



Hege Sletten

Naturvitenskap, mer enn bare fakta?

En undersøkelse om hvilket bilde på naturvitenskapens egenart som formidles i Tellus 8-10

Masteroppgave i Naturfagdidaktikk

Veileder: Annette Lykknes

Trondheim, november 2017

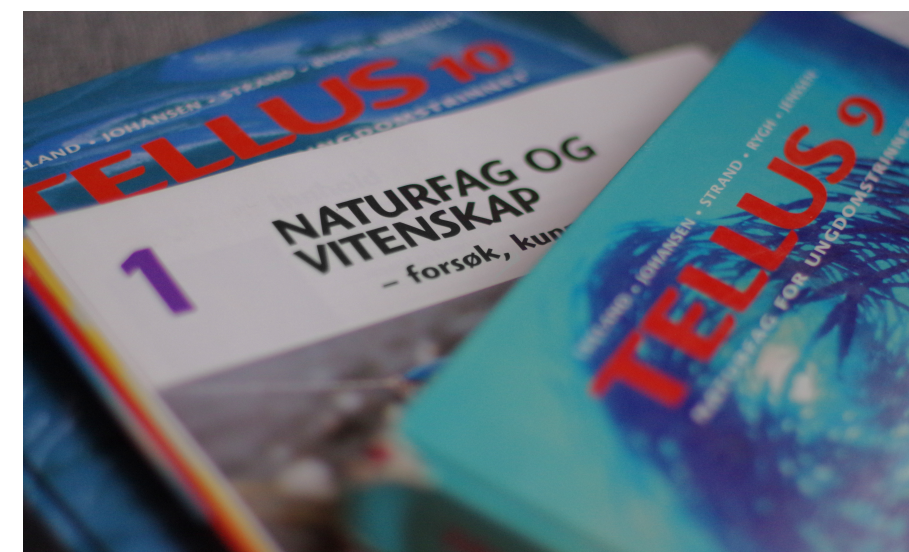


Foto: Hege Sletten

Hege Sletten

Naturvitenskap, mer enn bare fakta?

En undersøkelse om hvilket bilde på naturvitenskapens egenart som formidles i Tellus 8-10

Masteroppgave i Naturfagdidaktikk
Veileder: Annette Lykknes
Trondheim, november 2017

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



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Forord

Da jeg startet på masterutdanningen hadde jeg ikke klart for meg hvilket tema jeg skulle fordype meg i til masteroppgaven, men utover høsten 2015 ble jeg introdusert for Nature of Science gjennom emnet Naturfagets egenart. Dette ble raskt et tema jeg fant interessant, og ønsket å lære mer om. Ideen om masteroppgaven begynte sakte å ta form ...

Selve prosessen med å skrive oppgaven ble langt mer omfattende enn forventet, på grunn av utenforstående hendelser som snudde livet opp ned. Masteroppgaven har til tider følt som en umulig oppgave, men alt til sin tid, og nå er jeg stolt over at oppgaven endelig er i mål!

Jeg må først og fremst takke min veileder Annette Lykknes for all god hjelp! Hun har bidratt med alt fra de store spørsmål til de små detaljene. Takk for all god veiledning og innspill vedrørende oppgaven. En stor takk går også til deg Christer. Dette hadde ikke vært mulig uten deg. Takk for at du er du.

Trondheim, november 2017

Hege Sletten

Sammendrag

Denne oppgaven undersøker hvilket syn læreverket Tellus 8-10 har på naturvitenskapens egenart (Nature of Science/NOS). Forståelse for nettopp naturvitenskapens egenart har lenge blitt påpekt som viktig for elever av flere årsaker.

Undersøkelsen gikk ut på å se hvordan NOS kom frem i læreverket, og om det som ble presentert i introduksjonskapitlene (som ga en innføring i naturvitenskap og naturfag) går igjen i resten av læreverket. Undersøkelsen ser også på hvordan historiske eksempler benyttes for å illustrere naturvitenskap.

Studien ble gjennomført gjennom lærebokanalyse hvor all tekst i alle læreverkets kapitler ble fortolket for å finne ut hvilket bilde lærebøkene gir av naturvitenskap. Det viste seg at læreverket samsvarte med NOS-konsensus på noen områder, mens andre sider var mer mangelfulle. Det læreverket fremstilte i samsvar med NOS-konsensus var at naturvitenskap handler om både prosess og produkt, og er noe mennesker holder på med fordi vi ønsker å forstå naturen. At naturvitenskapelig kunnskap er tentativ, og at naturvitenskapen har et tosidig forhold til teknologi ble også tydelig presentert. Hvorvidt naturvitenskapen påvirker og påvirkes av samfunnet var delvis underliggende i teksten. At undersøkelser og empiri kjennetegner naturvitenskap kom også tydelig frem. Når det gjaldt de naturvitenskapelige metodene var læreverket ikke konsekvent i sin fremstilling. I introduksjonskapitlet ble «den naturvitenskapelige metode» presentert og ilagt mye fokus. Etter kapittel 1 i Tellus 8 ble ikke denne metoden nevnt mer, og læreverket viste derimot frem en rekke ulike metoder. Kreativitet ble heller ikke vektlagt og synliggjort stort gjennom hele læreverket, mens begrep som teori og lov så vidt kom frem, og ikke utgjorde en vesentlig plass i læreverket.

De historiske eksemplene ble benyttet for å vise ulike menneskelige aspekt på naturvitenskapen, som for eksempel hvordan de gikk frem eller hvorfor de undersøkte dette. Det viste seg at mange av disse eksemplene var svært forenklet, og i noen tilfeller så forenklet at poenget med eksemplene kanskje falt bort.

Abstract

This thesis examines the textbooks Tellus 8-10 view of Nature of Science (NOS). Understanding the Nature of Science has for a long time been pointed out to be important for students for several reasons.

The examination focused on how NOS was expressed in the textbooks, and to check if what was presented in the introduction chapter (which gave an introduction to both science and the school subject science) also was expressed during the rest of the textbooks. The thesis also examines how the historical examples are used to express the NOS.

All the text in the textbooks was analyzed to see how NOS was expressed. The results showed that the textbooks matched some of the consensus view of NOS, and that other aspects of NOS was inconclusive. The textbooks aspects of NOS who matched the consensus view of NOS was that science is both product and process, and that it is something we are working with because humans are curios and want to understand the nature. The tentative aspect of science, and that science and technology can impact each other, was clearly represented in the textbooks. How science and the social environment interact was partly underlying in the text. How empiricism is used in the science is also clear. But the textbook was not that clear about the scientific methods. In the first chapter «The scientific method» was presented and emphasized. After the first chapter it was never mentioned again, and the textbooks showed a lot of different methods. It was also lack of representation of the scientific creativity in the textbooks. Therms like theory and law was not mentioned clearly either.

The historical examples was used to show different human aspects in the science, like how to scienticst work or why did they examine that. It turned out a lot of these examples were simplified, and the NOS representations in the story may be misunderstood.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven og problemstilling	1
1.2 Oppgavens oppbygning	2
2. Teori.....	3
2.1 Nature of Science	3
2.2 Hvorfor NOS?	11
2.3 Forståelse for NOS	12
2.4 NOS i historiske eksempler	13
2.5 NOS i lærebøker	14
3. Metode	17
3.1 Forskningsdesign.....	17
3.1.1 Lærebokanalyse.....	18
3.1.2 Gjennomføring av datainnsamling	18
3.1.3 Gjennomføring av analyse og kategorisering av datamaterialet	19
3.3 Forskerens rolle i kvalitative studier	20
3.4 Utvalg	21
3.4.1 Definisjon på Nature of Science.....	21
3.4.2 Utvalg lærebøker	21
3.5 Studiens kvalitet	21
4. Resultat og analyse	23
4.1 Analyse av forskerspiren	26
4.1.1 Hva er naturvitenskap.....	26
4.1.2 Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter.....	27
4.1.3 Kjennetegn ved naturvitenskapen	32
4.1.4 Naturvitenskap i samfunnet.....	35
4.1.5 Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages	36
4.1.6 Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter	40
4.1.7 Naturvitenskap og teknologi	41
4.2 Analyse av de resterende delene av læreverket.....	43
4.2.1 Hva er naturvitenskap.....	43
4.2.2 Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter.....	45
4.2.3 Kjennetegn ved vitenskapen.....	48
4.2.4 Naturvitenskap i samfunnet.....	51
4.2.5 Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages	52

4.2.6 Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter	56
4.2.7 Naturvitenskap og teknologi	57
4.3 Forskjeller og likheter mellom hovedområdene.....	59
4.3.1 Fenomener og stoffer	61
4.3.2 Mangfold i naturen	61
4.3.3 Kropp og helse	62
4.3.4 Teknologi og design	62
4.4 Historiske eksempler	62
5. Diskusjon.....	67
5.1 Hva er naturvitenskap.....	67
5.2 Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter.....	68
5.3 Kjennetegn ved vitenskapen.....	70
5.4 Naturvitenskap i samfunnet.....	73
5.5 Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages	74
5.6 Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter	76
5.7 Naturvitenskap og teknologi	77
5.8 NOS i de historiske eksemplene.....	78
6. Oppsummering og avslutning	81
6.1 Problemstilling og forskningsspørsmål	81
6.2 Avsluttende tanker.....	84
Litteraturliste.....	87
Vedlegg	91

Tabelloversikt:

Tabell 1: Konsensus syn på NOS	4
Tabell 2: Eksempel på tabell til datainnsamling	20
Tabell 3: Fordeling av kapitler i de hovedområdene.....	23
Tabell 4: Kategoriernes forbindelse til NOS	25
Tabell 5: I hvilke hovedområder kommer de ulike kategoriene fram	59

Figuroversikt:

Figur 1: Studiens forskningsdesign	18
--	----

Oversikt over vedlegg:

Vedlegg 1: Utdrag fra forskerspiren.....	91
Vedlegg 2: Utdrag fra kropp og helse	97
Vedlegg 3: Utdrag fra mangfold i naturen	99
Vedlegg 4: Utdrag fra fenomener og stoffer	106
Vedlegg 5: Utdrag fra teknologi og design	120

De samme 5 vedleggene er å finne på vedlagt cd i større skriftstørrelse for bedre lesbarhet.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven og problemstilling

Naturvitenskapen omhandler så mye mer enn bare de naturvitenskapelige produktene. Forståelse for hele bildet av naturvitenskap er viktig for allmenndannelse, noe som kan begrunnes med demokratiargumentet; hvor man ønsker å øke den kollektive forståelsen for naturvitenskap i samfunnet (Sjøberg, 2009). Undersøkelser har for så vidt flere ganger vist at elever jevnt over har en simpel, naiv og misforstått oppfatning av naturvitenskapen (Lederman, 1992; McComas, Clough, & Almazroa, 2002). Isnes (2005) forklarer at svake resultater i norske elevers forståelse av naturvitenskapelig prosess, førte til endringer i læreplanen i naturfag. Hovedområdet forskerspiren utgjorde en ny del i Kunnskapsløftet (LK06), som skulle svare til det internasjonale begrepet Nature of Science, og var et direkte forsøk på å bedre situasjonen.

En norsk undersøkelse har vist at naturfaglærere er de lærerne som oftest benytter læreboka som et hjelpemiddel (Bachmann, 2005). Dette vil si at læreboka får tildelt en viktig rolle, og kan spille inn på hva som vektlegges i faget. På bakgrunn av dette ønsket jeg å undersøke om naturvitenskapens egenart kommer frem gjennom et læreverk. Jeg valgte å analysere Tellus 8 (Ekeland, 2006), Tellus 9 (Ekeland, 2007) og Tellus 10 (Ekeland, 2008) for å se nærmere på dette. Min problemstilling ble derfor:

Hvilket bilde av naturvitenskap formidles gjennom læreverket Tellus 8-10?

Ettersom Tellus 8 starter med et kapittel som forklarer ulike sider av naturvitenskapen og naturfaget, ønsket jeg å finne ut om hvorvidt det forfatterne sa om naturvitenskap her, også kom frem gjennom de resterende kapitlene. På bakgrunn av dette ble det formulert to forskningsspørsmål:

- I hvilken grad reflekteres konsensus syn av naturvitenskapens egenart (NOS) i læreverket?
 - o I de generelle kapitlene 1 og 2 i Tellus 8
 - o I læreverkets resterende kapitler
- Er læreverket konsekvent med den forklaringen de gir av naturvitenskap gjennom hele læreverket?

Ettersom læreverket tar for seg en rekke historiske eksempler gjennom alle tre bøkene, ønsket jeg også å se på hvordan disse historiene ble benyttet til å formidle naturvitenskap, noe som ble formulert gjennom et tredje forskningsspørsmål:

- Hvilket bilde av naturvitenskapen gis gjennom historiske eksempler?

1.2 Oppgavens oppbygning

I kapittel 2 presenteres naturvitenskapens egenart (NOS), som danner grunnlaget for lærebokanalysen. Kapittel 3 beskriver denne studiens metoder, og forklarer de valg som er tatt. Resultatene presenteres i kapittel 4, før disse diskuteres i kapittel 5. Kapittel 6 avslutter oppgaven, og besvarer problemstillingen og forskningsspørsmålene.

2. Teori

2.1 Nature of Science

Naturfag regnes både som et studieforberevende og et allmenndannende fag. Naturfagdidaktisk nestor i Norge, Svein Sjøberg, tar utgangspunkt i tre naturvitenskapelige dimensjoner for å utdype hva et allmenndannende naturfag er. De tre dimensjonene er naturvitenskapens produkter, naturvitenskapens prosesser og naturvitenskapen som samfunnsmessig institusjon (Sjøberg, 2009, s. 183). Naturvitenskapens produkter omhandler naturvitenskapelige tanker, ideer, begreper, lover og teorier, altså etablert kunnskap om naturen. Den andre dimensjonen, naturvitenskapens prosesser, metoder og arbeidsmåter, er hvordan naturvitenskapen praktiseres. Det er mennesker som driver med naturvitenskap, og følgelig blir naturvitenskapen påvirket av menneskelige aspekt som forskernes egne tolkninger og subjektive meninger. Naturvitenskapelige metoder er preget av fremgangsmåter for å skaffe ny kunnskap, og av hva som er gyldig informasjon og holdbarhet, med mer. Den siste dimensjonen ser på naturvitenskapen som en sosial institusjon. Naturvitenskapen er også en samfunnsmessig institusjon, som skyldes at vitenskapen har en sterk samfunnsmessig betydning (Sjøberg, 2009, s. 183). For det første er naturvitenskapen politisert og påvirket av ulike instanser i samfunnet, og for det andre er naturvitenskapen profesjonalisert, med egne forskningstradisjoner, slik som fagfellevurderinger (Sjøberg, 2009, s. 248-253). Det er tydelig at naturvitenskapen handler om så mye mer enn bare den naturfaglige kunnskapen, og det er derfor viktig at elevene også får forståelse for naturvitenskapens egenart, og ikke bare fagets produkter. Internasjonalt kalles naturvitenskapens egenart for Nature of Science (NOS) som er et etablert forskningsområde i naturfagdidaktikk. NOS kan sies å vært naturvitenskapens epistemologi, ettersom NOS forklarer hvordan vitenskapen fungerer (Driver, 1996; Lederman & Abell, 2007; McComas, 1998). Ideen om at det er viktig å forstå prosessene bak naturvitenskapen, og ikke bare lære om naturvitenskapens produkter, er minst 100 år gammel (Lederman & Abell, 2007, s. 807). De siste 50 årene har NOS fått stadig større interesse (McComas et al., 2002). NOS er ikke et konkret begrep med én enkelt betydning. NOS er heller ikke stabilt, men endrer seg i takt med at vitenskapen utvikler seg. Som følge av dette vil det alltid finnes en debatt om hva som inngår i begrepet (McComas et al., 2002). Det eksisterer likevel en viss konsensus når det gjelder hva som bør inngå i NOS. En oversikt over hva et utvalg forskere vektlegger i sine beskrivelser av NOS i forskningslitteraturen, vises i tabell 1.

