tenkning som besående av flere prosesser, og disse prosessene kan ofte brukes for å påvise kritisk tenkning utad. Et eksempel på dette kan være å trinnsvis løse et problem som krever kritisk tenkning, som ved å gjennomføre et eksperiment. Det å gjennomføre et sett med oppgaver vil likevel ikke være nok for å sikre den kritiske tenkningen, siden en oppgave kan gjennomføres overfladisk og uten refleksjon – med andre ord, på en ukritisk måte. I lys av dette understreker Bailin (2002) at det er kvaliteten av tenkningen som skiller kritisk og ukritisk tenkning, og at kvaliteten fastslås av i hvilken grad tenkningen overholdes de relevante kriteriene. Bailin (2002) hevder at man i større grad kan ivareta den kritiske dimensjonen gjennom spesifiserte prosedyrer, men bare ved å inkorporere kriteriene av kritisk tenkning i beskrivelsen av oppgaver. Å følge en oppskrift bokstavelig vil likevel ikke automatisk sikre at den kritiske tenkningen skjer. Særlig innen undervisning av kritisk tenkning er dette et problem, og kriterier må derfor synliggjøres eksplisitt for å fremme kritisk tenkning (Bailin, 2002).

2.2.3 Utforskende undervisning i naturfaget

For å kunne benytte kriteriene av kritisk tenkning i naturfag og utøve hensiktsmessig dømmekraft påpeker Bailin (2002) viktigheten med bakgrunnskunnskap, som beskrevet tidligere. McPeck (1981) argumenterer også for viktigheten av faglig (domene) kunnskap og hevder at for å tenke kritisk overfor naturvitenskapelige spørsmål kreves det kunnskap og ferdigheter som en forsker. Noe som umiddelbart blir relevant i en naturfaglig-sammenheng blir det som på engelsk heter *inquiry*. Essensen av inquiry i naturfagundervisningen er nettopp å engasjere elevene i samme type aktiviteter, praksiser og tankeprosesser som de en forsker ville brukt i sitt arbeid (National Research Council, 2000). Med opphav i inquiry har vi fått det som kalles *utforskende undervisning* på norsk (Fiskum & Korsager, 2017), og i fagfornyelsen (LK20) fikk naturfaget et økt fokus på nettopp en utforskende tilnærming (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Knain og Kolstø (2019) identifiserer åtte fundament for utforskende undervisning:

1. stille spørsmål og definere problemstillinger
2. utvikle og bruke modeller
3. konstruere forklaringer og utvikle løsninger
4. planlegge og utføre undersøkelser
5. analysere og tolke data
6. bruke matematikk og tenke algoritmebygging
7. delta i argumentasjon basert på data
8. skaffe, vurdere og formidle informasjon

Medfølgende den utforskende undervisningen er ofte praktiske aktiviteter. Praktiske aktiviteter er også en naturlig del av naturfagundervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Likevel er utforskende undervisning mye mer enn bare praktisk arbeid (Fiskum & Korsager, 2017). Haugan (2018) påpeker hvordan skolens naturfag ofte praktiserer såkalte «kokebokforsøk» – detaljstyrt forsøk med punktvis instruerende tekst og lite handlingsrom, med lite frihet til å utvikle egne ideer. Han beskriver videre en utforskende arbeidsmåte i naturfag i fem trinn, der elevene ut ifra naturfaglige problemstillinger, skaffer egne data, gir forklaringer på problemstillingene med utgangspunkt i dataen, vurderer så sine forklaringsmodeller, og kommunisere og argumentere for sine foreslåtte forklaringer. Det stilles dermed ikke et krav til bruken av praktiske aktiviteter for at undervisningen skal kunne omtales som utforskende (Haugan, 2018; Knain & Kolstø, 2019).

Utforskende undervisning (*inquiry*) har også vist seg som hensiktsmessig for å fremme kritisk tenkning. Wale og Bishaw (2020) undersøkte effekten en utforskende tilnærming hadde på studenter som lærer engelsk som fremmedspråk. De inkorporerte utforskningen med argumenterende skrivning og fant at undervisningen fremmet studentenes kritiske tenkning. Studentene i studien forbedret både deres tolkning, evaluering, konkludering, forklaringer og selvregulering. Dette fant også Prayogi og Yuanita (2018), som videreutviklet en undervisningsmodell av utforskende undervisningen ved å inkorporer et spesielt fokus på kritisk tenkning. De undersøkte effekten av undervisningen på lærerstudenter og fant at den hadde en signifikant effekt på deres kritiske tenkning, inkludert aspekter som analyse, konklusjoner, evaluering og beslutningstaking.

2.3 Undervisning for kritisk tenkning

Selv om kritisk tenkning er komplekst, er det flere som mener at kritisk tenkning kan læres og utvikles (Ventura et al., 2017). Abrami et al. (2015) hevder at kritisk tenkning-ferdigheter og disposisjoner kan utvikles på alle utdanningsnivå på tvers av alle disiplinære områder, og Miri et al. (2007) fant i sin studie at målrettet undervisning for utviklingen av kritisk tenkning styrket elevenes kritiske tenkning. Det er likevel presisert av Abrami et al. (2015) at undervisningen av kritisk tenkning er komplekst og er en mangesidig prosess, hvor det ikke finnes en magisk oppskrift for å sikre elevenes læring. Hvordan undervisningen med en kritisk tenkning-målsetning ser ut skal vise seg som bestående av forskjellige tilnærminger, strategier og ha et varierende innhold.

2.3.1 Tilnærminger til kritisk tenkning i undervisninger

Ennis (1989) viser til fire forskjellige måter å tilnærme kritisk tenkning på i undervisningen: generell, infusjon, immersjon og blandet.

- **Generell:** I den generelle tilnærmingen er målet med undervisningen å utvikle kritisk tenkning-ferdigheter og disposisjoner. Den kritiske tenkningen undervises uten et innhold knyttet til spesifikke fagområder.
- **Infusjon:** Fagområder er viktig i infusjonstilnærmingen, og kritisk tenkning er et eksplisitt mål i denne undervisningstilnærmingen. En forutsetning med infusjonstilnærmingen er at elevene oppfordres til å tenke kritisk innen faget og prinsippene for kritisk tenkning uttrykkes eksplisitt. I infusjonstilnærmingen kreves det gjennomtenkte og forståelige instruksjoner med en faglig tilknytning hvor elevene oppfordres til å tenke kritisk innen et relevant, faglig tema.
- **Immersjon:** I immersjonstilnærmingen er også fagområder viktig, men kritisk tenkning er ikke et eksplisitt mål i undervisningen. I motsetning til infusjonstilnærmingen er ikke den kritiske tenkningen gjort eksplisitte for elevene. Elevene fordypes i fag uten å bli spesifikt henvist til prinsippene av kritisk tenkning, og elevene blir ikke bevisste på at de lærer å tenke kritisk.
- **Blanding:** I en blandet tilnærming kombineres den generelle tilnærmingen med enten infusjon eller immersjon. Kritisk tenkning undervises som en selvstendig del innenfor et bestemt fagområde. Elevene involveres i kritisk tenkning instruksjoner knyttet til fagområder, men der er også deler separert fra fag i undervisningen som har til hensikt å fremme generelle prinsipper av kritisk tenkning.

I følge Ventura et al. (2017) er det infusjonsmetoden som benyttes mest i studier som undersøker undervisning for kritisk tenkning i grunnskolen og videregående (K-12)³, og at flere studier viser til et positivt utfall av kritisk tenkning i fagene det undervises i. Abrami et al. (2008) gjennomførte en meta-analyse der de undersøkte bruken og utviklingen av kritisk tenkning i utdanningssammenhenger, med mål om å finne ut mer om effekten til de ulike undervisningstilnærmingene. De fant at undervisningen i de undersøkte studiene generelt hadde en positiv effekt på elevenes kritiske tenkning, men at en blandet tilnærming hadde størst effekt, og immersjonstilnærmingen hadde minst effekt. Den generelle- og infusjonstilnærmingen gav moderat effekt. Selv om immersjonsmetoden ga minst effekt, tilsvarer ikke dette ingen effekt (Abrami et al., 2008). Ennis (2013) hevder at i enhver undervisningssituasjon der kritisk tenkning er et mål, både om den følger en generell, infusjon, immersjon eller blandet metode, er alle

³ K-12: «Kindergarten through 12th grade», tilsvarer grunnskole og videregående i Norge.

måtene alltid aktuell og burde være en gjennomtrengende del av undervisningen i den grad tiden og elevenes evner strekker til.

2.3.2 Et eksplisitt fokus på kritisk tenkning

Den lavere effekten av immersjonsmetoden, hvor kritisk tenkning ikke påpekes eksplisitt, fremhever viktigheten med å gjøre kritisk tenkning en tydelig del av undervisningen (Abrami et al., 2008), som også ble nevnt tidligere av Bailin (2002) - nettopp at kriterier som det vurderes etter må synliggjøres eksplisitt for å fremme kritisk tenkning. McPeck (1981) understøtter også viktigheten av å være tydelig overfor hensikten av kritisk tenkning, og at denne hensikten ikke må mistes i undervisningen. Facione (1990) påpeker at undervisningen bør gi eksplisitt oppmerksomhet til selve utviklingen av både kritisk tenkning-ferdigheter og disposisjoner. I likhet med disse hevder Swartz og McGuinness (2014) at å eksplisitt legge vekt på kritisk tenkning i undervisningen vil gi en dypere forståelse, føre til bedre skriving, og fremme engasjement og interessen for faget som læres, og Miri et al. (2007) fant i sin studie at lærere som underviser med bevissthet, med hensiktsmessige formål og har et vedvarende fokus på å fremme elevenes kritiske tenkning øker sannsynligheten for suksess.

2.3.3 Et utgangspunkt for undervisning av kritisk tenkning

Uansett hvilken fremgangsmåte man velger i undervisning, stopper ikke undervisningens komplekse natur med det. Abrami et al. (2015) fant i deres meta-analyse flere effektive strategier for undervisning av kritisk tenkning. Oppsummert kan det sies at et godt utgangspunkt for undervisning av kritisk tenkning består av dialog, å ha en autentisk tilnærming, og at læreren veileder elevene. En annen faktor som også nevnes er elevenes individuelle arbeid (Abrami et al., 2015).

2.3.3.1 Dialog i undervisningen

Det første av to hovedfunn fra studien til Abrami et al. (2015) er at å bruke dialog har spesielt god effekt på utviklingen av elever kritiske tenkning. Kolstø og Ratcliffe (2007) fremhever tre forskjellige former av dialog som praktiseres i naturfagsklasserommet. Disse knyttes gjerne til argumentasjon og er: *disputerende dialog*, hvor de fokuseres på forskjellige meninger heller enn å komme til enighet, hvor elevene forsvare sine synspunkt. *Kumulativ dialog* som karakteriseres av enighet, og er typisk representert av repetisjon, bekreftelse og utdypelser. Og til slutt, *utforskende samtaler* hvor presentasjoner av synspunkt bygger på argumenter, og kritiske og konstruktive diskusjoner om hverandres ideer. Kritiske dialoger, som de tre nevnte over, kan ifølge Abrami et al. (2015) ta flere former, både i diskusjoner i hele klasse, i mindre grupper, debatter mellom alle i klassen, debatter i mindre grupper, eller diskusjoner på internett. Altså, trenger ikke diskusjonen bare å være muntlig, den kan også være skriftlig (Abrami et al., 2015). Riesenmy et al. (1991) undersøkte effekten diskusjoner hadde på elevenes kritiske tenkning. I deres studie ble barn i fjerde- og femteklasse gitt bestemte roller for så å engasjeres i diskusjoner i mindre grupper for å finne ut om dette bidro til elevenes utvikling og overføring av kritisk tenkning-ferdigheter. De fant at elevene som gjennomførte undervisningen gav betydelig bedre resultater i etterkant, i motsetning til elever som fulgte vanlig undervisning. Hudgins og Edelman (1988) fant også at diskusjoner i mindre grupper, gav signifikant høyere resultater for elevenes kritiske tenkning, i motsetning til de som ikke deltok i den type undervisning. Healey (2012) undersøkte potensialet forberedelser av og deltagelse i debatter hadde på studenter ved høyere utdannings kritiske tenkning-ferdigheter, og fant at deltagelse i debatter utviklet

studentenes evne til å konstruere argumenter både i forkant og under selve debatten, kritisk vurdere kildene av materialer i forarbeidet, og utviklet studentenes kommunikasjonsferdigheter. I tillegg til dette uttrykte studentene at debatter var en «gøy» måte å lære på.

2.3.3.2 En autentisk tilnærming

Abrami et al. (2015) sitt andre hovedfunn er viktigheten med å benytte autentiske eller situerte problemer og eksempler for utviklingen av elevers kritiske tenkning. En autentisk tilnærming karakteriseres av å presentere ekte, virkelighetsnære problemer som elevene undersøker (Abrami et al., 2015). Rule (2006) utdyper dette og fremhever fire karakteristiske temaer av autentisk læring. Disse er virkelighetsnære problemer hvor elevene engasjeres i lignende arbeid som profesjonelle utøvere, utforskende aktiviteter hvor tenkning og metakognisjon utfoldes, diskurser mellom de som skal lære, og muligheten for at elever får ta egne valg. Disse temaene går også igjen i studien til Beavers et al. (2017) hvor de undersøker utviklingen av kritisk og reflektert tenkning i en autentisk læringssituasjon. I løpet av undervisningen fikk elevene utforske, løse problemer og bruke nye ferdigheter med utløp i virkelighetsnære situasjoner, hvor både gruppediskusjoner og skriftlig refleksjon sto sentralt. I studien vises det til en økning i elevenes kritiske refleksjon. Gilbert (2004) argumenterer også for at modeller og modellering kan styrke autentisiteten av naturfagundervisningen. Modeller er forenklete versjoner av virkeligheten, men bidrar med å visualisere ellers abstrakte naturfaglige prosesser, noe som er en vesentlig del av naturfaget (Gilbert, 2004). Bixler et al. (2002) viser til hvordan også læring utenfor klasserommet, som feltarbeid og bruken av nærområdet, kan tilføre naturfagundervisningen autentisitet. Som nevnt tidligere fremheves en autentisk tilnærming til undervisningen både av Halpern (1998) og McPeck (1990) som en vesentlig forutsetning for å muliggjøre overføringen av den kritiske tenkningen fra et domene til annet.

2.3.3.3 Læreren som mentor

En autentisk tilnærming og dialog utgjør en effektiv kombinasjon i undervisning for kritisk tenkning, og spesielt når disse sammenfattes med veiledning (*mentoring*) fra læreren (Abrami et al., 2015). Veiledning kan skje gjennom modellering, retting av feil og rådgivning. Veiledning kan oppstå en-mot-en mellom lærer og elev, eller for større elevgrupper (Abrami et al., 2015). Om kritisk tenkning i klasserommet påpeker Schjelderup (2012) hvordan lærerens rolle hverken er å overtale eller overbevise, men å undersøke de spørsmålene som fremmes. Læreren skal ikke komme med forslag til løsninger, men lede samtalen med å stille utdypende spørsmål. Dette støttes av Martin og Hand (2009) som i sin studie fant at læreren er en kritisk forutsetning for at elevene engasjeres i hensiktsmessig argumentasjon. En forutsetning for å oppnå dette er at læreren går vekk fra den typiske utspørringen av/for gjentakende fakta til spørsmål som tilrettelegger for elevenes utforskning. Elevene i studien fikk da en mer aktiv stemme i undervisningen, og at en hensiktsmessig, faglig argumentasjon ble praktisert i større grad. Likevel vil ikke de riktige spørsmålene og veiledning være spesielt effektivt alene ifølge Abrami et al. (2015). Undervisningen der veiledningen er en gjennomtrekkende del av undervisningen og kombineres med både en autentisk tilnærming og dialog vil være det mest effektive utgangspunktet for å undervise den kritiske tenkningen.



Figur 1 Et produktivt utgangspunkt for undervisningen av kritisk tenkning. Figuren tar utgangspunkt i Abrami et al. (2015) sitt utgangspunkt for undervisningen av kritisk tenkning, bestående av dialog, en autentisk tilnærming og læreren som mentor – disse representerer hver sine pilarer. Innholdet av pilarene er utdypet med annen relevant teori.

2.3.3.4 En fjerde ingrediens – Individuelt arbeid

Opprinnelig besto utgangspunktet til Abrami et al. (2015) av fire "ingredienser", hvor den fjerde var *individuelt arbeid*. Denne kategorien innbar læringsaktiviteter som baseres på at elevene jobbet individuelt, som for eksempel ved å lese, observere, høre på lærerens forklaringer, reflektere over informasjon, og å løse problemer på egenhånd. Denne kategorien ble til slutt ekskludert da deres studies inkluderte artikler ikke skilte bruken av denne kategorien godt nok mellom eksperiment- og kontrollgruppene (Abrami et al., 2015). Metoder som lesing kan likevel anses som relevant i undervisningen av kritisk tenkning. I lys av det norske skolerammeverket i naturfag identifiserer Mork og Erlie (2017) fire ferdighetsområder for lesing. Disse er å forberede, utføre og bearbeide tekster, å finne fram til informasjon som er eksplisitt eller implisitt uttrykt, tolke og sammenholde tekster for å kunne trekke slutninger på bakgrunn av innholdet, og å reflektere og vurdere tekster for å kunne forholde seg selvstendig til teksten. Flere av disse ferdighetsområdene, som bearbeide tekster, og å tolke, reflektere og vurdere er også relevante kjerneferdigheter innen kritisk tenkning (Ennis, 2011; Facione, 1990). Tung og Chang (2009) undersøker effekten lesing av litteratur har på studenters utvikling av kritisk tenkning. I deres undervisning fungerte lesing som et vesentlig utgangspunkt for resten av undervisningen. De fant at lesingen forbedret spesielt den kritiske tenkningen til de med lavere resultater innen de relevante ferdighetene, da spesielt deres analyseevner, og at studentene oftere viste disposisjoner av kritisk tenkning i etterkant.

Abrami et al. (2015) nevner ikke skriving i opprøpningen av typer individuelt arbeid, men skriving kan også være en relevant aktivitet i undervisning for kritisk tenkning. Butler (1991) kritiserer naturfaget for å ofte ha et for stort fokus på ord og definisjoner,

og fremhever derfor viktigheten med skriving i naturfag for å fremme den kritiske tenkningen. Å produsere skriftlige tekster hevder han krever en bevisst organisering og fordøyelse av språket som vil åpne for en type språklig refleksjon som heller ikke muntlige diskurser kan fremkalle. Å skrive i naturfagundervisningen påpeker han videre som en nødvendighet for den kritiske tenkningen og for å utvikle naturvitenskapelig litterære borgere. Formålet med skriving i naturfag er ifølge Mork og Erlien (2017) blant annet å prøve ut tanker, uttrykke erfaringer, innstillinger og opplevelser, forklare sammenhenger, stille spørsmål, lage hypoteser og å undre seg. Flere av disse ansees også som relevante for kritisk tenkning (Bailin, 2002). Quitadamo og Kurtz (2007) undersøkte effekten skriving hadde på biologistudentene ved høyere utdannings kritiske tenkning. Istedenfor å fylle ut tradisjonelle lab-skjemaer skulle studentene i eksperimentgruppa skrive utfyllende essayer. I studien fant de at skrivingen gav signifikant bedre resultater av elevenes overordnede kritiske tenkning, samt forbedring av deres analyser og konklusjoner. I likhet brukte Abdurrahman et al. (2019) skriving, men med å bruke multimodale representasjoner utgitt på strukturerte oppgaveark for å utvikle syvendeklasseelevers kritiske tenkning. Elevene fikk uttrykke sine tanker gjennom skriving og ved å bruke modeller, diagrammer, bilder og lignende. Deres resultater viste at skrivingen var en effektiv måte å fremme kritisk tenkning på. Det må likevel bemerkes at effekten av og formålet med skriving i undervisning vil, som presisert av Mork og Erlien (2017), påvirkes av både teksttype og sjangeren teksten skal skrives i, altså vil ikke all skriving regnes som fordelaktig for elevenes kritiske tenkning.

2.3.4 Samarbeid

Abrami et al. (2008) har funnet at samarbeid kan ha en positiv effekt på elevenes kritiske tenkning. Sosiokulturell læringsteori, med arbeidet til Lev Vygotsky (1978) som grunnlag, bygger på at læring skjer gjennom språk og nettopp deltakelse i sosiale praksiser. Innen det sosiokulturelle perspektivet blir interaksjoner og samarbeid sett på som helt grunnleggende for læring (Dysthe, 1999). Dette er også viktige aspekter som ble fremmet av Ludvigsen-utvalget som anbefalinger for fremtidens skole, at samhandling og deltakelse rettes mot samarbeid om problemløsning og deltakelse i faglig diskusjoner (NOU 2015: 8, 2015). Sammenhengen mellom kritisk tenkning og samarbeid fremheves også av Cooper (1995), som anbefaler samarbeidslæring i undervisningen fremfor den typiske forelesningsmetoden. Denne sammenhengen undersøkes av Espey (2018) som har et spesielt fokus på det hun kaller «*team-based learning*» (TBL) i undervisning for utviklingen av akademiske- og kritisk tenkning-ferdigheter ved høyere utdanning. Hun fant at studentene i TBL-miljøet uttrykte signifikant bedre kritisk tenkning-ferdigheter sammenlignet med studentene som fulgte vanlige forelesninger. Dette støttes også av Erdogan (2019) som undersøkte effekten av samarbeidslæring sammen med reflekterende tenkning hadde på syvendeklassingens kritiske tenkning. Resultatene fra studien viste at denne type undervisning hadde en positiv effekt på elevenes kritiske tenkning.

2.3.5 Utfordringer med undervisning av kritisk tenkning

Selv om kritisk tenkning har vært på skolens agenda i lengre tid (e.g. McPeck, 1981), viser flere studier at lærere fortsatt har en mangelfull og fragmentert forståelse av begrepet. Schulz og FitzPatrick (2016) intervjuet canadiske samfunnsfags- og naturfagslærere i barnehage opp til niende klasse, for å undersøke deres forståelse av kritisk tenkning og høyere ordens tenkning, og hvordan deres forståelse påvirket

undervisningen deres. Alle lærerne i studien anerkjente viktigheten av tenkningen, men flere av dem manglet en forståelse av hva begrepene faktisk innebar. Flere mente også at de ikke var godt nok rustet til å verken undervise om kritisk tenkning eller vurdere elevenes tenkning. I likhet intervjuet også Alazzi (2008) samfunnsfaglærere, men i ungdomsskolen og videregående fra Jordan, angående deres forståelse av kritisk tenkning. Han fant også at lærere er kjent med begrepet, men at de ikke vet hva det egentlig innebærer. I tillegg fant han at lærerne får lite veiledning eller hjelp fra læremidler eller fra utdanningen deres generelt, og at lærerne blir etterlat med dette ansvaret alene. Munkebye og Gericke (Submitted) har undersøkt norske læreres forståelse av kritisk tenkning, men i sammenheng med utdanning for bærekraftig utvikling. De fant at lærerne kunne vise til flere relevante kritisk tenkning-ferdigheter og disposisjoner, men at de i hovedsak knyttet disse til å være skeptisk og til kildekritikk. I likhet med Schulz og FitzPatrick (2016) fant også de at tilnærmet ingen av lærerne var bevisste på hvilke kriterier som ligger til grunn for å vurdere den kritiske tenkningen.

Dette leder over til en annen utfordring for undervisningen for kritisk tenkning – den er ikke effektiv nok. Higgins (2014) understreker viktigheten med kritisk tenning i skolen i det 21. århundre, men at denne sammenhengen ikke er tilstrekkelig i skolen i dag. Han påpeker at skolen må ruste elevene til å kunne overvinne utfordringer og finne løsninger på problemer med et økt fokus og en bredere forståelse av produktiv tenkning, noe som vil kreve et økt fokus på kritisk tenkning. Willingham (2007) tar opp spørsmålet om hvorfor kritisk tenkning er så vanskelig å undervise, og viser til hvordan undervisningen ofte fokuserer på problemers «overflate» heller enn å gå i dybden. Dette gjør elevene kapable til å bare løse problemer med lignende struktur, men har problemer med å bruke den samme type tenkningen i andre kontekster, selv om de har kjentskap til den relevante tankeprosessen. I likhet med dette fant Miri et al. (2007) at lærere ofte praktiserer en overføring-av-kunnskap-type-undervisning, og fant at bare 20% av lærerne i studien bevisst benyttet lærestrategier for å fremme elevenes kritiske tenkning. Den konvensjonelle undervisningen hevder Miri et al. (2007) videre at ikke er tilstrekkelig i å forberede elevene for en verden i endring hvor det stadig stilles krav til å tenke kritisk og til å kunne ta kritiske avgjørelser.

En annen utfordring med undervisningen av kritisk tenkning er at det tar tid vekk fra fagene. Som nevnt over oppgir Ennis (2013) tid som en faktor for å muliggjøre undervisningen av kritisk tenkning. Noe Swartz og McGuinness (2014) også påpeker, at nettopp plass i læreverket er en utfordring med undervisningen av kritisk tenkning. Denne utfordringen støtte Zohar et al. (1994) på i deres studie, hvor lærere ble utstyrt med nøye planlagte aktiviteter i biologi for å utvikle elevenes kritiske tenkning. I etterkant av studien uttrykte lærerne bekymring for at elevene ikke skulle klare å møte de faglige kravene når de måtte gjennomføre disse aktivitetene. Selv om aktivitetene bare utgjorde deler av undervisningsøktene mente flere lærere at det totalt utgjorde for mye tid. Dette beskrives også av Alazzi (2008) som gjennomførte sin studie i Jordan, hvor det er et stort fokus på karakterer for opptak til videre utdanning. Flere av lærere som deltok i studien mente at det er knapt med tid for å dekke alt pensum til eksamen, så hvordan kan man da bruke tid på problemløsningsaktiviteter for å fremme kritisk tenkning?

3. Metode

I dette kapitlet vil jeg presentere studiens forskningsprosess. Jeg vil først utdype hvorfor en litteraturstudie er en relevant metode for å svare på studiens problemstilling, for så å beskrive hva en litteraturstudie er og hvorfor denne studien regnes som en systematisk litteraturstudie. Deretter vil jeg belyse prosessen for hvordan jeg har kommet frem til utvalget av de inkluderte studiene, fra danningen av søkeord til selve søkene. Søkeresultatene og oversikten over de inkluderte artiklene vil så bli presentert. For å hente ut relevant data fra de inkluderte artiklene har jeg benyttet en analyse- og kodeprosess som så vil bli beskrevet. Kapitlet vil ende med metodiske refleksjoner knyttet til begrepene reliabilitet, validitet og overførbarhet. Her vil også etiske hensyn i en litteraturstudie beskrives, etterfulgt av metodisk refleksjoner av de inkluderte studiene, og til slutt en vurdering av mitt eget arbeid.

3.1 Metode og litteraturstudie

Valget av metode henger sammen med problemstillingen, og disse burde samsvare i så stor grad som mulig (Punch & Oancea, 2014). For å kunne svare på problemstilling min fremsto en kvalitativ metode som hensiktsmessig. I følge Thaagard (2018) er målsetningen med kvalitativ forskning at man oppnår en forståelse av sosiale fenomener, og at ordet *kvalitet* innen kvalitativ forskning viser blant annet til å fremheve karaktertrekkene ved det sosiale fenomenet man studerer. Befring (2007) fremhever tydelighet og tilgjengelighet som grunnleggende i metoden man benytter, som betyr at forskningen skal legges frem på en slik måte at den kan repeteres av andre, samt at resultatene skal kunne kontrolleres og reproduseres.

Problemstillingen styrer selve hensikten med studien. Jeg ønsker å undersøke hvilke undervisningspraksiser som finnes i naturfag og i skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene for å undervise kritisk tenkning, for en aldersgruppe som er av spesiell interesse for meg og min utdanning. For å besvare problemstillingen er det nødvendig å gjennomføre en litteraturstudie. Det er ikke utenkelig at praksiser angående kritisk tenkning i klasserommet kunne ha blitt studert med andre kvalitative metoder som for eksempel intervju eller observasjon, men som nevnt tidligere er ikke lærere kjent med å undervise om kritisk tenkning, og de innehar en fragmentert forståelse av begrepet (Alazzi, 2008; Schulz & FitzPatrick, 2016). Data og informasjon hentet fra intervjuer kan også være veldig subjektivt (Thaagard, 2018), kontra informasjonen fra publiserte artikler, som er godt planlagte og begrunnet ut fra et teoretisk ståsted (Gough et al., 2012). Undervisningsintervensjonene i publiserte artikler kan også bygge på et bredt datamateriale fra større populasjoner enn det en lærer ville fått med erfaringer fra klassen sin (Creswell, 2014). Creswell (2014) begrunner selve nødvendigheten for å gjennomføre litteraturstudier i utdanningsforskningen med at det blant annet kan identifisere praksiser for å forbedre læring i klasserommet. For å få svar på det jeg lurte på fremstod dermed en litteraturstudie som både gunstig og nødvendig.

3.2 Hva er en litteraturstudie?

En litteraturstudie er en skriftlig oppsummering av artikler, bøker, og andre dokumenter som beskriver den tidligere og nåværende tilstanden av kunnskap om et tema, som organiserer litteraturen inn i temaer, og som dokumenterer nødvendigheten for fremtidige studier (Creswell, 2014). I en litteraturstudie oppsummeres allerede gjennomførte studier, noe som betyr at man ikke skaper ny kunnskap, men

systematiserer kunnskapen og skaffer en oversikt over den kunnskapen som studeres. Dermed kommer nye erkjennelser til lys (Støren, 2013). Hvilke artikler som er relevante for studien styres av problemstillingen, og litteraturen skal dermed kunne bistå med å gi svar på problemstillingen (Punch & Oancea, 2014). For å gjennomføre en litteraturstudie presenterer Creswell (2014) fem steg: 1) identifisere nøkkelbegreper og ord å bruke i søkene, 2) oppsøke litteratur som omhandler temaet i flere forskjellige databaser, 3) kritisk evaluere og velge litteratur, 4) organisere litteraturen, og 5) skrive litteraturstudien. Disse stegene oppsummerer også min tilnærming for å gjennomføre denne litteraturstudien. I følge Ferrari (2015) skilles det mellom to hovedtyper av litteraturstudier: den systematiske og den narrative. I denne studien har jeg gjennomført en systematisk litteraturstudie. Denne metoden og min gjennomførelse av den er beskrevet videre i dette kapittelet.

3.2.1 Systematisk litteraturstudie

Ferrari (2015) skiller narrative- og systematiske litteraturstudier fra hverandre hovedsakelig ved at narrative litteraturstudier ikke underlegges spesifikke kriterier for gjennomførelsen og i innhenting av artikler, i motsetning til den systematiske hvor metoden og gjennomførelsen følger strenge krav og må grundig beskrives. Gough et al. (2012) definerer systematisk litteraturstudie som en forskningsmetode som identifiserer, beskriver, takserer og syntetiserer den tilgjengelige forskningslitteraturen ved å benytte en systematisk og eksplisitt begrunnet forskningsmetode. Butler et al. (2016) skiller mellom kvalitativ og kvantitativ typer av systematisk litteraturstudier. Selv om begge disse tilnærmingene har en målsetning om å produsere resultater av høy kvalitet basert på nøye gjennomgang av den beste tilgjengelige forskningen, skilles de ved at en kvalitativ tilnærming strever mot å presentere en omfattende beskrivelse av datamaterialet, heller enn å vurdere effektiviteten av den undersøkte intervensjonen. Med dette fremstår den kvalitative tilnærmingen til en systematisk litteraturstudie som mest relevant for denne studien. Siden jeg ønsker å undersøke hvilke praksiser som benyttes i skolen, ikke hvilken av de som er best.

Kjennetegnene til en systematisk litteraturstudie er at de ofte besvarer et spesifikt spørsmål, og at det stilles eksplisitte og strenge krav til metoden (Butler et al., 2016; Punch & Oancea, 2014). Kirkehei og Ormstad (2013) påpeker at informasjonsinnhenting bør foregå planmessig og begrunnet, og understreker videre viktigheten med å dokumentere søkene for å styrke etterprøvnbarheten, og at dette reduserer sjansen for systematiske feil og for å styrke gyldigheten til sluttproduktet. Det vil dermed være viktig at søkehistorikken synliggjøres. Dette innebærer en grundig beskrivelse av hvilke databaser, hvilke søkeord og hvilke krav til litteraturen som er benyttet i innhenting av litteraturen (Støren, 2013). Chapman et al. (2010) støtter opp om Ferrari (2015), Butler et al. (2016) og Punch og Oancea (2014) når de hevder at en avgjørende del av en systematisk litteraturstudie nettopp er det systematiske litteratursøket, i tillegg understreker de videre at denne prosessen skal være både nøye, objektiv og mulig å repetere, og skal helst gjennomføres i flere kilder for å kunne identifisere så mange relevante studier som mulig.

3.3 Gjennomførelse av litteratursøk

Etter at temaet og problemstillingen er satt kan søket etter artikler starte. Det første steget til Creswell (2014) for å gjennomføre en litteraturstudie er å identifisere nøkkelbegrep og ord. Denne type prosess utdypes av Butler et al. (2016) hvor de

beskriver en første fase av en systematisk litteraturstudie. Denne fasen består av å utvikle søkeord, sette inkluderings- og ekskluderingskriterier, og å utforme søkestrategi.

3.3.1 Søkeord og søkemotorer

Første steg i Butler et al. (2016) sin første fase er å frembringe søkeord. Søkeordene skaper grunnlaget i en litteraturstudie, og burde etableres på en omfattende måte. Relevante søkeord dannes basert på deres tilknytning til problemstillingen, og er nødvendig for å kunne finne relevante artikler (Ferrari, 2015). Kirkehei og Ormstad (2013) oppfordrer til å bruke synonymer og forskjellige begreper som beskriver ett og samme fenomen som søkeord.

Med utgangspunkt i problemstillingen min ble søkeordene utarbeidet. I grove trekk kan problemstillingen deles i fire og danner med dette fire forskjellige områder av interesse for denne studien. Disse er «kritisk tenkning», «skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene», «undervisning» og «5. – 10. trinn». Disse dannet grunnlaget for å utarbeide søkeordene som vil hjelpe meg i å identifisere relevante artikler. For å ikke gå glipp av noen relevante artikler brukte jeg, som Kirkehei og Ormstad (2013) beskriver, forskjellige begreper om det samme fenomenet. Siden en stor del av publiserte studier publiseres på engelsk, vil det være nødvendig å utarbeide engelske søkeord. For å få treff på studier med nærmere tilknytning vår skolekultur anså jeg det også som nødvendig å søke både på norsk, svensk, dansk. Dette gjorde det nødvendig å utarbeide søkeord på forskjellige språk, samt bruken av søkemotorer som kunne gi både internasjonale og nordiske treff. De engelske og nordiske søkeord er presentert under i hver sine tabeller (tabell 1 og tabell 2). Tabellene er inspirert av Butler et al. (2016, s. 243).

Tabell 1 Engelske søkeord

Kritisk tenkning	Skolefag knyttet til naturvitenskapelige disiplinene	Undervisning	5. – 10. trinn
Critical thinking	Natural science	Teaching Methods	Elementary Education
Thinking Critically	Biology	Teaching Activities	Elementary School
Criticality	Chemistry	Teaching	Middle School
Reflective thinking	Physics	Learning	Primary Education
	Science		Primary School
			Junior High School
			Grade 8
			Grade 9
			Grade 10

Etter å ha utarbeidet tilnærmet like søkeord, bare oversatt til norsk, svensk og dansk, og gjennomførte et slags pilotsøk i de nordiske søkemotorene anså jeg det som nødvendig å gjennomføre mindre omfattende søk og utelukke noen av søkeordene. Dette var fordi inkluderingen av alle søkeordene ga bemerkelsesverdig få treff. Jeg ønsket da heller å søke bredt og evaluere flere artikler for å unngå å gå glipp av relevante artikler. De nordiske søkeordene presenteres i tabell 2.

Tabell 2 Nordiske søkeord

Kritisk tenkning	Skolefag knyttet til naturvitenskapelige disipliner
Kritisk tenkning	Naturfag
Kritisk tänkande	Videnskab
Kritisk tænkning	Naturvidenskab
Reflekterende tenkning	Vetenskap
Reflekterande tänkande	Biologi
Reflekterende tænkning	Kjemi
	Kemi
	Fysikk
	Fysik
	Teknik

I en litteraturstudie påpeker Støren (2013)   søke i relevante databaser. For å anskaffe både internasjonal og nordisk forskning har jeg, som nevnt over, benyttet flere søkemotorer. For å nå internasjonale studier benyttes de engelske søkeordene i søkemotorene ERIC og Academia Search Complete, og for nordiske benyttes de nordiske søkeordene i Idunn og i Oria. Informasjon om de relevante databasene utdypes i tabell 3. Søkeprosessen beskrives senere i dette kapitlet, og resultatene fra søkemotorene er samlet og presentert i tabell 7.

Tabell 3 Informasjon om de benyttede databasene

Databaser	
ERIC (Education Resources Information Center)	En internasjonal database for utdanningsforskning, sponset av Instituttet for utdanningsforskning (IES) ved det amerikanske utdanningsdepartementet. Databasen har fem hovedbrukere: akademikere, forskere, lærere, beslutningstakere (policymakers) og den generelle befolkningen.
Academia Search Complete	Utarbeidet for akademiske institusjoner og er ledende innen vitenskapelig forskning. Den støtter forskning av høyt nivå innen nøkkelområdene for akademiske studier ved å tilby tidsskrifter, rapporter, bøker og mer.
Idunn	Universitetsforlagets digitale plattform for fag- og forskningstidsskrifter. Databasen inneholder over 32 00 tidsskriftartikler og bokkapitler innenfor en rekke fagområder som for eksempel naturvitenskap og pedagogikk og utdanning.
Oria	En søketjeneste som lar deg søke i bibliotekets samlede ressurser av blant annet artikler og tidsskrift. Gjennom Oria f�r jeg tilgang til NTNUs universitetsbibliotek.

3.3.1.1 Søkeordene forklart

For å få treff innen kritisk tenkning benyttes *critical thinking*, samt andre ord og begreper med en direkte tilknytning til begrepet som *thinking critically*, *criticality* og *reflective thinking*. Naturfag oversettes ofte til *natural science* på engelsk, men flere land deler heller faget opp i biologi, kjemi og fysikk. I land som USA omtales faget bare som *science*. For å fokusere søket ble det også benyttet ord med tilknytning undervisning, derav *teaching methods*, *teaching activities*, *teaching* og *learning*. På samme grunnlag ble ord som skulle fokusere søket mot den relevante aldergruppen også benyttet, derav *Elementary school* og *Elementary education*, *Middle school*, *Primary school* og *Primary education* og *Junior high school*. Alderen tilsvarer nødvendigvis ikke til det samme

klassetrinnet fra land til land, og inndelingen mellom barneskole, ungdomsskole og videregående er heller ikke ved de samme alderstrinnene som i Norge. Eksempler på dette er fra USA, hvor elever starter på «elementary school» i førsteklasse, ved samme alder som i Norge, men videre starter elevene på «middle school» i sjetteklasse, samtidig som «junior high school» går fra syvende- til niendetrinn, og tiendeklasse er første året på «senior high school» (U.S. Department of Education, 2019). I for eksempel Indonesia starter elevene i «primary school» ved fylte seks år, samme som i Norge, men der går de på «middle school» fra syvende til og med niende, og «high school» starter i tiende (Ministry of National Education of Indonesia, u.å.). For å ikke gå glipp av noe relevante studier ble det derfor benyttet flere søkeord for barne- og ungdomsskole. Siden aldergrupper tilsvarende det norske ungdomstrinnet omfavner stor variasjon valgte jeg også å inkludere ordene «Grade ...» (8, 9 og 10).

For de nordiske ordene benyttet jeg kritisk tenkning og reflekterende tenkning på de tre språkene. I Danmark er naturfaget delt i biologi og «fysik/kemi» (Børne- og Undervisningsministeriet, 2018). I Sverige har de biologi, kjemi, fysikk, og «teknik» (Skolverket, 2021). I tillegg er ord for vitenskap og naturvitenskap benyttet. De nordiske versjonene av ordene ble altså brukt for å få relevante treff på relevant undervisning innen skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene.

3.3.2 Inkluderings- og ekskluderingskriterier

Inkluderingskriterier bistår med å velge ut hvilke artikler som potensielt skal inkluderes, og hvilke som anses som irrelevante for studien. Inkluderingskriterier minsker sjansen for personlig bias og bistår med å sikre at studier er inkluderte på forhåndsbestemte og berettigete kriterier, heller enn på grunnlag av at litteratursøkeren liker dem eller ikke (Butler et al., 2016). For å kunne velge ut hvilke artikler som skulle inkluderes i denne studien ble slike kriterier utarbeidet. Dette vil gjøre det enklere å bedømme studiene som kommer frem i søkeprosessen. Også disse kriteriene har tilknytning til studiens problemstilling. Inkluderings- og ekskluderingskriterier til denne litteraturstudien er:

Inkluderingskriterier

- Forskningen gjennomfører en undervisningsintervensjon der elevers kritiske tenkning står sentralt
 - Den gjennomførte undervisningen må være beskrevet i artikkelen
- Det er gjennomført en pre- og posttest for å kartlegge elevenes kritisk tenkningferdighet i sammenheng med undervisningsintervensjon
- Undervisningen er gjennomført i skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene
- Undervisningen er gjennomført på elever fra 11 – 16 år
- Tidsskriftsartikler eller andre typer publikasjoner som beskriver metoder og resultater fra vitenskapelige enkeltstudier (primærforskning)
- Fagfellevurderte studier

Ekskluderingskriterier

- Forskning som er gjennomført med spesialpedagogiske formål
- «After-school-programs»
- Litteraturstudier og kunnskapsoversikter (sekundærkilder)
- Studier som bare tester effekten av konkrete verktøy i undervisningen

- Studier uten en klar tilknytning til kritisk tenkning
 - Hvor det bare nevnes at kritisk tenkning kan være et utfall av undervisningsintervensjonen
 - Hvor det bare antydes at elevene må «tenke kritisk» gjennom hele eller i løpet av deler av undervisningsintervensjonen

Inkluderings- og ekskluderingskriteriene er oppsummert i tabell 4. Tabellen er inspirert av Krumsvik og Røkenes (2014).

Tabell 4 Inkluderings- og ekskluderingskriterier

	Inkludert	Ekskludert
Databaser	ERIC, Academic Search Complete, Idunn, Oria	Alle andre databaser
Tidsramme	-	-
Publikasjonstype	Primærkilder, Fagfellevurderte artikler	Bøker og bokkapitler, «grå litteratur»*, sekundære kilder
Fokus	Studier om undervisning for kritisk tenkning, i naturfag eller andre skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene (kjemi, fysikk og biologi), med empirisk måling av utfall	Andre fag enn naturfag, Spesialpedagogikk, Studier som bare beskriver undervisningsopplegg, Studier som tester ut konkrete verktøy
Språk	Engelsk, Norsk, Svensk, og Dansk	Alle andre språk
Undervisningsnivå	Elever fra alderen 11 – 16 år. (5. – 10. trinn (mellomtrinnet, ungdomsskole))	Elever fra alderen 6 – 10 år (Barnetrinnet (1. – 4. trinn)), Elever eldre enn 16 år (Videregående, Høyere utdanning)
* Grå litteratur (gray literature) er et uttrykk gitt til upubliserte studier, som for eksempel presentasjoner, regjeringsdokumenter eller andre relevante dokumenter som ikke er publisert i tidsskrifter (Butler et al., 2016).		

3.3.2.1 Begrunnelser for inkluderings- og ekskluderingskriterier

For å kunne gi et så godt og presist svar på problemstillingen som mulig anså jeg det som essensielt at studienes undervisningsintervensjoner også hadde det som målsetning å undervise kritiske tenkning. Sammen med ekskluderingskriteriene ble dermed undervisning med andre målsetninger, hvor kritisk tenkning bare var et bi-produkt av undervisningen, utelatt. Med inkluderingen av pre- posttester blir også artikler som bare beskriver et undervisningsopplegg med basis i teori utelatt, som for eksempel Brown og Brown (2010), hvor de fleste av inkluderingskriteriene oppnås, men studien beskriver en undervisningsøkt, uten en pre- og posttest. Denne type studier er det flere av, men disse ble ansett som vanskelig å tolke og inkorporere i denne studien. Ekskluderingskriteriet om bruken av konkrete verktøy ga også utslag, som for eksempel studien til Astuti et al. (2020) som benytter VR-briller, eller Dewi et al. (2019) som benytter digitale multimedia i undervisningen.

Å utvikle kritisk tenkende elever er et overordnet mål i skolen, og skal inngå i flere fag enn bare naturfag (Kunnskapsdepartementet, 2017). I denne litteraturstudien er det studier gjort innen naturfaget som er av interesse. Inkluderingskriteriet om naturfag og skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene skal dermed utelukke de studiene som er gjennomført i andre fag, som samfunnsfag eller matematikk. For eksempel var studien til Wong og Cheung (2020) inkludert i starten, men ble til slutt ekskludert da deres tilnærming av programmeringsundervisningen ble ansett som mer rettet mot

matematikkfaget, og siden matematikk er faget som har hovedansvaret for programmering i skolen i Norge. Å se på undervisning for kritisk tenkning på tvers av alle fagene kunne likevel vært interessant å studere i en annen, mer omfattende studie.

Aldersgruppen 11 – 16 tilsvarer klassetrinnene 5. – 10. trinn i den norske grunnskolen. Dette medfører at elevene i de utvalgte studiene må tilhøre klassetrinnet som tilsvarer 11-12 år (5. klasse i den norske grunnskolen) som de yngste og 15 – 16 (tilsvarende 10. klasse i den norske grunnskolen) som de eldste. Det vil si at studier som eventuelt er gjennomført i andre semester av skoleåret «10 – 11 år» (4.trinn) eller i første semester i skoleåret «16 – 17 år» (11.trinn) utelukkes. Merk at alderen ikke nødvendigvis tilsvarer det samme klassetrinnet i forskjellige land, og at inndelingen mellom barneskole, ungdomsskole og videregående ikke nødvendigvis tilsvarer de samme alderstrinnene i andre land som i Norge.

At en forskningsartikkel er fagfellevurdert, eller «peer reviewed» på engelsk, tilsier at artikkelen har gjennomgått en grundig akademisk bedømming. En fagfellevurdert artikkel er vurdert og godkjent av to til tre upartiske eksperter innen fagfeltet. Denne prosessen er «blind», som vil si at ekspertene ikke vet hvem som har skrevet artikkelen. I prosessen stilles det spørsmål rundt forskningens kvalitet, og om resultatene og konklusjonen stemmer overens med det forskningen forsøker å finne ut av. En slik vurdering skjer alltid før en eventuell publisering hos et tidsskrift som har fagfellevurdering (Utdanningsforbundet, 2016). På grunn av dette «kvalitetsstempelen» som følger med fagfellevurderte artikler valgte jeg det som et inkluderingskriterium i denne studien.

Et vanlig inkluderingskriterium er å angi en gitt tidsperiode for når studiene skal være publisert (Butler et al., 2016; Kirkehei & Ormstad, 2013; Støren, 2013). I pilotsøkene mine var det angitt en tidsperiode, fra 2010 til i dag. Dette var først og fremst med hensikt å produsere et håndterbart antall søketreff. I etterkant fant jeg at McPeck (1981) skrev om kritisk tenkning og utdanning allerede på 1980-tallet, og i tillegg inneholdt litteraturlisten til Abrami et al. (2015) en studie fra 1932. Jeg gjennomførte så et søk uten dette kriteriet og fant raskt flere potensielt relevante artikler. For å ikke gå glipp av noen artikler som kunne bidra med å svare på problemstillingen anså jeg det som nødvendig å droppe kriteriet om en angitt tidsperiode.

3.3.3 Søkestrategi

Siste steg i Butlers (2016) «første fase» er å utvikle en klar søkestrategi. I en systematisk litteraturstudie bør man som nevnt tidligere benytte flere databaser og bruke de samme strategiene for hver database. Søkene må grundig dokumenteres for å tilfredsstille kravet om etterprøvnbarhet. Å bruke de samme strategiene i hver database er ikke tilfellet i mine søk, da jeg har færre søkeord for de nordiske søkene. Dette kravet tilfredsstilles likevel innen den nordiske og engelske søkestrategien. For å gjennomføre søk settes søkeordene sammen, de kombineres med såkalte boolske operatører; AND, OR og NOT (Kirkehei & Ormstad, 2013). OR utvider søket ved å gi treff på artikkelreferanser som inneholder enten det ene, det andre eller begge søkeordene, AND avgrensar søket fordi begge søkeordene må være med i artikkelreferansen, og NOT avgrensar søket fordi kun det ene, ikke det andre søkeordet, skal være med i artikkelreferansen (Kunnskapsbasert praksis, 2016).

Med utgangspunkt i tabell 1 og tabell 2 kan man se at ordene i kolonnene ble kombinert med OR, og kolonnene ble kombinert med ordet AND. Operatoren NOT ble ikke benyttet i

fare for å utelate relevante artikler (Kirkehei & Ormstad, 2013). For å komme gjennom søkeresultatene på en overkommelig måte valgte jeg å dele søkene opp i bolker. Jeg delte dermed opp søkene etter skolenivå: Elementary school og Elementary education for seg, Middle school for seg, Primary school og Primary education for seg, og Junior high school og Grade 8, 9 og 10 i sammen til slutt. De engelske søkestrategiene presenteres under i tabell 5.

Tabell 5 Oversikt over engelske søkestrategier

((("Critical thinking" OR "Thinking critically" OR criticality OR "reflective thinking") AND ("Natural science" OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science) AND ("Teaching Methods" OR "Teaching Activities" OR Teaching OR Learning) AND ("Elementary education" OR "Elementary School")))
((("Critical thinking" OR "Thinking critically" OR criticality OR "reflective thinking") AND ("Natural science*" OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science*) AND ("Teaching Methods" OR "Teaching Activities" OR Teaching OR Learning) AND ("Middle School")))
((("Critical thinking" OR "Thinking critically" OR criticality OR "reflective thinking") AND ("Natural science" OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science) AND ("Teaching Methods" OR "Teaching Activities" OR Teaching OR Learning) AND ("Primary Education" OR "Primary School")))
((("Critical thinking" OR "Thinking critically" OR criticality OR "reflective thinking") AND ("Natural science*" OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science*) AND ("Teaching Methods" OR "Teaching Activities" OR Teaching OR Learning) AND ("Junior High School" OR "Grade 8" OR "Grade 9" OR "Grade 10")))

De nordiske søkene følger samme oppskrift som nevnt over. Operatoren OR ble brukt for å kombinere ordene i kolonnene og kolonnene ble kombinert med AND. Den nordiske søkestrategien presenteres i tabell 6.

Tabell 6 Oversikt over nordisk søkestrategi

((("Kritisk tenkning" OR "kritiskt tänkande" OR "Kritisk tænkning" OR "Reflekterende tenkning" OR "Reflekterande tänkande" OR "Reflekterende tænkning") AND (Naturfag OR Videnskab OR Vetenskap OR Biologi OR Kjemi OR Kemi OR Fysikk OR Fysik OR Teknik))
--

3.3.3.1 Manuelle søk

I tillegg til søk i databaser kan man finne relevante artikler gjennom manuelle søk. I følge Chapman et al. (2010) er manuelle søk en vesentlig del av systematiske litteraturstudier. I motsetning til å søke i databaser (primærsøk) finnes det ingen bestemte måter for å gjennomføre manuelle søk. Men, en vanlig måte å gjennomføre manuelle søk på er å gå gjennom referanselisten til relevante artikler, eller «nøkkelartikler» som Chapman et al. (2010, s. 23) kaller det. Hensikten med manuelle søk er å identifisere relevante studier som ble utelatt i primærsøkene, og for å videre eliminere sjansen for innsamlingsbias (Chapman et al., 2010).

For å gjennomføre manuelle søk fremsto «Strategies for Teaching Students to Think Critically: A Meta-Analysis» skrevet av Abrami, Bernard, Borokhovski, Waddington & Wade (2015) som en relevant og pålitelig nøkkelartikkel. Denne artikkelen sammenfatter funnen fra 308 empiriske studier. Disse studiene undersøker effekten som undervisning har hatt på elevers, studenters og voksnes utvikling av kritisk tenkning, samt deres disposisjon og prestasjoner. Jeg anså dermed denne studien som aktuell for å gi relevante og nye artikler til min studie. Oversikten over de inkluderte studiene finnes ikke i referanselisten deres, men er «available on request» (Abrami et al., 2015, s. 287). Jeg sendte en e-post til Mr Abrimi angående listen og fikk den tilsendt.

3.4 Søkeprosessen

Da søkeordene, inkluderings- og ekskluderingskriteriene, og søkestrategiene var klare kunne jeg gå videre på Creswell (2014) sitt andre steg, nemlig å oppsøke litteraturen. Søkene skulle gi treff dersom søkeordene ble lokalisert i enten tittel, abstract og/eller keywords. Dette steget etterfølges snarlig av neste steg, som er å evaluere og velge litteraturen. Dette steget utdypes også av Butler et al. (2016) sin andre fase, hvor man gjennomgår treffene fra litteratursøkene. I denne fasen avdekkes hvilke artikler som er relevante overfor litteraturstudien. Denne prosessen består av flere deler, og hele prosessen bør beskrives for å ivareta kravet om etterprøvbarehet (Kirkehei & Ormstad, 2013). En vanlig fremgangsmåte er å først se på artiklens tittel og sammendrag, og artiklene som derifra ser ut til å oppfylle inkluderingskriteriene blir videre undersøkt ved å gjennomgå hele teksten (Butler et al., 2016). I gjennomgangen vil man måtte gå gjennom et stort antall irrelevante studier, og man vil heller aldri være helt sikker på at man finner alt som er publisert om temaet av interesse. Dette kan gjøre det vanskelig å vurdere om et søk er godt nok (Kirkehei & Ormstad, 2013). Kirkehei og Ormstad (2013) hevder at om man har søkt i de viktigste kildene, har benyttet ulike synonymer, kombinerer søkeordene på en riktig måte, søkt på både tekstord og søkeord, samt gjort hensiktsmessige avgrensninger, kan man si seg fornøyd med søkene.

Jeg gjennomførte mine primærsøk i månedene januar og februar 2021. Som nevnt tidligere ble søkestrategiene delt opp etter klassetrinnene. Dette medførte at fire forskjellige søk ble gjennomført i hver av de internasjonale databasene, og et søk i hver av de nordiske. Dette resulterte i ti gjennomførte søk. I databasene ERIC, Academic search Complete og Oria kan man velge å bare få treff på fagfellevurderte artikler i forkant av søkene, noe jeg gjorde. De ti primærsøkene ga da til sammen 800 treff. Sammen med de 308 studiene fra litteraturlisten til Abrami et al. (2015), utgjorde dette 1108 treff. Alle disse artiklens titler og sammendrag ble gjennomgått i lys av inkluderings- og ekskluderingskriteriene, noe som ga 157 potensielle treff, hvor 31 av disse var gjentakende artikler. Gjentakende artikler er potensielt relevante artikler som kom opp i mer enn ett av søkene. De potensielle relevante studiene ble lest gjennom i sin helhet, og bedømt ut ifra inkluderings- og ekskluderingskriteriene. Av de 157 potensielle studiene var det tolv artikler som kunne vise til undervisningsintervensjoner for elever mellom 11 og 16 år i skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene hvor kritisk tenkning sto sentralt og studieintervensjonen inneholdt en pre-posttest for å måle elevenes kritisk tenkning-ferdighet, og oppfylte dermed samtlige av inkluderingskriteriene.

Av databasene var det ERIC som gir flest inkluderte studier. Studien til Abrami et al. (2015) bidro også med en relevant artikkel. Jeg anser det som nødvendig å likevel vise til søkene som har blitt gjort i de andre databasene, da dette har vært en del av prosessen, og å bruke flere databaser er sentralt for å gjennomføre en systematisk litteraturstudie (Butler et al., 2016). Gjennom søkeprosessen har jeg fulgt beskrivelsen til Kirkehei og Ormstad (2013), hvor jeg har søkt i relevante kilder, brukt ulike synonymer, kombinert søkeordene, søkt innen både tittel, abstract og keywords, og benyttet hensiktsmessige avgrensninger. Antall treff fra søkeprosessen er oppsummert i tabell 7. De tolv inkluderte studiene presenteres i tabell 8 i neste delkapittel.

Tabell 7 Søkeresultat – antall treff og inkluderte artikler

ERIC				
Søkeord:	Resultat:	Potensielt relevante:	Gjentakende artikler:	Inkluderte i studien:
Critical thinking OR Thinking critically OR criticality OR reflective thinking AND Natural science OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science AND Teaching Methods OR Teaching Activities OR Teaching OR Learning AND Elementary Education OR Elementary School	272	48	0	4
Critical thinking OR Thinking critically OR criticality OR reflective thinking AND Natural science OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science AND Teaching Methods OR Teaching Activities OR Teaching OR Learning AND Middle School	95	14	1	2
Critical thinking OR Thinking critically OR criticality OR reflective thinking AND Natural science OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science AND Teaching Methods OR Teaching Activities OR Teaching OR Learning AND Primary Education OR Primary School	49	11	10	0
Critical thinking OR Thinking critically OR criticality OR reflective thinking AND Natural science OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science AND Teaching Methods OR Teaching Activities OR Teaching OR Learning AND Junior High School OR Grade 8 OR Grade 9 OR Grade 10	79	21	2	5
ACADEMIC SEARCH COMPLETE				
Søkeord:	Resultat:	Potensielt relevante:	Gjentakende artikler:	Inkluderte i studien:
Critical thinking OR Thinking critically OR criticality OR reflective thinking AND Natural science OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science AND Teaching Methods OR Teaching Activities OR Teaching OR Learning AND Elementary Education OR Elementary School	92	12	2	0
Tabellen fortsetter på neste side.				