Tabell 1: Konsensus syn på NOS

	Hva inngår i NOS:	Nevnt av:
1	Naturvitenskapen er en menneskelig bestrebelse og et forsøk på å forklare naturlige fenomener. Naturvitenskap er en måte å vite noe på ved at den stiller spørsmål om den naturlige og materielle verden. Naturvitenskapelig kunnskap foreslår en rekkefølge og konsistens i naturlige systemer.	McComas et al., 2002; «Next Generation Science Standard Lead States,» 2013.
2	Naturvitenskapelige ideer er et resultat av det sosiale og historiske miljøet de er en del av. Mennesker fra alle kulturer bidrar til naturvitenskap.	Khine, 2011; McComas et al., 2002; Niaz & Maza, 2011; Wei, Li, & Chen, 2013
3	Naturvitenskapelig kunnskap er basert på empiri og er teoridrevet. Observasjoner er teoriladde og forskere kan tolke det samme datasettet ulikt. Forskere krever presis rapportering, fagfellevurderinger og erstattbarhet. Ny kunnskap må rapporteres presist og åpent. Naturvitenskapens utvikling kjennetegnes blant annet ved konkurranse mellom rivaliserende teorier.	Khine, 2011; McComas et al., 2002; «Next Generation Science Standards Lead States», 2013; Niaz & Maza, 2011; Wei, Li, & Chen, 2013.
4	Forskere er kreative. Naturvitenskap har en kreativ og fantasifull side.	Khine, 2011; McComas et al., 2002; Wei, Li, & Chen, 2013.
5	Det er ikke én måte å utføre naturvitenskap på, og det fins derfor ingen universell trinn for trinn metode. Den naturvitenskapelige metode er en myte. Naturvitenskapelige undersøkelser benytter en stor variasjon i metoder.	Khine, 2011; McComas et al., 2002; «Next Generation Science Standards Lead States», 2013; Niaz & Maza, 2011; Wei, Li, & Chen, 2013.
6	Naturvitenskap er ingen komplett og ferdig samling av absolutte sannheter. Naturvitenskapelig kunnskap har en tentativ karakter og den er åpen for endring som resultat av ny evidens. Utvikling av nye naturvitenskapelige teorier skjer ofte på grunn av anomalier. Naturvitenskapens historie viser at naturvitenskap både har evolusjonell og revolusjonell karakter.	Khine, 2011; McComas et al., 2002; «Next Generation Science Standards Lead States», 2013; Niaz & Maza, 2011; Wei, Li, & Chen, 2013.
7	Naturvitenskapelige modeller, lover, mekanikker og teorier forklarer naturlige fenomener. Naturvitenskapelige lover og teorier er ikke det samme. Lover og teorier spiller ulike roller i naturvitenskap, og elever må merke seg at teorier ikke omgjøres til lover selv om bevisbyrden er sterk.	Khine, 2011; McComas et al., 2002; «Next Generation Science Standards Lead States», 2013; Niaz & Maza, 2011; Wei, Li, & Chen, 2013.
8	Naturvitenskap og teknologi påvirker hverandre.	McComas et al., 2002.

I de kommende avsnittene vil disse ulike sidene ved NOS utdypes og beskrives ytterligere. Samme nummerering og rekkefølge som i tabellen benyttes også videre i kapitlet.

1 Naturvitenskap er menneskers forsøk på å forstå og beskrive naturen

Så lenge mennesker har eksistert, har observasjon av naturen vært nøkkelen til å overleve: Man har måttet vite alt fra hvilke planter som er spiselige, til hvor babyer kommer i fra (Ede & Cormack, 2012, s. 1). Naturvitenskap er et forsøk på å forklare naturlige fenomener, og springer ut i fra den menneskelige trangten til å forstå. Ved hjelp av naturvitenskapelige modeller, lover, mekanikker og teorier kan vi forklare naturlige fenomener, og vi kan si at naturvitenskap er en slags måte å vite noe på. Naturvitenskapen er derfor en menneskelig bestrebelse hvor vi stiller spørsmål om den naturlige og materielle verden (McComas et al., 2002; "Next Generation Science Standards Lead States," 2013). Det vi i dag har kunnskap om, startet med at noen stilte et spørsmål eller hadde et ønske om å forklare noe. Allerede i antikken ville Eratostenes finne ut jordas størrelse. Og ved hjelp av rette solstråler, avstanden mellom to byer, og et høyt tårn, fikk han målt opp de data han trengte for rå regne ut jordas omkrets (Angell, 2011, s. 48). Gregor Mendel ville finne hybridiseringslover, og arbeidet grundig med å undersøke erteblomsters egenskaper og hvor disse kom fra (Ede & Cormack, 2012, s. 280). Armauer Hansen ville til bunns i leprasykdommen, og ønsket å finne årsaken til sykdommen, da han personlig mistenkte at den kunne være smittsom (Eikeseth, 2016, s. 16). Det ble gjort mange forsøk på å lande sonder på Mars før man lyktes med en landing i 1974. Bakgrunnen for disse undersøkelsene var at man lurte på om det kunne finnes liv på Mars i form av mikrober (Ede & Cormack, 2012, s. 363).

2 Naturvitenskapen har et samfunnsmessig aspekt

Vitenskap er en menneskelig virksomhet som utgjør en del av samfunnet. Som følge av dette er det en gjensidig påvirkning mellom vitenskapen og ulike kulturelle og sosiale aspekt, blant annet verdenssyn, makt, filosofi, religion, politikk og økonomi. Naturvitenskapelige ideer kan dermed sies å være et resultat av det sosiale og historiske miljøet de er en del av (Abd-El-Khalick, Waters, & Le, 2008; Khine, 2011; McComas et al., 2002; Niaz & Maza, 2011; Wei, Li, & Chen, 2013). For eksempel har krig påvirket forskningsfronten i naturvitenskapen. Penger og ressurser har blitt fordelt på forskning som kunne gi fordeler i løpet av krigen. Et tydelig eksempel på at krig kan påvirke naturvitenskapelig forskning er atombomben. Nøytronene hadde blitt oppdaget i 1932, og seks år senere ble det klart at man kunne spalte grunnstoffet uran. Det viste seg at denne spaltingen også frigjorde nøytroner, og det store spørsmålet ble om det var mulig å lage kjedereaksjoner ved hjelp av disse. Under andre verdenskrig fryktet de

allierte at tyskerne skulle klare å fremstille en atombombe, og de ønsket derfor å komme dem i forkjøpet. Store ressurser ble satt inn for å forske videre på spalting og kjedereaksjoner. Det ble klart at man trengte en kritisk mengde av Uran-235 for å få den energimengden som gjorde at bomben kunne avslutte krigen. Men verken tyskerne eller de alliertes fysikere visste hvor stor den kritiske mengden var, og det har blitt hevdet at denne bestemte mengden skilte tyskerne fra å lykkes (Bowler & Morus, 2005, s. 472). Tyskerne beregnet feil og trodde de trengte flere hundre eller tusen kilo, og la dermed planene fra seg. I 1943 fant amerikanerne ut at man trengte omkring 10 kg Uran-235, og 16. juli 1945 ble den første bomben testet i ørkenen i New Mexico. Tre uker senere ble atombomben tatt i bruk med det formål å stanse krigen (Bowler & Morus, 2005, s. 477). Hastverket med å vinne krigen førte til at forskningen omkring atombomben ble prioritert, og krigen styrte hvilke problemer naturvitere syslet med. Forskningen på spalting av uran hadde neppe fått like stor prioritet og like mye ressurser i en annen tidsperiode. Samtidig kan man si at naturvitenskapen var med på å påvirke utfallet av krigen.

Økonomi styrer naturvitenskapen på flere måter, forskning er både dyrt og tidkrevende, og uten finansiering blir det ingen forskning. Forskning finansieres både fra offentlige departementer, industri, næringsliv og fra private stiftelser. Ofte ønsker de som står bak finansieringen å finne gode løsninger på problemer som angår dem selv, og på denne måten legges premissene for hva som blir prioritert på forskerfronten. Store deler av forskningen er altså ikke fri og uavhengig. For eksempel driver oljeindustrien geologisk grunnforskning, fordi denne kunnskapen kan bidra til å vite hvor man kan gjøre store oljefunn (Sjøberg, 2009, s. 267). Dette kan kobles til NOS, hvor påvirkningen mellom naturvitenskap og det sosiale samfunnet vektlegges. Alt fra makt og politikk til samfunnets behov påvirker naturvitenskapen på en direkte måte.

3 Naturvitenskapen er empirisk og teoriladd

Menneskers forforståelse påvirker hvordan de oppfatter virkeligheten. Forforståelsen vil derfor alltid være med på å avgjøre hva forskere observerer og hvordan de tolker og vektlegger dataene. Ulike forskere kan dermed tolke det samme datasettet ulikt. Vitenskapelige ideer og observasjoner kan sies å være teoriladd (Johannessen, Christoffersen, & Tufte, 2016, s. 38; McComas, 2008; McComas et al., 2002; Niaz & Maza, 2011; Thurén, Gjerpe, & Gjestland, 2009, s. 68). Naturvitenskapen er empirisk, og observasjoner påvirkes av den som observerer. Vitenskapelige påstander er avledet fra observasjoner av naturlige fenomener, og den støtter

seg derfor på empirisk materiale. Observasjonene blir dessuten som regel gjort gjennom instrumenter og apparater utviklet av mennesker (Abd-El-Khalick et al., 2008; Khine, 2011; McComas, 2008; McComas et al., 2002; Wei et al., 2013). En vesentlig side ved naturvitenskapelig forskning, er at funn og data publiseres åpent. På denne måten kan andre forskere lese og vurdere hverandres arbeid. Slike fagfellevurderinger bidrar til kommunikasjon og kritikk innenfor den naturvitenskapelige virksomheten, og på denne måten økes mengden kollektivt gransket kunnskap (Abd-El-Khalick et al., 2008). At forskere leser, kritiserer og selv tester studier gjennomført av andre, er med på å kvalitetssikre ny kunnskap (Khine, 2011; McComas et al., 2002; Niaz & Maza, 2011; Wei et al., 2013). Disse fagfellevurderingene har også ført til at «radikale», men geniale ideer har blitt stoppet (Sjøberg, 2009, s. 249). Ingen vil godta andre forskeres ideer uten tilstrekkelige bevis, og forskere får sjeldent anerkjent sine ideer på første forsøk. Den tyskfødte nobelprisvinneren Albert Einstein publiserte teorien sin om fotoner i 1905. Hans tanker om å behandle lys som partikler var ny. I 1905 foreslo han at lys kunne oppføre seg som partikler, som bestod av en konstant mengde energi, akkurat nok til å kunne slå løs et elektron fra overflaten til et metall (Bowler & Morus, 2005, s. 266) Denne teorien utfordret Maxwells elektromagnetiske bølge teori, og det ble ansett som svært radikalt å tenke på lys som både bølge og partikkel. Einsteins fototeori ble enten ignorert eller avslått av andre vitenskapsmenn. Da han i 1913 søkte opptak til Prussian Academy of Sciences, snakket Planck, en av de som satt i komiteen, varmt om Einstein, men påpekte at «noen ganger mister han fokuset i sine ideer, slik som med lyskvantene» (Kragh, 1999, s. 68). Einstein klarte ikke legge frem eksperimentelle bevis som støttet fototeorien, og dette førte til at teorien ikke ble godtatt av andre vitenskapsmenn før mange år senere.

4 Naturvitenskap er en kreativ aktivitet

Naturvitenskap har en kreativ side ettersom forskere i mange tilfeller trenger å tenke «utenfor boksen», eller på en annen måte enn tidligere (Khine, 2011; McComas et al., 2002; Wei et al., 2013). Vitenskapen er ikke utelukkende rasjonell eller systematisk. For eksempel er modeller for atomer og kraftfelt eller begrepet arter et resultat av menneskelig kreativitet, og ikke eksakte kopier av virkeligheten (Abd-El-Khalick et al., 2008). McComas (2002) bruker historien om benzenmolekylet for å vise at naturvitenskapen er kreativiteten. Man visste at benzen bestod av seks karbonatomer og seks hydrogenatomer, noe som bød på en logisk brist. Ettersom man visste at karbon danner fire bindinger, og hydrogen en, måtte dette bety at benzenmolekyler hadde to tomme bindinger og to hydrogenatomer for lite. Den belgiske Friedrich August Kekulé

(1829-1896) arbeidet i mange år for å finne en mulig struktur som ivaretok karbonets fire bindinger, og samtidig kunne bygges opp av seks karbonatomer og seks hydrogenatomer. I 1865 publiserte han den første ideen hvor han ga benzenmolekylet en heksagonstruktur, hvor to og to karbonatomer var bundet i par via en dobbeltbinding. Mellom disse tre parene var det en enkelbinding. Kekulé skal i 1890 ha sagt at arbeidet hans lyktes takket være to dagdrømmer. Den første hevdet han at kom til han på en busstur i London i 1854, hvor han så dansende karbonatomer. Det neste synet kom til han i foran en peis i Ghent omkring 1861-1862, hvor han så en slange bite sin egen hale og forme en sirkel, og ideen om ringstrukturen oppstod (Bensaude-Vincent & Stengers, 1996, s. 153-155; Ede & Cormack, 2012, s. 234). I mange tilfeller trengs en dose kreativitet for å kunne forklare eller modellere virkeligheten på en måte som gir mening for menneskene.

5 Naturvitenskapen benytter mange ulike metoder

Det finnes ikke bare en måte å utføre naturvitenskap på, og det er derfor ingen universell trinn for trinn-metode. «Den naturvitenskapelige metode» i bestemt entall er en myte fordi naturvitenskapelige undersøkelser benytter en stor variasjon i metoder (Khine, 2011; McComas et al., 2002; "Next Generation Science Standards Lead States," 2013; Niaz & Maza, 2011; Wei et al., 2013). I skolesammenheng er det ikke utypisk at man får høre om «den vitenskapelige metode». Niaz og Maza (2011) beskriver en typisk oppskrift mange lærere benytter for å forklare den naturvitenskapelige metode: observere, definere et problem, konstruere hypoteser, eksperimentere, sammenligne resultater og trekke konklusjoner. Et typisk slik eksempel er hentet fra læreboken Generell Kjemi, som brukes på grunnkurs i generell kjemi, hvor det forklares at kjemikere og vitenskapsfolk benytter en generell tilnæringsmåte kalt vitenskapelig metode. Det står videre beskrevet at det første trinnet i denne metoden er observasjon, hvor man innhenter data. Deretter søker man trender og generaliseringer. Så prøver man å foreslå forklaringer, kalt hypoteser. Disse testes eksperimentelt, og deretter finner man ut om hypotesene skal forkastes eller kan beholdes (Brady, 2004, s. 4-5). Denne oppskriften kan ikke sies å fungere universelt for alle typer studier. Hva man skal finne ut påvirker hvordan man skal arbeide. Det er forskjell på å forske på en type medisin eller på fjerne stjerner i universet. Skal man teste om en ny medisin fungerer, er det relevant at en stor gruppe med samme helseproblematikk inntar medisinen for å se om den virker. Samtidig er det hensiktsmessig med en kontrollgruppe for å kontrollere hvordan de som ikke får medisin

reagerer. I astrofysikk er det vanligvis vanskeligere å gjennomføre eksperimenter, og forskere må ofte bruke teoretiske modeller og simuleringer for å skaffe seg data.

6 Naturvitenskapelig kunnskap er tentativ

Naturvitenskap er ingen komplett og ferdig samling av absolutte sannheter, den har derimot en tentativ karakter. Naturvitenskapens utvikling kjennetegnes ved konkurranse mellom rivaliserende teorier, og det som anses som etablert kunnskap kan endres når ny evidens foreligger (Khine, 2011; McComas et al., 2002; "Next Generation Science Standards Lead States," 2013; Niaz & Maza, 2011; Wei et al., 2013). Et klassisk eksempel på endring av kunnskap, er skifte av verdensbilde. I antikken var det geosentriske, også kalt aristoteliske, verdensbilde det ledende. Det geosentriske verdensbilde hadde jordkloden som et ubevegelig midtpunkt i universet, mens de andre planetene og sola bevegte seg rundt den. I bibelen kunne man lese om universet slik Aristoteles beskrev det, med jordkloden og menneskene i sentrum. Det var riktignok observert bevegelser av andre planeter som ikke stemte med dette bildet, og ad-hoc løsninger og nye forklaringer ble flere ganger tilført det geosentriske verdensbildet. Nicolaus Kopernikus tenkte seg derimot at sola var i sentrum, og at planetene gikk i sirkelbaner omkring sola. Denne modellen kunne forklare noen av uoverensstemmelsene bedre, blant annet ga det nå mening at man alltid ser Venus og Merkur i nærheten av solen, ettersom de befant seg i baner rundt sola, og innenfor jordas bane. Kopernikus publiserte den heliosentriske modellen i en bok han utga i 1543. Det var vanskelig å finne bevis på at jorda beveget seg, og majoriteten nektet å tro at jorda bevegte seg, da de oppfattet den som helt stillestående. Kopernikus modell ble omsider ansett for å være en matematisk modell kun for å forutsi planeters bevegelse, men jorda hadde fremdeles posisjon som midtpunkt. Den heliosentriske modellen ble ikke tatt på alvor før Galileo Galilei observerte verdensrommet med det selvbygde teleskopet sitt i 1609, og innså at det gamle geosentriske verdensbildet ikke kunne stemme (Bowler & Morus, 2005).

Omkring midt på 1600-tallet fantes det så mange eksperimentelle erfaringer om ild og forbrenning, at det ble behov for en sammenfattende teori. Flogiston var navnet på det brennbare prinsippet. Denne teorien gikk ut på at flogiston var noe som gjorde det mulig å forbrenne, men flogiston var ikke et stoff, og det kunne verken luktes, smakes eller veies. Bare ting som inneholdt flogiston kunne brenne, og under forbrenningen forsvant flogistonet fra materialet og ut i luften. For eksempel olje inneholdt nesten bare flogiston, og det var derfor

nesten ingenting igjen etter endt forbrenning. Kull derimot avga litt aske etter forbrenning, og det var derfor mulig å si at kull bestod av flogiston og jord. I 1760 klarte man å fremstille en ny gass (hydrogen) som ble kalt brennbar luft, og som måtte bestå av det reneste flogiston. På slutten av 1700-tallet motbeviste den franske kjemikeren Antoine Laurent Lavoisier flogistonteorien ved at forbrenning var en reaksjon med oksygen, og ikke å avgi flogiston. (Rancke-Madsen, Norrild, & Danmarks, 1986). I noen tilfeller har det man trodde stemte, opplevdes som feil ved nye funn og erfaringer, og dermed må teorien forkastes eller videreutvikles slik at den tar hensyn til all evidens.

7 Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter

Lover og teorier har ulike roller i naturvitenskapen, og teorier kan ikke bli til lover med tilstrekkelig med bevis (Khine, 2011; McComas et al., 2002; Niaz & Maza, 2011; Wei et al., 2013). En naturlov kan ifølge Kragh (2004, s. 110) sies å være deskriptiv, det vil si at den er beskriver eksperimentelle sammenhenger i naturen, og kan forutsi hva som kommer til å skje. Sjøberg (2009, s. 71) beskriver lover som en sammenheng mellom målbare størrelser, som ofte kan formuleres på en matematisk måte. Den gir for øvrig ingen dypere forklaring på hvorfor det er slik. Et eksempel på en naturlov er termodynamikkens andre lov. Den sier at i alle prosesserer det umulig å konvertere all energien til arbeid, fordi noe energi vil konverteres til varme, og derfor ikke er tilgjengelig for arbeid. Varme beveger seg alltid fra en varm plass til en mindre varm plass, slik at over tid vil hele systemet ha den samme temperaturen (så fremt det ikke er en ekstern energikilde som tilfører ny energi) (Ede & Cormack, 2012, s. 253).

Sjøberg (2009, s. 73) beskriver at teorier forklarer hvorfor noe skjer, og gir mening og sammenheng. Det er en nøye testet antagelse om naturen, som er utviklet fra en hypotese som er en antakelse om et naturlig fenomen. Big Bang teorien er en teori som forklarer at universet startet som en eksplosjon fra et punkt hvor alt materie i universet ble skapt, og at universet startet å utvide seg (Bowler & Morus, 2005, s. 279).

8 Forholdet mellom teknologi og naturvitenskap

Ordet teknologi stammer fra det greske ordet *techne*, som betyr kunstig eller menneskeskapt (Kragh & Pedersen, 1991, s. 256). Sjøberg (2009, s. 77) forklarer at naturvitenskaps mål er å

forstå verden, mens teknologiens mål er å løse praktiske problemer. Naturvitenskap og teknologi påvirker hverandre gjensidig (McComas et al., 2002). Men det finnes et dominerende og feilaktig syn på forholdet mellom teknologi og naturvitenskap. En vanlig misforståelse er at det finnes et hierarkisk forhold hvor naturvitenskapen produserer nye teorier som ingeniører og teknikere benytter seg av for å løse praktiske problemer og at utviklingen er lineær (Bowler & Morus, 2005, s. 391). Lundgren (2017, s. 18) beskriver en rekke motargumenter til en slik lineær modell. For det første vil den hierarkiske, og ensidige modellen tilegne vitenskapen en høyere verdi enn teknologien. Men et slikt hierarkisk forhold gir ikke mening. Man kan ikke overse den rollen teknologi og instrumenter har spilt for vitenskapen. Hva hadde Galilei vært uten teleskopet, eller Röntgen uten vakuumrøret, spør Lundgren. Et annet motargument er at teknologi i mange tilfeller har blitt utviklet av personer uten vitenskapelig utdanning. Deres teknologi kan dermed ikke bygge på vitenskap, men kan like gjerne ha oppstått i et øyeblikks genialitet i vedboden eller på kjøkkenbordet hjemme (Lundgren, 2017, s. 19). Nielsen og Nielsen (2004) påpeker dessuten at ny teknologi vanligvis bygger på eldre, velkjent teknologi. Derfor blir det unyansert eller direkte feil å si at all teknologi stammer direkte fra naturvitenskapen. I mange tilfeller er det riktignok en kobling mellom teknologi og naturvitenskap. Et eksempel på at teknologien har påvirket naturvitenskapen er alle de oppfinnelsene som har gjort det mulig å observere naturfaglige fenomener, slik som mikroskop og teleskop, samt maskiner som kan gjøre beregninger for oss. Naturvitenskapen har gitt grunnlag for teknologi blant annet gjennom oppdagelse og utforskning av elektrisiteten, som på sin side har lagt grunnlaget for et stort spekter av teknologi og innretninger, og for ny vitenskap.

2.2 Hvorfor NOS?

Hvorfor fortjener nettopp NOS oppmerksomhet i naturfaget? Det eksisterer en bred enighet om at NOS er viktig for naturfagundervisning av flere årsaker (Chaisri & Thathong, 2014; Irez, 2009; Lederman, 1999). McComas et al. (2002) poengterer at elever som lærer om NOS kan få en økt interesse og motivasjon for naturvitenskapen i seg selv. Driver, Squires, Rushworth, og Wood-Robinson (1994) påpeker at om elever forstår hvordan naturvitenskapelige ideer utvikles, vil de lære seg flere viktige egenskaper: Elevene vil da kunne forstå nytten av å dele og drøfte ideer, samt få selvtillit til å prøve og teste sine egne ideer. NOS er dessuten en viktig byggestein i elevers allmenndannelse. Driver hevder at de færreste elever kommer til å bruke det de har lært i naturfag på skolen direkte i sitt fremtidige yrke. Derimot kan allmenndannelse

sies å være en viktig del av hva som skal tilegnes i naturfaget. Ved å øke forståelsen for NOS kan man øke den kollektive forståelsen for vitenskap i samfunnet.

Det brukes fire argumenter for å begrunne hvorfor naturfag bør være en del av allmenndannelsen i skolen (Sjøberg, 2009, s. 188-201). De fire argumentene er økonomiargumentet, nytteargumentet, demokratiargumentet og kulturargumentet. Økonomiargumentet handler om at naturfag er økonomisk lønnsomt. I samfunnet er det behov for arbeidskraft med naturvitenskapelig kunnskap. Nytteargumentet går ut på at naturvitenskapelig kunnskap kan være til nytte i dagliglivet, da vi omgir oss med vitenskapelige og tekniske innretninger døgnet rundt. Demokratiargumentet handler om at naturfaglig kompetanse er viktig for at demokratiet skal fungere. Ettersom man i et demokrati er med på å påvirke gjennom å ta avgjørelser, er det viktig at man forstår det man er med å påvirke. Hvor mange norske ulver bør skytes? Skal vi tillate oljeboring i Lofoten og Vesterålen? Det siste argumentet omhandler naturvitenskapen som et av menneskehetens største kulturprodukt. Naturvitenskapelige tanker er knyttet til filosofi og kultur gjennom historien. (Sjøberg, 2009, s. 188-201). Det understrekes av flere at kunnskap om naturvitenskap og naturfaglig kompetanse er grunnleggende viktig for god deltakelse i demokratiet. Driver (1996) argumenterer for at skolens naturfag må utvikle elevenes forståelse for den vitenskapelige virksomheten, vitenskapens hensikt og hvilken art av kunnskap som produseres. Ved å utvikle en slik forståelse får elevene et godt grunnlag for å kunne delta i det moderne demokratiet. Også Kolstø (2003) påpeker at kunnskap om hvordan naturvitenskapen fungerer er svært viktig for demokratisk deltakelse. Ved å tilegne elevene kunnskap om naturvitenskapen vil man ruste elevene til å delta i samfunnet med gjennomtenkte meninger, og muligheten for å delta kritiske i samfunnsmessige diskusjoner.

2.3 Forståelse for NOS

McComas et al. (2002) peker på at det jevnt over er lite kunnskap om naturvitenskap, noe som fører til et problem i et demokrati, hvor alle i samfunnet er med på å ta avgjørelser. De viser til en amerikansk undersøkelse som ga nedslående resultater: Den viste at mer enn 60% av voksne amerikanere ikke kunne forklare hvordan naturvitenskap fungerer. Den svake forståelsen ble forklart med at skoleundervisningen og lærebøkene fokuserte på å gjengi vitenskapelig innhold, samtidig som utvikling av vitenskap, og vitenskap som en prosess ble ekskludert. Lederman

(1992) skriver om at en mengde undersøkelser avslører en jevnt over simpel og naiv forståelse av naturvitenskapen hos skoleelever. Undersøkelser har vist at mange elever tror at naturvitenskapelig kunnskap er absolutt, og at forskernes hensikt er å avdekke naturlover og oppdage naturvitenskapelige sannheter. Få elever vet at naturvitenskapen har en kreativ side. Undersøkelser har avslørt at elever ikke forstår hvilke funksjoner naturvitenskapelige modeller har. Mange elever tror hypoteser kan bevises ved testing. Også McComas et al. (2002) tegner et bilde av at mange elever har en misforstått oppfatning av naturvitenskapen. McComas et al. (2002) avkrefter samtidig sammenhengen mellom gode faglige prestasjoner i naturfag og god forståelse for NOS. En sterk elev har ikke automatisk god forståelse for NOS. Lederman (1992, 1999) hevder dessuten at heller ikke alle lærere har en tilstrekkelig forståelse for NOS. Det viste seg også at en stor andel av de lærerne som hadde forståelse for NOS valgte å ikke inkludere NOS i undervisningen sin. Enten ved at de ikke hadde NOS i tankene, eller utelukket det med hensikt, slik som en lærer som uttalte at han mente NOS var for abstrakt for elevene sine.

2.4 NOS i historiske eksempler

Det er blitt forklart at historiske eksempler kan benyttes som hjelpemiddel for å skape en forståelse av NOS. McComas (2008) påpeker at det å benytte historiske eksempler kan være en relevant måte å fremme de ulike sidene ved NOS, fordi tydelige eksempler kan være til hjelp for noe så abstrakt og sofistikert som NOS. En undersøkelse som skulle se på hvilke historiske eksempler som ble brukt for å illustrere NOS, viste at de fleste eksemplene var fra områdene fysikk og astronomi. McComas (2008) mener dette kan være problematisk da elever trenger å se at NOS er gjeldene for alle disipliner. Det var også forskjell på hvilken side ved NOS som ble presentert i hvilke eksempler, det eksperimentelle fokuset som preget eksemplene fra fysikk- og kjemihistorien, var mer fraværende i biologi og geologi. Et annet funn fra studien var at de aller fleste eksemplene var relativt gamle, noe som gjør at elever ikke får et tydelig inntrykk av at dagens naturvitenskap også kjennetegnes ved NOS (McComas, 2008). Historiske eksempler kan altså skape misoppfatninger ved at eksemplene viser en forskjell innad i de ulike naturfaglige disiplinene, og at eksemplene som benyttes ofte er gamle, og dermed skape et bilde av at dagens naturvitenskap ikke er slik.

2.5 NOS i lærebøker

Før jeg skal se nærmere på hva forskningslitteraturen sier om NOS i lærebøker, kan det være nyttig å definere hva en lærebok er, og hvilken rolle den har i skolen. Læreboka er en spesiell og sammensatt type litteratur som ikke er enkel å definere. En definisjon er at lærebøker er litteratur skrevet direkte med tanke på systematisk undervisning for bestemte undervisningstrinn (Johnsen, 1999). I 1889 ble det opprettet en statlig godkjenningsordning for norske lærebøker. Den gang stod det i §9.4 i opplæringsloven at lærebøker i grunnskolen og videregående opplæring skulle godkjennes av Nasjonalt læremiddelsenter. Denne lova ble opphevet i år 2000 på bakgrunn av at det er læreplanen som skal være styrende for undervisninga, og ikke bøkene (Johnsen, 1999; Ot.prp. nr. 44, 2000). Lærebøker er likevel det mest brukte læremiddelet i norsk skole (Skjelbred, Solstad, & Aamotsbakken, 2005). Når det gjaldt å bruke hjelpemidler til å planlegge undervisningen og undervise, viste det seg at 90% av lærerne som deltok i en norsk undersøkelse, benyttet halvårsplanen, 87% brukte elevenes lærebok, mens 68% brukte læreplanen. Den samme undersøkelsen viste at lærere i naturfag bruker både elevenes lærebok og lærerveiledningen mer enn lærere i andre fag (Bachmann, 2005). Det er flere ganger påpekt internasjonalt at det er vanlig at læreboka i mange tilfeller ender opp med å bli læreplanen (Abd-El-Khalick et al., 2008; Niaz & Maza, 2011).

Det er gjennomført en rekke studier internasjonalt på hvordan NOS presenteres i ulike lærebøker i naturfag. Fellestrekk for mange av de analyserte bøkene er at NOS ikke er sterkt prioritert, og i alle fall ikke eksisterer som en rød tråd gjennom bøkene. I noen av bøkene presenteres dessuten en del naturvitenskapelige egenskaper på en feilaktig måte.

Både undersøkelser av amerikanske, kinesiske, tyrkiske og thailandske lærebøker har vist et skuffende lavt innhold av NOS. I den ene undersøkelsen ble hele 75 kjemibøker analysert, og det viste seg å være jevnt over lite representasjoner av NOS blant de utvalgte bøkene. Enkelte sider ved NOS var totalt utelukket i en rekke bøker. Også en rekke svake forklaringen ble avdekket (Niaz & Maza, 2011). Undersøkelsen av de kinesiske lærebøker viste også at NOS ble presentert på en mangelfull måte. Alle de tre lærebøkene som ble analysert ga skuffende dårlige resultater (Wei et al., 2013). En tyrkisk studie antyder at heller ikke tyrkiske biologibøker presenterer NOS tydelig, og at det i de undersøkte bøkene fantes mange svake forklaringer som kunne legge opp til misforståelser. Noen vesentlige sider ved NOS, som at

naturvitenskapelig kunnskap er tentativ, og naturvitenskapens kobling til kultur og samfunn var totalt fraværende (Irez, 2009). Også i en undersøkelse gjennomført med biologibøker fra Thailand, ble det vist at NOS ikke var gjennomgående i bøkene, men bare presentert sporadisk. Bøkene fremstod dermed som en samling av fakta, og naturvitenskapelig prosess var ikke vektlagt (Chaisri & Thathong, 2014).

Studier har også avslørt at et stort antall amerikanske naturfagsbøker presenterer den naturvitenskapelige metode i entall. Den samme studien viste at de fleste bøkene scoret jevnt over lavt når det gjaldt NOS generelt, og de fleste bøkene inkluderte ikke NOS i aktiviteter eller oppgaver. Lærebøkene som ble benyttet i studien kom fra fire tiår, og ved å se på lærebøkene i kronologisk rekkefølge så det også ut til at bøkens innhold av NOS både minket og fikk lavere kvalitet med tiden (Abd-El-Khalick et al., 2008).

En studie på amerikanske biologibøkers innhold av NOS avdekket at bøkene hadde ulik prioritering av naturvitenskap som prosess eller produkt. For eksempel i en av lærebøkene var det et metodekapittel som fokuserte på naturvitenskapelige prosesser, og presenterte naturvitenskapen som utforskende, tenkende, og nært knyttet til teknologi og samfunn. Men i de påfølgende kapitlene var fokuset forskjøvet over på naturvitenskapens produkter, og prosesser og naturvitenskapelig tenkning var utelukket. Data fra denne studien ble sammenlignet opp mot en tilsvarende studie, gjennomført 15 år tidligere. Ut i fra dette mente forskerne at lærebøkene hadde endret fokus fra å inneholde omkring 80% kunnskap til å fokusere noe mer aktivt på prosessene på bare 15 år (Chiappetta & Fillman, 2007).

En casestudie om utviklingen av representasjoner av NOS i en kjemibok beskriver ulike faktorer som er med på å påvirke hvor mye NOS som presenteres i lærebøker. Blant annet står tilpasning til alder og nivå, samsvar til læreplan og ressurser (plass, tilgjengelig eksperthjelp og tid) sterkt. Den aller viktigste faktoren for hva som ble innlemmet i læreboka var salgbarhet. Det ble flere ganger gjennom intervjuene presisert at de ønsket å lage best mulig bøker, men at gode bøker som bare samler støv på et lager ikke hjelper noen (DiGiuseppe, 2014).

Mange rapporter peker i samme retning, og avslører dermed at NOS ikke vektlegges i lærebøker, og at dette gjelder bøker verden over. Det var nettopp dette jeg ønsket å undersøke i et naturfaglig læreverk i Norge. Jeg har hentet noe inspirasjon fra de nevnte undersøkelsene i dette kapitlet, men gjennomført undersøkelsen på min egen måte. Denne vil bli beskrevet i neste kapittel om metode.