Tabell forts.				
Critical thinking OR Thinking critically OR criticality OR reflective thinking AND Natural science OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science AND Teaching Methods OR Teaching Activities OR Teaching OR Learning AND Middle School	54	10	4	0
Critical thinking OR Thinking critically OR criticality OR reflective thinking AND Natural science OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science AND Teaching Methods OR Teaching Activities OR Teaching OR Learning AND Primary Education OR Primary School	83	16	9	0
Critical thinking OR Thinking critically OR criticality OR reflective thinking AND Natural science OR Biology OR Chemistry OR Physics OR Science AND Teaching Methods OR Teaching Activities OR Teaching OR Learning AND Junior High School OR Grade 8 OR Grade 9 OR Grade 10	18	5	1	0
IDUNN				
Søkeord:	Resultat:	Potensielt relevante:	Gjentakende artikler:	Inkluderte i studien:
Kritisk tenkning OR Kritiskt tänkande OR Kritisk tænkning OR Reflekerende tenkning OR Reflekerande tänkande OR Reflekerende tænkning AND Naturfag OR Videnskab OR Naturvidenskab OR Vetenskap OR Biologi OR Kjemii OR Kemi OR Fysikk OR Fysik OR Teknik	56	0	0	0
ORIA				
Søkeord:	Resultat:	Potensielt relevante:	Gjentakende artikler:	Inkluderte i studien:
Kritisk tenkning OR Kritiskt tänkande OR Kritisk tænkning OR Reflekerende tenkning OR Reflekerande tänkande OR Reflekerende tænkning AND Naturfag OR Videnskab OR Naturvidenskab OR Vetenskap OR Biologi OR Kjemii OR Kemi OR Fysikk OR Fysik OR Teknik	57	1	0	0
MANUELLE SØK				
Gjennomsøkt studie:	Resultat:	Potensielt relevante:	Gjentakende artikler:	Inkluderte i studien:
Abrimi et al. (2015)	308	20	3	1
TOTAL	1163	158	31	12
<p>Kolonnene til venstre viser de gjennomsøkte databasene og artikkelen som er gjennomgått ved manuelle søk. Resultat-kolonnen indikerer antallet treff på artikler fra databasene. Den potensielt relevante-kolonnen viser hvor mange av disse artiklene som tilsynelatende kunne oppfylle inkluderings- og ekskluderingskriteriene. Gjentakende artikler indikerer relevante artikler som ble funnet flere ganger i samme søk, eller den ble funnet flere ganger i andre databaser. Kolonnen til høyre viser til antallet inkluderte artikler, det er artiklene som oppfylte alle kriteriene.</p>				

3.5 Inkluderte artikler

Tabell 8 Alfabetisk fremstilling og oppsummerende oversikt av de inkluderte artiklene

Forfattere	År	Land	Tittel	Rang-ering	Formål	Innehold		
						Fokus	Undervisning	Klasse
Babb & Stockero	2020	Ghana	Impact of Practical Education Network on Students in Selected Ghanaian Junior High School Science Classrooms	*	Å undersøke hvilken påvirkning PEN-tilnærmingen har på kritisk tenkning, innstilling til naturfag og standardiserte prøveresultater.	Kritisk tenkning, innstillinger til naturfag, generell læring	Practical Education Network (PEN) – tilnærming	8., 9. & 10.
Demirci & Özyürek	2017	Tyrkia	The Effect of Using Concept Cartoons in Astronomy Subjects on Critical Thinking Skills among Seventh Grade Students	**	Å undersøke hvilken effekt undervisning med utgangspunkt i grubletegninger har på elevers evne til å tenke kritisk i naturfag	Kritisk tenkning, (Solsystemet)	Grubletegninger (Concept Cartoons)	7.
Farah & Ayoubi	2020	Libanon	Enhancing the Critical Thinking Skills of Grade 8 Chemistry Students Using an Inquiry and Reflection Teaching Method	***	Å undersøke hvilken effekt metoden ««Inquiry» and reflection» (I&R) har på elevers evne til å analysere, tolke og argumentere – tre viktige egenskaper innen kritisk tenkning	Analyse, Tolkning, Argumentasjon, Kritisk tenkning	Inquiry and Reflection (I&R)	8.
Ernst, J. & Monroe, M	2004	USA	The Effects of Environment-based Education on Students' Critical Thinking Skills and Disposition Toward Critical Thinking	*	Å undersøke sammenhengen mellom miljø-basert undervisning og evnen til å tenke kritisk ved å se på 9. og 12. klasse elevers kritiske tenkning etter et år med «Environment-based education».	Kritisk tenkning, Disposisjoner innen kritisk tenkning	♦ Environment-Based Education (EBE)	9. & 12.
Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H. & Al Muhdrar, M. H. I.	2020	Indonesia	PBLPOE: A Learning Model to Enhance Students' Critical Thinking Skills and Scientific Attitudes	**	Å undersøke effekten av «Problem based learning» (PBL), «Predict, Observe, Explain» (POE) og PBLPOE opp mot kritisk tenkning og naturfaglig holdninger i biologi	Kritisk tenkning, Naturvitenskapelige holdninger	Problem based learning, Prediction og Observe, Explain, (PBLPOE)	10.
Fuad, N. M., Zubaidah, S., Manhanal, S. & Suarsini, E.	2017	Indonesia	Improving Junior High Schools' Critical Thinking Skills 29ase don Test Three Different Models of Learning	*	Å undersøke effekten tre undervisningsmetoder; Differentiated science inquiry kombinert med mind map (DSI + mind map), Differentiated science inquiry (DSI) og vanlig undervisning har på elevers kritiske tenkning, samt å se forskjellen mellom kjønn	Kritisk tenkning	Differentiated Science Inquiry (DSI), Mind Map	7.
Lu, Y.-Y., Lin, H.-S., Smith, T. J., Hong, Z.-R. & Hsu, W.-Y.	2020	Taiwan	The Effect of Critique-Driven Inquiry Intervention on Students' Critical Thinking and Scientific Inquiry Competency	***	Å utvikle en undervisningsmetode basert på kritikkdreven «inquiry», og utforske dets effekt opp mot kritisk tenkning og naturfaglig «inquiry»	Kritisk tenkning, Naturfaglig «inquiry»	Critique-Driven Inquiry (CDI)	4. og 7.
Malamitsa, K., Kasoutas, M. & Kokkotas, P.	2009	Hellas	Developing Greek Primary School Students' Critical Thinking through an Approach of Teaching Science which Incorporates Aspects of History of Science	**	Å undersøke utfallet av å integrere aspekter fra Naturfaglig historie og naturfagenes egenart på elever evne til å tenke kritisk	Kritisk tenkning, (Electro-magnetisme)	Undervisning med elementer fra History of Science (HOS)	6.

Tabellen fortsetter på neste side

Tabell forts.

Forfattere	År	Land	Tittel	Rang-ering	Formål	Innehold		
						Fokus	Undervisning	Klasse
Memiş & Akkaş	2020	Tyrkia	Developing Critical Thinking Skills in the Thinking-Discussion-Writing Cycle: The Argumentation-Based Inquiry Approach	***	Å finne ut om der er en forskjell mellom femteklasseselever som deltar i ABI (Argumentation-Bases Inquiry) aktiviteter og de som følger tradisjonell undervisning overfor deres evne til å tenke kritisk	Argumentasjon, Inquiry, Kritisk tenkning	Argumentation-based Inquiry (ABI)	5.
Vieira, R. M. & Tenreiro-Vieira, C.	2016	Portugal	Fostering Scientific Literacy and Critical Thinking in Elementary Science Education	***	Å danne, iverksette og vurdere innflytelsen av undervisningsmetoder som er fokusert på kritisk tenkning rettet mot Scientific literacy i naturfag	Kritisk tenkning, Scientific literacy	The SL-CT framework	6.
Wang, H.-H., Chen, H.-T., Lin, H.-S., Huang, Y.-N. & Hong, Z.-R.	2017	Taiwan	Longitudinal Study of a Cooperation-Driven, Socio-Scientific Issue Intervention on Promoting Students' Critical Thinking and Self-Regulation in Learning Science	***	Å undersøke effekten av «Cooperation-driven Socioscientific Issues» (CDSI) opp mot syvendeklasse elevers oppfatning av kritisk tenkning og selvregulert læring	Oppfatning av kritisk tenkning og selvregulert læring	Cooperativ-driven Socioscientific Issues (CDSI)	7.
Zohar, A., Weinberger, Y. & Tamir, P.	1994	Israel	The Effect of the Biology Critical Thinking Project on the Development of Critical Thinking	**	Å beskrive «Biology Critical Thinking» (BCT) - prosjektet og finne ut om BCT bidrar med å utvikle elevers evne til å tenke kritisk innen forskjellige biologiske og ikke-biologiske temaer, og hvordan prosjektet påvirker elevenes kunnskap og læringsmiljøet	Kritisk tenkning	◆ Biology Critical Thinking (BCT) Project	7.

De fire første kolonnene fra venstre til høyre viser de inkluderte studienes forfattere, det året artikkelen ble publisert, landet studien ble gjennomført i og tittelen på studien. Rangeringskolonnen viser studienes rangering. Dette utdypes under i delkapittel 3.5.1. Den neste kolonnen oppsummerer studiens formål, og de tre resterende kolonnene oppsummerer fokuset som undervisningsmetoden er rettet mot (læringsutbytte), hva forfatterne har kalt undervisningsintervensjonen, og hvilke(t) klassetrinn det ble gjennomført i. Tabellen er utarbeidet etter inspirasjon fra (Krumsvik & Røkenes, 2014).

◆ = Undervisningsintervensjonen i artikkelen er også beskrevet i en annen artikkel som det henvises til.

3.5.1 Rangering

I en systematisk litteraturstudie er det vanlig at de utvalgte studiene gjennomgår en kritisk vurdering for å forsikre at studiene ikke er bygget på signifikante metodologiske problemer (Butler et al., 2016). Siden samtlige av de inkluderte studiene er fagfelleverderte anser jeg det ikke som hensiktsmessig at jeg selv bedømmer disse studiene. Jeg tar dog inspirasjon fra prosessen og velger å bedømme i hvilken grad studiene bistår med data opp mot problemstillingen. I denne studien er det ikke et mål å bedømme undervisningen som er blitt gjort i studiene, men å samle informasjon om hvordan undervisningen har blitt gjennomført (Butler et al., 2016). I tabell 8 rangeres studiene fra 1 til 3 (*, ** og ***). Dette rangerer studienes innhold og innsikten forfatterne gir i den gjennomførte undervisningsintervensjonen. I en litteraturstudie blir artikler undersøkt i en annen kontekst enn det de opprinnelig ble skrevet for (Støren, 2013). Det vil dermed være naturlig at de utvalgte artiklene har et varierende innhold,

hvor noe vil gi tydeligere og bedre beskrivelser enn andre. Alle de utvalgte artiklene oppfyller inkluderingskriteriene, men de inneholder varierende beskrivelser av og rundt undervisningen. Rangeringen fra 1 – 3 gir dermed en enkel oversikt over hvor utfyllende beskrivelsen av undervisningsoppleggene er, hvor 1) (*) tilsvarer en enkel og generell beskrivelse av undervisningen og rammene rundt, 2) (**) tilsier en generell beskrivelse av opplegget, med noen konkrete eksempler fra selve undervisningen, og 3) (***) gir en god, generell beskrivelse av undervisningsopplegget, samt har med utfyllende eksempel av gjennomføringen av en eller flere økter. Alle artiklene beregnes likevel til å gi relevant data og å ha en relevant rolle opp mot å kunne besvare problemstillingen.

3.6 Analyse og koding

Etter den strukturerte innsamlingsprosessen må litteraturen gjennomgås og videre prosesseres for å kunne bistå med å besvare problemstillingen. Dette er Creswell (2014) sitt fjerde steg, hvor litteraturen organiseres og dataen analyseres. Butler et al. (2016) hevder at målet med analysen å samle funnene på en måte som utdyper og forklarer fenomenet som studeres. Vanligvis er det studienes funn, og hovedtendensen i funnene som sammenfattes og videre fremstilles i resultatdelen (Støren, 2013). Samtlige av de relevante studiene (tabell 8) beskriver en form for undervisning i løpet av den gjennomførte studieintervensjonen. Disse beskrivelsene, samt rammer og refleksjoner rundt undervisningen er av spesiell interesse for denne litteraturstudien. Disse beskrivelsene har jeg regnet som denne litteraturstudienes «funn». Det er disse beskrivelsene som er relevante for å kunne besvare problemstilling. Kodingen vil fungere som et verktøy for å enklere hente ut relevant data, samt bistå med en forenklet oversikt av dataen. For å hente ut dette har de tolv relevante studiene blitt analysert og kategorisert gjennom en kategoriserings- og kodeprosess inspirert av Grounded Theory (Charmaz, 2014; Corbin & Strauss, 2015), og en tematisk analyse inspirert av Braun og Clarke (2006).

3.6.1 Grounded theory og tematisk analyse

Grounded theory ble utarbeidet for å konstruere teorier med grunnlag i et datamateriale, og kan blant annet tilby ny innsikt i erfaringer og fenomen (Corbin & Strauss, 2015). I grounded theory hentes data vanligvis fra observasjoner og intervju, men metodologien er ikke begrenset for bare disse metodene (Charmaz, 2014; Corbin & Strauss, 2015). I følge Corbin og Strauss (2015) kan tilnærmet hvilken som helst type av skriftlig materiale også brukes. I denne litteraturstudien består datamaterialet av artikler, som ble skrevet med et annet formål enn å være informant i denne litteraturstudien. For å dra ut det relevante innholdet av disse har jeg benyttet et vanlig analyseverktøy innen grounded theory, nemlig koding. Kodingen skal fremme forståelsen av datamaterialet, samt å styre dataen mot å kunne besvare problemstillingen. Charmaz (2014) beskriver kodeprosessen i grounded theory som bestående av minst to deler: innledende og fokuserte koding. Under den innledende kodingen studeres deler av dataen (både ord, setninger og avsnitt) nøye, som et grunnarbeid for en videre analysen. I neste del, den fokuserte kodingen, brukes de mest signifikante utdragene fra den innledende kodingen. Fokusert koding krever at man fastslår hvilke av de innledende kodene som gir mest mening og videre kategorisere. Fokusert koding kan også innebære en videre koding av de innledende kodene (Charmaz, 2014).

Analysen som er blitt gjennomført i denne litteraturstudien vil i større eller mindre grad passe inn under hva som er beskrevet av grounded theory, men tar også inspirasjon fra

en tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006). Braun og Clarke (2006) skiller den tematiske analysen fra grounded theory ved at man i den tematiske analysen viker noe fra de teoretiske forpliktelsene som følger med grounded-theory-analysen, noe de hevder gjør analysen mer tilgjengelig for forskere. I en tematisk analyse gjennomgås all dataen i leting etter meningsmønstre. Siden dette er en kvalitativ analyse, vil det stilles krav til forskerens dømmekraft. I analysen er det ingen regler for hva som beregnes som relevant data, men innholdet må tolkes ut ifra den konteksten den er beskrevet. Det betyr blant annet at hvor mye rådata som representerer en kategori eller hvor ofte kategorien nevnes fastslår ikke dens relevans eller tyngde opp mot problemstillingen. Dette gjør den tematiske analysen fleksibel, og man kan fastslå koder på flere forskjellige måter. Det vil dog være viktig å være konsistent gjennom hele analyseprosessen (Braun & Clarke, 2006). Braun og Clarke (2006) beskriver også to forskjellige måter å identifisere mønstre i datamaterialet på: en induktiv og deduktiv tilnærming.

Denne litteraturstudien følger en induktiv tilnærming. Med en induktiv tilnærming identifiseres kategoriene ut fra det analyserte datamaterielt, i motsetning til en deduktiv tilnærming hvor man analyserer dataen med utgangspunkt i teori knyttet til feltet av interesse. Dette gjør den induktive tilnærmingen mer lik grounded theory, enn den deduktive tilnærming. I den induktive analysen plasseres ikke dataen i et allerede eksisterende kodesystem, men forskeren frigjøres heller ikke fra hans teoretiske ståsted (Braun & Clarke, 2006). Det vil være vanskelig å gjennomføre en slik kodeprosess med et helt blankt utgangspunkt, da jeg som forsker vil ta med min forståelse av teori etter tidligere litteraturgjennomganger, og dette vil påvirke analysen. Analysen baseres på problemstillingen og forskningsspørsmålene, som medbringer et allerede eksisterende, og nødvendig, søkelys i utvelgelsen av relevant rådata. Braun og Clarke (2006) beskriver den typiske tematiske analyseprosessen i seks steg: 1) Bli kjent med datamaterialet, 2) frembringe innledende koder, 3) søk etter temaer, 4) evaluer temaene, 5) definer og navngi temaene, og 6) skriv ut rapporten.

3.6.2 Kodingen

Butler et al. (2016) hevder at det kan være uklart hva som regnes som data i en kvalitativ litteraturstudie. Hva forskeren regner som relevant for studien bør forklares, og det bør vises til hvordan denne dataen er blitt hentet ut. Kodeprosessen i denne studien er inspirert av Charmaz (2014) og Braun og Clarke (2006). Etter flere gjennomganger av artiklene startet jeg med å kode setninger og avsnitt og tolket stadig meningsinnholdet. Braun og Clarke (2006) understreker viktigheten av å hente ut innholdet rundt selve kodene for å unngå å miste kontekst eller annen relevant data. Jeg identifiserte hva som var relevant i artiklene, og hentet ut det som kunne bistå med å besvare problemstillingen. Gjennom innledende koding ble rådataen studert for å finne viktig innhold for den videre analysen. Kodene som er benyttet i analysen baseres på hva forfatterne av artiklene har skrevet om den gjennomførte undervisningen, samt rammer og refleksjoner rundt undervisningen. For å holde kodene enkle er innholdsrike, lengre setninger eller avsnitt komprimert ved å lage en kode som betegner innholdet. Kodene skal både fange opp interessant innhold, men også fungere som en systematisering og reduksjon av det store kvalitative datamaterialet (Braun & Clarke, 2006). Dette er for å kunne se sammenhenger i hele materialet.

3.6.2.1 Innledende koding

I tabell 9 presenteres eksempler på data som er hentet ut fra artiklene (rådata) sammen med innledende koder. Rådataen tolkes og vurderes og ender så opp som innledende

koder. Et eksempel på rådata kan være (hentet fra Wang et al. (2017)): «*The instructor introduced the background knowledge and information of a focus topic through a demonstration or presentation*», og kan kodes som «*Læreren introduserte bakgrunnskunnskap*». De innledende kodene er oppført ved siden av den aktuelle rådataen den er hentet fra. Se et eksempel av en kodet artikkel i tabell 9.

Tabell 9 Eksempel på rådata og innledende koder

Rådata	Innledende koder
<p>Fra Wang et al. (2017):</p> <ul style="list-style-type: none"> - In the EG the students were grouped into sets of 5-6 students. They followed the typical activity outlined in the next paragraph, and had to cooperatively complete weekly group worksheets with the SSI questions, do simple investigation reports, present reasons and findings in front of the whole class, and accept critique publicly during the intervention. The current study covered 18 SSI topics (e.g. construction of high-speed rail, earthquake prediction, braineuro technology, nuclear power issues, genetically modified food, global warming and renewable energy supplies)... - Multiple strategies such as teacher demonstrations and presentations, video watching, whole classroom discussions, small group CL, student presentation and evaluation of group consensual arguments, and teacher concluding remarks were used in the intervention. - The instructor introduced the background knowledge and information of a focus topic through a demonstration or presentation - Students watched videos relating to weekly topics - Students asked and discussed questions - Students involved in a cooperation-driven group to carry out hands-on activities - Students discussed in small groups explaining, sharing individual arguments and complete personal/group worksheet - Representative students presented their group argument and responding critique and refining its explorations and evaluations - First stage: on the topic of nuclear power issues, the instructo introduced multiple power-generating sources,... - Second stage: the instructor presented related videos regarding ... - Students' standing position and reasons were justified on their worksheet - Fourth stage: students worked together to conduct a hands-on activity regarding electricity. - Fifth stage: students discussed within group, and summarized consensus, identify critical arguments, and draw conclusions based on evidences. <ul style="list-style-type: none"> - They need to figure out the possible reasons and completed their worksheet - The instructor asked question as appropriate and direct students activities where required - Sixth stage: Each group took turns reporting their conclusions while others gave feedbacks to presentations. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grupperinger på 5-6 elever - Arbeidet samarbeidende - Gruppe-oppgaveark med SSI spm. - Gjøre enkle etterforskningsrapporter - Presentere begrunnelser og funn for elevmassen og motta tilbakemeld. - 18 SSI temaer - Læreren demonstrerer og presenterer - Vise videoer - Klassediskusjoner - Elever presenterer og evaluerer argumenter - Læreren introdusert bakgrunnskunnskap - Informasjon om timens tema - Elevene så videoer om temaet - Elevene stilte og diskuterte spm. - Samarbeidsdrevne grupper - Utføre praktiske aktiviteter - Elevene diskuterte i grupper - Delte argumenter - Fullførte individuelle- og gruppe-oppgaveark - Presentere argumenter og mottok konstruktiv kritikk - Om temaet kjernekraft - Læreren introduserte ... - Læreren presenterte videoer om temaet - Begrunnelser ble skrevet i oppgavearket - Elevene jobbet sammen - Gjennomførte praktiske aktiviteter - Elevene diskuterte i grupper - Identifiserte kritiske argumenter - Dra slutninger på grunnlag av bevis - Finne ut mulige svar - Fullføre oppgaveark)*- Å jobbe ut ifra et tema: stille spm., jobbe sammen i praktiske aktiviteter, presentere og kommentere funn - Læreren stilte spørsmål for å veilede elevene - Elevene delte konklusjoner og mottok tilbakemeldinger
<p>*) = Den innledende koden representerer et sammenfattet innhold fra rådataen, og kan ikke hentes fra et direkte utdrag.</p>	

Se enda et eksempel på koding i vedlegg 1.

3.6.2.2 Fokusert koding

Neste steg er den fokuserte kodingen (Charmaz, 2014). Denne prosessen skal bidra med å fokusere de innledende kodene. Antallet innledende koder varierer imellom artiklene. For eksempel har Babb og Stockero (2020) fem innledende koder, og Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) har i underkant av 40. Hvilke koder som vurderes som sentrale styres av problemstillingen. Som nevnt tidligere av Butler et al. (2016) er det ikke frekvensen eller hvor mye som står i rådataen som vektlegges, men heller om det representerer noe relevant for problemstillingen. Denne vurderingen baseres på måten forfatterne av studien har beskrevet innholdet i teksten, men baseres også på min forforståelse av undervisning generelt (Butler et al., 2016). Siden rådataen og dermed de innledende kodene er hentet fra artikler med relevant sammenheng til min problemstilling er det få innledende koder som har blitt forkastet i steget fra innledende til fokuserte koder. I denne fasen analyseres kodene for en dypere betydning. Videre i eksempelet fra Wang et al. (2017) går den innledende koden fra «Læreren introduserte bakgrunnskunnskap» til den fokuserte koden «Læreren presenterer». I tabell 10 presenteres eksempler på den videre analyseprosessen fra innledende til fokuserte koder.

Tabell 10 Eksempel fra innledende til fokuserte koder

Innledende koder	Fokuserte koder
Fra Wang et al. (2017): - Grupperinger på 5-6 elever - Arbeide samarbeidende - Gruppe-oppgaveark med SSI spm. - Gjøre enkle etterforskningsrapporter <* - Presentere grunner og funn for elevmassen og motta tilbakemeld. - 18 SSI temaer < - Læreren demonstrerer og presenterer - Vise videoer - Klassediskusjoner - Elever presenterer og evaluerer argumenter - Læreren introdusert bakgrunnskunnskap - Informasjon om timens tema - Elevene så videoer om temaet - Elevene stilte og diskuterte spm. - Samarbeidsdrevne grupper - Utføre praktiske aktiviteter - Elevene diskuterte i grupper - Delte argumenter - Fullførte individuelle- og gruppe-oppgaveark < - Presentere argumenter og mottok konstruktiv kritikk - Om temaet kjernekraft - Læreren introduserte ... [fag/kunnskap] - Læreren presenterte videoer om temaet - Begrunnelser ble skrevet i oppgavearket - Elevene jobbet sammen - Gjennomførte praktiske aktiviteter	Gruppearbeid Samarbeid Oppgaveark (skriftlig) Søke etter informasjon Skrive Elevpresentasjoner med tilbakemelding Faglig tilnærming Virkelighetsnært Læreren presenterer Presentasjon av kunnskap Diskutere Elevpresentasjoner med tilbakemeldinger Læreren presenterer Læreren presenterer Læreren presenterer Diskuterte Samarbeid Praktiske aktiviteter Diskutere Arbeide med argumenter Oppgaveark Gruppearbeid Elevpresentasjoner med tilbakemeldinger Faglig tilnærming Læreren presenterer Læreren presenterer Oppgaveark (skriftlig) Samarbeidet Praktiske aktiviteter

Tabellen fortsetter på neste side

<i>Tabell forts.</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Elevene diskuterte i grupper - Identifiserte kritiske argumenter - Dra slutninger på grunnlag av bevis <ul style="list-style-type: none"> - Finne ut mulige svar - Fullføre oppgaveark - Å jobbe ut ifra et tema: stille spm., jobbe sammen i praktiske aktiviteter, presentere og kommentere funn - Læreren stilte spørsmål for å veilede elevene - Elevene delte konklusjoner og mottok tilbakemeldinger 	<ul style="list-style-type: none"> Diskuterte Arbeid med argumenter >** Gjøre undersøkelser Opgaveark (skriftlig) Utforskning Læreren som veileder Gi og motta tilbakemeldinger
<p><i>*< = En innledende kode representerer to fokuserte koder</i></p> <p><i>**> = Den fokuserte koden er satt sammen av to innledende koder</i></p>	

3.6.3 Kategorier

Videre ble alle de fokuserte kodene samlet. Den fokuserte kodingen av de tolv artiklene ga 39 forskjellige koder. Kodene ble så sammenlignet, modifisert og slått sammen i en prosess inspirert av Braun og Clarke (2006) sitt 3. og 4. steg: finne og evaluere temaene. For eksempel ble de fokuserte kodene «Søke etter informasjon», «Gjøre undersøkelser» og «Undersøkelser på nett» lagt under en kategori kalt «Undersøkelser». Jeg ble da sittende igjen med 17 kategorier. De 17 kategoriene kunne jeg fordele under to hovedkategorier: metoder og elementer. Under metoder plasseres «presentasjon», «lesing», «skrivning», «gruppearbeid», «diskusjon», «debatt», «tilbakemelding», «undersøkelser», og «praktisk». Under elementer plasseres «faglig tilnærming», «samarbeid», «mentoring», «autentisk tilnærming», «utforskning» og «eksplisitt». Metodene kan karakteriseres som enkeltstående deler av undervisningsintervensjonene, og elementene vil være mere overordnet aspekter av undervisningen. Argumentasjon og kildekritikk står for seg selv da disse ikke karakteriseres som metoder eller elementer. Disse kodene ble begge identifisert i de inkluderte studienes undervisning og anses er derfor som relevante i lys av problemstillingen, og derfor også relevant å behandle i kodeprosessen fra rådata til enkeltstående kategorier.

De fordelte kategoriene er presentert i tabell 11. Hvilke artikler som inneholder hvilke kategorier utdypes i resultatkapittelet og oppsummeres i tabell 13 og tabell 14.

Tabell 11 Oversikt over fokuserte koder og kategorier konstruert etter kodingen

Fokuserte koder	Kategorier	Hovedkategorier	
Faglig presentasjon	Presentasjon	Metoder	
Presentasjon av kunnskap			
Læreren presenterer			
Lesing	Lesing		
Oppgaveark (lese)	Skrive		
Skriveoppgaver			
Oppgaveark (skriftlig)	Gruppearbeid		
Gruppearbeid			
Diskutere	Diskusjon		
Debattere	Debatt		
Elevpresentasjoner med tilbakemeldinger	Tilbakemelding		
Elevene deler med hverandre			
Uttrykke ideer til fellesskapet			
Gi og motta tilbakemeldinger			
Søke etter informasjon	Undersøkelser		
Gjøre undersøker (i kilder)			
Undersøkelser på nett			
Lab	Praktisk arbeid		
Praktisk arbeid			
Praktisk undervisning			
Utvikling av kunnskap	Faglig tilnærming	Elementer	
Faglig tilnærming			
Læreplanen	Samarbeid		
Å jobbe sammen			
Samarbeide	Veiledning		
Læreren som veileder			
Læreren som hjelp			
Støtte fra læreren			
Læreren tilrettelegger			
Virkelighetsnært	Autentisk		
Autentisk			
Modeller av virkeligheten			
Å bruke nærmiljøet			
Utforskning	Utforskning		
Eksplisitt nevne kritisk tenkning	Eksplisitt		
Infusjon			
Arbeid med argumenter	Argumentasjon		
Aktiv argumentasjon			
Bedømme kilder	Kildekritikk		

3.6.3.1 Kategoriene forklart

Hver av de 17 kategoriene representerer og beskriver deler av innholdet fra de tolv artiklene. Braun og Clarke (2006) sin femte fase består av å definere og raffinere kategoriene. I dette ligger å identifisere essensen av hva hver kategori handler om, og fastslå hvilke aspekter av dataen den beskriver. Tabell 12 gir korte beskrivelser av hva hver av de identifiserte kategoriene representerer.