3. Metode

Målet med denne studien er å finne ut hvilket bilde av naturvitenskap som formidles gjennom læreverket Tellus 8-10. For å svare på dette skal jeg ta for meg følgende forskningsspørsmål:

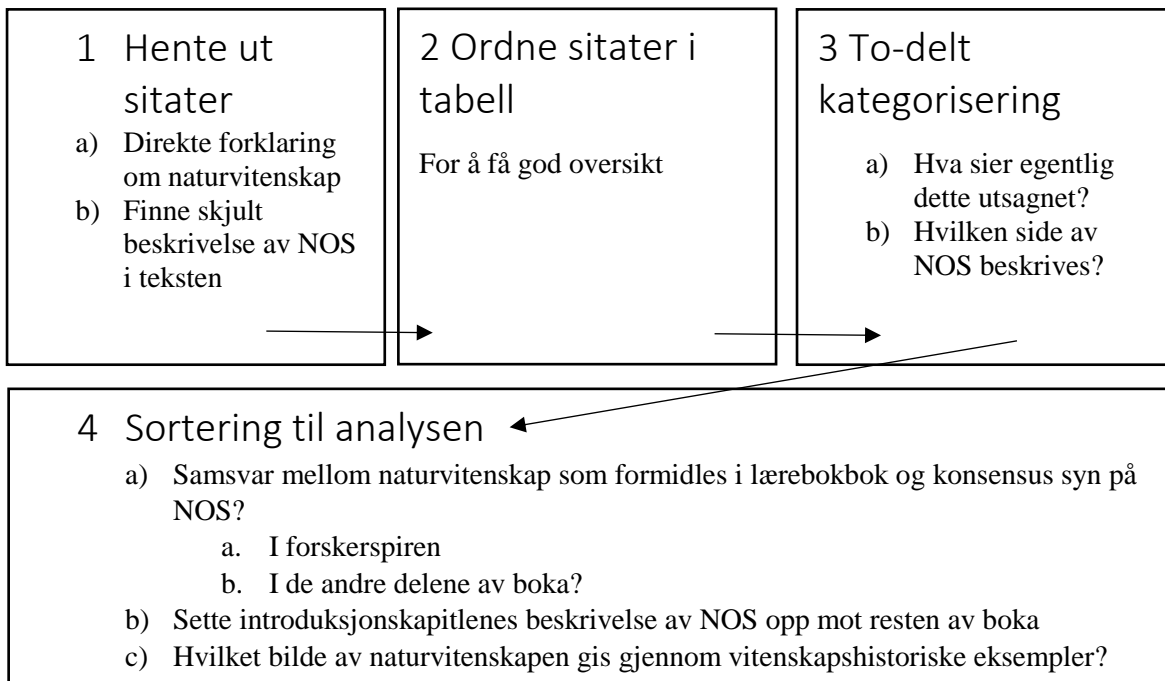
- I hvilken grad reflekteres konsensus syn av naturvitenskapens egenart (nos) i læreverket?
 - o I de generelle kapitlene 1 og 2 i Tellus 8
 - o I læreverkets resterende kapitler
- Er læreverket konsekvent med den forklaringen de gir av naturvitenskap gjennom hele læreverket?
- Hvilket bilde av naturvitenskapen gis gjennom vitenskapshistoriske eksempler?

I dette kapitlet vil jeg presentere hvordan jeg skal kunne besvare disse spørsmål ved å forklare studiens metodiske valg. Både valg av design, metode for innsamling og analyse, samt utvalg forklares i dette kapitlet. Også studiens kvalitet og troverdighet vil vurderes.

3.1 Forskningsdesign

Til å undersøke hvilket bilde av NOS som gis i læreverket Tellus, har jeg valgt en kvalitativ tilnærming. En kvalitativ metode benyttes når man ønsker å gå i dybden på et spesifikk fenomen, i motsetning til kvantitativ metode som kan benyttes til å generalisere ut i fra et stort tallmateriale (Johannessen et al., 2016, s. 32). Kvalitativ metode passer best til min studie fordi jeg ønsker å undersøke læreverkets syn på NOS. Fordi det bare er et læreverket som undersøkes kan man ikke si noe om hva som kjennetegner lærebøker i naturfag, det er kun mulig å si noe om det ene læreverket som undersøkes. Forskningsdesignet som ble valgt til denne studien er fremstilt i figur 1. Hver del vil videre bli forklart og begrunnet videre i dette kapitlet.

Figur 1: Studiens forskningsdesign



3.1.1 Lærebokanalyse

Lærebokanalyse kan sies å være en slags dokumentanalyse. Det som er særegent for nettopp dokumentanalyse er at det er en metode hvor man tilegner tekster status som kilder eller data (Repstad, 2007, s. 103). Dette fører til at man i stedet for å spørre noen om å besvare konkrete spørsmål om det vi lurar på, heller benytter en eller flere dokumenter som er laget til et (annet) formål, til å besvare våre spørsmål (Robson, 2002, s. 349). Det finnes ulike typer lærebokanalyser, alt etter hva man skal studere. Min undersøkelse dreide seg om hvorvidt teksten dekker naturvitenskapens egenart på en måte som stemmer overens med konsensus syn. Det er dette Pingel (2010, s. 31) kaller en innholdsanalyse, og Angvik (1982) en fagteoretisk analyse. Til min undersøkelse var det hensiktsmessig å bruke fortolkning (hermeneutisk spiral) for å kunne avdekke både direkte og indirekte beskrivelse av naturvitenskap. En hermeneutisk spiral vil si at man veksler mellom å tolke helheten og delene, slik at man ser helheten i lys av delene, og delene i lys av helheten (Repstad, 2007, s. 121-122). Videre vil det forklares hvordan jeg gikk frem for å gjennomføre datainnsamling og analyse.

3.1.2 Gjennomføring av datainnsamling

Det er verdt å merke seg at innenfor lærebokforskning finnes mange ulike metoder, og det kan derfor være utfordrende å finne en spesifikk metode for hvordan man skal gå frem. I denne

studien har jeg konstruert en framgangsmåte som skal gi svar på problemstillingen og forskningsspørsmålene mine på en oversiktlig måte. Gjennom hermeneutisk analyse ble lærebøkens innhold fortolket for å finne setninger, avsnitt eller segmenter som kunne si noe om naturvitenskap. Datainnsamling startet derfor med at jeg måtte lese og fortolke all tekst i de tre bøkene. Selve fortolkningen var altså en viktig del av min metode. Fortolkning handler om å se ting i sammenheng for å forstå hvilken betydning de ulike delene kan ha. De ulike delene må ses både i lys av andre deler, og i lys av helheten (Johannessen et al., 2016, s. 366). Jeg så teksten i lys av konsensus NOS for å finne ut hvordan den formidlet naturvitenskap. All tekst ble derfor lest nøye igjennom flere ganger for å finne innhold av naturvitenskap. Ved å lese gjennom bøkene flere ganger forsøkte jeg å sikre at all relevant data ble registrert. Datainnsamlingen ble gjennomført ved hjelp av tabeller. I tabellen skrev jeg inn den aktuelle tekstdelen helt ordrett, noterte hvilken bok, kapittel og sidetall som utdraget hørte til. Dette for å gjøre det enkelt å finne tilbake til hvert utsagn for kontrollering. Et eksempel på strukturen i tabellen vises i tabell 2 på s.20.

3.1.3 Gjennomføring av analyse og kategorisering av datamaterialet

De innsamlede tekstutdragene, skulle videre kategoriseres. Jeg benyttet først det som Postholm (2005, s. 88) kaller åpen kategorisering. Åpen kategorisering vil si å navngi fenomener etter en nøye gjennomgang av datamaterialet. Ved gjennomlesing av mitt datamateriale stilte jeg meg selv spørsmål om hva hvert enkelt utdrag fra læreverket egentlig sa om naturvitenskap, og fortolket utdraget ut i fra dette. Fortolkningene mine hadde bakgrunn i den teorien jeg nettopp hadde lest om konsensus syn om NOS. Postholm (2005, s. 89) forklarer at forskerens teoribakgrunn ofte gjenspeiles i den åpne kategoriseringen. Det viste seg at mange av disse forklaringene ble tilsynelatende like, og etter en gjennomgang og noe bearbeiding av disse forklaringene, ble det mulig å omformulere forklaringene til det som ble underkategorier. Jeg startet å kategorisere tekstutdragene fra kapittel 1 og 2 i Tellus 8. Disse kategoriene ble videre gruppert inn under hovedkategorier som kunne si noe overordnet om flere av underkategoriene. Kategoriene ble videre knyttet opp mot NOS, slik at det skulle bli mulig å se hva læreverket formidlet om NOS. Deretter benyttet jeg de samme hoved- og underkategoriene på det datamaterialet fra de resterende kapitlene i læreverket. Det viste seg da et behov for å lage noen nye underkategorier, da det kom frem nye sider ved naturvitenskapen i disse delene av læreverket. Ved å ta for meg kategori for kategori, og fortolke hva de ulike delene av læreverket

formidlet om naturvitenskap, fikk jeg resultater som videre kunne diskuteres opp mot mine spørsmål.

Tabell 2: Eksempel på tabell til datainnsamling

Bok	Kap	Side	Data	Underkategori	Hovedkategori
8	3	68	A3.68. (...) men mange forskere vil gå mye lengre tilbake i tiden. De er nysgjerrige etter å finne ut av menneskets forhistorie. (...) det er funn som tyder på at våre eldste forløpere dukket opp på slutten av tertiærtiden.	Naturvitenskap er et forsøk på å forstå/forklare naturen	Hva er naturvitenskap
8	3	58	A3.58. Lenge trodde forskerne at grafitten i disse bergartene må ha vært dannet av levende celler, men i dag vet vi at grafitt kan dannes uten at det er liv til stede.	Vitenskap i endring	Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages

Gjennom en slik tabell som vises i tabell 2 er det mulig å sortere hva de ulike hovedområdene presenterer av ulike sider ved naturvitenskap. Dermed kan jeg besvare mine forskningsspørsmål og få et bilde av hvordan læreverket representerer NOS, og i hvilke deler av bøkene hva kommer frem. De tekstutdragene som er å finne i disse tabellene i vedlegg 1-5, utgjør en del av datamaterialet til denne undersøkelsen. I tillegg til utdragene fra læreverket ble også helheten i det boka forklarte fortolket og inkludert i analysen.

3.3 Forskerens rolle i kvalitative studier

Ved å forske på lærebøker i stedet for levende mennesker, var det ikke nødvendig å ta hensyn til hvordan jeg skulle forberede studiens deltakere til undersøkelsene, og deres selvfølelse. Mennesker kan i mange tilfeller påvirkes av at de vet de blir forsket på. Å analysere dokumenter kan beskrives med det engelske uttrykket «unobtrusive measure», som vil si at dokumentet som jo er dødt, ikke kan vite at det forskes på og brukes til en studie. Ergo vil dokumentet fremstå på lik måte når det blir brukt til forskning og ved vanlig bruk (Robson, 2002, s. 349). Samtidig måtte jeg som forsker være bevisst på at forforståelsen er med å påvirke hva man observerer og hvordan man tolker og vektlegger dataene (Johannessen et al., 2016, s. 38; Thurén et al., 2009, s. 70). Ved å gjennomføre kvalitative studier bruker jeg meg selv som instrument for datainnsamling og analysering. For at lesere skal kunne kontrollere det jeg har gjennomført enkelt mulig, benyttet jeg oversiktlige skjema, slik at det var lett å kunne slå opp i lærebøkene for å vurdere mine fortolkninger.

3.4 Utvalg

Ettersom NOS er et begrep med flere mulige definisjoner, og som dessuten i seg selv er i forandring, var jeg nødt til å skaffe et overblikk over hva som var konsensus syn på NOS. I oppstartsfasen av prosjektet måtte jeg også gjøre et utvalg for hvilke bøker som skulle analyseres.

3.4.1 Definisjon på Nature of Science

For å undersøke bøkernes fremstilling av naturvitenskap måtte jeg vite hva jeg skulle se etter. Ettersom det ikke eksisterer en bestemt definisjon på NOS, måtte jeg avklare begrepet før gjennomføringen av studien. NOS er dessuten et tentativt begrep, som endrer seg i takt med samfunnet og naturvitenskapen. Ved å gå gjennom en mengde litteratur om NOS fikk jeg en forståelse for hva som var konsensus syn på NOS. I teorikapitlet refererer jeg til en del av denne litteraturen, og ser på hvordan NOS blir forklart i relevant litteratur. Ved å se hva som går igjen om NOS i forskningslitteraturen, valgte jeg ut noen sider som jeg mente ga en god forklaring på begrepet ut i fra konsensus syn. Disse ulike sidene ved NOS som vil bli vektlagt i denne studien blir forklart i Tabell 1 på s. 4.

3.4.2 Utvalg lærebøker

Jeg valgte å analysere tre bøker fra et læreverk, for å lettere kunne se en helhetlig tanke hos forfatterne. Det finnes fem ulike læreverk i naturfag for norsk ungdomsskole, Tellus 8-10, Eureka! 8-10, Nova 8-10, Trigger 8-10 og Natur og univers 1-3. Valget falt på Tellus 8-10 fordi jeg ønsket å undersøke et læreverk hvor man startet med et introduksjonskapittel hvor naturvitenskap og naturfaget ble presentert. På denne måten kunne jeg undersøke om læreverket uttrykker samme syn på naturvitenskap gjennom hele læreverket, eller om det sier imot seg selv.

3.5 Studiens kvalitet

En måte å si noe om en studies kvalitet er gjennom dens pålitelighet og troverdighet. Begrepet reliabilitet sier noe om undersøkelsens pålitelighet og målesikkerhet. Man skal kunne stole på

at målingene er korrekt og nøyaktig utført. En undersøkelse kan sies å være reliabel om en annen forsker undersøker det samme fenomenet og får samme resultat, noe som betyr at resultatene er intersubjektivt testbare (Johannessen et al., 2016, s. 40; Thurén et al., 2009, s. 32). Etterprøvbareheten kan for øvrig være vanskelig i en kvalitativ undersøkelse fordi resultatene hviler på den enkelte forskers datainnsamling og analyse. Forskeren kan gjennom å gi leserne en tydelig beskrivelse av gjennomføringen, en såkalt transparent fremgangsmåte, styrke påliteligheten (Johannessen et al., 2016, s. 230). I en slik kvalitativ analyse basert på fortolkning vil det alltid være muligheter for at noen andre ville fortolket ting annerledes enn meg. Jeg var tenkte derfor bevisst på om det jeg leste kunne forstås på flere måter. I noen tilfeller har enkelte utdrag fra teksten endt opp i flere kategorier, da jeg mente de kunne inngå flere steder. Jeg leste også bøkene flere ganger, fordi jeg etter å ha jobbet med undersøkelsen en stund kunne se ting i nytt lys.

Validitet eller gyldighet, sier noe om hvorvidt de aktuelle data representerer virkeligheten. Måler man faktisk det man er ute etter å måle? (Johannessen et al., 2016, s. 69; Ringdal, 2013, s. 96). I denne studien har jeg laget kategorier som jeg analyserer teksten ut i fra. Den teorien jeg har benyttet som bakgrunn for min analyse er det konsensus syn på NOS. Ved å støtte min lærebokanalyse på NOS-konsensus har jeg et sterkt teoretisk grunnlag å se læreverket ut i fra. Men mulige svakheter kan være at jeg feilaktig utelukker enkelte sider ved NOS, eller feilaktig inkluderer noe, noe som kan ha påvirket målesikkerheten min. Derfor var det viktig for meg å vise tydelig i resultatdelen min hvilke deler av bøkene som har blitt tolket som hva, for å være transparent.

4. Resultat og analyse

I dette kapittelet presenteres resultatene fra analysen. Denne studiens datamateriale består av tekstdelen i læreverket Tellus 8-10, og dette datamaterialet ble benyttet for å få svar på hvilket bilde av naturvitenskap som formidles gjennom læreverket. Fordi jeg ønsket å finne ut hvordan naturvitenskapens egenart ble presentert i ulike deler av læreverket, valgte jeg å dele datamaterialet inn etter de fem hovedområdene fra læreplanen. I LK06 er naturfagets kompetansemål gruppert under fem hovedområder. De ulike hovedområdene er forskerspiren, mangfold i naturen, kropp og helse, fenomener og stoffer og teknologi og design (Utdanningsdirektoratet, 2013). Fordi jeg først skulle sette introduksjonskapitlene opp mot de resterende delene av læreverket, utgjør analysen av introduksjonskapitlene (forskerspiren) del 4.1. Deretter presenteres analysen fra de resterende hovedområdene samlet i del 4.2. I diskusjonsdelen vil disse delene to delene settes opp mot hverandre for å kunne besvare forskningsspørsmålet om læreverket er konsekvent i sitt syn på naturvitenskap gjennom hele læreverket. Videre i 4.3 følger en oversikt over hvordan naturvitenskap presenteres i de ulike hovedområdene, hva som skiller dem og hva de har til felles. Til sist i 4.4 vil jeg ta for meg hvordan historiske eksempler benyttes for å formidle naturvitenskapens egenart. I tabell nr. 3 finnes en oversikt over hvordan jeg har valgt å gruppere de 24 kapitlene fra Tellus 8, 9 og 10.