Tabell 12 Oversikt over- og forklaring av kategorier og hovedkategorier

Undervisningsmetoder	En av to hovedkategorier. Gjenspeiler forskningsspørsmål 1. Beskriver undervisningsmetoder som er blitt benyttet i undervisningsintervensjonene.
Presentasjon	Læreren presenterer faglig eller annen relevant informasjon for elevene.
Lesing	Elevene engasjeres i en aktivitet som spesifikt krever at de leser noe. Som for eksempel å få oversikt over eller å hente ut informasjon fra en tekst. I en vanlig undervisningssituasjon vil lesing være sentralt i flere metoder, som for eksempel i skriveoppgaver eller undersøkelser. Slike aktiviteter får heller oppnåelser i andre kategorier, da lesing ikke er hovedpoenget med aktiviteten.
Skrive	Elevene løser skriftlige oppgaver eller skriver tekster. Dette er metoder som krever eksplisitt at elevene skal skrive. Det vil ofte være naturlig at elevene fyller ut skjemaer i sammenheng med praktiske aktiviteter osv., men slike aktiviteter gir ikke oppfillinger i skrivning da hovedpoenget i aktiviteten ikke er skrivning.
Gruppearbeid	Elevene deles i grupper. Delingen i grupper må eksplisitt påpekes i artiklene.
Diskusjon	Elevene diskuterer sammen. Dette skjer både mellom to elever, innad i større grupper eller mellom grupper. Diskusjon skilles fra debatt ved at diskusjon oppstår under mer uformelle rammer.
Debatt	Elevene møtes til debatt. Dette krever forberedelser av argumenter og minst to sider som møtes for å argumentere for sine meninger og synspunkt. Elevene må gi plass for og ta stilling til motargumenter. Noen ganger presiseres det at diskusjon utvikles til debatt. Dette vil gi registrering i både kategorien diskusjon og debatt.
Tilbakemelding	Elevene presenterer noe for hverandre og må gi og motta tilbakemeldinger på presentasjonenes innhold. Det vil da være hver sin tur å presentere og motta tilbakemelding, og å gi tilbakemelding. Hva som presenteres er ofte resultater fra aktiviteter eller annet faglig innhold som er knyttet til elevenes egne utarbeidede bevis.
Undersøkelser	Å aktivt søke etter informasjon og å undersøke ideer. Dette skjer ofte i sammenheng av å finne ut av et spørsmål eller til andre forberedelser. Det gjøres både ved å lese i bøker, søke på nettet eller i andre kilder.
Praktisk	Gjennomføring av praktiske aktiviteter. Praktiske arbeid er når elevene på en eller annen måte og i en eller annen fase observerer eller på annen måte arbeider praktisk med objekter, materialer eller naturfaglige fenomener (van Marion, 2015)
Elementer	En av hovedkategoriene. Gjenspeiler forskningsspørsmål 2. Elementene er overordnede aspekter av undervisningen, eller arbeidsformer tilknyttet deler eller hele undervisningen. Noen av elementene knyttes til undervisningsmetodene.
Faglig tilnærming	Undervisningen har en faglig tilknytning. Da har undervisningsmetodene et faglig utgangspunkt. Ofte tilsvarer dette at undervisningen har faglige målsetninger med tilknytning til læreplanen og metoden knyttes til læringen av ny kunnskap.

Tabellen fortsetter på neste side

<i>Tabell forts.</i>	
Samarbeid	Elevene blir bedt om å samarbeide. Det må påpekes spesifikt at elevene samarbeider under aktiviteten eller økta. At elevene for eksempel jobber i grupper, tilsvarer ikke at de samarbeider.
Mentoring	Læreren har en aktiv og støttende rolle under undervisningsintervensjonen. Typiske kjennetegn på dette er når læreren veileder heller enn å gi svar, og at læreren hjelper og tilrettelegger for at elevene selv tenker og kommer frem til svarene.
Autentisk	Innebærer en virkelighetsnær tilnærming til undervisningen. Dette skjer ved å bruke eksempler og modeller fra virkeligheten, og er ofte noe elevene selv har kjennskap til. Det kan også være gjennom spesifikke undervisningsmetoder gjør undervisningen virkelighetsnær, som for eksempel ved å gjennomgå forskjellige caser eller rollespill knyttet til virkelighetsnære situasjoner.
Utforskende	Innebærer å tilnærme seg et tema eller problemstilling der prosessen ofte består av flere faser, som å evaluere spørsmål og planlegge måter å besvare spørsmålet ved å gjennomføre tilstrekkelige undersøkelser eller annet praktisk arbeid, for så å dele resultatene med andre elever i klassen.
Eksplisitt	Kobles til kritisk tenkning. Læreren må eksplisitt påpeker at de jobber med kritisk tenkning i løpet av undervisningsintervensjonen.
Argumentasjon	Undervisningsmetodene krever en form for aktiv argumentasjon. Elevene utformer argumenter, analyserer eller jobber med argumentasjon.
Kildekritikk	Elevene skal være kritisk til de kildene de bruker. Ved å være kritisk til informasjon de finner selv eller til tekster gitt av læreren.

3.6.4 Når resultatene skal fremstilles

Creswell (2014) sitt femte steg og Braun og Clarke (2006) sitt sjettesteg handler om at resultatene fra analysen skal fremstilles. Creswell (2014) beskriver forskjellige måter å fremstille resultater på, som for eksempel ved å oppsummere de temaene som oppstår fra den analyserte litteraturen eller en «study-by-study»-tilnærming, hvor hver studies formål, spørsmål, type data og hovedresultat beskrives. Støren (2013) påpeker at man i resultatdelen av en litteraturstudie skal sammenfatte funnene fra undersøkelsen, og fremheve hovedtendensen av dem. I følge Braun og Clarke (2006) kan man utfolde resultatet med et analytisk narrativ som forbigår å bare beskrive dataen, men heller uttrykker dataen på en måte som bidrar med argumenter med relasjon til problemstillingen. Butler et al. (2016) fremhever å sammenfatte funnene på en måte som representerer og forklarer fenomenet som studeres. Denne litteraturstudien følger en kvalitativ systematisk tilnærming. I følge Thaagard (2018, s. 13) er et fellestrekk for de fleste kvalitative tilnærmingene at den analyserte dataen kommer til uttrykk i form av tekst. Måtene som er beskrevet over om å fremstille resultater vil legge grunnlaget for fremstillingen av resultatene i kapittel 4.

3.7 Metodisk refleksjoner

Jeg vil belyse refleksjoner knyttet til metoden og gjennomføring av denne studien ved å se på begrepene reliabilitet, validitet og overførbarhet, samt omtale etiske hensyn i gjennomføringen av en litteraturstudie. Siden mine funn baseres på allerede gjennomførte studier vil jeg også reflektere over metoden fra de inkluderte studiene, og hvordan dette kan påvirke kvaliteten av min forskning. Til slutt vil jeg reflektere over mitt eget arbeid.

3.7.1 Reliabilitet

En forsknings reliabilitet bedømmes ut ifra om den er utført på en troverdig og tillitsvekkende måte. I kvalitativ forskning måles dette i utgangspunktet etter studiens etterprøvnbarhet (Thaagard, 2018). Altså, om en annen forsker benytter samme metode, ville man da kommet frem til det samme resultatet. Som nevnt tidligere er kravet om etterprøvnbarhet sentralt for søkene i en systematisk litteraturstudie (Butler et al., 2016; Chapman et al., 2010; Kirkehei & Ormstad, 2013). I lys av kvalitativ metode og reliabilitet må analysen også tilfredsstillende kravene om etterprøvnbarhet. I følge Thaagard (2018) argumenterer forskeren for reliabilitet ved å redegjøre for utviklingen av data i løpet av forskningsprosessen. Braun og Clarke (2006) understreker nødvendigheten om å tydelig og eksplisitt vise til hva som er blitt gjort i gjennomføringen av en tematisk analyse, og at forskeren må være konsekvent igjennom hele prosessen. Denne studien er en systematisk litteraturstudie (Creswell, 2014; Gough et al., 2012), og det har blitt lagt vekt på å følge de standardiserte prosesser og krav som medfølger en slik metode. «Oppskriften» for både søk og analyse er beskrevet i delkapitlene over, og de inkluderte studiene er presenterte i tabell 8. Dette underbygger og forsterker denne studiens reliabilitet. For å styrke troverdigheten har jeg beskrevet fremgangsmetoden nøye, som det kreves i en systematisk litteraturstudie (Butler et al., 2016; Punch & Oancea, 2014), og ved å bruke en tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006). Ved å vise fullstendige eksempler i løpende tekst og i vedlegg 1 får leseren mulighet til å følge analysen steg for steg, og selv vurdere kvaliteten av analysen. En slik henvisning til både utvalg og analyse er blant anbefalingene til Gall et al. (2007), noe de kaller *audit trail*.

Et annet verktøy for å styrke reliabiliteten og validiteten i systematiske litteraturstudier er å være flere forskere i både søke- og analyseprosessen (Braun & Clarke, 2006; Butler et al., 2016; Kirkehei & Ormstad, 2013). En mulig svakhet med denne studien vil dermed være at det bare er jeg som har gjennomført innhenting av både artikler og analysen av de inkluderte artiklene. På grunnlag av masteroppgavens omfang og begrensede ressurser har ikke dette latt seg gjøre i denne studien.

3.7.2 Validitet

Validiteten representerer relevans og gyldighet. Det som måles, må ha relevans og være gyldig for det som undersøkes (Dalland, 2012). I søkeprosessen, med flere og relevante søkeord, inkluderings- og ekskluderingskriteriene, samt kravet om fagfelleevaluering har jeg lagt grunnlaget for å finne relevante studier med høy gyldighet opp mot det fenomenet som jeg ønsket å undersøke. Thaagard (2018) knytter også validitet til resultatene av forskningen og hvordan dataen tolkes, og gyldigheten av de tolkningene jeg som forsker kommer frem til. En studies validitet kan presiseres ved å stille spørsmålet om de tolkningene som kommer frem er gyldige i forhold til den virkeligheten som studeres (Thaagard, 2018). Resultatene fra analysen ga 17 kategorier med opphav fra allerede eksisterende og relevant forskning om det fokuserte fenomenet. Kategoriene

underlegges to hovedtemaer; undervisningsmetoder og elementer som har direkte tilknytning til denne studiens to forskningsspørsmål, som igjen knyttes til problemstillingen. Resultatene fra analysen gir et godt utgangspunkt for mine konklusjoner ved hjelp av den kommende diskusjonsdelen. Forsberg og Wengström (2015) påpeker å styrke litteraturstudiens validitet ved å inkludere studier med høy validitet. Ved å velge fagfelleverderte studier sikrer jeg at de utvalgte studiene har god gyldighet, og styrker så min egen validitet.

3.7.3 Overførbarhet

I en kvalitativ forskning som denne vil det være et mål med overføring av kunnskapen heller enn generalisering (Thaagard, 2018). Overføring tilsier å vurdere om resultatene fra forskningsprosjektet kan overføres til liknende situasjoner og fenomener (Johannessen et al., 2017). Ideelt sett skulle man ha undersøkt all undervisning av kritisk tenking i naturfag, men dette vet vi ikke er mulig. Det vil derfor være nødvendig å undersøke deler av det fenomenet som er av interesse. Da vil det dreie seg om et begrenset bilde av den opprinnelige virkeligheten, og ut ifra dette bilde kan det utvikles teorier og fortolkninger som belyser det fenomenet som studeres (Johannessen et al., 2017). I min forskning har jeg fått ett innblikk i tolv forskjellige måter å undervise kritisk tenkning i naturfaget på. Målet med studien har vært å kunne lære om dette fenomenet og eventuelt overføre dette til min egen, så vel som leserne av denne oppgaven sin praksis. Det vil være min oppgave som forsker å argumentere for hvordan min tolkning av fenomenet kan ha relevans i en større sammenheng (Thaagard, 2018). Senere i denne studien vil jeg diskutere for hvorfor funnene i denne studien er relevante for undervisningen av kritisk tenkning i naturfag, og gjennom diskusjonen få frem hvordan min forskning vil være sentral i det videre arbeidet med denne type undervisning.

De inkluderte artiklene i denne litteraturstudien vil naturligvis ha mye å si for om funnen kan overføres til fenomenet av interesse; undervisningen av kritisk tenkning i naturfag. Dette gjør mine utvalgsriterier til et sentralt aspekt for overførbarheten (Thaagard, 2018). Med 1163 gjennom søkte artikkeloverskrifter og abstrakter, og en inkluderingsprosess basert på forhåndsbestemte inkluderings- og ekskluderingsriterier mener jeg at de inkluderte artiklene bidrar med et relevant bilde av fenomenet som er beskrevet i problemstillingen. Selv om det inkluderte antallet på 12 er vesentlig mye lavere enn de 1163 søketreffene kan det etter min oppfatning skyldes få relevante studier som beskriver fenomenet, heller enn en dårlig søk- og inkluderingsprosess. Dermed er det etter min oppfatning at de inkluderte studiene gir denne litteraturstudien et relevant grunnlag, og at mine tolkninger og funn skal kunne anses som relevante for undervisningen i naturfag på de relevante klassesetrinnene.

3.7.4 Etske hensyn i en litteraturstudie

Siden en kvalitativ litteraturstudie som denne undersøker tidligere dokumentert kunnskap fra forskningsfeltet, og ikke har et personfokus, stilles det andre krav til etikk enn ved annen kvalitativ forskning (Forsberg & Wengström, 2015). Forsberg og Wengström (2015) påpeker at det er viktig å bare inkludere artikler som har blitt gjennomført på en etisk, forsvarlig måte. Denne litteraturstudiens inkluderte artikler er alle fagfelleverderte, og er dermed allerede validert med hensyn til etikk. Forsberg og Wengström (2015) presenterer noen etiske aspekter som også må tas hensyn til i en systematisk litteraturstudie. Man skal alltid kreditere forskerne av de anvendte studiene, og unngå plagiering. Det vil også være uetisk å overse artikler som tilfredsstill

kriteriene eller å presentere resultater på en feilaktig måte ved å enten tillegge eller overse informasjon for å tilpasse datamaterialet opp mot problemstillingen (Forsberg & Wengström, 2015). Dette har jeg tatt i betraktning gjennom hele forskningsprosessen.

3.7.5 Metodisk refleksjon knyttet til de inkluderte studiene

I dette delkapittelet presenteres faktorer i de inkluderte studiene som kan ha påvirkning for denne forskningens kvalitet og overførbarhet. Samtlige av de inkluderte studiene følger et forskningsforløp bestående av pretest, undervisningsintervensjon og posttest. Elleve av de tolv inkluderte studiene benytter kvantitative spørreundersøkelser som innsamlingsmetode for pre- og posttestene. Med en kvantitativ tilnærming kodes informantenes erfaringer som tall, noe som gir fordeler som at resultatet kan generaliseres, og i kvantitativ forskning samles ofte svar fra flere informanter. Ulempen er at man ikke går i dybden i informantenes kunnskap og erfaring (Postholm & Jacobsen, 2018). Flere av de inkluderte studiene bruker også kvalitative metoder i tillegg til den kvantitative for å triangulere resultatene sine. Ved å triangulere resultatene fra kvantitative- og kvalitative metoder betraktes dataen som mer pålitelig (Punch & Oancea, 2014). Bare en av de inkluderte studiene bruker bare kvalitative innsamlingsmetoder. Dette er Fitriani et al. (2020), hvor informantene skrev kvalitative essays som pre- og posttest. I motsetning til den kvantitative metoden, så vil den kvalitative metoden åpne for å gå i dybden av informantenes kunnskaper og erfaringer, men i gjengjeld består studiene ofte av færre deltagere og resultatene kan ikke generaliseres (Postholm & Jacobsen, 2018).

Selv om flere av studiene benyttet kvantitative innsamlingsmetoder kan samtlige av studiene likevel omtales som kvalitative, siden det er undervisningen som er hovedfokuset i forskningen. Den gjennomførte forskningsprosessen som er gjennomført i de inkluderte studiene gjør at de i bunn og grunn beskriver hver sine caser. I en casestudie rettes oppmerksomheten mot et bundet system, hvor dette systemet er avgrenset i tid og rom. En casestudie kan være fordelaktig for å se hva slags effekt et tiltak har, som for eksempel en type undervisning (Postholm & Jacobsen, 2018). I slike kvalitative casestudier er det et mål å forstå casens kompleksitet og dens kontekst, og en casestudie kan bistå med forståelse og innsikt i fenomenet som er av interesse (Punch & Oancea, 2014), og det er dette som gjør de tolv inkluderte artiklene interessante for denne litteraturstudien.

Med slike kvalitative metoder kan det ha betydning hvor mange informanter det er med i intervensjonene, hvor antall deltagere kan styrke validiteten og overførbarheten av casestudiens resultater (Punch & Oancea, 2014). Studiene inneholder stor variasjon når det kommer til antall deltagere, og varierer fra 22 til 678. Antallet deltagere i de inkluderte studiene er likevel ikke tatt i betraktning opp mot tyngden av funnen i denne litteraturstudien. Mine funn fra de inkluderte studiene «veier» likt i resultat- og diskusjonskapitlet. Det vil si at undervisningen som er gjennomført i Malamitsa et al. (2009) (678 deltagere) ikke bidrar med å besvare problemstillingen i noen større grad enn undervisningen til Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) (22 deltagere).

De inkluderte studiene har alle et kvalitativt forskningsdesign, og selv om innsamlingsmetoder og antall deltagere variere imellom studiene er det min oppfatning at den gjennomførte forskningen i samtlige av studiene er gjort på en rettmessig og kvalitativ god måte – noe som forventes av fagfelleverderte artikler. Jeg har gjennomført en grundig inkluderings- og behandlingsprosess av de inkluderte artiklene, og det er

etter min oppfatning at de inkluderte studiene bidrar med å styrke kvaliteten av denne litteraturstudien, fremfor å svekke den. De tolv undervisningscasene kan ikke gjenskapes nøyaktig i andre klasserom, men kan de kan sammen gi et godt innblikk i det fenomenet som er av interesse: undervisningen av kritisk tenkning i naturfag.

3.7.6 Vurdering av eget arbeid

Med allerede eksisterende artikler som datamateriale er det bare hva som er skrevet i disse artiklene som er mulig for meg å lese og analysere. Det ville vært mulig for meg å tilføre mine tanker og ideer for gjennomførelsen av undervisningen som er beskrevet i artiklene, men dette ville ikke vært etisk riktig i en slik kvalitativ litteraturstudie (Forsberg & Wengström, 2015). Dette ville svekket muligheten for etterprøvbarehet, og dermed svekket studiens reliabilitet. Dette har jeg tatt i betraktning gjennom hele prosessen, og jeg har etter beste evne vært oppmerksom i utvelgelsen av rådata og videre analyse og koding. Hva som er blitt kodet og analysert er det som har blitt skrevet av forfatterne av artiklene. Det kan likevel være mulig at elevene har praktisert andre metoder eller utfoldet seg i arbeidsformer lignende andre elementer enn det forfatterne har beskrevet uten at dette kommer frem i artiklene. Men, om dette ikke er uttrykt spesifikt har ikke dette blitt registrert i analysen og dermed heller ikke i det kommende resultatkapittelet. I noen tilfeller kan dette ha ført til spørsmål, som for eksempel sammenhengen mellom gruppearbeid og samarbeid. Sammenhengen mellom gruppearbeid og samarbeid kan for de fleste være åpenbar, men i min analyse og i mine resultater er ikke denne sammenhengen intuitiv. Dette kommer av at jeg ikke kan knytte gruppearbeid til samarbeid med mindre forfatterne selv presiserer det (Forsberg & Wengström, 2015). I tabell 12 presenterer jeg hva kategoriene innebærer, og viser hva jeg har funnet fra analysen og kodingen. Jeg er dermed blitt nødt til å dele gruppearbeid og samarbeid i to forskjellige kategorier. Dette vil også gjelde for andre kategorier, som for eksempel kildekritikk og undersøkelser i kilder.

Det sees en sammenheng mellom rangeringen av artiklene (delkapittel 3.5.1) og hvor mange kategorier det er funnet i artiklene. I artiklene gis det et innsyn i den gjennomførte undervisningen, og dette innsynet baseres på forfatterens beskrivelser. Om forfatterne har gitt korte beskrivelser (rang 1 - *) er det typisk at det er færre kategorier som er blitt identifisert i artikkelen. Med tanke på min rolle som litteraturforsker og tematisk analytiker kan jeg, som nevnt i avsnittet, ikke registrere verken metoder eller elementer som ikke er beskrevet av forfatterne (Forsberg & Wengström, 2015) - selv om jeg som *lærer* kan tenke at beskrivelsen inneholder noe mer, som for eksempel sammenhengen mellom gruppearbeid og samarbeid.

Denne litteraturstudien undersøker ikke hvilke av de inkluderte studiene som har den mest effektive undervisningen for å fremme elevenes kritiske tenkning. Noe som ikke kommer frem i mine resultater er hvor mye fokus som er blitt gitt til de forskjellige metodene, elementer, eller argumentasjon og kildekritikk i undervisningsintervensjonene. Noen av de inkluderte studiene har et fokusområde i undervisningen, for eksempel har Demirci og Özyürek (2017) hovedfokus på diskusjoner rundt grubletegninger, eller Lu et al. (2020) som baserer undervisningen på utforskende arbeid. Dette kommer ikke frem i resultatene eller i tabell 13 og tabell 14, hvor metodene og elementene fremstår likestilt. Undervisningens hovedfokus kan tenkes at er utslagsgivende på effekten av undervisningen opp mot utviklingen av kritisk tenkning, men dette er en faktor som ikke kommer frem i denne litteraturstudien. Det samme kan sies om metodene og elementene generelt, da hvilke av undervisningsmetodene eller

elementene som viser seg som mest effektive for å fremme den kritiske tenkingen heller ikke gjøres rede for i denne studien.

Ifølge Gall et al. (2007) skal forskeren helst ha erfaring med den metoden som anvendes i forskningen. Selv om jeg ikke kan betegnes som en erfaren litteraturforsker mener jeg at jeg kan vise til en pålitelig og grundig forskningsprosess. Ved å synliggjøre hele prosessen, med begrunnelser av valg og en stadig henvisning og referering gjør jeg det lettere for leseren å vurdere gyldigheten av forskningsprosessen og mine funn. Likevel kan det være innhold fra de inkluderte studiene som jeg ikke er fanget opp i gjennomgangene av dem, grunnet min uerfarenhet som litteraturforsker. Som Postholm og Jacobsen (2018) påpeker er funnene i en forskningstekst forskerens forståelse utviklet i en setting som er studert og begrenset til innrammingen av problemstillingen og forskningsspørsmål, og forskeren kan aldri bli helt objektiv når det gjelder sin egen subjektivitet. Jeg har uansett gjort mitt ytterste for å gjennomføre en så grundig inkluderings-, og analyse- og kodeprosess som mulig, for at denne studien skal være så pålitelig som mulig og fremstå som forskning av høy kvalitet.

4. Resultat

I dette kapitlet vil jeg presentere resultatene fra analysen. Resultatene er hentet ut fra de tolv inkluderte artiklene. En oversikt over de inkluderte artiklene finnes i tabell 8. Resultatene vil jeg presentere i form av tekst (Braun & Clarke, 2006; Thaagard, 2018), i fire deler. Først vil jeg presentere de tolv inkluderte artiklenes generelle innhold. Dette innebærer presentasjoner av studienes gjennomføring, metoder, informanter og hovedresultat. I den gjennomførte analysen var det 17 kategorier som ble hentet ut fra de tolv artiklene. 15 av disse ble videre fordelt under to hovedkategorier: metoder og elementer, og de to resterende: argumentasjon og kildekritikk, står alene. Å presentere undervisningsmetoder og elementer hver for seg er ment å gi mer passende representasjoner og forklaringer av undervisningsintervensjonene som er beskrevet i de tolv studiene (Butler et al., 2016). Det er disse analyserte dataene som utgjør studiens funn (Støren, 2013), da det er dette som er relevant opp mot mine forskningsspørsmål og problemstilling. Jeg vil presentere hvilke undervisningsmetoder som har blitt beskrevet i de forskjellige studiene ved å ta for meg studie for studie (Creswell, 2014). Elementene, og argumentasjon og kildekritikk vil jeg presentere på en annen måte. Disse presenteres ved å samle de tolv inkluderte studiens innhold knyttet til de induktive kategoriene, altså en oppsummering av de temaene som oppstod etter analysen (Creswell, 2014). For å ivareta innholdet i studiene, og for å ligge så tett opp mot kilden som mulig har jeg ved flere anledninger benyttet direkte sitat fra de inkluderte artiklene. Dette medfører flere sitater på engelsk. Hvilke studier som inneholder hvilke kategorier, er oppsummert i tabell 13 og tabell 14. For oversiktens skyld har jeg samlet oversikten over argumentasjon og kildekritikk i samme tabell som de identifiserte elementene (tabell 14).

I de kommende presentasjonene er det noen av studiene som har fått mer plass enn andre. Dette er spesielt synlig i delkapittel 4.2, hvor studienes undervisningsmetoder presenteres studie for studie. Dette styres av hvor mye relevant data som er hentet ut fra artiklene. Om det hadde vært et mål å gi hver artikkel like mye plass hadde relevant data måtte utelates. Det ville heller ikke dannet et korrekt og fullstendig bilde av forskningen og undervisningsintervensjonene som er blitt gjennomført i de tolv inkluderte studiene (Gall et al., 2007).

4.1 De inkluderte studienes generelle innhold og resultater

De tolv studiene som er inkluderte i denne litteraturstudien er gjennomført i flere forskjellige land: Portugal (n = 1), Taiwan (n = 2), Tyrkia (n = 2), Libanon (n = 1), Indonesia (n = 2), Ghana (n = 1), Hellas (n = 1), Israel (n = 1) og USA (n = 1). Samtlige studier følger et pre- posttest design, hvor elevenes kritiske tenkning har blitt testet før og etter undervisningsintervensjonen (i henhold til litteratursøkets inkluderingskriterier), ved hjelp av kvantitative spørreskjemaer (n = 11) eller kvalitative utdypningsoppgaver (n = 1). I tillegg til kvantitative tester har noen studier også gjennomført intervjuer, observasjoner og/eller resultater fra eksamener i slutten av intervensjonen for å triangulere resultatene fra pre-posttestene (n = 5). Noen studier inneholder også tester som måler andre ting enn kritisk tenkning som for eksempel scientific literacy (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016), naturvitenskapelige holdninger (Fitriani et al., 2020), og generell læring (Babb & Stockero, 2020). Resultatene fra andre tester enn kritisk tenkning-tester er ikke tatt i betraktning i denne studien.

Undervisningsintervensjonene har blitt gjennomført i klassetrinn mellom 5. – 10. trinn (i henhold til litteratursøkets inkluderingskriterier). Alle klassetrinnene er representerte, med en hovedvekt på 7. trinn (n = 5) og færrest fra 5. trinn (n = 1). De resterende trinnene er representert i to studier hver. Noen av studienes intervensjoner er gjennomført ved flere klassetrinn. Babb & Stockero (2020) er gjennomført i 8., 9. og 10. trinn, Lu et al. (2020) er gjennomført på 4. og 7. trinn, og Ernst & Monroe (2004) er gjennomført på 9. og 12. trinn. Resultater fra klassetrinnene utenfor 5. – 10. er ikke tatt med i den videre presentasjonen av funn.

Studieintervensjonene besto i hovedsak av en pretest, undervisningsintervensjon, og langsgående- eller avsluttende posttester. Wang et al. (2017) har den lengste studieintervensjonen som gikk over 36 uker, fordelt på 3 semestre med to timer i uka (72 undervisningstimer til sammen), og Demirci og Özyürek (2017) har den korteste som gikk over tre uker med to timer i uka (12 undervisningstimer til sammen).

Studienes prøvepopulasjoner varierer i antall fra Zohar et al. (1994) sine 678 deltagere til Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) sine 22. Elleve av tolv studier benytter kontrollgrupper, hvor samtlige kontrollgrupper følger det som omtales som «tradisjonell undervisning». Kun Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) gjør ikke bruk av en kontrollgruppe. Fitriani et al. (2020) består av fire grupper (PBL, POE, PBLPOE og kontrollgruppe), og Fuad et al. (2017) består av tre (DSI + mind map, bare DSI og kontrollgruppe), hvorav bare en av gruppene i de to studiene følger undervisningen av interesse (PBLPOE og DSI + mind map).