Tabell 3: Fordeling av kapitler i de hovedområdene

Kap	Kapittelnavn	Knyttet mot naturfaglig tema
Tellus 8		
1	Naturfag og vitenskap – forsøk, kunnskap og teknologi	Forskerspiren
2	Målinger – viktige forskningsverktøy	Forskerspiren*
3	Jorda – den levende planeten	Mangfold i naturen
4	Materialer – alt til sitt bruk	Fenomener og stoffer**
5	Universet – nye horisonter	Fenomener og stoffer
6	Stoffenes verden – partiklenes byggverk	Fenomener og stoffer
7	Syrer og baser – stoffer med motsatt virkning	Fenomener og stoffer
8	Økologi – samspill i naturen	Mangfold i naturen
Tellus 9		
1	Grunnleggende kjemi – stoffer og reaksjoner	Fenomener og stoffer
2	Kroppen – samspill og styring	Kropp og helse
3	Rusmidler og tobakk – kunnskap, holdninger og valg	Kropp og helse***
4	Elektrisitet - ladningenes rundreise	Fenomener og stoffer
5	Vår elektriske verden – nyttig energi og fantastisk elektronikk	Fenomener og stoffer
6	Olje og gass – skattekammeret utenfor norskekysten	Fenomener og stoffer
7	Romforskning – med kurs for Mars	Fenomener og stoffer
8	Teknologi og design – fra idé til ferdig produkt	Teknologi og design
Tellus 10		

1	Celler og arv	Mangfold i naturen
2	Seksualitet – glede og ansvar	Kropp og helse
3	Energi og krefter – se hva som skjer	Fenomener og stoffer
4	Lys og syn – øyet som ser	Fenomener og stoffer
5	Organisk kjemi – kjeder av karbonatomer	Fenomener og stoffer
6	Veien til god helse – vitenskap og kjerringråd	Kropp og helse
7	Energi for framtiden – på vei mot en fornybar hverdag	Fenomener og stoffer
8	Den levende Tellus – vårt felles ansvar!	Mangfold i naturen

* Kapittel 2 i Tellus 8 handler om ulike måleenheter for tid, lengde, fart og masse. Begrepet fart og akselerasjon er riktignok knyttet til fenomener og stoffer, men kapitlets mål handler om å lære elevene om målinger som forskningsverktøy. På bakgrunn av dette har jeg valgt å se kapitlet i sammenheng med forskerspiren, selv om det også kunne vært knyttet til fenomener og stoffer

** Kapittel 4 i Tellus 8 heter «Materialer», og tar for seg alt fra metaller, glass, mur, betong, tre, papir og tekstiler. Jeg har valgt å kategorisere dette kapitlet som fenomener og stoffer, selv om det ikke står noe direkte om disse materialene der, fordi det er det hovedområde som tilsynelatende er mest passende.

*** Det står ingenting direkte om rusmidler i noen av læreplanens hovedområder. Men jeg valgte å sette kapitlet innunder kropp og helse da det ene kompetansemålet derfra handler om hvordan livsstil kan påvirke helsen vår, noe rusmidler kan relateres til.

Det viste seg dog etter å ha lest gjennom læreverket flere ganger at det ikke forekom noen konkrete data fra to av kapitlene, da kapitlene ikke formidlet noe om naturvitenskap. Dette gjaldt kapittel 7 i Tellus 8 og kapittel 2 i Tellus 9. Disse kapitlene handlet om syrer og baser, og hva som styrer kroppen, og inneholdt så mye informasjon om ulike undertema, at det trolig ikke var rom for å forklare naturvitenskapen som lå bak denne kunnskapen.

Utdragene fra læreverket er kategorisert i hovedkategorier og underkategorier. Kategoriene som er benyttet i analysen har en empirisk opprinnelse. Disse kategoriene kom frem da jeg tok utgangspunkt i NOS-konsensus og fant emneområder i læreverkets tekst, som var med å belyse de ulike sidene ved NOS. Noen av hovedkategoriene inngår i flere av de ulike sidene ved NOS, mens underkategoriene svarer bare til en side ved NOS. En oversikt over kategoriene og deres kobling til NOS vises i tabell 4.

Tabell 4: Kategoriens forbindelse til NOS

	Hva inngår i NOS:	Hovedkategori	Underkategori
1	Naturvitenskapen er en menneskelig bestrebelse og et forsøk på å forklare naturlige fenomener. Naturvitenskap er en måte å vite noe på ved at den stiller spørsmål om den naturlige og materielle verden. Naturvitenskapelig kunnskap foreslår en rekkefølge og konsistens i naturlige systemer.	Hva er naturvitenskap	Naturvitenskap er et forsøk på å forstå/forklare naturen.
2	Naturvitenskapelige ideer er et resultat av det sosiale og historiske miljøet de er en del av. Mennesker fra alle kulturer bidrar til naturvitenskap.	Kjennetegn ved vitenskapen Naturvitenskap i samfunnet	Vitenskapen er internasjonal Kvinner i vitenskapen Naturvitenskapen påvirker samfunnet Samfunnet påvirker naturvitenskapen Vitenskapen er prosjektbasert Enkeltforsker med stor innflytelse
3	Naturvitenskapelig kunnskap er basert på empiri og er teordrevet. Observasjoner er teoriladde og forskere kan tolke det samme datasettet ulikt. Forskere krever presis rapportering, fagfellevurderinger og erstattbarhet. Ny kunnskap må rapporteres presist og åpent. Naturvitenskapens utvikling kjennetegnes blant annet ved konkurranse mellom rivaliserende teorier.	Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter Kjennetegn ved vitenskapen	Observasjon er å oppfatte det viktigste Vitenskapelige undersøkelser kan gi oss kunnskap Forsøk/ eksperiment er systematiske og grundige undersøkelser som er viktige for naturvitenskap Forskere diskuterer Må formidle resultat Målinger kan være usikre
4	Forskere er kreative. Naturvitenskap har en kreativ og fantasifull side.	Kjennetegn ved vitenskapen	Vitenskapen er kreativ
5	Det er ikke én måte å utføre naturvitenskap på, og det fins derfor ingen universell trinn for trinn metode. Den naturvitenskapelige metode er en myte. Naturvitenskapelige undersøkelser benytter en stor variasjon i metoder.	Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter	Den naturvitenskapelige metode er en viktig fremgangsmåte Naturvitenskap handler om både prosess og produkt
6	Naturvitenskap er ingen komplett og ferdig samling av absolutte sannheter. Naturvitenskapelig kunnskap har en tentativ karakter og den er åpen for endring som resultat av ny evidens. Utvikling av nye naturvitenskapelige teorier skjer ofte på grunn av anomalier. Naturvitenskapens historie viser at naturvitenskap både har evolusjonell og revolusjonell karakter.	Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages	Noen ting tar lang tid å finne ut av Vitenskapen vs. myter Vitenskap i endring Forskjell på etablert kunnskap og under forskning Hverdagslige antakelser vs. vitenskapelige konklusjoner
7	Naturvitenskapelige modeller, lover, mekanikker og teorier forklarer naturlige fenomener. Naturvitenskapelig kunnskap støtter seg i stor grad, men ikke utelukkende på observasjon, eksperimentelle bevis, rasjonelle argumenter, kreativitet og skepsis. Naturvitenskapelige lover og teorier er ikke det samme. Lover og teorier spiller ulike roller i naturvitenskap, og elever må merke seg at teorier ikke omgjøres til lover selv om bevisbyrden er sterk.	Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter	Hypotese er en antakelse Teorier er hypoteser/konklusjoner det er stor enighet om

8	Naturvitenskap og teknologi påvirker hverandre.	Naturvitenskap og Teknologi	Teknologi og naturvitenskap i gjensidig påvirkning Teknologi er ikke noe nytt Naturvitenskapen påvirker teknologien Teknologi påvirker naturvitenskap Teknologi påvirker verden
---	---	-----------------------------	---

4.1 Analyse av forskerspiren

(Kapittel 1 og 2 fra Tellus 8)

4.1.1 Hva er naturvitenskap

Denne kategorien tar for seg hvorfor vi holder på med naturvitenskap, og at naturvitenskap er mer enn bare produktene, ettersom de naturvitenskapelige prosessene også er vesentlige. Gjennom introduksjonskapitlene vises det tydelig at naturvitenskapen handler om prosess, og at vi bedriver naturvitenskap fordi vi er nysgjerrige, og har et behov for å undersøke naturen. Naturvitenskapens produkter kommer ikke like tydelig frem igjennom disse to kapitlene.

Naturvitenskap handler om både prosess og produkt

Læreverket viser at naturvitenskap handler vel så mye om prosessene bak kunnskapen som kunnskapen i seg selv. Gjennom å presentere hvordan forskere jobber, og å vise at et kjennetegn ved naturvitenskap er nettopp det å undersøke fenomenene, fremmes prosessaspektet ved naturvitenskap. Det at læreverket fokuserer på metodene bak naturvitenskap, kan forstås som at de ønsker å formidle at naturfaglige arbeidsmetoder er spesielle, og et viktig aspekt ved naturvitenskap. Naturvitenskapelige produkter er ikke vektlagt i disse to kapitlene, da de fokuserer på å beskrive hva naturvitenskap er, hvem som bedriver det, og hvordan de gjør det.

Naturvitenskap er et forsøk på å forstå/forklare naturen

Læreverket starter kapittel 1 med å presentere en rekke spørsmål knyttet til ulike naturfaglige tema.

Kan en fisk oppleve smerte når vi tar den av fiskekroken? Flyter egg i vann? Hvordan virker en mobiltelefon? Er det sant at for hvert år som går, får marihøner en ekstra prikk

på ryggen, og trær en ekstra ring i stammen? Hva skjer med temperaturen i vann hvis vi fortsetter å varme opp vannet etter at det har begynt å koke? Finnes det liv andre steder i universet? Hva er en solstorm? Hvis vi først begynner å undre oss, kan vi stille mange slike spørsmål (Tellus 8, s.7)¹

I introduksjonskapitlene kan vi se at mennesker er nysgjerrige, og stiller spørsmål om omgivelsene sine. Dette behovet for å kunne forstå eller forklare fenomener i naturen går helt tilbake til de første menneskene, der det å kunne forstå omgivelsene var viktig for overlevelse. At undring og nysgjerrighet er det som gjør at mennesker vil undersøke fenomener, illustreres med et historisk eksempel som sier at Galilei ble nysgjerrig på hva som bestemte svingebevegelsen til en lysekrone, og derfor begynte å undersøke dette vitenskapelig (Tellus 8, s.10). Menneskelig nysgjerrighet ligger bak naturvitenskapen fordi det er nysgjerrigheten som driver oss til å forsøke å svare på våre spørsmål.

4.1.2 Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter

Denne kategorien skal ta for seg hva som kjennetegner naturvitenskapelige metoder, og hvordan man går frem for å finne ut noe om naturen. Kategorien kan knyttes opp mot det NOS-konsensus sier om at det er stor variasjon i metodene som benyttes, og at naturvitenskap består av empiri. Det underliggende synet introduksjonskapitlene presenterer om naturvitenskapens fremgangsmåter er noe forvirrende. På den ene siden vises en rekke ulike måter å undersøke naturlige fenomener på, og på den andre siden trekker læreverket eksplisitt frem en metode kalt den naturvitenskapelige metode, som også inkluderer en detaljert fremgangsmåte. Videre i kapitlet vises det at eksperimenter på laben også trekkes frem som en særdeles viktig fremgangsmåte. At det å undersøke er et kjennetegn på naturvitenskap, som skiller naturvitenskapen fra tidligere tiders filosofiske tanker og forklaringer på naturen, forklares også gjennom forskerspiren.

Den naturvitenskapelige metode er en viktig fremgangsmåte

I løpet av det første kapitlet nevnes uttrykket «den naturvitenskapelige metode», formulert i bestemt entallsform, et par ganger. På grunn av den bestemte entallsformen begrepet omtales

¹ Alle utdrag hentet fra lærebøkene refereres til Tellus 8, 9 eller 10, og ikke forfatterne, for enklest mulig oversikt.

med, får man inntrykk at det bare finnes en enkelt naturvitenskapelig metode for å utføre naturvitenskapelig forskning. Men om man ser på sammenhengen ordet beskrives i, kan dette synet endre seg:

Du skal også lære om den naturvitenskapelige metode, som er en viktig arbeidsmåte i mange forsøk (Tellus 8, s.7).

Begrepet omtales riktignok som viktig, men samtidig kan formuleringen viktig arbeidsmåte i mange forsøk bety at det faktisk finnes flere måter å arbeide på. Denne fremstillingen kommer også frem et par sider lenger bak, hvor det står at:

Men vi har ikke alltid brukt forsøk og vitenskapelige metoder for å lete etter svarene. Mange av forklaringene menneskene hadde i gamle tider, var både spennende og fantasifulle (Tellus 8, s.9)

Dette utsagnet fremstiller ganske klart at det finnes flere metoder som er vitenskapelige. Altså fremstiller læreboka både at det finnes en metode naturvitenskapelig metode, og at det er flere ulike metoder. Den naturvitenskapelige metoden kommer også frem i et historisk eksempel som omhandler Galileis forskning:

Han praktiserte det som siden er blitt kalt *den naturvitenskapelige metoden* (Tellus 8, s.12).

I stedet for å bare beskrive fremgangsmåten som Galilei benyttet, presiseres det at han brukte den naturvitenskapelige metode. Begrepet skrives også i kursiv, slik at det står ut fra resten av teksten. Det er tydelig at forfatterne ønsker at leseren skal merke seg begrepet, og dette er et vanlig virkemiddel som benyttes i læreverket for å utheve viktige ord, slik som «genteknologi» i Tellus 10, s.31. Den siste gangen den naturvitenskapelige metode nevnes, er i en egen tekstboks, hvor metoden presenteres som en tre-steps oppskrift:

Den naturvitenskapelige metoden kan oppsummeres slik:

1 Hypotese: Du undrer deg over noe og prøver å tenke ut en mulig forklaring. Denne forklaringen blir da din hypotese.

2 Eksperiment: Du må teste ut hypotesen for å se om den holder eller ikke. Det gjør du ved å utføre eksperimenter. De må være godt planlagt, og de må utføres systematisk. Det gjelder å observere nøyaktig, og bare én ting av gangen. Da vil du kunne avsløre om hypotesen er feil. Resultatene beskrives og tolkes.

3 Konklusjon: Dersom både dine egne og andres eksperimenter stemmer med hypotesen, er det sannsynlig at hypotesen er riktig. Hvis ikke, må den forkastes (Tellus 8, s.12)

Ved å presentere en slik oppskrift på en fremgangsmåte kan man få inntrykk av at dette er en universell og korrekt måte å utføre naturvitenskap på. At det står at metoden kan oppsummeres slik, kan tolkes som at den kan utføres slik, men at det også er muligheter for tilpasninger. Uansett forsterker denne oppskriften følelsen av at begrepet er svært sentralt i naturvitenskapen, og at nettopp dette er den korrekte måten å utføre naturvitenskapelige undersøkelser på.

Vitenskapelige undersøkelser kan gi oss kunnskap

I kapittel 1 forklares det hvordan undersøkelser kan svare på spørsmål, at forskere gjør undersøkelser, og at nettopp det å undersøke er et kjennetegn på naturvitenskapelig arbeid.

Noen av spørsmålene kan vi svare på gjennom å gjøre undersøkelser selv. Hvis vi vil finne ut om et egg flyter i vann, kan vi legge det oppi et glass med vann og se hva som skjer. Vi må bruke litt mer tid for å finne ut hva som skjer med temperaturen i kokende vann. Bakerst i kapitlet ser du hvordan du og resten av klassen kan undersøke dette. I naturfag skal du lære hvordan vi kan gjøre undersøkelser både i naturen og i laboratoriet for å finne svar på noe av det vi lurer på (Tellus 8, s.7).

At boka eksplisitt beskriver at noen spørsmål kan besvares gjennom å gjøre undersøkelser selv, kan vise at noen spørsmål er enkle å undersøke, mens andre er forbeholdt forskere. Videre beskrives en enkel fremgangsmåte for å besvare et av de enkle spørsmålene. Dette kan legge opp til at noen svar kan man enkelt får ved hjelp av enkle undersøkelser. At det andre forsøket ikke beskrives direkte i teksten, men henvises til senere i kapitlet, viser at dette er gjennomførbart, men krever mer. Dette kan tolkes som at hvordan man undersøker noe, kommer an på hva som skal undersøkes, og at det er forskjell på hvor krevende undersøkelser er. Hva man undersøker avgjør fremgangsmåten. Den siste setningen i utsagnet understreker at undersøkelser også svarer på naturvitenskapelige spørsmål. Formuleringen med undersøkelser i naturen og laboratoriet, kan knyttes til at også forskere bruker undersøkelser for å svare på spørsmål.

At det å bruke undersøkelser for å besvare spørsmål, er et kjennetegn ved naturvitenskap, kommer frem i følgende utsagn:

Tidligere hadde mange naturfilosofene gjort seg tanker om og beskrevet hvordan naturen måtte være. Galilei var altså blant de første som baserte beskrivelsen sin av naturen på hypoteser, eksperimenter og observasjoner. Siden har denne måten å arbeide på vært et av naturvitenskapens kjennetegn (Tellus 8, s.12).

Det at man først leser om naturfilosofers tanker om naturen, for deretter å lese om Galileis hypoteser/eksperimenter/observasjoner, setter disse metodene opp mot hverandre. Den siste setningen i utsagnet understreker at det å undersøke er et kjennetegn ved naturvitenskap. Altså var det ikke nok å bare tenke og filosofere, man måtte undersøke fenomenet. Dette kommer også frem i et annet sitat:

Det fortelles at Galilei slapp kuler med ulike tyngde fra det skjeve tårn i Pisa, for å bevise at lette gjenstander faller like fort som tunge (Tellus 8, s.11).

Her brukes ordet bevis til å knytte sammen en undersøkelse og en antakelse. Dette kan bety at siden han måtte undersøke for å bevise sin antakelse, var det ikke godt nok å bare anta at det hang sammen slik. Det var ikke før han fikk undersøkt fenomenet at han kunne si at det var sikkert.

Forsøk/eksperiment er systematiske og grundige undersøkelser som er viktige for naturvitenskap

Eksperiment får tildelt en stor rolle i naturvitenskapen gjennom kapittel 1. Over fire sider av kapitlet er viet til informasjon om hvordan man arbeider på laben. Her forklares sikkerhet på laben, leseren blir presentert for lab-vettregler, og informasjon om blant annet giftige og helsefarlige stoffer. Dette kan for det første legge opp til at eleven (leseren) skal arbeide mye på lab, men samtidig kan dette være med å underbygge at eksperimenter og undersøkelser på laben er en svært vesentlig del av naturvitenskapen. Gjennom introduksjonskapitlene beskrives forsøk og eksperimenter som særlig systematiske og viktige undersøkelser, og et par eksempler beskriver en grundig fremgangsmåte.

Han prøvde ut ulike hypoteser etter tur. Først testet han ut hva lengden på pendelsnora hadde å si, så tyngden osv. Én ting av gangen. Han kunne ikke gjøre alle forandringene

samtidig, for da ville han ikke vite hvilken forandring som hadde betydning. Og han måtte følge nøye med, og notere det han observerte (Tellus 8, s.11).

At Galilei skal ha gjort en forandring av gangen for å vite hva som påvirket svingetiden, kan knyttes til at det var en systematisk undersøkelse. At han fulgte nøye med og tok notater, kan kobles til å være grundig. Eksperiment beskrives dessuten som et kjennetegn på hva som er naturvitenskapelig.

De som var opptatt av å forstå det som skjer i naturen, begynte å gjøre eksperimenter for å teste ideene sine. Den moderne naturvitenskapen var i ferd med å ta form (Tellus 8, s.10).

Det at man måtte gjennomføre eksperimenter for å teste ideene sine, viser at det ikke var nok å bare tenke seg til hvordan noe var. Skillet mellom det å ikke teste ideer eksperimentelt og det å gjøre det, uttrykkes å være starten på den moderne naturvitenskapen. Naturvitenskap bygger på empiri.

Observasjon er å oppfatte det viktigste

Begrepet observasjon får ingen vesentlig plass i de to første kapitlene. Begrepet inngår kun i et utdrag, og det å observere finnes heller ikke som et slags underliggende budskap andre steder i teksten.

Å observere er mer enn å bare se. Det er å klare å skille ut hva som er viktig av det som skjer, og å registrere dette nøye (Tellus 8, s.11).

At observasjon kobles til det å se, kan tolkes som at observasjon skjer ved hjelp av synssansen. Det at å observere er *mer* enn å se, kan bety at det holder ikke bare å se, man må tenke på en spesiell måte, og følge med. Ordet registrere kan ha flere meninger. Enten kan det bety å merke seg hva som skjer, eller så kan det bety å notere ned de data man får. Begge deler kan sies å være relevante for det å samle inn informasjon om et fenomen, men det kan være stor forskjell i det å bare merke seg hva som skjer eller å notere det ned, så formuleringen kan kanskje sies å være noe upresis.

Hypotese er en antakelse

Begrepet hypotese forklares i introduksjonskapitlet som en antakelse som kanskje kan forklare en sammenheng mellom noe. Eksemplet om Galileis hypotese om hvordan ting faller brukes for å illustrere at han tenkte seg til at vekt kunne spille inn, og at han deretter testet fenomenet for å kunne besvare disse gjetningene.

4.1.3 Kjennetegn ved naturvitenskapen

Denne kategorien viser til hva som kan sies å være kjennetegn ved naturvitenskap, og viktige sider ved naturvitenskap. Herunder innfattes hvor naturvitenskap foregår, og hvem som arbeider med vitenskapen, og hvilke menneskelige sider som påvirker vitenskapen. Dette kan kobles til NOS-konsensus som sier at naturvitenskap som en sosial institusjon, at naturvitenskapen benytter fagfellevurderinger og at forskere er kreative.

Vitenskapen er kreativ

Gjennom noen historiske eksempler fra vitenskapens historie tegner læreverket et bilde av at menneskelig kreativitet har sin plass i naturvitenskapen. At Galilei brukte en kule i snor for å etterligne pendelbevegelsen til lysekronen er et eksempel på kreativ tekning (Tellus 8, s.11). Læreverket beskriver Leonardo da Vinci som en kreativ person, og viser til hvordan han var særdeles iderik og oppfinnsom. Han klarte å tenke på nye måter og tegnet en rekke oppfinnelser som strengt tatt var forut for sin tid. Det kommer frem at kreativitet er det menneskelige aspektet som er med på å videreutvikle naturvitenskapen ved hjelp av nye tanker, ideer og fremgangsmåter som kunne løse problemer på en smart måte.

Vitenskapen er prosjektbasert

Gjennom to utdrag fra teksten formidles det eksplisitt at dagens naturvitenskap kjennetegnes av at forskere samarbeider og typisk arbeider i prosjekter. En kort forklaring om et romteleskop viser også at romforskning er prosjektbasert. Men i resten av introduksjonskapitlene vises naturvitenskap og forskning kun gjennom enkeltpersoner og deres tilsynelatende selvstendige undersøkelser.

Vitenskapen er internasjonal

Læreverket beskriver at forskningsprosjekt foregår over hele verden, og at det ofte samarbeides på tvers av landegrenser. Ved å lese eksemplene som læreboka bruker for å forklare naturvitenskap, presenteres man kun for forskere fra Europa og USA.

Det har skjedd store endringer innenfor arbeidet med naturvitenskap. I dag er det en stor andel kvinnelige forskere, man arbeider ofte sammen, og i større forskningsprosjekter er det gjerne samarbeid over landegrensene (Tellus 8, s.20)

At ulike nasjoner samarbeider om den samme forskningen ser ut til å være et nytt fenomen ifølge læreverket.

Enkeltforsker med stor innflytelse

Gjennom introduksjonskapitlene blir vi presentert for en noen kjente vitenskapsmenn. Historiene om dem benyttes for å formidle hva som kjennetegner naturvitenskap. I historien om Galilei formidles hans nysgjerrighet som bakgrunn for forskningen, og hvordan han kreativt tenkt ut en måte å undersøke fenomenet på. Begrepene hypotese og observasjon blir forklart gjennom denne historien, vist med eksempler fra hans arbeid. Hvordan han undersøkte fenomenene forklares, og det kommer frem at de var strukturerte og godt planlagt.

Kvinner i vitenskapen

I introduksjonskapitlet viser det seg at kvinner i naturvitenskapen nevnes både direkte og indirekte sjeldnere enn menn. At det er færre kvinner i vitenskapshistorien enn menn, påpekes på side 19. Dette forklares med at det ikke var vanlig for kvinner å ta lengre utdanning tidligere. Som en slags motvekt til dette presenterer læreverket et eget avsnitt om Marie Curie, etter å ha omtalt en rekke vitenskapsmenn i ett og samme avsnitt rett før. I avsnittet kan vi lese om hennes store suksess og to nobelpriser. Trolig har forfatterne valgt å gi henne et eget avsnitt for å bevisst vise at også kvinner har bidratt i naturvitenskap. Like fullt fremstilles hun som et sjeldent tilfelle, og ved å velge å trekke frem en så genierklært kvinne, kan man få inntrykk av at hun var en av få som lyktes. Dette kan skape et syn om at kvinner flest holder ikke på med vitenskap, eller at det skal mye til for å lykkes. Det kunne kanskje gitt andre signaler om man hadde valgt

å vise flere kvinner, med ulik posisjon i naturvitenskapen for å vise at også vanlige mennesker og vanlige kvinner bidrar i naturvitenskap.

Må formidle resultat

På side 20 i introduksjonskapitlet kan vi lese at:

Resultatene fra ulike forskningsprosjekter blir presentert i vitenskapelige tidsskrifter eller databaser på Internett. Vi sier at resultatene *publiseres* på den måten får forskere tilgang til hverandres resultater og kan gjøre egne undersøkelser innenfor det samme fagfeltet. Dette kan føre til nyttige diskusjoner rundt metoder, resultater og konklusjoner, som igjen kan bidra til å bringe forskningen videre (Tellus 8, s.20).

At resultater publiseres slik at andre forskere får tilgang og kan gjøre sine egne undersøkelser, kan bety at forskere følger med på hva andre gjør, og holder seg oppdatert på det som blir gjort på utvalgt fagområde. At dette kan føre til nyttige diskusjoner og bringe forskningen videre kan tolkes som at forskere leser resultatene med et kritisk blikk, og vurderer arbeidet som er gjort. På denne måten kan en diskusjon være med på å se en sak fra flere sider, både for den som gjennomførte det, men også de som kritisk leser og gjennomgår det som er publisert. Det at dette bringer forskningen videre kan bety at forskernes diskusjoner fører til strengere krav, enighet om hvordan noe skal gjennomføres, og kanskje at forskere skjerper seg fordi de vet at alt de gjør vil granskes nøye. Altså kan dette utdraget tolkes som at publikasjon av resultater er en grunnleggende og viktig del av naturvitenskapen, fordi man får en kontroll av hva som er gjort og hva resultatene viser.

Forskere diskuterer

At forskere diskuterer seg imellom og utveksler synspunkter kommer frem gjennom læreverkets introduksjonskapitler. Videre kommer det frem at denne diskusjonen er grunnlaget for nettopp det å kvalitetssikre naturvitenskapen.

Mens lærebøker og skoler ofte vektlegger den etablerte naturvitenskapen som det er bred enighet om, formidler aviser og medier i mange tilfeller nyhetsstoff om områder der forskere ikke er enige, fordi de tolker resultatene ulikt og kommer fram til ulike konklusjoner. Denne uenigheten er ikke et tegn på dårlig forskningsarbeid. Det er tvert

imot utvekslingen og diskusjonene mellom forskere som sikrer kvaliteten på de naturvitenskapelige teoriene som etableres etter hvert som tiden går (Tellus 8, s.20)

Læreverket skiller her mellom etablert kunnskap som forklares at har «bred enighet» og det som forskerne ikke er enige om. Denne forklaringen viser at det som forskere flest er enige om, kan kalles etablert kunnskap. Videre står det at uenighet ikke er et tegn på dårlig forskningsarbeid, men at det er denne som sikrer kvaliteten på naturvitenskapelige teorier. Det er mulig å tolke dette som at uenighet fører til synsutveksling og diskusjon, noe som kan i sin tur fører til at forskere må tenke over andres synspunkt og andre muligheter, og at forskere nøye og kritisk går igjennom arbeid som er utført. På sikt kan dette føre til mer og mer enighet, før man kanskje ender opp med nye etablerte teorier som er godt kvalitetssikret.

4.1.4 Naturvitenskap i samfunnet

Denne kategorien er ment for å se på forholdet mellom naturvitenskap og samfunnet for øvrig. Hvordan naturvitenskapen er en del av det sosiale og historiske miljøet den utøves i. At NOS sier at naturvitenskapelige ideer er et resultat av det sosiale og historiske miljøet de er en del av kan forstås gjennom denne kategorien. Funnene fra introduksjonskapitlet fremstiller naturvitenskapen som en slags gjenspeiling av samfunnet, hvor det som skjer i samfunnet får etterfølger i naturvitenskapen. Samtidig har det som skjer i naturvitenskapen påvirkning på verden for øvrig, og det er altså et toveis forhold mellom samfunnet og naturvitenskapen.

Samfunnet påvirker naturvitenskapen

Et utdrag fra teksten beskriver en rekke endringer som har skjedd i naturvitenskapen:

Det har skjedd store endringer innenfor arbeidet med naturvitenskap. I dag er det en stor andel kvinnelige forskere, man arbeider ofte sammen, og i større forskningsprosjekter er det gjerne samarbeid over landegrensene (Tellus 8, s.20)

Følgende tekstutdrag beskriver kjennetegn på dagens forskning, og påpeker at dette er etter store endringer i naturvitenskapen. Det at kvinner har tredd inn i naturvitenskapen kan kobles til endringer i samfunnet. Tidligere var det ikke vanlig at kvinner tok lang utdanning og jobbet i slike yrker, men i takt med at det ble vanligere, økte andelen kvinner som forskere. At man ofte samarbeider i naturvitenskapen kan være et resultat av at forskning har endret seg fra å være noe man bedrev fordi man personlig lurte på noe, til det at samfunnet etterspør kunnskap.

Dette kan være en bakenforliggende årsak til at forskere nå jobber sammen på prosjekt, slik at man enklest mulig skal kunne forske på det som samfunnet etterspør. Det samme gjelder for landegrensene, da utvalget av spesialiserte forskere ikke nødvendigvis følger landegrensene, men at man velger de beste tilgjengelige. Samtidig er verden mye mer globalisert, og kommunikasjon over lange avstander går mye raskere, og dette kan spille inn på at vitenskapen nå er blitt mye mer internasjonal. Altså kan endringer i samfunnet tenkes å være årsaken til de endringene som det beskrives at har skjedd i naturvitenskapen.

Naturvitenskapen påvirker samfunnet

Naturvitenskapen har endret verden i sterk grad, noe læreverket begrunner med at naturvitenskapen har ført til moderne teknologi, som videre har bidratt til å endre hverdagen til mennesker. Disse endringene har også vært av negativ art. Samtidig så kan en stor del av de problemene verden står ovenfor i dag løses med naturvitenskap.

For å møte utfordringene trengs det engasjerte mennesker og dyktige politikere. Naturvitenskaplige kunnskaper er viktige når vi skal forvalte jordas ressurser og foreta fornuftige valg i fremtiden (Tellus 8, s.20).

Dette utsagnet knytter nok en gang naturvitenskap og samfunn sammen. Naturvitenskap «skjer» ikke av seg selv. For det første trengs engasjerte mennesker som kan spesialisere seg på å forsøke å løse problemene, og for det andre trengs dyktige politikere fordi det er de som er med å bestemme hva som skal prioriteres. Naturvitenskap kan derfor forstås som helt essensielt for å skape en best mulig verden for alle, fordi den påvirker samfunnet den er en del av.

4.1.5 Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages

Denne kategorien handler om hvordan kunnskap ikke er et ferdig produkt som ligger klar for å bli oppdaget. Naturvitenskap er tentativ, slik det påpekes i konsensus syn om NOS. Læreverket viser hvordan den etablerte kunnskapen vi har i dag skiller seg fra gamle myter, hverdagslige antakelser og det som er under utforskning. Samtidig vises det at kunnskap man tror stemmer kan endre seg, og at måleusikkerhet kan bety at en hypotese som virker sann ikke nødvendigvis er det.

Vitenskapen vs. myter

Myter forklares med menneskets behov for å forstå det som skjer i naturen, slik som ved fenomenet lyn og torden. For øvrig skiller myter seg fra naturvitenskap fordi mytene er forklaringer som bygger på fantasi, og ikke vitenskapelige undersøkelser. Det påpekes for øvrig på side 9 at myter er gamle fortellinger vi ikke tror på lenger. Altså har vi ved hjelp av naturvitenskap funnet ut årsaken til slike fenomener, og sett av mytene ikke stemmer.

Noen ting tar lang tid å finne ut av

Et eksempel i introduksjonskapitlene beskriver at det er enkelte ting vi vet i dag, som har vært en lang prosess for å finne ut av:

(...) og møte teorier og forklaringer som det har tatt menneskene flere tusen år å komme fram til (Tellus 8, s.7).