Av denne studiens tolv inkluderte artikler viser elleve av dem til en signifikant positiv økning av elevenes kritisk tenkning-ferdighet ved å sammenligne elevenes pre- og post-tester, og i sammenligning med kontrollgruppene hvor det er mulig. Bare Babb og Stockero (2020) viser til ingen signifikant forskjell i eksperimentgruppas kritisk tenkning-ferdigheter sammenlignet med kontrollgruppen. Ernst og Monroe (2004) viser til at elevene i eksperimentgruppa som deltok i deres «environment-based education»-program var bedre utrustet med kritisk tenkning-ferdigheter enn elevene i kontrollgruppa som deltok i den tradisjonelle undervisningen, men de viser også til at elevenes *disposisjoner* innen kritisk tenkning ikke hadde signifikant endring etter den et år lange intervensjonen. De tolv inkluderte studienes hovedresultater, samt studienes generelle innhold, er oppsummert i vedlegg 2.

4.2 Undervisningsmetoder fra de inkluderte studiene

I de inkluderte studiene er det beskrevet en fremgangsmåte for undervisningen, eller det er beskrevet kjennetegnete metoder for undervisningen. Dette kan være generelle beskrivelser av fremgangsmåtene eller konkrete eksempler fra undervisningsøkter. I dette delkapittelet vil jeg presentere undervisningsmetodene som har blitt brukt i løpet av undervisningsintervensjonene. Dette vil jeg gjøre ved å presentere hver enkelt studie, hver for seg, og beskrive og henvise til undervisningen og undervisningsmetodene som har blitt beskrevet i artiklene. Tabell 13 oppsummerer hvilke undervisningsmetoder som er blitt benyttet i hver enkel studie.

Tabell 13 Oversikt over brukte undervisningsmetoder fra de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner

Studie (og undervisning)	Metoder								
	Presentasjon	Lese	Skrive	Gruppearbeid	Diskusjon	Debatt	Tilbakemelding	Undersøkelser	Praktisk
Babb & Stockero (PEN)	x								x
Demirci & Özyürek (Concept Cartoons)					x		x	x	
Ernst & Monroe (EBE)			x	x			x		x
Farah & Ayoubi (I&R)			x			x	x	x	x
Fitriani et al. (PBLPOE)		x	x	x	x		x		x
Fuad et al. (DSI+mind map)			x				x		x
Lu et al. (CDI)	x		x	x	x	x	x		x
Malamitsa et al. (HOS)	x	x			x		x		x
Memiş & Akkaş (ABI)		x	x	x		x	x	x	x
Vieira & Tenreiro-Vieira (SL-CT)	x	x	x		x	x	x	x	x
Wang et al. (CDSSI)	x		x	x	x		x	x	x
Zohar et al. (BCT)*				x		x			x

Practical Education Network (PEN) -tilnærmingen: Babb og Stockero (2020) har benyttet en undervisningstilnærming utviklet av «The Practical Education Network» (PEN). Denne tilnærmingen støttes av «learning-by-doing» filosofien, og engasjerer elevene i praktiske aktiviteter. PEN fungerer som et tillegg til den vanlige undervisningen, som Babb og Stockero (2020) beskriver er i overkant forelesningsdrevet.

Concept cartoons: Demirci og Özyürek (2017) benytter «concept cartoons» (grubletegninger på norsk), som utgangspunkt i deres undervisningsintervensjon. Etter en gjennomgang av grubletegningen, fikk elevene uttrykke hvilke tanker de hadde overfor tegningen, hvor alle elevene fikk sjanse til å uttrykke sine ideer, samt blir klar over hverandres. Dette medførte en klassediskusjon, som la grunnlaget for å gjennomføre undersøkelser for å finne ut hvilken av påstandene som var korrekte. Elevene var delaktige i å bestemme hvordan de ville undersøke sine problemstillinger. Til slutt møttes elevene til diskusjon om resultatene fra deres undersøkelser og konkluderte sammen.

Environment-Based Education (EBE): I Ernst og Monroe (2004) sitt «environment-based education» -program, skriver elevene «reflective essays», og etter å ha gjennomført diverse aktiviteter kommuniserer de deres funn ved hjelp av rapporter, presentasjoner og publikasjoner til klassekamerater eller andre elever på skolen. Ernst og Monroe (2004) henviser til Glenn (2000) for en videre beskrivelse av EBE, hvor Glenn (2000) beskriver kjennetegnene ved EBE som bestående av «group learning, og «issues-based instructional activities».

Inquiry and Reflection (I&R): Farah og Ayoubi (2020) presenterer en undervisningsmetode bestående av fire faser i deres «Inquiry and Reflection» (I&R). I

første fase planlegger og gjennomfører elevene eksperimenter med etterfølgende oppgaver, som samle og tolke resultater, og dra konklusjoner. I andre og tredje fase sammenligner elevene hverandres arbeid, og utarbeider argumenter for sine egne konklusjoner. Elevene skriver ned deres meninger i lys av bevis, og gjør videre undersøkelser som vil støtte deres påstander. Til slutt møtes de for å bli enig om den konklusjonen med de sterkeste bevisene. Her må hver elev overbevise de andre om hvorfor deres konklusjoner er bedre enn de andres.

Problem-Based Learning, Predict, Observe, Explain (PBLPOE): Fitriani et al. (2020) beskriver deres «problem-based learning, predict, observe, explain» (PBLPOE) som bestående av seks deler: 1) elevene formulerer spørsmål basert på en tekst fra læreboken. 2) elevene plasseres i grupper og diskuterer spørsmålene. 3) læreren hjelper elevene med å diskutere eventuelle utfall av det elevene lurer på. 4) læreren fasiliterer elevenes individuelle- og gruppearbeid i utførelsen av praktiske aktiviteter. Elevene prøver å forutse hva som vil skje og begrunne hvorfor, og skriver deres tanker i utgitte oppgaveark. 5) elevene presenterer resultatene fra aktiviteten og sammenligner dem de tidligere hadde forutsett, og 6) lærer og elever reflekterer over prosessen og evaluerer utfallene de fikk.

Differentiated Science Inquiry (DSI) + Mind map: I Fuad et al. (2017) sinn «Differentiated Science Inquiry» (DSI) beskrives seks faser, hvor elevene 1) starter med et spørsmål å utforske, etterfulgt av 2) idemyldring for mulige svar, 3) velger ut hvilke påstander å undersøke, 4) utvikler en plan, 5) utfører planen, samler bevis og konkluderer, og 6) deler og kommuniserer funnene sine. Elevene deles inn etter hvilke inquiry-nivå de er på og får utdelt oppgaveark tilpasset deres nivå, som tilsvarer forskjellige grader av oppgavefrihet. Dette undervisningsforløpet kombineres med bruken av «mind maps» - tankekart på norsk.

Critique-Driven Inquiry (CDI): Lu et al. (2020) sin «Critique-driven inquiry» (CDI) beskriver en åtte-punkts fremgangsmåte av den gjennomførte undervisningen. 1) læreren presenterer bakgrunnskunnskap og informasjon rettet mot et tema, 2) elevene jobber i grupper om å utarbeide hypoteser, 3) gruppene diskuterer seg frem til et design, 4) gruppene presenterer forslagene, hvor elevene videre engasjeres i debatter om kontroversielle spørsmål, ved å gi kritiske påstander og evaluere motstridende bevis, 5) gruppene gjorde tilpasninger til sitt design etter tilbakemeldingene fra lærer og elever, 6) elevene samarbeidet i gjennomførelsen av praktiske aktiviteter, etterfulgt av diskusjoner bestående av oppsummering, argumentasjonsdanning og konkludering – som ble skrevet ned på utleverte oppgaveark, 7) hver gruppe presenterte deres funn på tur og elevene gav hverandre feedback, og 8) læreren oppsummerer økten.

History of Science (HOS) -tilnærmingen: Malamitsa et al. (2009) benytter elementer fra «history of science» (HOS) i sin undervisning. Elevene presenteres for elementer fra HOS, som blir et utgangspunkt for undervisningen og bidrar med et passende innhold. I undervisningsforløpet skal elevene ta utgangspunkt i et problem, utvikler strategier for å samle og tolke data, forhandler ideer og utvikler argumenter, evaluerer handlinger og rapporter konklusjoner til hverandre. I tillegg benyttes oppgaveark for å styrke elevenes kritiske analyse. Elevene leser disse oppgavearkene som er utformet for å synliggjøre sammenhenger mellom det teoretiske rammeverket og de praktiske aktivitetene. I løpet av økten skulle elevene også diskuterte sine erfaringer om- og tilknytning til den praktiske aktiviteten.

Argument-based Inquiry (ABI): I Memiş og Akkaş (2020) sin «Argumented-Based Inquiry» jobbet elevene i grupper for å identifisere spørsmål og følge dem opp med å gjennomføre aktiviteter som skriving, gjøre observasjoner, stille spørsmål og gjennomføre eksperimenter. ABI-undervisningen inkluderer språklige elementer som lesing, skriving og snakking, hvor kunnskap konstrueres ved å integrere disse elementene i et miljø med fokus på naturvitenskapelige aktiviteter, påstander støttet av bevis, undersøkelser og utforskningsbaserte perspektiver. Etter å ha gjennomført eksperimentene deler elevene resultatene og sammenligner deres påstander og funn ved å argumentere og forhandle med hverandre i små og store grupper. I en konkret beskrivelse av en økt vises det også til en «*negotiation phase*» hvor elevene måtte lese og sammenligne forskeres ideer med læreboken eller annet materialet som læreren introduserte.

Scientific Literacy – Critical Thinking (SL-CT): Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) presenterer i sitt «Scientific Literacy – Critical Thinking»-rammeverk både en generell tilnærming og en noe mer detaljert henvisning til aktivitetene som inngår i deres undervisningsintervensjon. I den generelle beskrivelsen heter det at hver elev fikk utlevert en guide for hver av øktene, og at øktene består av tre faser. Den første består av at læreren presenterer den kommende økta og leverer ut elevguiden, elevene leser over teksten og formulerer spørsmål til teksten med en kritisk tenkende tilnærming. I den andre fasen gjennomfører elevene en hovedaktivitet, og svarer på spørsmål i elevguiden. I den tredje fasen oppsummeres og evalueres arbeidet de har gjort. Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) viser også til konkrete hovedaktiviteter: elevene møttes til debatt, utforsket og diskuterte caser - hvor elevene måtte underbygge sine påstander etter grundige undersøkelser, gjennomførte rollespill basert på en case, analyserte avisartikler, laget en handlingsplan for et velfungerende fordøyelsessystem, gjennomførte aktiviteter på lab, gjennomførte analyser av medisinske undersøkelser, og gjorde skriftlig arbeid som vurdering av restaurant-menyer, å skrive brev til rektoren, og å skrive et argumenterende essay.

Cooperation-Driven, Socio-Scientific Issues (CDSSI): I Wang et al. (2017) sinn undervisning kalt «Cooperation-Driven Socio-Scientific Issues» (CDSSI), grupperes elevene i grupper på 5-6 stk. Sammen skal elevene fullføre utleverte oppgaveark bestående av SSI spørsmål, hvor deres synspunkt og begrunnelser ble skrevet ned. Under undervisningsforløpet skal de gjennomføre enkle undersøkelser, presentere begrunnelser og funn for resten av elevmassen, og motta og gi tilbakemeldinger under presentasjonene. Wang et al. (2017) presenterer et typisk undervisningsforløp hvor læreren først introduserer bakgrunnskunnskap og teamet for økta, elevene diskuterer gitte spørsmål, elevene samarbeider om å gjennomføre en praktisk aktivitet, elevene diskuterer innad i gruppene hvor de deler argumenter og fullfører oppgavearket, de presenterer så sine argumenter for resten av klassen og mottar tilbakemeldinger og utarbeider så forbedringer. Læreren konkluderer til slutt.

Biology Critical Thinking (BCT) -prosjektet: I Zohar et al. (1994) sitt «Biology Critical Thinking» (BCT) -prosjekt benyttes lab-økter og oppgaveark i større grad enn ved vanlig undervisning. I tillegg jobber elevene i grupper, og det tilrettelegges for mere diskusjon heller enn vanlige forelesninger. Zohar et al. (1994) henviser også til Zohar og Tamir (1993), hvor de skisserer en økt som også følger BCT-prosjektet. I en økt med en vitenskapelig målsetning ble elevene eksponerte for påstander, og skulle gruppevis diskutere og debattere for sine påstander. Etterpå ble diskusjonen tatt opp for hele

klassen. Teamet ble tatt opp videre i undervisningsforløpet, og elevene ble videre engasjert i diskusjoner og eksperimenter.

4.3 Elementer i de inkluderte studiene

Fra de inkluderte artiklene vises det til forskjellige elementer i den gjennomførte undervisningen. I dette delkapittelet vil jeg presentere funnene etter de induktive kategoriene som oppsto etter den induktive kodingen av artiklene. Elementene knyttes til denne litteraturstudiens andre forskningsspørsmål. Jeg vil beskrive utdragene med egne ord eller vise til direkte utdrag fra teksten som viser til at undervisningsintervensjonene innehar en faglig tilnærming, samarbeid, mentoring, autentisk tilnærming, utforskning og/eller at kritisk tenkning uttrykkes eksplisitt. Om flere av de inkluderte artikler beskriver de samme elementene på en tilnærmet lik måte har jeg samlet disse i en generell beskrivelse uten direkte sitater fra artiklene, som for eksempel er det flere som viser til læreplanen for en faglig tilnærming. Hvilke av disse dette gjelder vises til på en oppsummerende måte heller enn å vise til hvordan hver enkelt studie viser til læreplanen. Hvilke elementer som er blitt identifisert i de inkluderte studie oppsummeres i tabell 14.

Tabell 14 Oversikt over elementer, argumentasjon og kildekritikk fra de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner

Studie (og undervisning)	Elementer						Argumentasjon og kildekritikk	
	Faglig tilnærming	Samarbeid	Autentisk	Utforskning	Mentoring	Eksplisitt	Argumentasjon	Kildekritikk
Babb & Stockero (PEN)	x		x					
Demirci & Özyürek (CC)	x		x	x			x	
Ernst & Monroe (EBE)	x		x	x	x		x	
Farah & Ayoubi (I&R)	x		x	x			x	
Fitriani et al. (PBLPOE)	x		x	x	x		x	
Fuad et al. (DSI+mind map)	x			x				
Lu et al. (CDI)	x	x	x	x	x	x	x	
Malamitsa et al. (HOS)	x	x	x	x	x		x	
Memiş & Akkaş (ABI)	x	x		x	x		x	
Vieira & Tenreiro-Vieira (SL-CT)	x		x	x	x		x	x
Wang et al. (CDSSI)	x	x	x	x	x		x	
Zohar et al. (BCT)	x		x	x		x	x	

4.3.1 Faglig tilnærming i undervisningsintervensjonene

Samtlige av studiene viser til en faglig tilnærming i gjennomførelsen av undervisningsintervensjonene. Seks av tolv viser til at undervisningsinteraksjonen er innpasset læreplanen elevene allerede følger (Babb & Stockero, 2020; Demirci & Özyürek, 2017; Ernst & Monroe, 2004; Farah & Ayoubi, 2020; Vieira & Tenreiro-Vieira,

2016; Zohar et al., 1994). De resterende seks viser til en faglig tilnærming uten å referere spesifikt til elevenes læreplan. Memiş og Akkaş (2020) gikk i løpet av intervensjonen gjennom de to temaene «How to measure the Size of Force» og «Matter and Change». Lu et al. (2020) benyttet aktiviteter innen ti forskjellige temaer som blant annet «boomerang», «ping pong spinning top» og «pendulum experiment». Wang et al. (2017) dekket 18 temaer bestående av blant annet «earthquake predictions», «genetically modified food» og «global warming». Fuad et al. (2017) hadde fem faglige temaer, inkludert «Laboratory Safety» og «Classification of Living Things», og Malamitsa et al. (2009) benyttet materiale fra naturvitenskapelig historie som «Volta's electrical pile» og «Oersted experiments».

4.3.2 Samarbeid i undervisningsintervensjonene

Fire av de tolv studiene viser til undervisning der elevene aktivt skal samarbeide. Lu et al. (2020) viser til at elevene diskuterer sammen om å utforme et design i forkant av et praktisk arbeid og at «*students worked together to conduct a hands-on activity*». Undervisningen til Memiş og Akkaş (2020) har et mål om «*communication and collaboration among students in all small groups*» og viser til nødvendigheten med «*collaborative discussions*». I Wang et al. (2017) ble elevene delt i «*cooperation-driven groups*», og skulle elevene samarbeide med å fullføre oppgaveark, diskusjoner og gjennomføre praktiske aktiviteter. Malamitsa et al. (2009) viser til at undervisningen la opp til deltakelse gjennom «*teamwork*» og «*collaboration*».

4.3.3 Autentisk tilnærming i undervisningsintervensjonene

Ti av tolv studier viser til en autentisk tilnærming i undervisningen. Seks av disse: Demirci og Özyürek (2017), Fitriani et al. (2020), Malamitsa et al. (2009), Vieira og Tenreiro-Vieira (2016), Wang et al. (2017) og Zohar et al. (1994), har en autentisk tilnærming ved at undervisningen tar utgangspunkt i virkelige situasjoner. Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) for eksempel beskriver flere hovedaktiviteter med utgangspunkt i virkelige situasjoner, og har benyttet metoder som å arbeide med en case og rollespill. Lu et al. (2020) bruker forenklede, men kjente modeller av virkeligheten i de praktiske aktivitetene. Babb og Stockero (2020) bruker også forenklede modeller, men for å visualisere hvordan prosesser i menneskekroppen fungerer. Mellom de praktiske aktivitetene i Farah og Ayoubi (2020) sin studie skulle elevene delta i tankeeksperimenter hvor de skulle bruke det de hadde lært til å forutse hva som kunne skje i lignende, virkelige situasjoner. Ernst og Monroe (2004) bruker nærmiljøet som en autentisk tilnærming i undervisningen. I deres undervisning brukes nærmiljøet blant annet for å undersøke hvordan naturen, sosiale systemer og problemer fra virkeligheten henger sammen.

4.3.4 Utforskende arbeid i undervisningsintervensjonene

Elleve av tolv studier viser til utforskende arbeid i undervisningen. Seks av disse: Farah og Ayoubi (2020), Fitriani et al. (2020), Fuad et al. (2017), Lu et al. (2020), Memiş og Akkaş (2020), Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) og Wang et al. (2017), viser til en fremgangsmåte med utspring i et spørsmål eller problem og hvor elevene videre formulere hypoteser, utformer en plan, gjennomfører praktiske aktiviteter, trekker konklusjoner og rapporterer og deler funn. Malamitsa et al. (2009) beskriver en undervisningsmetode som «*...engaged students in defining problems, developing strategies, collecting and interpreting data, negotiating ideas and developing arguments,*

evaluating actions, finally reporting conclusions». Zohar et al. (1994) sitt BCT-prosjekt bygger på ideen av en overlapp mellom kritisk tenkning og «scientific inquiry», og viser til en undervisningspraksis som inkluderer «*group and class discussions, problem solving, analysis of experiments, and handling data*». Ernst og Monroe (2004) sitt «environmental-based program» beskriver selvstendige elever som skal lære gjennom «*selecting their projects, developing goals and action plans, and making decisions regarding what data to collect, what equipment to bring, and what to do when something did not work*», og en fremgangsmåte besående av «*open-ended projects that required hypothesizing, investigating issues, and conducting research*». Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) viser til en utforskende lab-økt hvor økten består av «*outlining experimental research in response to a problem-question and testing predictions; collecting, organizing, and interpreting data; drawing conclusion based on the data collected*». Demirci og Özyürek (2017) bruker grubletegningene for å introdusere spørsmål til elevene, og elevene jobber så utforskende ved å finne svar på spørsmålene gjennom egne undersøkelser, før de deler og diskuterer sine funn med resten av klassen.

4.3.5 Mentoring i undervisningsintervensjonene

Syv av de tolv studiene viser til at læreren har en aktiv og veiledende rolle i undervisningen. Wang et al. (2017) viser til hvordan læreren «*asked questions as appropriate and to direct students activities where required*». I Malamitsa et al. (2009) gjennomføres diskusjoner «*with appropriate guidance from the teacher*». I Fitriani et al. (2020) fasiliterte og veileder læreren elevenes diskusjoner, og i likhet med Lu et al. (2020) var læreren delaktig ved å forutse utfall av problemer og hypoteser. Ernst og Monroe (2004) viser til hvordan læreren under skriftlig og muntlig arbeid «*encouraged students to thoughtfully consider what they did and learned*». Memiş og Akkaş (2020) viser til hvordan læreren «*guided the process, kept the discussions on course and directed the discussions with questions when needed*». Både Memiş og Akkaş (2020) og Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) påpeker at læreren heller stilte spørsmål enn å gi elevene svar direkte. Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) viser også til at læreren la opp til kritisk tenkning ved å oppsummere og gi tilbakemelding på arbeidet til elevene og at læreren var delaktig gjennom hele undervisningsintervensjonen.

4.3.6 Et eksplisitt fokus i undervisningsintervensjonene

Om å inkorporere kritisk tenkning i undervisningen påpeker Zohar et al. (1994) at deres BCT-prosjekt bruker infusjonsmetoden, hvor undervisningen har et eksplisitt fokus på kritisk tenkning. Å eksplisitt nevne kritisk tenkning for elevene gjør også Lu et al. (2020) som skriver «*by emphasizing critical thinking in the delivery of science inquiry instruction, enhanced effect were realized*».

4.4 Argumentasjon og kildekritikk i de inkluderte studiene

Her legges frem hvilke av de inkluderte studiene som inneholder argumentasjon og kildekritikk, og hvordan argumentasjon og kildekritikk er blitt jobbet med i undervisningen. Jeg vil fremstille dette på samme måte som elementene, ved å beskrive utdragene med egne ord eller vise til direkte utdrag av teksten. Hvilke av de inkluderte studiene som inneholder argumentasjon og kildekritikk er oppsummert i tabell 14.

4.4.1 Argumentasjon i undervisningsintervensjonene

Ti av tolv studier viser til å aktivt arbeide med argumenter og argumentasjon. Fem av de legger opp til at elevene aktivt får utforme sine egne argumenter i forkant av diskusjoner, og hvor elevene aktivt diskuterer med argumentene de har jobbet frem (Demirci & Özyürek, 2017; Fitriani et al., 2020; Lu et al., 2020; Malamitsa et al., 2009; Wang et al., 2017). I Ernst og Monroe (2004) måtte elevene argumentere for sine valg for så å argumentere for hva de selv og andre burde gjort annerledes. Elevene i undervisningen til Farah og Ayoubi (2020) jobber aktivt med argumentasjon ved å skrive ned argumenter i lys av beviser opp mot en case for så å forsvare sitt standpunkt i diskurs med andre elever. I Memiş og Akkaş (2020) utformet elevene argumenter for å overbevise medelevene om at elevene selv hadde rett. I lys av beviser argumenterte de over karakteristikken av både påstander og bevis. Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) viser til flere aktiviteter hvor argumentasjon påpekes som relevant. Disse er debatter, rollespill der eleven må argumentere for en gitt karakters ståsted, og skriftlig arbeid som argumenterende essayer og en kritisk vurdering av restaurantmenyer. Sammenhengen mellom debatter og argumentasjon brukes også av Zohar og Tamir (1993); Zohar et al. (1994), hvor elevene i deres BCT-prosjekt møttes til debatt og må gi flere argumenter for sine meninger.

4.4.2 Kildekritikk i undervisningsintervensjonene

Begrunnet om hvorfor kritisk tenkning er en nødvendig ferdighet å undervise i det 21. århundre er det fire av forfatterne som viser til viktigheten av å kunne hente og tolke informasjon på en kritisk måte. Memiş og Akkaş (2020) skriver at «*it becomes more and more essential to educate individuals who know how to access accurate and reliable information and think critically about it*». Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) skriver at kritisk tenkning blant annet er «*reflective thinking that is focused on deciding what to believe or do*» og at man disponerer kritisk tenkning ved å bruke troverdige kilder. Lu et al. (2020) skriver at «*In this information-rich 21st century society characterized by rapid expansion of knowledge, one of the important goals in science education is to cultivate students' critical thinking and inquiry competency*». Og Wang et al. (2017) skriver at «*In an information-rich and knowledge-oriented society, promoting students' critical thinking skills and self-regulated learning have been identified as a key goal of science education*». Likevel er det bare Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) i sin beskrivelse av undervisningen som legger opp til at elevene skal «*Search for, select, and assess the credibility of sources of information*».

5. Diskusjon

I en systematisk litteraturstudie diskuteres resultatene i lys av teori og problemstillingen. Hvordan diskusjonen struktureres finnes ingen fasit på og vil være opp til forfatteren selv. Han må likevel være påpasselig med å tolke og være meningssøkende (Forsberg & Wengström, 2015). Det er funnene som skal diskuteres og man undersøker også hvordan de kan henge sammen (Støren, 2013). Hovedmålet med den tematiske analysen var å undersøke hvordan undervisningen av kritisk tenkning kan gjennomføres i naturfag. Resultatet er hentet fra de inkluderte artiklenes beskrivelser av den gjennomførte undervisningen og beskrivelser rundt undervisningen. Resultatet skal nå diskuteres opp mot teorien fra kapittel 2 og denne studiens problemstilling og forskningsspørsmål.

Selv om metodene og elementene er naturlig å skille fra hverandre, viser det seg at disse også hører sammen i undervisningen av kritisk tenkning. Praktiske arbeidsmetoder kan for eksempel inngå i utforskende arbeid, men utforskning knyttes til mer enn bare praktiske arbeidsmetoder. Det vil dermed ikke være hensiktsmessig å diskutere forskningsspørsmålene hver for seg. I den kommende diskusjonen vil jeg ta utgangspunkt i elementene og dra inn undervisningsmetodene hvor de viser seg som relevante. De identifiserte kategoriene argumentasjon og kildekritikk anses verken som metoder eller elementer i undervisningen, men er likevel relevante opp mot problemstillingen. Disse vil også være relevant å knytte til undervisningsmetodene, da for eksempel debatt kan kobles til argumentasjon, samtidig som argumentasjon kan kobles til mer enn bare debatt. På samme måte som med forskningsspørsmålene vil argumentasjon og kildekritikk diskuteres ved å dra inn undervisningsmetodene der de viser seg som relevante.

En systematisk litteraturstudie bør også inneholde en kritisk metodediskusjon (Forsberg & Wengström, 2015). Refleksjoner rundt min egen metode og gjennomføring, samt metodisk refleksjon knyttet til de inkluderte studiene ble behandlet i kapittel 3. I dette kapitlet vil jeg derfor diskutere hvordan de inkluderte studiene påvirker representativiteten av min forskning knyttet til problemstillingen, samtidig som jeg vil knytte dette til teori fra kapittel 2. Deretter vil jeg se hvordan de identifiserte kategoriene utforskning, argumentasjon og kildekritikk kan knyttes direkte til kritisk tenkning. Hvordan undervisningsmetodene og elementene henger sammen med hverandre og annen teori vil så diskuteres, før argumentasjon og kildekritikk knyttes til undervisningsmetodene og undervisningene av kritisk tenkning i naturfag. Dette vil jeg gjøre med en stadig henvisning til tabell 13 og tabell 14. Til slutt diskuteres effekten undervisningsintervensjonene fra de inkluderte studiene hadde på elevenes kritiske tenkning.

5.1 De inkluderte studienes representativitet

Alle trinnene fra 5. – 10. er representerte i en eller flere av de tolv inkluderte studiene. I den norske skolen følger elevene den samme overordnede læreplanen gjennom hele grunnskolen (Kunnskapsdepartementet, 2017), men har forskjellige læreplanmål etter 2., 4., 7., og 10. trinn (Utdanningsdirektoratet, 2019b). I undervisningen av kritisk tenkning må man også ta hensyn til elevenes utviklingsstadier. Som Kuhn (1999) og Song et al. (2013) viser til, kan man allerede i barnehagen tenke kritisk og denne tenkningen utvikles etter hvert som man blir eldre. Song et al. (2013) hevder at man når nye nivåer blant annet etter barneskolen, ungdomsskolen, for så et siste, avansert nivå i

utgangen av videregående, men Kuhn (1999) hevder at selv voksne kan ha samme vansker som en åtteåring. Dette gjør det nødvendig å legge opp undervisningen etter hvilket trinn man underviser på og ta i betraktning elevenes utviklingsnivå. Resultatene i denne studien viser at ingen av de tolv undervisningene er lagt opp på samme måte, men at flere av undervisningsmetodene og elementene går igjen, selv på tvers av klassetrinnene. Memiş og Akkaş (2020) sin undervisning på femte trinn, og Fitriani et al. (2020) sin undervisning på tiende trinn inneholder flere av de samme metodene (lesing, skriving, gruppearbeid, diskusjon, tilbakemeldinger og praktisk arbeid) (tabell 13), og elementene (faglig tilnærming, mentoring, og utforskning) (tabell 14). Det kan dermed være rimelig å anta at de metodene og elementene som er identifisert kan gi en relevant, men generell oversikt over hva naturfagundervisningen av kritisk tenkning kan inneholde, og at disse er relevante på alle trinn mellom 5. og 10. Det vil likevel være nødvendig å «fylle» disse metodene og elementene med et innhold som er relevant for både læreplanen, aldersgruppene og elevenes utviklingsnivå, og dermed bidrar med den mest passende utviklingen av elevenes kritiske tenkning. Med dette i bakhodet kan denne litteraturstudien gi relevant innsikt i undervisningen av kritisk tenkning og er både relevant og representativ for de aktuelle klassetrinnene. Akkurat hva som blir undervist, og hva disse metodene og elementene inneholder knyttet til faget og aldersgruppene er ikke undersøkt i denne studien, men det ville vært interessant å undersøke i en annen studie.