Dette utsagnet kan tolkes som at en del av den kunnskapen vi har i dag, ikke har kommet av seg selv. Det kan ha vært ting mennesker har undret seg over i hundrevis eller tusenvis av år, uten å klare å finne ut hva som ligger bak. Nettopp hvorfor det har tatt så lang tid å finne ut noen av dagens teorier og forklaringer er uvisst. En mulighet er at det er først nå vi har fått instrumenter som gjør det mulig å undersøke fenomenet skikkelig, fordi det er for utilgjengelig for våre sanser direkte. Det kan også hende at tidligere mennesker har holdt fast ved en feilaktig forklaring veldig lenge, og dermed ikke tatt seg bryet med å undersøke fenomenet nærmere. Selv om det er uklart hva som ligger bak denne langsomme prosessen, kommer det i alle fall tydelig frem at noen av teoriene har tatt svært lang tid å komme frem til.

Naturvitenskapen er en kontinuerlig søken etter forklaringer

Mennesker vet ikke alt, og det er fremdeles ubesvarte gåter vi forsøker å finne ut av.

(...) skal vi se at naturvitenskapen har funnet svar på noen av spørsmålene vi stilte i starten. Men ikke alle (Tellus 8, s.8).

På grunn av formuleringen som sier at vi har svar på *noen* av spørsmålene fra starten, sies det indirekte at det er ubesvarte spørsmål også. Dette utsagnet kan også tolkes som at det underbygger at det er naturvitenskapen og dens prosesser som har besvart de spørsmålene som

vi vet svaret på. Dette kan bety at man hele tiden har som mål å løse problemer, og forstå mer, men at det er en kontinuerlig prosess. Naturvitenskapen er evolusjonær, og i stadig utvikling.

Målinger kan være usikre

Selv om en hypotese ser ut til å stemme etter et gjennomført eksperiment, kan man ikke ta dette for gitt. Feilmålinger kan ha gitt feil resultat, eller man har for dårlige kunnskaper om emnet. Det kan også hende sansene har blitt lurt eller at man trekker gal konklusjon. Man kan aldri ta et resultat for gitt, og må vurdere mulige feilkilder. Det kommer også frem at diskusjoner av tolkningene kan være fornuftig. Dette viser en av grunnene til at man alltid må være kritisk til både sin egen og andres forskning.

Vitenskap i endring

Det kommer frem i introduksjonskapitlet at det man tror er sant ikke nødvendigvis viser seg å være det for all tid:

Vitenskapelige teorier – konklusjoner det er enighet om. De hypotesene og konklusjonene som ikke diskuteres lengre, blir en del av de etablerte vitenskapelige teoriene. I naturvitenskap brukes ordet «teori» om en grunnleggende beskrivelse som det er stor enighet om, for eksempel at livet på jorda har endret seg oppigjennom tidene. Men det har også forekommet at teorier som man mente var riktige, senere måtte forkastes. Ingen tror f.eks. at jorda er flat! (Tellus 8, s.13).

Forklaringen på vitenskapelige teorier kan forstås som at en stor mengde forskere har kommet frem til den samme konklusjonen, etter å ha diskutert den nøye. En teori er altså en beskrivelse som de aller fleste støtter. Men noen teorier har gått fra å bli ansett som riktige til å bli forkastet. Dette eksemplifiseres med at man tidligere trodde at jorda var flat. Dette kan forstås som at ingen teorier er garantert sanne, uansett hvor stor enighet det er om dem, og hvor mye de er undersøkt.

Forskjell på etablert kunnskap og under forskning

Gjennom kapitlet ser vi en forskjell mellom den forskningen som pågår nå, og den etablerte kunnskapen. Det kommer frem at det er mye vi ikke vet, men at vi forsøker å finne ut mest mulig. Det dukker hele tiden opp nye spørsmål, og derfor vil vi aldri komme til å forstå alt. Samtidig kan det se ut som at jo mer vi finner ut om et fenomen, jo flere spørsmål stiller vi ved dette fenomenet.

Mens lærebøker og skoler ofte vektlegger den etablerte naturvitenskapen som det er bred enighet om, formidler aviser og medier i mange tilfeller nyhetsstoff om områder der forskere ikke er enige, fordi de tolker resultatene ulikt og kommer fram til ulike konklusjoner. Denne uenigheten er ikke et tegn på dårlig forskningsarbeid. Det er tvert imot utvekslingen og diskusjonene mellom forskere som sikrer kvaliteten på de naturvitenskapelige teoriene som etableres etter hvert som tiden går (Tellus 8, s.20).

Dette utsagnet kan forstås som at det meste av kunnskap som presenteres i læreverket er en del av den etablerte kunnskapen.

Hverdagslige antakelser vs. vitenskapelige konklusjoner

Det er forskjell på hva man tror som følge av hverdaglig erfaring eller observasjon, og hva naturvitenskapen viser.

I naturvitenskapen leter forskerne etter sammenhengen mellom årsak og virkning, før de trekker slutninger. Et eksempel er hypotesen om at stråling fra høyspentledninger kan føre til kreft. Det har vært gjort store undersøkelser for å finne ut av dette. Flere personer som har bodd i boligområder nær høyspentledninger, har fått kreft. Men til tross for grundige undersøkelser har forskerne ikke funnet noen mekanisme som forklarer hvordan denne strålingen kan forårsake de forandringene som skjer i kroppen når et menneske får kreft. Konklusjonen er derfor at de ikke kan påvise noen slik sammenheng, selv om mange tror det må være en sammenheng. Dette eksempelet viser hvor stor avstand det kan være mellom hverdagslige antakelser og entydige vitenskapelige konklusjoner om sammenhengen mellom årsak og virkning (Tellus 8, s.12-13).

Formuleringene i dette utsagnet kan være noe selvmotsigende, da det først beskrives at forskere ikke har funnet noe som kan forklare hvorfor slik stråling kan gi kreft, og det senere står at de

ikke kan påvise en sammenheng. Det er mulig å statistisk se om det er en sammenheng mellom noe, selv om man ikke kan forklare hvorfor.

4.1.6 Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter

Denne kategorien tar for seg naturvitenskapelige produkter slik som teorier og lover, og hva disse er. I NOS-konsensus kommer det frem at lover beskriver sammenhenger mens teorier forklarer dem, og at en teori aldri kan bli en lov.

Teorier er hypoteser/konklusjoner det er stor enighet om

Et avsnitt i introduksjonskapitlet forklarer hva en vitenskapelig teori er:

Vitenskapelige teorier – konklusjoner det er enighet om. De hypotesene og konklusjonene som ikke diskuteres lengre, blir en del av de etablerte vitenskapelige teoriene. I naturvitenskap brukes ordet «teori» om en grunnleggende beskrivelse som det er stor enighet om, for eksempel at livet på jorda har endret seg oppigjennom tidene. Men det har også forekommet at teorier som man mente var riktige, senere måtte forkastes. Ingen tror f.eks. at jorda er flat! (Tellus 8, s.13).

At hypoteser/konklusjoner som ikke lengre diskuteres blir en del av etablerte teorier, kan tolkes som at forskning har vist at en hypotese stemmer, og som følge av forskeres kritiske evaluering av andres arbeid har denne hypotesen vært oppe til diskusjon og uttesting. Dette utdraget presenterer at «jorda er flat» som en tidligere teori. Altså var mange enige om denne teorien, men eksempelet viser at den er fremdeles ikke garantert sann. Videre beskrives det en teori som har blitt forkastet selv om man trodde den var riktig. Dette kan vise til at ingen teorier er trygge mot å bli forkastet i fremtiden. Selv om et stort flertall forskere tror at noe stemmer, kan det når som helst vise seg å ikke være sant. Ved å bruke eksemplet med at jorda var flat, viser man hvor radikalt feil man faktisk kan ta. Det er ganske fjernt den dag i dag å tenke på at noen faktisk trodde jorda var flat, så ved å bruke dette eksempelet illustrerer læreverket at teorier kan være helt gale. Dette eksempelet er dog veldig ekstremt, og slike radikale omveltninger skjer ikke nødvendigvis så ofte.

4.1.7 Naturvitenskap og teknologi

Denne kategorien tar for seg forholdet mellom naturvitenskap og teknologi. Konsensus syn om NOS sier at naturvitenskap og teknologi kan påvirke hverandre begge veier.

Teknologi er ikke noe nytt

Gjennom introduksjonskapitlene kommer det indirekte frem at teknologi ikke er et nytt fenomen:

Opp gjennom tidene har vi tatt i bruk mange hjelpemidler, både for å overleve, og for å finne ut mer om naturen. Det handler om å være oppfinnsom, tenke ut stadig bedre måter å lage ting på, og finne bedre materialer å lage dem av. Som en felles betegnelse for alle slike hjelpemidler og oppfinnelser bruker vi gjerne ordet *teknologi* (Tellus 8, s.10)

Formuleringen opp gjennom tidene kan tolkes som siden menneskets opprinnelse og fremover i tid. Altså kan man tolke det som at man helt fra menneskets opprinnelse har brukt såkalte hjelpemidler, eller teknologi. Teknologi skal ifølge teksten bidra til både overlevelse og for å finne ut mer om naturen. Denne forklaringen er ganske bred, da den innlemmer både redskaper for å overleve, men også for å lære mer om naturen. Altså må teknologi være et bredt felt som har hjelpemidler med mange ulike formål. Det kommer ikke frem noen eksempler gjennom dette utdraget, men på side 33 kan vi lese at:

Timeglasset er en gammel oppfinnelse der en viss mengde sand renner gjennom en trang åpning i løpet av en bestemt tid (Tellus 8, s.33).

Et timeglass er et redskap som måler tiden for oss. Ut i fra beskrivelsen av teknologi, må altså timeglasset være teknologi, fordi den nettopp er et slikt hjelpemiddel som mennesker har konstruert. Fordi det beskrives som en gammel oppfinnelse, er dette et bevis på at teknologi ikke er en moderne ting vi har fått de seneste år.

Teknologi påvirker verden

En overskrift på side 10 sier at:

Ny teknologi utvider verden (Tellus 8, s.10).

Det at ny teknologi utvider verden kan bety flere ting. For eksempel at verden blir større, fordi vi får tilgang til ting som er så små eller fjerne at vi vanligvis ikke kan se dem. Det kan også bety at vi får flere muligheter, som når boktrykkerkunsten eller internett kom, eller alle mulighetene man har med smarttelefoner. Uansett vil det å utvide verden bety at teknologi påvirker verden på ett eller annet nivå. Altså kan man ikke unngå at verden påvirkes når ny teknologi dukker opp. Teknologi er jo hjelpemidler eller redskaper, og ved å ta dem i bruk vil deler av livene våre bli lettere. Når ny teknologi kommer, vi tar den i bruk, og visse sider ved livene våre påvirkes.

Teknologi påvirker naturvitenskap

To eksempler viser hvordan teknologien har påvirket naturvitenskap:

For omtrent 400 år siden skjedde det noe viktig: Flinke glass-slipere i Nederland begynte å lage både kikkerter og mikroskoper. En helt ny «verden» åpnet seg (Tellus 8, s.10).

At det var viktig at kikkerter og mikroskoper ble oppfunnet, kan tolkes som at dette var nyttige redskaper. Formuleringen «en helt ny verden åpnet seg» kan bety at man nå fikk tilgang til fenomener så små eller så fjerne at man ikke kunne se dem med det blotte øyet. En helt ny verden kan referere til at man oppdaget mye nytt man aldri hadde sett før.

Etter hvert som den teknologiske utviklingen har ført til bedre måleinstrumenter, har naturvitenskapen utviklet seg. Mange av de metodene som brukes innenfor for eksempel medisin, er utenkelige uten utrolig nøyaktige måleinstrumenter (Tellus 8, s.33).

Det at teknologi og nye måleinstrumenter har utviklet naturvitenskapen kan forstås som at de nye redskapene har vært en viktig bidragsyter til å muliggjøre ny forskning, og at forskere fikk helt nye muligheter. Den siste delen kan henvise til at medisin krever utrolig presise mengder og muligheter til å måle nøyaktig, og at teknologien og de nye måleinstrumentene gjør det mulig å måle presis.

Naturvitenskapen påvirker teknologien

Naturvitenskapen utviklet seg voldsom i løpet av 1900-tallet. Den la grunnlaget for moderne teknologi, som gjør at verden ser ganske annerledes ut nå enn for bare 100 år siden (Tellus 8, s.20).

At den voldsomme utviklingen i naturvitenskap la grunnlaget for moderne teknologi, kan tolkes som at ny kunnskap som var et resultat av vitenskapen, kunne benyttes til å lage revolusjonerende redskaper og hjelpemidler. Begrepet moderne teknologi må tilsynelatende handle om nyere teknologi, og ut i fra sammenhengen kan man tolke det som teknologien etter 1900.

Teknologi og naturvitenskap i gjensidig påvirkning

Teknologi – vitenskap og oppfinnelser hånd i hånd. Utviklingen innenfor naturvitenskap har ført til en rekke nye oppfinnelser. (...) noen ganger kan det være motsatt, at en ny oppfinnelse eller en lur løsning på et praktisk problem fører til nye vitenskapelige oppdagelser. Oppfinnelsen av kikkerten førte for eksempel til at Galilei oppdaget fjell og daler på månen (Tellus 8, s.13)

Den første setningen kan forstås som at teknologi består av vitenskap og oppfinnelser. Videre forklares det at utviklingen innenfor naturvitenskap har ført til en rekke nye oppfinnelser, men at det også kan være motsatt.

Når ny teknologi utvikles, henger ofte vitenskap og oppfinnelser nær sammen og påvirker hverandre (Tellus 8, s.13)

Gjennom formuleringen om at vitenskap og oppfinnelser *ofte* henger nær sammen og påvirker hverandre, kan man tolke det som at det nødvendigvis ikke må være en sammenheng, men at teknologi kan oppstå uten naturvitenskap, og naturvitenskap kan bedrives uten teknologi.

4.2 Analyse av de resterende delene av læreverket

(Mangfold i naturen, kropp og helse, fenomener og stoffer, teknologi og design)

4.2.1 Hva er naturvitenskap

I resten av læreverket fremkom det at naturvitenskapen er noe vi holder på med på grunn av menneskelig nysgjerrighet, og at naturvitenskapen består av både naturvitenskapelige prosesser og produkter.

Naturvitenskap handler om både prosess og produkt

Gjennomgående i læreverket vises det frem at naturvitenskap dreier seg om både prosess og produkt, ved å presentere fremgangsmåter som ble benyttet for å finne ut av den aktuelle kunnskapen boka formidler. Flere historiske eksempler forteller om hvordan man kom frem til kunnskapen, og på denne måten fremkommer naturvitenskapen som prosess tydelig.

Priestley gjorde så et nytt forsøk hvor han fylte «ødelagt» luft i to glassklokker. I den ene plasserte han en mus sammen med en plante, i den andre bare en mus, slik tegningene viser. Musen som var alene, døde nesten med det samme, mens musen som var sammen med planten, overlevde. Priestley sa: «En mus ødelegger luft, mens en plante kan rense luft.» (Tellus 8, s.211)

Dette utdraget viser en historie knyttet opp mot temaet fotosyntesen. Denne historien er med på å formidle hvordan man kom frem til den kunnskapen man har i dag, og illustrerer at arbeid i naturvitenskapen er et viktig emne. Hadde læreverket utelukkende presentert de naturfaglige fakta som elever skal lære om, ville forfatterne vist et bilde av naturvitenskap der prosessene ikke hadde noen betydning.

Naturvitenskap er et forsøk på å forstå/forklare naturen

Læreverket uttrykker at mennesker i alle tider har undret seg over naturen, og prøvd å forstå hva som skjer i naturen. Både drivkraften og årsaken til at vi driver med naturvitenskap er menneskets ønske om å forstå. Boka viser eksempler på at denne menneskelige undringen gjelder både for enkeltmennesker og for forskersamfunn. Et historisk eksempel som viser hvordan et enkelt menneskes nysgjerrighet ligger bak naturvitenskap, er historien om Darwins reise.

Darwin syntes dette var merkelig og spennende. Hvordan var dyrene blitt så forskjellige? (Tellus 8, s.74).

Fordi læreverket begrunner hans nysgjerrighet for temaet som bakgrunnen til at han begynte å undersøke dette nærmere, viser de hvor grunnleggende denne undringen er for naturvitenskap. Om Darwin ikke hadde tatt interesse for temaet og begynt å undre seg, hadde han kanskje aldri startet å undersøke det som førte frem til evolusjonsteorien. Riktignok ville trolig noen andre ha gjort dette før eller siden.

Enkelte utdrag fra teksten kunne også vise at drivkraften bak forskningen kan skyldes at det er andre underliggende årsaker.

Det er stor interesse knyttet til stamcelleforskning, særlig det å dyrke celler (Tellus 10, s.11).