Studiene som er inkluderte i denne litteraturstudien er gjennomført i flere forskjellige land, med skolesystemer som nødvendigvis ikke ligner det norske. Den faglige kunnskapen som er beskrevet av flere av studiene kan knyttes til både kjemi, biologi og fysikk, og kan dermed også knyttes til den norske naturfagslæreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Den gjennomførte analysen og kodingen av de tolv artiklene gav flere kategorier, fordelt på metoder, elementer, og argumentasjon og kildekritikk (tabell 13 og tabell 14). Metoder som for eksempel lesing, skriving, diskusjon og praktisk arbeid, samt elementet utforskende arbeid, og argumentasjon og kildekritikk er alle relevante opp mot naturfagslæreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2019b) og skolens overordnet del (Kunnskapsdepartementet, 2017). Ikke minst er de tolv inkluderte studienes mål om å fremme elevenes kritiske tenkning også relevant for skolen og læreplanen (Kunnskapsdepartementet, 2017; OECD, 2017; Opplæringslova, 1998).

Varigheten av undervisningsintervensjonene varierer også i de inkluderte studiene, fra Demirci og Özyürek (2017) sine tre uker, til Wang et al. (2017) sin undervisningsintervensjon som gikk over tre semestre. Det tar tid å utvikle elevers kompetanse, og kritisk tenkning er intet unntak. Tilstrekkelig med tid står sentralt for å oppnå dybdelæring (NOU 2015: 8, 2015), så for at elevene skal kunne oppnå en varig forståelse av kritisk tenkning må det jobbes med denne kompetansen over lengre tid (Utdanningsdirektoratet, 2019a). Om elevene som har deltatt i de inkluderte studiene har oppnådd en varig kompetanse av kritisk tenkning-ferdigheter og disposisjoner kan ikke fastslås i denne litteraturstudien. Hva som kommer frem er at selv tre uker kan ha en signifikant effekt på elevers læring. Det som er viktig er at undervisningen ikke opphører etter en gitt periode, så elevene får utfolde seg og videreutvikle sin kritiske tenkning-kompetanse. Som bemerket av Miri et al. (2007) vil et vedvarende fokus på å fremme elevenes kritiske tenkning øke sannsynligheten for suksess.

De tolv studiene ble inkludert i denne litteraturstudien da studiene, etter en grundig inkluderingsprosess, viste seg som relevante for å kunne besvare problemstillingen.

Deltagerne som har deltatt i de tolv studiene er alle elever fordelt på forskjellige, men fortsatt relevante klassetrinn. Selv om studiene er gjennomført i andre land enn Norge vil innholdet og undervisningen som er beskrevet i artiklene likevel være relevante opp mot den norske læreplanen. Undervisningsforløpene varierer i lengde, men selv den korteste undervisningsintervensjonen viser til et hensiktsmessig og effektivt innhold for utviklingen av elevenes kritiske tenkning. Funnene i denne studien kan dermed anses som relevante for naturfaget i den norske skolen, og for naturfaglæreres undervisning.

5.2 En direkte tilknytning til kritisk tenkning

At undervisningen består av undervisningsmetoder og elementer er ikke unikt for undervisningen av kritisk tenkning, da disse hovedkategoriene kan inngå i flere typer undervisning. Å knytte undervisningsmetodene, samt de fleste av elementene, direkte til kritisk tenkning vil dermed ikke være hensiktsmessig. I dette delkapittelet vil jeg derfor heller fokusere på de identifiserte kategoriene argumentasjon, kildekritikk og utforskning, da disse kan knyttes direkte til kritisk tenkning. De andre elementene og undervisningsmetodene, anser jeg heller som relevant å knytte til *undervisningen* av kritisk tenkning, som vil bli diskutert senere.

Argumentasjon, kildekritikk og utforskning kan knyttes direkte til kritisk tenkning. Flere av kritisk tenkning-ferdighetene listet av Facione (1990) har direkte tilknytning til argumentasjon, hvor flere av underferdighetene viser til å forholde seg til argumenter. Det samme kan sies om utforskning, da Knain og Kolstø (2019) sine fundamentaler for utforskende undervisning består av å analysere, tolke og vurdere, som også finnes i Faciones (1990) liste av ferdigheter. Ennis (2011) sin beskrivelse av den ideelle kritiske tenkeren knytter også kildekritikk direkte til kritisk tenkning, da han blant annet viser til å bedømme opprinnelsen av påstander. Kritisk tenkning-ferdighetene (Facione, 1990) knyttes også videre til definisjonene av kritisk tenkning (Ennis, 1985; Facione, 1990; Paul, 1993), noe som videre forsterker relevansen av argumentasjon, kildekritikk og utforskning opp mot kritisk tenkning. Kritisk tenkning-ferdighetene knyttes også til de øverste trinnene i Blooms taksonomi (Lewis & Smith, 1993) som videre aktualiserer dem innen utdanningstradisjonen (Lai, 2011).

Disposisjoner er også en del av kritisk tenkning (Ennis, 1985; Facione et al., 2000), men listen over disse (Lai, 2011) kan ikke knyttes direkte til verken de identifiserte metodene, elementer eller argumentasjon og kildekritikk. Det kan dermed antas at de tolv inkluderte studiene tilrettelegger for utviklingen av elevenes kritisk tenkning-ferdigheter fremfor disposisjoner. En annen forklaring kan være at disposisjoner er vanskelig å måle, og som Ennis (2011) hevder kan disposisjoner eksistere selv om de ikke kan oppfattes utad. Motivasjon fremmes som en vesentlig faktor i definisjonen av disposisjoner (Facione et al., 2000), så hvordan man skal motivere elevene til å tenke kritisk og fremme deres disposisjoner burde være problemstillingen i en annen studie. Det kan tenkes at elevenes motivasjon påvirkes gjennom en gjentakende og målrettet undervisning for utviklingen av deres kritiske tenkning, da elevene kan oppleve å mestre en kritisk tilnærming. De tolv inkluderte studienes undervisningsintervensjoner og kritisk tenkning-disposisjoner kommer jeg tilbake til senere.

5.3 Elementer og metoder i undervisning av kritisk tenkning i naturfag

Forskningsspørsmålene skiller mellom undervisningsmetoder og elementer. Funnene i denne litteraturstudien tyder på at undervisningen av kritisk tenkning består av både forskjellige metoder og forskjellige elementer. Beskrivelsene av de gjennomførte undervisningsintervensjonene viser at ingen av dem er like, men det er flere undervisningsmetoder og elementer som går igjen i flere av dem (tabell 13 og tabell 14). Videre vil jeg se på hvordan elementene fremstår i undervisningen, og hvordan disse kan knyttes til de identifiserte undervisningsmetodene. I lys av teori vil jeg diskutere hvordan elementene også er relevante i undervisningen av kritisk tenkning i naturfag.

5.3.1 En faglig tilnærming til undervisningen

Et funn som ble identifisert i samtlige av de inkluderte studiene er at de innehar en faglig tilnærming, hvor det faglige innholdet ofte knyttes til elevenes læreplaner. Den faglige tilnærmingen har undervisningsintervensjonene oppnådd ved å involvere faglig kunnskap i de metodene de har benyttet i undervisningen, og ved at grunnleggende kunnskap er en underliggende faktor for alle metodene som er blitt benyttet. Dette kan oppsummeres ved at elevene praktiserer, diskuterer, eller undersøker naturfaglige temaer gjennom alle de brukte metodene. Det er imidlertid viktig å bemerke at dette ikke betyr at alt de gjør i løpet av undervisningen bare knyttes til læring av faglig kunnskap. Den faglige tilnærmingen gir metodene en faglig innfallsvinkel som knytter arbeidet opp mot læreplanen deres. Det er min oppfatning at metodene som er brukt i de tolv inkluderte studiene for det meste er ment for å fremme elevenes kritiske tenkning. Det er likevel noen av metodene som brukes hovedsakelig for å formidle faglig kunnskap, som de fem intervensjonene som benytter presentasjoner i undervisningen (tabell 13). Presentasjonene brukes til å introdusere faglige kunnskap til elevene, hvor denne kunnskapen brukes videre som et utgangspunkt for den kommende undervisningen. Av de fire som benytter lesing i undervisningen (tabell 13) knytter to av disse, Malamitsa et al. (2009) og Memiş og Akkaş (2020), metoden til læring av faglig kunnskap. Fitriani et al. (2020) og Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) benytter også lesing, men knytter lesingen til kritisk tenkning ved å formulere spørsmål og arbeide med argumentasjon, heller enn et direkte faglig fokus.

En faglig tilnærming var altså til stede i samtlige av de inkluderte artiklene. Å inkorporere fag og bakgrunnskunnskap bemerkes av flere som en nødvendighet for undervisningen av kritisk tenkning, siden man trenger noe å tenke kritisk om (Bailin et al., 1999; McPeck, 1981). I tillegg blir det også enklere å fremme den kritiske tenkningen når undervisningen tillegges et domene – med andre ord innehar en faglig tilnærming (Willingham, 2007). Hva som oppfattes som adekvat kritisk tenkning vil variere mellom fagdomener (Bailin, 2002), og den kritiske tenkningen variere fra fag til fag (Byrne & Johnstone, 1987). Hvert av fagene i skolen har sin egen rolle i å oppdra kritisk tenkende elever (Kunnskapsdepartementet, 2017; Opplæringslova, 1998), og naturfaget fritas ikke fra dette oppdraget (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Det er flere som mener at kritisk tenkning bør være en vesentlig del av naturfagundervisningen (Bailin, 2002; Sadler et al., 2002), og naturfaget, som andre fag, innehar egne standarder og kriterier for hvordan man skal vurdere når man tenker kritisk (Bailin, 2002). Ut i fra Deweys (1910) *learning by doing*, og McPeck (1981) som påpeker viktigheten av å arbeide som en forsker, kan det tolkes at elevene må engasjeres i og eksponeres for tenkemåter som er relevante for naturfaget for å kunne ta stilling til og praktisere standardene og kriteriene

som inngår i faget videre i skolehverdagen og i det daglige. Det vil dermed være nødvendig med nettopp en faglig tilnærming.

En faglig tilnærming kan også bistå med legitimeringen av tiden som blir brukt på undervisningen som fremmer kritisk tenkning. Den kritiske tenkningen skal fremmes i undervisningen, uansett hvilket fag (Kunnskapsdepartementet, 2017), og en av utfordringene med undervisningen er nettopp tidsbruken (Ennis, 2013) og at fokuset blir tatt vekk i fra fagene (Alazzi, 2008; Swartz & McGuinness, 2014; Zohar et al., 1994). En faglig tilnærming i undervisningen av kritisk tenkning i naturfaget kan dermed vise seg som hensiktsmessig på flere måter, ved å gi både bedre forutsetninger for læring og legitimere både tiden og fokuset undervisningen av kritisk tenkning krever.

5.3.2 Undervisningstilnæringer og et eksplisitt fokus

Ennis (1989) redegjør for fire tilnæringer til kritisk tenkning i undervisningen: generell, infusjon, immersjon, og en blanding av en generell tilnærming med enten infusjon eller immersjon. I disse undervisningstilnærmingene er en faglig tilknytning relevant i tre av dem. Siden samtlige av de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner inneholder en faglig tilnærming (tabell 14) utelukkes dermed den generelle tilnærmingen til kritisk tenkning fra studienes naturfagundervisning. Dette gir mening da den generelle tilnærmingen ikke ville blitt oppfattet som naturfaglig, da den er uten en faglig tilknytning. Undervisning med en generell tilnærming ville heller ikke blitt fanget opp i denne litteraturstudiens søkeprosess (kapittel 3.3 – 3.4) og ville heller ikke ha oppfylt inkluderingskriteriene (tabell 4). Ingen av studiene bruker en blandet tilnærming, da ingen av undervisningsintervensjonene viser til enkeltstående «kritisk-tenkning-deler» av undervisningen separat fra det faglige opplegget (Ennis, 1989). Ut fra dette gjenstår bare infusjon og immersjon. Av de tolv inkluderte studiene er det bare Zohar et al. (1994) som spesifikt viser til infusjonstilnærmingen og at de i deres BCT-prosjekt gjør den kritiske tenkningen eksplisitt for elevene (Ennis, 1989) (tabell 14). Lu et al. (2020) viser også til at den kritiske tenkningen ble fremhevet eksplisitt i CDI-undervisningen (tabell 14), og man kan dermed anta at infusjonstilnærmingen følges. Memiş og Akkaş (2020) påpeker at deres ABI-undervisning bruker immersjonstilnærmingen. Uten en klar henvisning til noen av undervisningstilnærmingene eller til å gjøre kritisk tenkning eksplisitt regnes dermed også de resterende undervisningsintervensjonene som at følger immersjonstilnærmingen, hvor den kritiske tenkningen ikke uttrykkes eksplisitt. Med ti av tolv undervisningsintervensjoner som bruker immersjon samsvarer ikke dette med Ventura et al. (2017) som fant at infusjonstilnærmingen er mest brukt i grunnskolen i undervisningen for kritisk tenkning. Å gjøre den kritiske tenkningen eksplisitt for elevene har vist seg som hensiktsmessig for å fremme den kritiske tenkningen (e.g. McPeck, 1981; Miri et al., 2007; Swartz & McGuinness, 2014). Det trenger ikke å bety at immersjonstilnærmingen ikke fremmer kritisk tenkning. Tvert imot så underbygger denne studien at også immersjonstilnærmingen fremmer kritisk tenkning. Dette støttes også av Abrami et al. (2008) som fant at immersjonstilnærmingen hadde en positiv effekt, selv om effekten var lavest sammenlignet med de tre andre tilnærmingene. Det har ikke vært et mål med denne studien å finne ut hvilken av undervisningstilnærmingene som er best i undervisningen, men det må likevel kunne antas at elevene ville fått et enda bedre læringsutbytte innen deres kritiske tenkning dersom den kritiske tenkningen ble eksplisitt uttrykket i de ti undervisningsintervensjonene som heller fulgte immersjonstilnærmingen (e.g. Abrami et al., 2008; Bailin, 2002; Facione, 1990).

5.3.3 Samarbeid i undervisningen av kritisk tenkning

Diskusjoner, debatter, tilbakemeldinger, og praktisk arbeid, kan ofte anses som undervisningsmetoder flere elever tar del i. Om man legger sammen undervisningsintervensjonene som inneholder minst en av disse, tilsvarer dette alle de tolv inkluderte studiene (tabell 13). Likevel viser resultatene at bare fire av studiens undervisningsintervensjoner legger opp til at elevene skal samarbeide (tabell 14). Dette kommer av at det bare er disse fire som uttrykker et spesifikt fokus på at elevene skal samarbeid i løpet av den gjennomførte undervisningen. I Lu et al. (2020) samarbeider elevene i arbeidet med praktiske aktiviteter og i diskusjoner. Samarbeid i diskusjoner gjør også Memiş og Akkaş (2020). Wang et al. (2017) og Malamitsa et al. (2009) viser til en gjennomgående bruk av samarbeid i undervisningen, blant annet i skrivning, praktisk arbeid og diskusjoner. Samarbeid kan dermed anses som aktuelt i flere undervisningsmetoder som fremmer den kritiske tenkningen i naturfag. Samarbeid har også vist seg som fordelaktig, for å fremme den kritiske tenkningen, selv om effekten er lav (Abrami et al., 2008). Ludvigsen-utvalget fremhever samarbeid i den generelle undervisningen i skolen (NOU 2015: 8, 2015), og fra sosiokulturell læringsteori vet vi også at samarbeid har en positiv effekt på læring (Dysthe, 1999). Sammenhengen mellom kritisk tenkning og samarbeid har blitt påpekt i flere studier, hvor det også antydes at samarbeid øker den positive effekten av undervisningen og bidrar med å fremme den kritiske tenkningen (Cooper, 1995; Erdogan, 2019; Espey, 2018). Det kan likevel se ut som at samarbeid ikke er hovedfokus i undervisningen som fremmer kritisk tenkning i naturfag og andre skolefag knyttet til de naturvitenskapelige disiplinene da bare fire av tolv studier viser til et spesifikt fokus på samarbeid. Selv med en liten effekt kan det likevel være verdt å ha et fokus på samarbeid også i denne type undervisning.

Av de tolv inkluderte studiene benytter halvparten av de gruppearbeid i undervisningen (tabell 13). Samarbeid er ofte en naturlig del av et gruppearbeid, men det er likevel bare tre av studiene som viser til gruppearbeid som også spesifiserer at elevene samarbeidet (tabell 14). Man kan heller ikke se bort fra at samarbeid kan ses på som en selvfølgelighet, og derfor ikke trekkes frem spesifikt, ved at samarbeid mellom elevene i gruppa er en del av gruppearbeidet. Denne sammenhengen er likevel ikke intuitiv for en forsker i en litteraturstudie, da det vil være artikkelforfatterne som styrer funnene. Det er tenkelig at man kan deles i grupper uten at man aktivt samarbeider innad i gruppen. Gruppestørrelser ble nevnt som en faktor i studiene til Riesenmy et al. (1991) og Hudgins og Edelman (1988) hvor elevene diskuterte i mindre grupper, noe begge fant som positiv i å fremme kritisk tenkning. Selv om det i hovedsak er diskusjonen som gis fortjeneste for elevenes fremgang i de to studiene, kan det tenkes at det at elevene arbeidet i grupper også var utslagsgivende, eller om denne fortjenesten burde gis til det eventuelle samarbeidet. Man kan knytte gruppearbeid- og samarbeidsdiskusjonen sammen, så for videre diskusjon om gruppearbeid henviser jeg derfor leseren til diskusjonen om samarbeid i avsnittet over.

5.3.4 En autentisk tilnærming i naturfagundervisningen

Ti av de tolv inkluderte studiene viser til en autentisk tilnærming, hvor de knytter undervisningen til virkelige situasjoner (tabell 14). For flere av undervisningsintervensjonene er autenticiteten gjennomgående i hele undervisningen, som for eksempel hos Ernst og Monroe (2004) som knytter undervisningen til nærmiljøet. Noen får en autentisk tilnærming gjennom spesifikke metoder, som Vieira og

Tenreiro-Vieira (2016) hvor elevene arbeidet med caser og rollespill basert på virkelighetsnære situasjoner. Lu et al. (2020) og Babb og Stockero (2020) bruker modeller og modellering knyttet til praktisk arbeid, og i undervisningen til Farah og Ayoubi (2020) vises det til at elevene bruker kunnskapen de har ervervet seg til å tenke ut virkelighetsnære scenarier. Den autentiske tilnærmingen i undervisningen kan dermed inkorporeres på flere forskjellige måter og kan være en del av hele eller deler av undervisningen. I naturfaget er både nærmiljøet (Bixler et al., 2002), og visualisering gjennom modeller og modellering relevante verktøy for å styrke autentisiteten av undervisningen (Gilbert, 2004), og en autentisk tilnærming fremheves som spesielt viktig i undervisningen som fremmer kritisk tenkning (Abrami et al., 2015; Beavers et al., 2017). Funnen i denne litteraturstudien kan ikke si noe om selve effekten av en autentisk tilnærming, men ut ifra funnene vil det være rimelig å anta at en autentisk tilnærming er relevant i undervisningen av kritisk tenkning i naturfag. Rule (2006) sine fire tidligere nevnte karakteriserende temaer innen en autentisk tilnærming kan også knyttes til flere av de brukte metodene, som for eksempel diskusjoner og praktisk arbeid, og har også en tydelig tilknytning til utforskende arbeid (Haugan, 2018; National Research Council, 2000).

Siden samtlige av studiene innehar en *faglig* tilnærming i undervisningen (tabell 14) kan autentisk undervisning anses som nødvendig for undervisningen av kritisk tenkning med tanke på overføring. For å kunne tilrettelegge for at den kritiske tenkningen overføres fra et domene til et annet er det flere som mener at nettopp en autentisk tilnærming er nødvendig (Halpern, 1998; McPeck, 1981). Hva som defineres som et domene finnes det uenighet over, men om naturfaget består av flere domener (for eksempel biologi, kjemi og fysikk) vil det være rimelig å anta at en autentisk tilnærming er nødvendig for at eleven skal kunne overføre den kritiske tenkningen innad i naturfaget. For å benytte slike dype strukturer som Willingham (2007) beskriver, kreves det kjente og virkelighetsnære situasjoner (e.g. Halpern, 1998), med andre ord kreves en autentisk tilnærming. At en slik overføring skjer vil være hensiktsmessig for alle fagene i skolen, og som Willingham (2007) hevder ville skolen vært unødvendig om ikke. Siden ti av tolv av de inkluderte studiene viser til en autentisk tilnærming kan det antas at den kritiske tenkningen som undervises i naturfaget også blir relevante for andre fag, og for situasjoner elevene møter i hverdagen.

5.3.5 Utforskende arbeid for å fremme kritisk tenkning

Nest etter en faglig tilnærming, er utforskning det som er blitt benyttet i flest studier (tabell 14). Utforskende arbeid skal være framtreende i naturfagundervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2019b), og utforskende undervisning har også vist seg som relevant for å fremme kritisk tenkning (Prayogi & Yuanita, 2018; Wale & Bishaw, 2020). Beskrivelsene til Haugan (2018) og Knain og Kolstø (2019) av utforskende undervisning kan knyttes direkte til flere kjerneferdigheter innen kritisk tenkning (Facione, 1990), noe som forsterker relevansen av utforskning i undervisningen av kritisk tenkning. I beskrivelsen av utforskning blir det tydelig at denne undervisningen inneholder mye mer enn bare en enkel undervisningsmetode (Haugan, 2018; Knain & Kolstø, 2019). De elleve studiene som viser til utforskning (tabell 14) benytter et omfattende undervisningsforløp, bestående av flere metoder. I utforskning er argumentasjon basert på data og bevis, og å skaffe, vurdere og formidle informasjon (Haugan, 2018; Knain & Kolstø, 2019), noe som knytter utforskning til argumentasjon. Argumentasjon diskuteres senere. Utforskning kan også knyttes til praktisk arbeid og undersøkelser.

5.3.5.1 Praktisk arbeid og undersøkelser

En undervisningsmetode som ofte knyttes til utforskende arbeid i naturfaget er praktisk arbeid (Fiskum & Korsager, 2017). Det praktiske arbeidet må ta utgangspunkt i et spørsmål og gjennomføres etter et nøye forarbeid og følges av et relevant etterarbeid for at arbeidet skal kunne omtales som utforskende (Haugan, 2018; Knain & Kolstø, 2019). Av de tolv inkluderte studiene er det elleve av disse som benytter praktiske aktiviteter (tabell 13). At praktisk arbeid i seg selv vil fremme kritisk tenkning er uklart da teori ofte knytter kritisk tenkning til utforskning heller enn til praktiske aktiviteter alene, men som Haugan (2018) påpeker vil kokebokforsøk forhindre utviklingen av ideer, noe som vil være uheldig for utviklingen av kritisk tenkning. Noe som ble klart i denne litteraturstudien er at av de elleve som benytter praktiske aktiviteter er det en som ikke kan regnes som utforskende, nemlig Babb og Stockero (2020) (tabell 14). Dette underbygger hva Fiskum og Korsager (2017) sier om at utforskende arbeid er mye mer enn bare praktisk arbeid.

Ser man på studiene som regnes som utforskende (tabell 14), vil det da være en studie som ikke inneholder praktisk arbeid (tabell 13). Dette er Demirci og Özyürek (2017), noe de oppnår ved å utføre undersøkelser og skaffe data på andre måter enn ved direkte praktisk arbeid. De fire andre studiene som bruker undersøkelser i undervisningen (tabell 13), bruker også praktiske aktiviteter (tabell 13) men knytter samtidig undersøkelsene til utforskning. Praktisk arbeid og undersøkelser knyttet til en utforskende tilnærming kan dermed anses som relevante for naturfagundervisningen som fremmer den kritiske tenkningen. Det bør påpekes at praktisk arbeid er den metoden som er blitt benyttet i undervisningen til flest studier (elleve av tolv (tabell 13)). Dette, sammen med det praktiske arbeidets generelle relevans i naturfaget (Utdanningsdirektoratet, 2019b), gjør det rimelig å anse praktisk arbeid er spesielt relevant i naturfagundervisningen som fremmer kritisk tenkning, men bare om metoden gjennomføres på en utforskende måte.

Av denne studiens tolv inkluderte studier er det bare Babb og Stockero (2020) som ikke kan vise til en signifikant økt effekt av elevenes kritisk tenkning-ferdigheter. Babb og Stockero (2020) mangler også flere kategorier, men skiller seg spesielt ut ved å være den eneste studien som mangler både utforskning og fremgang i elevenes kritiske tenkning. Dette vil neppe være nok til å konkludere med at utforskning er nødvendig for å forbedre elevenes kritiske tenkning, men ut ifra denne studiens resultater vil det være rimelig å anta at utforskning er en relevant og hensiktsmessig faktor for at naturfagundervisningen skal fremme kritisk tenkning. Effekten studienes undervisning har hatt på elevenes kritiske tenkning kommer jeg tilbake til senere.

5.3.6 Læreren som mentor i undervisningen

Læreren har en sentral plass i undervisning generelt, og i undervisningen for kritisk tenkning har han en vesentlig rolle som mentor (Abrami et al., 2015; Martin & Hand, 2009; Schjelderup, 2012). Det vil være rimelig å anta at læreren selv må være bevisst sin rolle for å kunne gi elevene best mulige forutsetninger for å utfolde seg i kritisk tenkning, og for at elevene får utfolde seg på en hensiktsmessig og produktiv måte. Læreren som mentor, ble funnet i syv av de tolv inkluderte artiklene (tabell 14). Ved å stille spørsmål, oppmuntre, og lede elevene i diskusjoner, samt andre undervisningsmetoder fremstilles lærerens rolle som en vesentlig del av undervisningen som er gjennomført i de syv studiene. For å fremme den kritiske tenkningen må læreren ha en slik aktiv rolle gjennom hele undervisningen og gå bort i fra den typiske utspørringen om gjentakelse av fakta (Martin & Hand, 2009), og heller stille utdypende

spørsmål fremfor å komme med forslag til løsninger (Schjelderup, 2012). Funnene i denne litteraturstudien viser til en aktiv og veiledende lærerrolle i undervisningen, noe som sammenfaller med annen teori (e.g. Abrami et al., 2015; Martin & Hand, 2009). Fra funnene kan dermed læreren som mentor anses som relevant for undervisningen av kritisk tenkning, også i naturfaget.

Lærere innehar en fragmentert forståelse av kritisk tenkning (Alazzi, 2008; Munkebye & Gericke, Submitted; Schulz & FitzPatrick, 2016), og får lite støtte fra læremidler og lærerutdanningene for å kvalifiseres i å undervise kritisk tenkning (Alazzi, 2008). Med lite støtte vil det være opp til læreren selv å sette seg inn i dette, ved å oppsøke kilder om kritisk tenkning og hvordan undervise kritisk tenkning. Med en fragmentert forståelse kan dette anses som en nødvendighet for at den produktive og hensiktsmessige veiledningen av elevene skal kunne skje. Læreren har et ansvar for å lære elevene å tenke kritisk (Opplæringslova, 1998). Som presisert av Abrami et al. (2015) finnes det ikke en magisk oppskrift for hvordan man skal gjennomføre og legge til rette for undervisningen av kritisk tenkning. Med tanke på lærerens rolle som mentor ville en slik oppskrift heller ikke vært nok for å sikre at elevene utvikler sin kritiske tenkning. Som Bailin (2002) påpeker kan aktiviteter bli gjennomført på en ukritisk måte, og det vil da være opp til læreren å være observant på dette og bistå med veiledning for å la elevene komme inn på det rette sporet. Å vurdere elevpraksiser og fange opp ukritiske gjennomføringer i undervisningen vil likevel være enklere sagt enn gjort, siden det nettopp er elevens oppførsel utad som ofte brukes for å vurdere deres kritiske tenkning (Bailin, 2002). For å ivareta den kritiske tenkningen bør tenkningen synliggjøres, men viktigheten med å gjøre den kritiske tenkningen eksplisitt for elevene (e.g. Abrami et al., 2008) medfører at læreren selv må være klar over den kritiske tenkningen, og at han selv må være bevisst om å fremme tenkningen eksplisitt. Gjennom litteraturen er det mulig å lære om undervisning av kritisk tenkning, men å ta dette initiativet stiller spesielle krav til læreren. Resultatene i denne studien viser likevel at elevenes kritiske tenkning kan fremmes uten at mentoring er til stede (tabell 14) – som er positivt med tanke på læreres fragmenterte forståelse av begrepet (e.g. Munkebye & Gericke, Submitted). Vi vet likevel at utbytte av undervisningen vil være bedre dersom læreren opprettholder rollen som mentor i undervisningen og veileder elevene i deres utvikling som kritiske tenkere (e.g. Abrami et al., 2015).

5.4 Argumentasjon og kildekritikk i undervisning av kritisk tenkning i naturfag

Argumentasjon og kildekritikk ble identifisert i den tematiske analysen, men kan vanskelig forstås som verken undervisningsmetoder eller elementer i undervisningen. Disse kategoriene knyttes dermed ikke til forskningsspørsmålene, men viser seg som relevante for å gi et så helhetlig og presist svar på problemsstillingen som mulig. Tidligere ble argumentasjon og kildekritikk knyttet direkte til kritisk tenkning, og skal videre knyttes til *undervisningen* av kritisk tenkning i naturfag. I likhet med elementene kan argumentasjon og kildekritikk knyttes til relevante undervisningsmetoder.

5.4.1 Argumentasjon i undervisningen

Denne litteraturstudien viser at flere benytter argumentasjon i undervisningen (tabell 14). Tidligere i kapittel 5.2 ble argumentasjon knyttet direkte til kritisk tenkning, noe som bare forsterker dets relevans i undervisningen av kritisk tenkning. Denne sammenhengen fremmes også av Ferguson og Bubikova-Moan (2019). Argumentasjon er

framtrødende i skolen og i naturfaget (Kunnskapsdepartementet, 2017; Utdanningsdirektoratet, 2019b), og spesielt opp mot det tverrfaglige temaet demokrati og medborgerskap (Kunnskapsdepartementet, 2017; Lenz, 2020; Utdanningsdirektoratet, 2019b). Å arbeide med argumentasjon har vist seg som fordelaktig i undervisningen for å fremme kritisk tenkning (Ferguson & Krangle, 2020; Kuhn et al., 2017; Kuhn & Udell, 2003). I de ti studiene fremstår argumentasjon som en grunnleggende faktor i flere av de brukte metodene.

5.4.1.1 Skrivning og lesing – individuell argumentasjon

Skriving kan knyttes til argumentasjon. Av de åtte som bruker skrivning i undervisningen (tabell 13) bruker fire av dem: Farah og Ayoubi (2020), Fitriani et al. (2020), Lu et al. (2020) og Wang et al. (2017) skrivningen for å identifisere og reflektere over argumenter før argumentene benyttes i et videre arbeid. I undervisningen i Ernst og Monroe (2004) og Memiş og Akkaş (2020) studier brukes skrivningen som en hovedaktivitet i undervisningen, og Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) viser til flere økter hvor argumenterende skrivning er hovedaktiviteten. Fuad et al. (2017) bruker også skrivning i undervisningen (tabell 13), men viser ikke til at skrivningen brukes i sammenheng med argumentasjon (tabell 14). Argumentene og argumentasjonen bygger ofte på bevis som elevene har fremstilt selv. Skrivning i naturfagundervisningen må brukes til mer enn å bare lære ord og definisjoner (Butler, 1991), og heller åpne for mulighet for å prøve ut tanker, uttrykke erfaringer og forklare sammenhenger (Mork & Erlien, 2017). Skrivning kan bidra med hensiktsmessig læring i undervisningen av kritisk tenkning (Abdurrahman et al., 2019; Quitadamo & Kurtz, 2007), nettopp ved å legge opp til en språklig refleksjon (Butler, 1991). Funnene fra denne studien underbygger at skrivning kan inngå i en undervisning som fremmer kritisk tenkning (tabell 13), og skrivningen kan brukes både som hovedaktivitet og som forarbeid til andre aktiviteter. Dette tilsier ikke at all skrivning vil fremme elevenes kritiske tenkning. Som Mork og Erlien (2017) påpeker er det teksttype og sjanger som påvirker formålet og effekten av skrivningen. Det er skrivningen som tar utgangspunkt i argumentasjon som har vist seg relevant opp mot kritisk tenkning, og som vil være hensiktsmessig for å fremme den kritiske tenkningen i undervisningen.

Lesing er også en metode som kan knyttes til argumentasjon. Som nevnt tidligere er det fire av studiene som bruker lesing i undervisningen (tabell 13), men bare Fitriani et al. (2020) og Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) knytter lesingen til kritisk tenkning gjennom formuleringen av spørsmål og argumentasjon. I undervisningen deres brukes lesingen som forarbeid til andre aktiviteter. Lesing er også vist at kan fremme kritisk tenkning (Tung & Chang, 2009), og å forberede, bearbeide og finne informasjon som Fitriani et al. (2020) og Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) viser til, er også relevante ferdighetsområder innen lesing (Mork & Erlien, 2017). Lesing og skrivning kan oppfattes som typiske undervisningsmetoder, og disse har lang tradisjon i skolen. Individuelle arbeidsmetoder som lesing ble utelatt fra «oppskriften» til Abrami et al. (2015) da disse var vanskelige å skille fra den tradisjonelle undervisningen, men i naturfagslæreplanen, om de grunnleggende ferdighetene, heter det nettopp at både lesing og skrivning kan gi forutsetninger for å tenke kritisk (Utdanningsdirektoratet, 2019b). Denne studiens resultater er i samsvar med dette og viser at både skrivning og lesing er relevante i naturfagundervisning som skal fremme kritisk tenkning – både som en del av den, eller som hovedaktivitet. Å lese og skrive kan dermed anses som et nyttig verktøy, men må ta utgangspunkt i argumentasjon for å fremme den kritiske tenkningen.

5.4.1.2 Diskusjon, debatter og tilbakemeldinger – argumentasjon i samhandling med andre

Evnene til argumentasjon kan forbedres, og utviklingen av disse evnene forsterkes i samhandling med andre (Kuhn & Udell, 2003). Åtte av studiene bruker diskusjon og fem av dem bruker debatt som metoder for å fremme argumentasjon i undervisningen (tabell 13). Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) bruker både diskusjoner og debatt i deres SL-CT rammeverk, og i Memiş og Akkaş (2020) og Zohar et al. (1994) brukes diskusjon og debatt om hverandre (tabell 13). I undervisningsintervensjonene er det gitt klare krav om argumentasjon i diskusjonene, og argumentasjon er essensielt for å kunne føre debatt (tabell 12). I undervisningsintervensjonene vises det til hvordan elevene arbeider med å utarbeide argumenter både i forkant av og under diskusjoner og debatter, og ofte er diskusjon og debatt knyttet til elevenes egne meninger eller elevenes egenfremstilte bevis og konklusjoner – med en faglig tilknytning. Slike diskusjoner farget av repetisjon, bekreftelse og utdypelser hvor elevene kommer til enighet, er i tråd med Kolstø og Ratcliffe (2007) sin kumulative dialog, og debatter med fokus på forskjellige meninger og eleven forsvarer sine synspunkt samsvarer med deres disputerende dialog. Begge disse dialog-typene er aktuelle i naturfagsklasserommet og knytter dialog direkte til argumentasjon (Kolstø & Ratcliffe, 2007). Å utfolde seg i diskusjoner og debatter har en fordelaktig effekt på argumentasjonsevner og den kritiske tenkningen (Abrami et al., 2015; Healey, 2012; Hudgins & Edelman, 1988; Riesenmy et al., 1991), og argumentasjon og debatter i naturfaget er en nødvendighet for å utvikle elevenes naturvitenskaplige forhandlings- og argumenteringsevner (Osborne, 2010). I denne studien har jeg skilt diskusjoner og debatter fra hverandre ved forberedelsen som kreves i debatter (tabell 12). Som Healey (2012) påpeker kan også forberedelsene av debatter være utslagsgivende for utviklingen av ferdighetene knyttet til argumentasjon og en kritisk tilnærming.

En annen metode som kan knyttes til argumentasjon i samhandling med andre er når elevene gir tilbakemeldinger til hverandre. I ti av de tolv inkluderte studiene må elevene gi tilbakemeldinger på innholdet i hverandres presentasjoner (tabell 13). I presentasjonene begrunner ofte elevene sine synspunkt i lys av beviser de selv har fremstilt fra en gjennomført praktisk aktivitet med en faglig tilknytning. I prosessen må elevene både motta og gi argumenter for og imot det som ble presentert (tabell 12). Slike tilbakemeldinger sammenfaller i stor grad med Kolstø og Ratcliffe (2007) sin *utforskende samtale*, hvor presentasjoner av synspunkt bygger på argumenter, og elevenes ideer utfoldes i kritiske og konstruktive diskusjoner. Dette gjør de utforskende samtalene svært relevante for naturfagundervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2019b), og kan også bidra med en utforskende tilnærming (Haugan, 2018; Knain & Kolstø, 2019). Evaluering og vurdering av andres argumenter står også sentralt innen kritisk tenkning (Ferguson & Bubikova-Moan, 2019), og vil ha god effekt på utviklingen av tenkningen (Abrami et al., 2015). Aktiviteter tilknyttet argumentasjon er ofte fraværende i naturfagundervisningen (Osborne, 2010), noe som ikke direkte samsvarer med resultatene i denne studien. Resultatene i denne studien viser at flertallet av de inkluderte studiene inneholder argumentasjon gjennom blant annet diskusjon, debatter eller tilbakemeldinger. Det må likevel presiseres at de tolv studiene er inkluderte på grunn av undervisningsintervensjonenes målsetning om å fremme kritisk tenkning, noe vi vet at den typiske undervisningen i skolen sjeldent legger opp til (Miri et al., 2007; Willingham, 2007). Innføringen av argumentasjon gjennom diskusjoner, debatter og tilbakemeldinger kan dermed bryte med dette mønsteret, og samtidig gi elevene relevant og hensiktsmessig læring som kan fremme deres kritiske tenkning, og som Healey

(2012) påpeker kan slike metoder oppleves som «gøy» for de som deltar. Argumentasjon har uansett vist seg som relevant og kan antas som nødvendig i undervisningen som fremmer kritisk tenkning i naturfag.

5.4.2 Kildekritikk i undervisningen

Sammen med argumentasjon er kildekritikk fremtredende i både skolen og naturfaget (Ferguson & Krange, 2020; Kunnskapsdepartementet, 2017; Utdanningsdirektoratet, 2019b), og kan knyttes direkte til kritisk tenkning (Ennis, 2011). Kildekritikk er også fremtredende i læreres oppfatning av hva kritisk tenkning er (Munkebye & Gericke, Submitted). Å utøve kildekritikk i møte med informasjon er nødvendig i dagens samfunn (Bråten et al., 2019; Ferguson & Krange, 2020), og naturfaget skal kunne bidra med å lære elevene kildekritikk (Day & Bryce, 2013). Basert på dette kan det være overraskende at bare en av denne studiens tolv inkluderte studier viser til bruken av kildekritikk i undervisningsintervensjonene (tabell 14). Selv om både Lu et al. (2020), Memiş og Akkaş (2020) og Wang et al. (2017) påpeker viktigheten med å hente og tolke informasjon på en kritisk måte, er det bare Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) som i sitt SL-CT-rammeverk legger opp til at elevene skal vurdere kredibiliteten til kildeinformasjon. Kildekritikken inkluderes i undersøkelser knyttet til forberedelser av debatter og utformingen av argumenter. De andre studiene som også bruker undersøkelser (tabell 13) kan tenkes at også vektlegger kildekritikk, men denne sammenhengen er ikke spesifisert i artiklene. Disse resultatene er i tråd med Hansen (2018) som fant at naturfagundervisningen i liten grad knyttes til bruken av kildekritikk. Den manglende bruken av kildekritikk er uheldig, ikke bare i møte med ny informasjon, men også siden kildekritikken kan føre til et bedre læringsutbytte (Bråten et al., 2019), og siden elevene selv ønsker bedre undervisning om kildekritikk (Hansen, 2018).

Det lave antallet studier som inkorporerer kildekritikk i undervisningen (tabell 14) tyder på at kildekritikk ikke anses som relevant i naturfagundervisningen for å fremme kritisk tenkning – noe som ikke går overens med teorien. Hvorfor de inkluderte studiene utelater kildekritikk kan muligens forklares i lys av spørsmålet om kildekritikk er en domenespesifikk eller generell samling ferdigheter (Lai, 2011). Ennis (2011) beskriver nettopp det å vurdere troverdigheten til kilder som en generell ferdighet, og noe som dermed kan læres på tvers av fagområder. Ut ifra den kritiske tenkningens omfattende natur kan det tenkes at forskerne i de elleve andre studiene (tabell 14) anser kildekritikk som en generell ferdighet som heller kan læres i andre fag, og at de heller vil fokusere på andre aspekter i undervisningen. Dette vil likevel være uheldig da kildekritikk uansett vil være relevant opp mot argumentasjon (Ferguson & Krange, 2020), noe funn fra Vieira og Tenreiro-Vieira (2016) også kan støtte. Ferguson og Krange (2020) påpeker at eksponering av forskjellige informasjonskilder for elevene også er nødvendig, noe som gjør det nødvendig at naturfaget også tar del i dette oppdraget. Tross dette viser resultatene fra denne studien at kildekritikk sjeldent inngår i undervisningen av kritisk tenkning i naturfag. Resultatene viser likevel at sammenhengen mellom kildekritikk og naturfag er til stede (tabell 14) og at den da kan knyttes til undersøkelser i kilder og forberedningen av argumenter.

5.5 Effekten av de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner

Vi vet at kritisk tenkning kan læres og utvikles (Abrami et al., 2015; Miri et al., 2007; Ventura et al., 2017), noe også denne litteraturstudiens inkluderte artikler kan underbygge ved at elleve av de tolv inkluderte studiene viser til en signifikant forbedring i elevenes kritiske tenkning. Bare Babb og Stockero (2020) viser til en ikke-signifikant forskjell i elevenes kritisk tenkning-ferdigheter etter den gjennomførte undervisningsintervensjonen. I deres artikkel gis det begrenset innsyn i gjennomføringen av undervisningen (rangering i tabell 8), så hvorfor de fikk dette resultatet er det vanskelig å si noe om. Elevers fremgang avhenger av mye mer enn bare undervisningens innhold, men tabell 13 og tabell 14 viser likevel at Babb og Stockero (2020) er den studien hvor undervisningen inneholdt færrest metoder og elementer sammenlignet med de elleve andre, og inneholder verken argumentasjon eller kildekritikk. Kritisk tenkning er i seg selv komplekst (e.g. Paul, 1993), og undervisningen av kritisk tenkning er likedan (e.g. Abrami et al., 2015). Undervisningen i de elleve andre studiene kan anses som mer komplekse enn Babb og Stockero (2020), ettersom de inneholder flere metoder og elementer. Fra beskrivelsene av de inkluderte studienes undervisning kan man likevel ikke se en fast «oppskrift» over hvilke undervisningsmetoder og elementer som er blitt brukt. Tvert imot, så er det ingen av studiene som har nøyaktig samme innhold (tabell 13 og tabell 14).

Noe teorien om undervisning av kritisk tenkning (jfr. Kapittel 2) og funnene i denne litteraturstudien indirekte sier seg enige i er at undervisningen som fremmer kritisk tenkning består av flere metoder og elementer. Samtlige av de tolv inkluderte studiene viser til bruken av flere metoder i de gjennomførte undervisningsintervensjonene (tabell 13), og samtlige av de viser også til bruken av flere elementer (tabell 14). Siden de fleste studiene viser til fremgang i elevenes kritiske tenkning, og siden ingen av studiene bruker de samme undervisningsmetodene og elementene, samsvarer funnene i denne litteraturstudien med Abrami et al. (2015) om at det ikke finnes en magisk undervisningsoppskrift for å fremme den kritiske tenkningen. Funnene i denne litteraturstudien viser at undervisningen av kritisk tenkning i naturfag er sammensatt av flere metoder og elementer, noe som gjør det rimelig å anta at denne type undervisning nettopp er kompleks. Om undervisningen i Babb og Stockero (2020) regnes som den minst komplekse og er den eneste uten utforskning vil det være rimelig å anta at dette er spesielt viktige faktorer i undervisningen for å oppnå en positiv effekt på elevenes kritiske tenkning.

Elevene som gjennomførte Ernst og Monroe (2004) sitt EBE-program hadde signifikant økning i kritisk tenkning-ferdigheter, men ikke i deres kritisk tenkning-disposisjoner. Ernst og Monroe (2004) sin undervisning skiller seg ikke fra de andre undervisningsintervensjonene på samme måte som Babb og Stockero (2020), ved at undervisningen fremstår som mindre kompleks. Man kan dermed ikke tolke hvorfor elevene som fulgte EBE-programmet ikke fremmet deres kritisk tenkning-disposisjoner ut fra tabell 13 og tabell 14. Som nevnt tidligere vil elevenes læring påvirkes av mer enn bare undervisningsmetodene og elementene, så det kan tenkes at elevene i EBE-programmet har manglet nødvendige forutsetninger for læringen i andre ledd enn disse. En forklaring Ernst og Monroe (2004) selv kommer med er at deres undervisningsintervensjon er for kort, selv om den gikk over et år. Det vil være rimelig å anta at å utvikle disposisjoner krever mer tid enn ferdigheter, på samme måte som dybdelæring og utviklingen av en varig forståelse (NOU 2015: 8, 2015). Om et år er for

lite, kan det tenkes at ingen av de andre studiene heller ville hatt fremgang i disposisjonene, foruten om Wang et al. (2017) som hadde en undervisningsintervensjon som gikk over tre semestre. Disposisjoner som inngår i kritisk tenkning er uansett også viktig at elevene utvikler (Abrami et al., 2015; Facione, 1990). Av de tolv inkluderte studiene er det likevel bare Ernst og Monroe (2004) som viser til at de har målt både elevenes kritisk tenkning-ferdigheter og disposisjoner, før og etter undervisningsintervensjonen. Om undervisningsintervensjonene forbedret elevenes disposisjoner kan dermed ikke tolkes ut ifra de resterende studiene. Det vil uansett være relevant for elevene å utvikle både ferdigheter og disposisjoner innen kritisk tenkning (Abrami et al., 2015). Å utøve disse i hverdagen vil være nødvendig for at de skal regnes som kritiske tenkere (Facione et al., 2000), men hva elevene sitter igjen med og faktisk gjør med deres ervervede kritisk tenkning-kompetanse etter undervisningsintervensjonene er heller ikke målt eller utdypet i de inkluderte studiene. I lys av kritikalitet fra Davies og Barnett (2015) vil det være nødvendig at kritisk tenkning er noe elevene utøver også utenfor klasserommet for at de skal kunne omtales som kritiske tenkere.

6. Avslutning

I denne systematiske litteraturstudien har jeg undersøkt hva eksisterende forskning sier om hvordan kritisk tenkning kan undervises i naturfaget og i skolefag knyttet til naturvitenskapelige disipliner fra 5. til 10. trinn. Studiens problemstilling har vært styrende i inkluderingen av hvilke studier som er relevante for å besvare den, og alle de inkluderte studiene viser til forskjellige undervisningsintervensjoner som har til hensikt å fremme elevenes kritiske tenkning. I tillegg til problemstillingen har denne studien to forskningsspørsmål: 1) Hvilke undervisningsmetoder inngår i naturfagundervisning som har til hensikt å fremme elevers evne til kritisk tenkning, og 2) hvilke elementer inneholder naturfagundervisningen som har til hensikt å fremme elevers evne til kritisk tenkning. Problemstillingen og forskningsspørsmålene vil jeg besvare ved å oppsummere studiens funn, og ut fra dette trekke en konklusjon.

6.1 Hovedfunn

Å undervise for å fremme kritisk tenkning i naturfag har i denne litteraturstudien vist seg som mulig. Funnene i denne studien viser at undervisning av kritisk tenkning i naturfag inneholder forskjellige undervisningsmetoder og elementer. I tillegg er det nødvendig å sammenfatte undervisningsmetodene og elementene for å lykkes. Undervisningen er omfattende og kompleks, akkurat som kritisk tenkning i seg selv. I denne litteraturstudien er det blitt identifisert ni undervisningsmetoder som kan brukes i undervisning som har til hensikt å fremme elevers kritiske tenkning. Disse undervisningsmetodene er presentasjoner, lesing, skriving, gruppearbeid, diskusjoner, debatt, gi og motta tilbakemeldinger, gjøre undersøkelser og praktisk arbeid. Dette kan gi en god oversikt over relevante metoder for undervisningen som fremmer kritisk tenkning, men det finnes likevel ingen klar oppskrift over hvilke metoder undervisningen må inneholde. I denne litteraturstudien har undervisningsmetodene: diskusjoner, tilbakemeldinger og praktisk arbeid vist seg som spesielt relevante for naturfagundervisning av kritisk tenkning, da disse har blitt identifisert i flest av de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner (tabell 13). Undervisningsmetodene er ikke det eneste relevante innholdet i denne type undervisning, da metodene kan knyttes til elementer i undervisningen. Det ble identifisert seks elementer i de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner. Disse elementene er en faglig tilnærming, samarbeid, mentoring, autentisk tilnærming, utforskning og en eksplisitt tilnærming til kritisk tenkning. Fra funnene i denne studien fremstår en faglig tilnærming, autentisk tilnærming og utforskning som spesielt relevante i undervisningen av kritisk tenkning i naturfag, da disse har blitt identifisert i flest av de inkluderte studienes undervisningsintervensjoner (tabell 14).

I tillegg til undervisningsmetoder og elementer ble også kategoriene argumentasjon og kildekritikk identifisert i den tematiske analysen. Argumentasjon og kildekritikk regnes verken som metoder eller elementer, men har likevel vist seg som relevant for undervisningen av kritisk tenkning i naturfag. Argumentasjon og kildekritikk ble dermed inkludert som selvstendige kategorier i denne studien for å kunne besvare problemstillingen på en så utfyllende og presis måte som mulig. Argumentasjon og kildekritikk kan knyttes direkte til kritisk tenkning, men bare en av disse fremstår som mye utbredt i undervisningen av kritisk tenkning i naturfag. Det er argumentasjon, som de fleste inkluderte studiene viser til i deres undervisningsintervensjoner (tabell 14). Argumentasjonen benyttes både i individuelt arbeid, som lesing og skriving, og i samhandling med andre i diskusjoner, debatt og i tilbakemelding mellom elevene. Denne

studien viser at å argumentere i diskusjoner er den mest benyttede måten hvor elevene jobber med argumentasjon i naturfagundervisning som har til hensikt å fremme kritisk tenkning. Kildekritikk er det bare en av de inkluderte studiene som viser til (tabell 14), og arbeidet med kildekritikk anses dermed ikke som typisk for denne type naturfagundervisning. Det viser likevel at sammenhengen mellom kildekritikk og undervisningen av kritisk tenkning i naturfag er til stede, og elevene kan utøve kildekritikk når de gjør undersøkelser i kilder og i forberedelsen av argument.

Denne litteraturstudien viser at undervisningen av kritisk tenkning i naturfaget består av flere kombinasjoner av undervisningsmetoder og elementer, og at argumentasjon er en vesentlig del av undervisningen. Metodene, elementene og argumentasjon er ikke knyttet til spesifikke klassetrinn, derfor er de identifiserte metodene, elementene og argumentasjon relevant for alle klassetrinnene fra 5. til og med 10. Å undervise for å fremme den kritiske tenkningen i naturfaget på 5. til 10. trinn har altså vist seg som mulig, men undervisningen er kompleks. Det kan ikke konkluderes med hvordan kritisk tenkning *bør* undervises i naturfaget, men denne litteraturstudien kan likevel bidra med ett innsyn og en bedre forståelse av denne komplekse og viktige undervisningen. Om naturfagundervisningen inneholder relevante undervisningsmetoder sammenfattet med relevante elementer eller argumentasjon tyder det på at elevene får et godt utgangspunkt for å utvikle deres kritiske tenkning.

6.2 Veien videre

Hvilke undervisningsmetoder og elementer som inngår, og hvordan argumentasjon og kildekritikk kan inkorporeres i undervisningen er bare det første steget for å finne ut hvordan naturfagundervisning kan fremme kritisk tenkning på 5. til 10. trinn. Undervisningsmetodene kan knyttes til elementer, og argumentasjon og kildekritikk, men denne oversikten vil bare bidra med en generell beskrivelse av hva denne type undervisning kan inneholde. Undervisningsmetodene og elementene er bare en del av den helhetlige undervisningen. Hva som blir undervist, og hva disse metodene og elementene inneholder knyttet til faget er ikke utdypet i denne litteraturstudien. Hva metodene og elementene inneholder, og hvordan disse blir praktisert kan være et nødvendig neste-steg for forskning på undervisningen av kritisk tenkning i naturfag. Et innblikk i en slik praksis kan være relevant å hente ut fra andre kvalitative metoder, som intervju med erfarne lærere eller observasjoner i klasserommet. Kanskje kan denne studien informere og inspirere dyktige lærere til å sette et søkelys på kritisk tenkning i sin undervisningspraksis, så de i fremtiden kan dele sine ideer og praksiser i en forskningssammenheng. Jeg etterlyser i hvert fall mer forskning på undervisning fra norske klasserom!

Hvilke metoder og elementer som er de mest effektive for å fremme elevenes kritiske tenkning er ikke blitt undersøkt i denne studien, men dette vil være interessant å undersøke videre. Abrami et al. (2015) har undersøkt effekten undervisningen har på utviklingen av kritisk tenkning ferdigheter og disposisjoner, og fant at dialog, autentisitet og mentoring (figur 1) hadde spesielt positiv effekt på den kritiske tenkningen. Deres resultater baseres på alle utdanningsnivå og på tvers av alle disiplinære områder. Denne studien fant også at dialog, autentisitet og mentoring var relevante for naturfaget, men også at utforskning står sentralt i naturfagundervisningen. Om utforskning kan være relevant for andre fag, eller om naturfaget skiller seg ut på andre områder enn dette vil være verdt å undersøke videre i kommende forskning om undervisningen av kritisk tenkning. Utforskning skiller også naturfagundervisningen fra oppskriften til Abrami et al.

(2015), så det kan dermed være hensiktsmessig å undersøke forholdet mellom utforskning og naturfag videre, og hvordan utforskning kan bidra med utviklingen av elevenes kritiske tenkning på en så produktiv og hensiktsmessig måte som mulig.

Anbefalingene til Abrami et al. (2015) skal være effektive for utviklingen av kritisk tenkning-disposisjoner, så vel som ferdigheter. Utviklingen av kritisk tenkning-disposisjoner har et manglende fokus i denne litteraturstudiens inkluderte studier, da de fleste inkluderte studiene bare undersøker effekten undervisningen har hatt på elevenes kritisk tenkning-ferdigheter. Hvordan naturfagundervisningen kan utvikle elevenes kritisk tenkning-disposisjoner burde dermed være et fokusområde i fremtidig forskning.

Fokuset på kildekritikk i naturfagundervisningen fremstår som begrenset i denne litteraturstudiens funn. Kildekritikk er viktig i møte med flere dagsaktuelle problemstillinger knyttet til naturvitenskapen, og kan dermed regnes som relevant for skolens naturfag. Det manglende fokuset på kildekritikk i denne studiens inkluderte artikler kan tyde på at forskning på kildekritikk i skolens naturfag vil være hensiktsmessig å jobbe videre med, og om hvordan kildekritikk kan inkorporeres i naturfagundervisningen.

Det har vært et mål med denne studien å lære mer om hvordan kritisk tenkning kan undervises i naturfag. Jeg føler selv at jeg nå sitter inne med mye mer kunnskap om hvordan jeg kan legge til rette for utviklingen av mine fremtidige elevers kritiske tenkning. Jeg håper at også andre lærere kan lære noe av denne studien og få innsyn i hvordan de kan utvikle sin egen undervisningspraksis. Da studien belyser relevante metoder og elementer, samt bruken av argumentasjon og kildekritikk i undervisningen av kritisk tenkning i naturfag kan studien være et godt utgangspunkt for utviklingen av elevers kritiske tenkning. Jeg håper at denne studien kan være til inspirasjon for både undervisningspraksiser og fremtidig forskning. Det er imidlertid sikkert at det kreves mer forskning for å få et fullstendig innsyn i hvordan kritisk tenkning bør undervises i naturfag.

Referanseliste

- Abdurrahman, A., Setyaningsih, C. A. & Jalmo, T. (2019). Implementating multiple representation-based worksheet to develop critical thinking skills. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 138-155.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1264995.pdf>
- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Waddington, D. I., Wade, C. A. & Persson, T. (2015). Strategies for teaching students to think critically: a meta-analysis. *Review of educational research*, 85(2), 275-314.
<https://doi.org/10.3102/0034654314551063>
- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Wade, A., Surkes, M. A., Tamim, R. & Zhang, D. (2008). Instructional interventions affecting critical thinking skills and dispositions: a stage 1 meta-analysis. *Review of educational research*, 78(4), 1102-1134. <https://doi.org/10.3102/0034654308326084>
- Alazzi, K. F. (2008). Teachers' perceptions of critical thinking: a study of Jordanian secondary school social studies teachers. *The social studies*, 99(6), 243-248.
<https://doi.org/10.3200/TSSS.99.6.243-248>
- Astuti, T. N., Sugiyarto, K. H. & Ikhsan, J. (2020). Effect of 3D Visualization on Students' Critical Thinking Skills and Scientific Attitude in Chemistry. *International Journal of Instruction*, 13(1), 151-164. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13110a>
- Babb, J. J. & Stockero, S. L. (2020). Impact of Practical Education Network on students in selected Ghanaian junior high school science classrooms. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24(2), 216-228.
<https://doi.org/10.1080/18117295.2020.1814662>
- Bailin, S. (2002). Critical Thinking and Science Education. *Science & education*, 11(4), 361-375. <https://doi.org/10.1023/A:1016042608621>
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R. & Daniels, L. B. (1999). Conceptualizing critical thinking. *Journal of curriculum studies*, 31(3), 285-302.
<https://doi.org/10.1080/002202799183133>
- Beavers, E., Orange, A. & Kirkwood, D. (2017). Fostering critical and reflective thinking in an authentic learning situation. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 38(1), 3-18. <https://doi.org/10.1080/10901027.2016.1274693>
- Befring, E. (2007). *Forskingsmetode med etikk og statistikk* (2. utg. utg.). Samlaget.
- Bixler, R. D., Floyd, M. F. & Hammitt, W. E. (2002). Environmental socialization: Quantitative tests of the childhood play hypothesis. *Environment and behavior*, 34(6), 795-818. <https://doi.org/10.1177/001391602237248>
- Brante, E. W. & Strømsø, H. I. (2017). Sourcing in Text Comprehension: a Review of Interventions Targeting Sourcing Skills. *Educational psychology review*, 30(3), 773-799. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9421-7>
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
<https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brown, T. M. & Brown, P. L. (2010). Enhancing elementary students' experiences learning about circuits using an exploration-explanation instructional sequence. *Science Activities*, 47(2), 54-57. <https://doi.org/10.1080/00368120903383166>
- Bråten, I., Brante, E. W. & Strømsø, H. I. (2019). Teaching Sourcing in Upper Secondary School: A Comprehensive Sourcing Intervention With Follow-Up Data. *Reading Research Quarterly*, 54(4), 481-505. <https://doi.org/10.1002/rrq.253>

- Butler, A., Hall, H. & Copnell, B. (2016). A Guide to Writing a Qualitative Systematic Review Protocol to Enhance Evidence-Based Practice in Nursing and Health Care. *Worldviews Evid Based Nurs*, 13(3), 241-249. <https://doi.org/10.1111/wvn.12134>
- Butler, G. (1991). Science and thinking: The write connection. *Journal of Science Teacher Education*, 2(4), 106-110. <https://doi.org/10.1007/BF02983173>
- Byrne, M. S. & Johnstone, A. H. (1987). Critical thinking and science education. *Studies in Higher Education*, 12(3), 325-339. <https://doi.org/10.1080/03075078712331378102>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2018). *Grundskole*. EMU - Danmarks læringsportal. Hentet 11. januar 2021 fra <https://emu.dk/grundskole>
- Chapman, A. L., Morgan, L. C. & Gartlehner, G. (2010). Semi-automating the manual literature search for systematic reviews increases efficiency. *Health Info Libr J*, 27(1), 22-27. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00865.x>
- Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory* (2nd ed. utg.). SAGE.
- Cooper, J. L. (1995). Cooperative learning and critical thinking. *Teaching of psychology*, 22(1), 7-9. https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1207/s15328023top2201_2
- Corbin, J. M. & Strauss, A. L. (2015). *Basics of qualitative research : techniques and procedures for developing grounded theory* (4. utgave. utg.). SAGE.
- Creswell, J. W. (2014). *Educational research : planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed., New international ed. utg.). Pearson.
- Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter* (5. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Davies, M. & Barnett, R. (2015). Introduction. I M. Davies & R. Barnett (Red.), *The palgrave handbook of critical thinking in higher education* (s. 1-25). Palgrave Macmillan.
- Day, S. & Bryce, T. (2013). Curriculum for excellence science: Vision or confusion? *Scottish Educational Review*, 45(1), 53-67. https://www.researchgate.net/publication/269692502_Curriculum_for_Excellence_Science_Vision_or_Confusion
- Demirci, F. & Özyürek, C. (2017). The effects of using concept cartoons in astronomy subjects on critical thinking skills among seventh grade student. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(2), 243-254. <https://doi.org/10.26822/iejee.2017236119>
- Dewey, J. (1910). *How we think*. D.C. Heath & Company.
- Dewi, N. R., Magfiroh, L., Nurkhalisa, S. & Dwijayanti, I. (2019). The development of contextual-based science digital storytelling teaching materials to improve students' critical thinking on classification theme. *Journal of Turkish Science Education*, 16(3), 364-378. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.12718>
- Dysthe, O. (1999). Ulike teoriperspektiv på kunnskap og læring. *Bedre skole*, 3, 4-10.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational leadership*, 43(2), 44-48. <https://jgregorymcverry.com/readings/ennis1985assessingcriticalthinking.pdf>
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational researcher*, 18(3), 4-10. <https://doi.org/10.3102/0013189X018003004>
- Ennis, R. H. (2011). The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities. *University of Illinois*, 2(4). https://education.illinois.edu/docs/default-source/faculty-documents/robert-ennis/thenatureofcriticalthinking_51711_000.pdf

- Ennis, R. H. (2013). Critical thinking across the curriculum: the wisdom CTAC program. *Inquiry: Critical thinking across the disciplines*, 28(2), 25-45.
<https://doi.org/10.5840/inquiryct20132828>
- Erdogan, F. (2019). Effect of cooperative learning supported by reflective thinking activities on students' critical thinking skills. *Eurasian journal of educational research*, 19(80), 89-112. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.80.5>
- Ernst, J. & Monroe, M. (2004). The effects of environment-based education on students' critical thinking skills and disposition toward critical thinking. *Environmental education research*, 10(4), 507-522.
<https://doi.org/10.1080/13504620600942998>
- Espey, M. (2018). Enhancing critical thinking using team-based learning. *Higher Education Research & Development*, 37(1), 15-29.
<https://doi.org/10.1080/07294360.2017.1344196>
- Facione, P. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report).
<https://philpapers.org/archive/FACCTA.pdf>
- Facione, P., Facione, N. & Giancarlo, C. (2000). The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skill *Informal Logic*, 20. <https://doi.org/10.22329/il.v20i1.2254>
- Farah, N. & Ayoubi, Z. (2020). Enhancing the critical thinking skills of grade 8 chemistry students using an inquiry and reflection teaching method. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(3), 207-219.
<https://doi.org/10.21891/jeseh.656872>
- Ferguson, L. E. & Bubikova-Moan, J. (2019). Argumentation as a pathway to critical thinking. I B. Garsen, D. Godden, G. R. Mitchell & J. H. M. Wagemans (Red.), *Proceedings of the Ninth Conference of the International Society for the Study of Argumentation* (s. 352-362). Sic Sat. <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/handle/11250/2612291>
- Ferguson, L. E. & Krange, I. (2020). Hvordan fremme kritisk tenkning i grunnskolen? *Norsk pedagogisk tidsskrift*, (2), 194-205. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-2987-2020-02-09>
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical writing (Leeds)*, 24(4), 230-235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- Fiskum, K. & Korsager, M. (2017, 9. august). *5E-modellen i utforskende undervisning*. Naturfagsenteret. Hentet 11. mars 2021 fra
<https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2049135>
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H. & Al Muhdhar, M. H. I. (2020). PBLPOE: a learning model to enhance students' critical thinking skills and scientific attitudes. *International Journal of Instruction*, 13(2), 89-106.
<https://doi.org/10.29333/iji.2020.1327a>
- Forsberg, C. & Wengström, Y. (2015). *Att göra systematiska litteraturstudier : värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning* (4. utg. utg.). Natur & kultur.
- Frønes, T. S. & Jensen, F. (Red.). (2020). *Like muligheter til god leseforståelse? - 20 år med lesing i PISA*. Universitetsforlaget.
- Fuad, N. M., Zubaidah, S., Mahanal, S. & Suarsini, E. (2017). Improving junior high schools' critical thinking skills based on test three different models of learning. *International Journal of Instruction*, 10(1), 101-116.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1125163.pdf>

- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-3186-4>
- Glenn, J. L. (2000). *Environment-based education: Creating high performance schools and students* (143). National Environmental Education and Training Foundation. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED451033.pdf>
- Gough, D., Oliver, S. & Thomas, J. (2012). *An introduction to systematic reviews*. SAGE.
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American psychologist*, 53(4), 449. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.4.449>
- Hansen, E. K. (2018). *Kildekritikk i naturfagsundervisningen. En studie av elevers digitale kompetanse når et samfunnsrelatert tema i naturfag gjennomgås* [Mastergradsoppgave, UiT Norges arktiske universitet]. Munin. <https://munin.uit.no/handle/10037/13534>
- Haugan, K. (2018). Utforskende undervisning i naturfag. I T. A. Fiskum, D. Gulaker & H. P. Andersen (Red.), *Den engasjerte eleven: Undrende, utforskende og aktiviserende undervisning i skolen* (s. 211-228).
- Healey, R. L. (2012). The power of debate: Reflections on the potential of debates for engaging students in critical thinking about controversial geographical topics. *Journal of Geography in Higher Education*, 36(2), 239-257. <https://doi.org/10.1080/03098265.2011.619522>
- Higgins, S. (2014). Critical thinking for 21st-century education: A cyber-tooth curriculum? *Prospects (Paris)*, 44(4), 559-574. <https://doi.org/10.1007/s11125-014-9323-0>
- Hudgins, B. B. & Edelman, S. (1988). Children's Self-Directed Critical Thinking. *The Journal of Educational Research*, 81(5), 262-273. <https://doi.org/10.1080/00220671.1988.10885834>
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2017). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Abstrakt forlag.
- Kennedy, M., Fisher, M. B. & Ennis, R. H. (1991). Critical thinking: Literature review and needed research. *Educational values and cognitive instruction: Implications for reform*, 2, 11-40.
- Kirkehei, I. & Ormstad, S. S. (2013). Litteratursøk. *Norsk epidemiologi*, 23(2). <https://doi.org/10.5324/nje.v23i2.1635>
- Knain, E. & Kolstø, S. D. (2019). *Elever som forskere i naturfag* (2. utgave. utg.). Universitetsforlaget.
- Kolstø, S. D. & Ratcliffe, M. (2007). Social aspects of argumentation. I *Argumentation in science education* (s. 117-136). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_6
- Krumsvik, R. J. & Røkenes, F. M. (2014). Development of student teachers' digital competence in teacher education - a literature review. *Nordic journal of digital literacy*, (4), 250-280. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2014-04-03>
- Kuhn, D. (1999). A Developmental Model of Critical Thinking. *Educational researcher*, 28(2), 16-46. <https://doi.org/10.3102/0013189X028002016>
- Kuhn, D., Hemberger, L. & Khait, V. (2017). *Argue with me: Argument as a path to developing students' thinking and writing*. Routledge.
- Kuhn, D. & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Dev*, 74(5), 1245-1260. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00605>

- Kunnskapsbasert praksis. (2016, 06 Juni). *Søketeknikker*. Helsebiblioteket.
<https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/litteratursok/soketeknikker>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnoppleringen/id2570003/>
- Lai, E. R. (2011). Critical thinking: A literature review. *Pearson's Research Reports*.
- Lenz, C. (2020). *Demokrati og medborgerskap i skolen*. Pedlex.
- Lewis, A. & Smith, D. (1993). Defining higher order thinking. *Theory into practice*, 32(3), 131-137. <https://doi.org/10.1080/00405849309543588>
- Lu, Y.-Y., Lin, H.-s., Smith, T. J., Hong, Z.-R. & Hsu, W.-Y. (2020). The effects of critique-driven inquiry intervention on students' critical thinking and scientific inquiry competency. *Journal of Baltic Science Education*, 19(6), 954-971. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.954>
- Malamitsa, K., Kasoutas, M. & Kokkotas, P. (2009). Developing Greek primary school students' critical thinking through an approach of teaching science which incorporates aspects of history of science. *Science & education*, 18(3), 457-468. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9150-x>
- Martin, A. M. & Hand, B. (2009). Factors affecting the implementation of argument in the elementary science classroom. A longitudinal case study. *Research in Science Education*, 39(1), 17-38. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9072-7>
- McPeck, J. E. (1981). *Critical thinking and education*. Martin Robertson.
- McPeck, J. E. (1990). Critical thinking and subject specificity: A reply to Ennis. *Educational researcher*, 19(4), 10-12. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.3102/0013189X019004010>
- Memiş, E. K. & Akkaş, B. N. Ç. (2020). Developing critical thinking skills in the thinking-discussion-writing cycle: the argumentation-based inquiry approach. *Asia Pacific Education Review*, 21(3), 441-453. <https://doi.org/10.1007/s12564-020-09635-z>
- Ministry of National Education of Indonesia. (u.å.). *Education system in Indonesia*. Scholaro Pro. Hentet 11. januar 2021 fra <https://www.scholaro.com/pro/Countries/Indonesia/Education-System>
- Miri, B., David, B.-C. & Uri, Z. (2007). Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. *Research in science education (Australasian Science Education Research Association)*, 37(4), 353-369. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9029-2>
- Mork, S. M. & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (2. utg. utg.). Universitetsforl.
- Munkebye, E. & Gericke, N. (Submitted). Primary school teachers' understanding of critical thinking in the context of education for sustainable development.
- National Research Council. (2000). Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning. *National Academies Press*. <https://doi.org/10.17226/9596>.
- NOU 2014: 7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole - et kunnskapsgrunnlag* Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/e22a715fa374474581a8c58288edc161/no/pdfs/nou201420140007000dddpdfs.pdf>
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/ludvigsenutvalget/id2416988/>
- OECD. (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework*. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>

- Opplæringslova. (1998). *Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (opplæringslova)* (LOV-2020-06-19-91).
<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: the role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463-466.
<https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Paul, R. W. (1993). *Critical thinking : what every person needs to survive in a rapidly changing world* (J. Willsen & A. J. A. Binker, Red. [Rev. 3rd ed.]. utg.). Foundation for Critical Thinking.
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Prayogi, S. & Yuanita, L. (2018). Critical-inquiry-based-learning: Model of learning to promote critical thinking ability of pre-service teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 947(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012013>
- Punch, K. F. & Oancea, A. (2014). *Introduction to research methods in education* (2nd ed. utg.). Sage.
- Quitadamo, I. J. & Kurtz, M. J. (2007). Learning to improve: using writing to increase critical thinking performance in general education biology. *CBE—Life Sciences Education*, 6(2), 140-154. <https://doi.org/10.1187/cbe.06-11-0203>
- Riesenmy, M. R., Mitchell, S., Hudgins, B. B. & Ebel, D. (1991). Retention and transfer of children's self-directed critical thinking skills. *The Journal of Educational Research*, 85(1), 14-25. <https://doi.org/10.1080/00220671.1991.10702808>
- Rule, A. C. (2006). The components of authentic learning. *Journal of Authentic Learning*, 3.
https://dspace.sunyconnect.suny.edu/bitstream/handle/1951/35263/editorial_rule.pdf?sequence=1
- Sadler, T. D., Chambers, F. W. & Zeidler, D. L. (2002). Investigating the crossroads of socioscientific issues, the nature of science, and critical thinking. *National Association for Research in Science Teaching*.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED466401.pdf>
- Schjelderup, A. (2012). *Kritisk tenkning i klasserommet : filosofisk metode i undervisning og veiledning*. Kommuneforl.
- Schulz, H. W. & FitzPatrick, B. (2016). Teachers' understandings of critical and higher order thinking and what this means for their teaching and assessments. *Alberta Journal of Educational Research*, 62(1), 61-86.
<https://journalhosting.ucalgary.ca/index.php/ajer/article/view/56168/pdf>
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Skolverket. (2021, 01 februar 2021). *Timplan för grundskolan*.
<https://www.skolverket.se/undervisning/grundskolan/laroplan-och-kursplaner-for-grundskolan/timplan-for-grundskolan>
- Song, Y., Deane, P., Graf, E. A. & van Rijn, P. (2013). Using argumentation learning progressions to support teaching and assessments of English language arts. *R&D Connections*, 22, 1-14.
https://www.ets.org/Media/Research/pdf/RD_Connections_22.pdf
- Sternberg, R. J. (1986). Critical thinking: its nature, measurement and improvement. *National Institute of Education*. <http://eric.ed.gov/PDFS/ED272882.pdf>
- Støren, I. (2013). *Bare søk! : praktisk veiledning i å gjennomføre litteraturstudie* (2. utg. utg.). Cappelen Damm.

- Swartz, R. & McGuinness, C. (2014). Developing and assessing thinking skills: final report part 1, literature review and evaluation framework. *The International Baccalaureate Project*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4917.6163>
- Thaagard, T. (2018). *Systematikk og innlevelse - En innføring i kvalitative metoder* (5. utg.). Fagbokforlaget.
- Tung, S.-Y. & Chang, C.-A. (2009). Developing critical thinking through literature reading. *Feng Chia Journal of Humanities and Social Sciences*, (19), 283-317. https://www.researchgate.net/publication/265218298_Developing_Critical_Thinking_through_Literature_Reading
- U.S. Department of Education. (2019). *The structure of education in the United States*. National Center for Education Statistics. Hentet 11. januar 2021 fra https://nces.ed.gov/programs/digest/d19/figures/fig_01.asp?referrer=figures
- Utdanningsdirektoratet. (2019a). *Dybdeløring*. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Utdanningsdirektoratet. (2019b). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Utdanningsforbundet. (2016, 15. mai). *Hva er en fagfelleurdert artikkel?* Utdanningsforbundet. <https://utdanningsforskning.no/artikler/artikler-om-utdanningsforskning/hva-er-fagfelleurdert-artikkel/>
- van Marion, P. (2015). Praktisk arbeid. I P. van Marion & A. Strømme (Red.), *Biologididaktikk* (2. utg. utg.). Cappelen Damm.
- Ventura, M., Lai, E. & DiCerbo. (2017). *Skills for Today: What We Know about Teaching and Assessing Critical Thinking* (Skills for Today 2). Pearson. <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/efficacy-and-research/skills-for-today/Critical-Thinking-FullReport.pdf>
- Vieira, R. M. & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(4), 659-680. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9605-2>
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: Development of Higher Psychological Processes* (M. Cole, V. Jolm-Steiner, S. Scribner & E. Souberman, Red.). Harvard University. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Wale, B. D. & Bishaw, K. S. (2020). Effects of using inquiry-based learning on EFL students' critical thinking skills. *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education*, 5(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40862-020-00090-2>
- Wang, H.-H., Chen, H.-T., Lin, H.-s., Huang, Y.-N. & Hong, Z.-R. (2017). Longitudinal study of a cooperation-driven, socio-scientific issue intervention on promoting students' critical thinking and self-regulation in learning science. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2002-2026. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1357087>
- Willingham, D. T. (2007). Critical thinking: Why it is so hard to teach? *American federation of teachers summer 2007*, p. 8-19. <https://doi.org/10.3200/AEPR.109.4.21-32>
- Wong, G. K.-W. & Cheung, H.-Y. (2020). Exploring children's perceptions of developing twenty-first century skills through computational thinking and programming. *Interactive learning environments*, 28(4), 438-450. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1534245>

- Zohar, A. & Tamir, P. (1993). Incorporating critical thinking into a regular high school biology curriculum. *School science and mathematics, 93*(3), 136-140. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1993.tb12211.x>
- Zohar, A., Weinberger, Y. & Tamir, P. (1994). The effect of the biology critical thinking project on the development of critical thinking. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(2), 183-196. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310208>

Vedlegg

Vedlegg 1 Enda et eksempel på koding

Vedlegg 2 Generelt innhold og hovedresultater fra de inkluderte studiene

Vedlegg 1 Enda et eksempel på koding

Fra rådata til innledende koder

Tabell Vedlegg.1 Eksempel fra Lu et al. (2020) fra rådata til innledende koder

<p>- 1) The instructor introduced the background knowledge and information pertaining to a focus topic; 2) the instructor illustrated group task and helped students to work out the research hypothesis, 3) each group discussed their experimental design and completed the initial proposal; 4) each group presented their proposal and students were encouraged to engage in debate about controversial issues, provide their critical claims and evaluate conflicting evidence; 5) each group modified the proposal based on the peer and teacher's suggestions; 6) students worked together to conduct a hands-on activity and group competition, followed by discussion within group, summarized consensus, identification of critical arguments, and drawing conclusions based on evidences to complete their worksheet; 7) each group took turns reporting their conclusions while others gave critical feedback and arguments about the presentation; 8) the instructor made brief conclusions</p> <p>- All students were requested to participate in each of the CDI activities, cooperatively design group experiments, complete group worksheets, analyze research reports, present reasons and results in front of the whole class, and accept critique publicly during the intervention</p> <p>- In the secondary school, the five first semester topics were «boomerang», «bouncing board», «ping pong spinning top», «elastic ball», «white paper tower», while the five second-semester CDI topics were «sound snake», «balance bird», «marshmallow challenge», «straw bird flute», and «pendulum experiment».</p> <p>- By emphasizing critical thinking in the delivery of science inquiry instruction, enhanced effects were realized</p>	<ul style="list-style-type: none">- Introduksjon av ny og eksisterende kunnskap- Læreren hjalp elevene å utarbeide hypoteser- Arbeidet i grupper- Diskuterte designet til eksperimentet - Presentere forslagene sine til elevgruppen- Delta i debatt- Bistå med påstander- Evaluere motsigende bevis- Forslag fra lærer- Elevene jobbet sammen for å ferdigstille aktiviteten- Gjennomføre praktiske aktiviteter- Diskutere i grupper- Identifisere kritiske argumenter- Fullføre arbeidsark/oppgaver- Rapportere konklusjoner til hverandre- Motta tilbakemeldinger og argumenter om presentasjonen- Læreren kom med konklusjoner <p>)* Ut i fra et tema: utarbeider hypoteser, utarbeide og gjennomføre eksperiment, diskutere funn</p> <ul style="list-style-type: none">- Samarbeide om å designe gruppeprosjekt- Fullføre oppgaveark for gruppe- Presentere grunner og resultat for elevgruppen- ta imot kritikk - Faglige, praktiske aktiviteter - Eksplisitt nevne kritisk tenkning øker effekten
---	---

*) = Den innledende koden representerer et sammenfattet innhold fra rådataen, og kan ikke hentes fra et direkte utdrag.

Fra innledende til fokuserte koder:

Tabell Vedlegg.2 Eksempel fra Lu et al (2020) fra innledende til fokuserte koder

<ul style="list-style-type: none"> - Introduksjon av ny og eksisterende kunnskap <* - Læreren hjalp elevene å utarbeide hypoteser - Arbeidet i grupper - Diskuterte designet til eksperimentet - Presentere forslagene sine til elevgruppen - Delta i debatt - Bistå med påstander - Evaluere motsigende bevis - Forslag fra lærer - Elevene jobbet sammen for å ferdigstille aktiviteten - Gjennomføre praktiske aktiviteter - Diskutere i grupper < - Identifisere kritiske argumenter - Fullføre oppgaveark/oppgaver - Rapportere konklusjoner til hverandre - Motta tilbakemeldinger og argumenter om presentasjonen < - Læreren kom med konklusjoner - Ut i fra et tema: utarbeider hypoteser, utarbeide og gjennomføre eksperiment, diskutere funn - Samarbeide om å designe gruppeprosjekt - Fullføre oppgaveark for gruppe - Presentere grunner og resultat for elevgruppen - Ta imot kritikk - Faglige, praktiske aktiviteter < - Eksplisitt nevne kritisk tenkning øker effekten 	<ul style="list-style-type: none"> Presentasjon av kunnskap Utvikling av Kunnskap Læreren som hjelp Gruppearbeid Diskutere Elevpresentasjon med tilbakemeldinger Debattere Elevene deler med hverandre Arbeide med argumenter Støtte fra læreren Å jobbe sammen Praktisk arbeid Diskutere Gruppearbeid Arbeide med argumenter Oppgaveark (skriftlig) Å jobbe sammen Gi og motta tilbakemeldinger Aktiv argumentasjon Læreren som veileder Utforskning Samarbeide Oppgaveark (skriftlig) Faglig presentasjon Gi og motta tilbakemelding Faglig tilnærming Praktisk arbeid Eksplisitt nevne kritisk tenkning
<p>*< = Den innledende koden representerer to fokuserte koder</p>	

Vedlegg 2 Generelt innhold og hovedresultater fra de inkluderte studiene

Tabell Vedlegg.3 Oversikt over det generelle innholdet og hovedresultatene fra de inkluderte studiene

Forfattere og årstall	Undervisningsintervensjon	Trinn	Land	Antall deltagere	Lengde på intervensjonen	Pre-posttest	Metode	Økning i KT?
Babb og Stockero (2020)	Practical Education Network (PEN) - tilnærming	8., 9. & 10.	Ghana	Eks 22 Kont 22 Total 44	30 undervisnings-timer	Ja	Spørreskjema (basert på Ennis, 1993)	Nei
Demirci og Özyürek (2017)	Grubletegninger (Concepts Cartoons)	7.	Tyrkia	Eks 22 Kont 30 Total 52	3 uker, 12 undervisnings-timer	Ja	Spørreskjema (CCTT*)	Ja
Ernst & Monroe (2004)	Environment-Based Education (EBE)	9. & 12.	USA	Eks 87 Kont 78 Total 165	1 år	Ja	Spørreskjema I (CCTT) Spørreskjema II (California Measure of mental Motivation) Intervju	Ja
Farah & Ayoubi (2020)	Inquiry and Reflection (I&R)	8.	Libanon	Eks 19 Kont 19 Total 38	8 uker	Ja	Spørreskjema (inspirert av James Madison CT test)	Ja
Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H. & Al Muhdrar, M. H. I. (2020)	Problem based learning, Prediction og Observe, Explain, (PBLPOE)	10.	Indonesia	Eks 32 Kont1 36 Kont2 30 Kont3 32 Total 132	5 mnd. (februar – juni)	Ja	Kvalitativ test (15-item essay)	Ja
Fuad, N. M., Zubaidah, S., Manhanal, S. & Suarsini, E. (2017)	Differentiated Science Inquiry (DSI), Mind Map	7.	Indonesia	Eks 32 Kont1 32 Kont2 32 Total 96	5 mnd. (august – desember)	Ja	Spørreskjema (adaptasjon av Zubaidah et al., 2015)	Ja
Lu, Y.-Y., Lin, H.-S., Smith, T. J., Hong, Z.-R. & Hsu, W.-Y. (2020)	Critique-Driven Inquiry (CDI)	4. og 7.	Taiwan	Eks 28 Kont 30 Total 58	20 uker, (to semester) 40 undervisnings-timer	Ja	Spørreskjema (CCTT), Observasjon og Intervju	Ja
Malamitsa, K., Kasoutas, M. & Kokkotas, P. (2009)	Med elementer fra History of Science (HOS)	6.	Hellas	Eks 339 - (11 klasser) Kont 339 - (10 klasser) Total 678	24 undervisnings-timer	Ja	Spørreskjema (Test of everyday (TER))	Ja
Memiş, E. & Akkas, B. N. (2020)	Argumentation-based Inquiry (ABI)	5.	Tyrkia	Eks 40 Kont 40 Total 80	7 uker	Ja	Spørreskjema (CCTT), Intervju	Ja
Vieira, R. M. & Tenreiro-Vieira, C. (2016)	The Scientific Literacy – Critical Thinking framework (SL-CT)	6.	Portugal	Eks 22 Total 22	7 mnd. (november – mai)	Ja	Spørreskjema (CCTT), Observasjon og Skriftlige prøver	Ja
Wang, H.-H., Chen, H.-T., Lin, H.-S., Huang, Y.-N. & Hong, Z.-R. (2017)	Cooperativ-driven Socioscientific Issues (CDSSI)	7.	Taiwan	Eks 49 Kont 49 Total 98	36 uker (fordelt på 3 semestre), 72 undervisnings-timer	Ja	Spørreskjema (California CT Disposition Inventory), Observasjon og intervju	Ja
Zohar, A., Weinberger, Y. & Tamir, P. (1994)	Biology Critical Thinking (BCT) Project	7.	Israel	Eks ≈150 Kont ≈150 Total ≈300	2 semester	Ja	Spørreskjema (General Critical Thinkin test)	Ja

De tre første radene viser navnet på forfatterne og årstallet på studien, hva de har kalt undervisningsopplegget som er blitt gjennomført og hvilket klassetrinn det er gjennomført i. Den neste raden viser antallet av deltagere som har deltatt i studien hvor «eks» viser til antall deltagere i eksperimentgruppa, «kont» til antall deltagere i kontrollgruppen og antallet totalt. Neste rad viser hvor lenge forfatterne har oppgitt at intervensjonen varte. Følgende rad viser til om studien hadde en pre- og post-test, og neste viser hvilke innsamlingsmetoder som er benyttet for å måle elevenes kritisk tenkning-ferdigheter i pre- og posttesten. De kvalitative metodene har blitt benyttet underveis og/eller etter undervisningsintervensjonen og benyttes sammen med posttest-spørreskjemaet (dette gjelder alle artiklene). I siste rad vises til studienes konkrete resultater, om forfatterne viser til en signifikant økning av elevenes kritisk tenkning-ferdigheter.

*CCTT = Cornell Critical Thinking Test