At det er stor interesse trenger ikke nødvendigvis bety menneskelig nysgjerrighet. Det kan like gjerne bety at det er mange som ønsker å forstå mer om dette temaet. En slik interesse kan komme av at det er et område med mange muligheter. At det kan være nyttig for oss å lære mer om akkurat dette området.

4.2.2 Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter

Det Tellus 8-10 fremstiller om naturvitenskapelige metoder, er at metoden som benyttes avgjør hvorvidt noe er vitenskapelig eller ikke. Videre viser boka at naturvitenskapelig kunnskap springer ut fra empiriske undersøkelser, hvor begrepene eksperiment og forsøk knyttes til særlig grundige undersøkelser.

Den naturvitenskapelige metode er en viktig fremgangsmåte

Gjennom kapittel 6 i Tellus 10 kommer det frem at nettopp naturvitenskapelige metoder er noe som kjennetegner naturvitenskap. Men i motsetning til kapittel 1 vektlegges det ikke en bestemt metode. Læreverket beskriver hvordan legevitenskapen inngår i naturvitenskapen og følgelig benytter seg av naturvitenskapelige metoder. Medisin følger disse strukturerte, vitenskapelige metodene fordi det er viktig å vite hvorvidt medisin og behandling faktisk fungerer, og for å få oversikt over bivirkninger. Til å avgjøre dette er man nødt til å bruke naturvitenskapens metoder. Læreverket viser også hvordan det å ikke benytte naturvitenskapelige fremgangsmåter avgjør at noe er uvitenskapelig.

(Om homøopati) Slike teorier kan virke fremmede i forhold til naturvitenskapelig tenkemåte (Tellus 10, s.192)

Dette utsagnet kan tolkes som at homøopati ikke kan anses som vitenskap, da den ikke benytter vitenskapelige metoder eller praksis. Dermed kan den heller ikke diskuteres og kontrolleres av medforskere senere for å kontrollere funnene.

Ifølge norsk lov er det tillatt å tilby ulike alternative behandlingsformer, men det er forbudt å reklamere med at behandlingen har *helbredende* virkning så lenge det ikke finnes vitenskapelig dokumentasjon for at dette virkelig er tilfellet. De som praktiserer alternativ medisin får dermed ikke hevde at de kan kurere kreft og andre alvorlige sykdommer (Tellus 10, s.192-193).

Den norske lov krever at for å kunne kalle medisin helbredende, må det finnes vitenskapelig dokumentasjon, altså må medisinen være vitenskapelig utprøvd og testet med gode resultater. Det vises en tydelig forskjell mellom naturvitenskap og uvitenskapelig alternativ medisin, som følge av metodene som benyttes.

Vitenskapelige undersøkelser kan gi oss kunnskap

Denne underkategorien utgjorde x antall data, og en lang rekke eksempler viser hvordan man via empiriske undersøkelser kan få kunnskap. Når læreverket skal presentere en eller annen form for kunnskap, gjøres det ofte gjennom en historisk fortelling om hvordan man kom frem til denne kunnskapen. Et slikt eksempel er historien om Darwin som samlet inn empirisk materiale på reisen sin for å finne ut mer om hvordan fortidens arter hadde forandret seg (Tellus 8, s.76). På denne måten forsøker boka å vise hva som ligger bak den kunnskapen vi har i dag, og at kunnskapen er basert på ulike typer undersøkelser, alt fra eksperiment til observasjon. Undersøkelser og empiri kan både forklare fenomener, begrunne tanker/teorier, og gi ny kunnskap.

Dette satte Jenner på ideen om å smitte folk med kukopper for å beskytte dem mot det fryktede koppeviruset, og i 1789 tok han sjansen på å vaksinere en 8 år gammel gutt med puss fra en kukoppeblære. Gutten ble uvel noen dager, men snart var han frisk igjen. Men for å få vite om han nå virkelig var beskyttet mot de farlige koppene, måtte Jenner utsette gutten for også *denne* smitten. Dette var mye farligere, men Jenner tok likevel sjansen (Tellus 10, s.184).

At det å kunne gjennomføre forsøk er vesentlig for å vite sikkert, kommer frem i eksempelet med Jenner og koppervaksinen. Denne historien viser at Jenner måtte gjennomføre en direkte undersøkelse av hvorvidt vaksinen hadde virket ved å prøve å smitte gutten med en potensielt dødelig sykdom. En svært risikabel handling, men fordi han ikke kunne vite hvorvidt vaksinen faktisk fungerte uten å påføre smitten, valgte han å utsette gutten for den farlige smitten. At

undersøkelser og empiri er vesentlige sider av naturvitenskapen forklares ikke direkte noen steder, men bekrefte bare gjennom de ulike eksemplene.

Forsøk/ eksperiment er systematiske og grundige undersøkelser som er viktige for naturvitenskap

Noen ganger benytter Tellus 8-10 begrepet forsøk eller eksperiment når de forklarer forskeres fremgangsmåte.

Ved hjelp av forsøk undersøkte Galilei hvordan legemer beveger seg og faller, og han fant fram til nye tenkemåter som var i strid med måten man hadde tenkt på i årtusener (Tellus 8, s.139).

I dette utdraget er det tydeligvis viktig for forfatterne å påpeke at han brukte forsøk. Det trengtes visstnok en presisering av fremgangsmåten, da det ikke var nok å si at han undersøkte dette. Ordbruken kan tyde på at nettopp forsøk er en sentral arbeidsmåte i naturvitenskapen. I et annet tekstutdrag kan vi se at begrepet eksperiment brukes til å forklare en undersøkelse av atomer. Her forklares også eksperimentet i korte trekk.

Litt seinere (i 1911) viste *Ernest Rutherford*, ved hjelp av eksperimenter, at mesteparten av atomet er tomrom! Eksperimentet gikk ut på at Rutherford bombarderte en tynn gullfolie med positivt ladde partikler (alfapartikler) som hadde stor fart. Han observerte at de fleste partiklene passerte uhindret gjennom folien, mens noen få ble mer eller mindre avbøyd. Rutherford mente at eksperimentet viste at mesteparten av atomet er tomrom, men at det inneholder en liten, tett kjerne med positiv ladning. Elektronet, som har negativ ladning, beveger seg rundt den positive kjernen. Det var alfapartiklene som passerte nær denne kjernen, som ble avbøyd. Senere fant Rutherford ut at atomkjernen også består av partikler. Partiklene som Rutherford oppdaget, blir kalt *protoner* (Tellus 9, s.8-9).

Dette eksperimentet beskrives til dels detaljert, og tegner et bilde av en svært nøyaktig og grundig gjennomført undersøkelse, og utdraget forklarer at de observasjonene han gjorde av eksperimentet førte til ny kunnskap om atomet. Eksperimentet var trolig nøye planlagt da det krevde spesielt utstyr for å gjennomføres. Eksemplet viser at eksperiment krever strenge rammer for gjennomførelse. Den siste delen er noe vag, og sier at «senere fant Rutherford ut at kjernen også består av partikler», og her nevnes det verken om det er et eksperiment, eller

hvordan han fant det ut. Dette får det nesten til å se ut som at han fant ut kunnskapen uten noen undersøkelse.

Tilfeldige oppdagelser har spilt en rolle i naturvitenskap

I store deler av Tellus 8-10 presenteres det hvordan forskere har arbeidet seg frem til kunnskapen, fra nysgjerrighet og spørsmål til eksperimenter og utforskning. Læreverket viser også en annen side av saken, nemlig at tilfeldige oppdagelser har ført til ny kunnskap. Dette beskrives også eksplisitt i Tellus 8, s.89. Gjennom historiske eksempler på tilfeldige oppdagelser kan det se ut som at når man opplever en slik tilfeldig oppdagelse, klarer man å skjønne at dette er noe spesielt, og bruke oppdagelsen til kunnskap. Men det er ikke sikkert av hvem som helst hadde forstått at svineblære sprakk på grunn av osmose, eller at froskebeinet rykket til på grunn av elektrisitet. Altså er ikke tilfeldig oppdagelse nok, den som opplever det må klare å forstå at dette er noe nytt, og dette er et perspektiv som bøkene ikke tar fatt i.

4.2.3 Kjennetegn ved vitenskapen

Denne kategorien viser til hva som kan sies å være kjennetegn ved naturvitenskap, og viktige sider ved naturvitenskap. Herunder innfattes hvor naturvitenskap foregår, og hvem som praktiserer det, samt hvilke menneskelige sider som påvirker vitenskapen. Dette kan knyttes til NOS-konsensus om naturvitenskap som en sosial institusjon, hvordan naturvitenskap benytter fagfellevurderinger og at naturvitenskap er koblet til kreativitet. Tellus 8-10 forklarer at naturvitenskapen avhenger av menneskelig kreativitet, at vitenskapsfolk diskuterer hverandres forskning, og at naturvitenskap er internasjonalt. Dessuten fremstiller læreverket naturvitenskapsfolk som enkeltindivider som på egen hånd arbeider og løser problemer.

Vitenskapen er kreativ

Et konkret eksempel forteller at vitenskapelige metoder og teknologiske instrumenter ikke alltid er nok for å bedrive vitenskap. I Tellus 8, s.137 står det at

Grensene for «verden» er blitt skjøvet utover etter hvert som vi har fått bedre instrumenter og nye muligheter for å utforske verdensrommet. Instrumentene gjør oss likevel ikke i stand til å forstå alt vi kan se der ute. Nysgjerrighet, grubling, tolkninger,

ideer og spennende teorier er også viktige drivkrefter for å få ny kunnskap (Tellus 8, s.137).

I dette utdraget kommer det frem at nye instrumenter har vært vesentlig for å utforske verdensrommet. Men det kommer også frem at den menneskelige tenkningen også spiller en vesentlig rolle i naturvitenskapen, resultatene må jo tolkes, og man trenger ideer for hvordan man tror ting henger sammen. Også modeller er et resultat av mennesker, og er avhengige av deres kreativitet til å skape et forståelig bilde på et naturlig fenomen, for eksempel atomer.

Siden vi ikke kan se atomene direkte, er vi avhengige av andre metoder for å danne oss et bilde av dem. Rutherford kom frem til en atommodell der negative elektroner kretser rundt en positivt ladd kjerne. Men ingen modeller gir et fullstendig bilde av virkeligheten. Vi bruker ulike modeller for å beskrive ulike sider ved atomet. Den danske fysikeren *Niels Bohr* (1885-1962) lanserte en atommodell som lignet på Rutherfords modell. Men Bohr tenkte seg at elektronene beveget seg rundt atomkjernen i bestemte avstander, kalt nivåer eller skall, omtrent slik planetene beveger seg rundt sola (Tellus 9, s.9).

Læreverket påpeker at atommodeller er bilder på noe mennesker aldri har sett direkte. Altså vil det si at både Rutherford og Bohr måtte være kreative og oppfinnsomme for å kunne lage modellene.

Vitenskapen er internasjonal

Gjennom læreverket tyder det på at romforskning er et forskningsområde som er internasjonalt. Følgende utsagn beskriver landingen av en romsonde på Titan:

I det øyeblikk de første bildene flimret over TV-skjermene, brøt jubelen løs i forskningssentrene verden over. Alt hadde gått etter planen, og landingen var en suksess! (Tellus 9, s.199).

Formuleringen «brøt jubelen løs i forskningssentrene verden over» viser at det var stor interesse over hele verden, knyttet til å utforske denne månen. Det var tydeligvis til alles interesse å få mer informasjon om Titan.

Den internasjonale romstasjonen blir brukt til en rekke ulike observasjoner og forsøk. En forskningsgruppe fra NTNU i Trondheim studerer plantevekst i vektløs tilstand, med

tanke på for eksempel matproduksjon under lange romferder i fremtiden (Tellus 9, s.203)

Også avsnittet om den internasjonale romstasjonen viser at romforskning er internasjonal. Her trekkes en norsk forskningsgruppe frem, og viser at selv Norge er en del av denne forskningen.

Enkeltforsker med stor innflytelse

Gjennom hele læreverket fremstilles en rekke kjente vitenskapsmenn gjennom ulike historiske beretninger som er knyttet til naturvitenskapelig kunnskap. Gjennom historiene fremstilles det som at disse enkeltforskerne lyktes med å finne ut av noe eller hadde en svært god ide som førte til ny kunnskap. Altså tillegges enkeltforskere en stor plass i naturvitenskapen læreverket presenterer. For eksempel i en bildetekst i Tellus 8 kan vi lese at

Isaac Newton er kanskje den mest berømte naturforsker gjennom alle tider (Tellus 8, s.140).

Læreverket fokuserer svært mye på at enkeltforskere har klart å utrette store ting, og naturvitenskap ser ut til å bestå av en rekke selvstendige enkeltforskere som omtrent genierklæres. At forskere vanligvis jobber sammen i et forskningsprosjekt kommer kun frem gjennom et par eksempler om romforskning.

Forskere diskuterer

Gjennom flere historiske eksempler vises det at medforskeres kritiske syn spiller en viktig rolle i naturvitenskapen. Ingen av eksemplene er direkte diskusjon i form av samtaler, men forskeres kritiske blikk på andres meninger. At forskere er kritiske til andres forskning vises gjennom eksempler som at Wegeners teori om kontinentaldrift ikke ble trodd fordi han ikke klarte å forklare hva bevegelsene skyldtes (Tellus 8, s.54). Forskere nekter å godta noens teori som ikke engang kan forklares. Det motsatte eksemplet ser vi på side 76 i Tellus 8. Darwins forklaring på utviklingsteorien gjorde andre overbevist om at teorien stemte. Uten denne forklaringen ville han neppe blitt trodd. Indirekte viser også boka at det er ønskelig at flere forskere støtter den samme teorien. Hadde det ikke spilt noen rolle om hva andre forskere mente om Darwins teori, hadde det neppe kommet frem at de ble overbevist. At andre forskeres mening har mye å si vises i eksemplet om Wöhler

Helt fra gammelt av har det vært vanlig å dele stoffer inn i grupper. Stoffene fra plante- og dyreriket ble slått sammen og kalt *organiske stoffer*, mens alle andre stoffer ble kalt uorganiske. Lenge trodde man at de organiske stoffene hadde en innebygd *livskraft* i seg, og at de bare kunne lages av naturen selv. Den tyske kjemikeren Friedrich Wöhler ble derfor svært overrasket da han en dag i 1928 eksperimenterte med noen salter i laboratoriet sitt, og plutselig oppdaget at han hadde lagd urinstoff. Til å begynne med torde han ikke å publisere funnet sitt, fordi han mente andre vitenskapsmenn ville tro at han jukset. Urinstoff er jo et organisk stoff som normalt dannes i nyrene hos mennesker og dyr (Tellus 10, s.149).

I følge forfatterne torde han ikke å publisere at han hadde klart å lage et organisk stoff selv, fordi dette ville stride mot oppfatningen om at det fantes en livskraft i alle organiske stoffer. Han var ifølge læreverket ganske enkelt redd at de andre forskere skulle ta han for juks. Forskere tror altså ikke på nye funn uten gode forklaringer eller bevis som overbeviser dem. Denne «diskusjonen» kan altså tenkes å fungere som en slags kvalitetssikring, for om det er sannsynlig at forskningen stemmer.

4.2.4 Naturvitenskap i samfunnet

Hensikten med denne kategorien er å knytte naturvitenskapen til omgivelsene sine, altså hvordan samfunnet rundt spiller inn på forskningen, og motsatt. I følge NOS påvirkes naturvitenskapen av sine sosiale og historiske omgivelser. Læreverket fremstiller en tosidig påvirkning, og viser at naturvitenskapen tydelig er plassert i samfunnet.

Samfunnet påvirker naturvitenskapen

Det kommer frem i temaet fenomener og stoffer at ulike sider ved samfunnet har påvirket naturvitenskapelig forskning. Flere historiske eksempler viser hvordan kristendommen har spilt en rolle i naturvitenskapen, ved å motarbeide de som hevdet noe som ikke stemte overens med kirkens syn. Makt og politiske forhold trekkes også frem som noe som har påvirket naturvitenskapen. At romkappløpet var viktig å vinne vises gjennom beskrivelser av Apollo-programmet, og all de penger og ressurser som ble lagt ned i å være den ledende nasjonen på romfart. Dette viser hvordan makt og rivalisering påvirker hva det satses å forskes på. Også andre forhold i samfunnet kan spille inn på hva som prioriteres på forskerfronten. Etter en

oljekrise i 1973 ble andre energikilder etterspurt. Det ble viktigere å forske på nye energiformer nå enn tidligere.

Naturvitenskapen påvirker samfunnet

Det er selvsagt logisk å tenke seg at all den kunnskapen læreverket presenterer, har en påvirkning på menneskers liv og på samfunnet. For øvrig kommer ikke dette forholdet frem i læreverket. Den eneste gangen det nevnes at forskning og naturvitenskap kan spille inn på samfunnet er et eksempel fra Tellus 10:

Genteknologien har siden begynnelsen av 1970-årene vokst til å bli et stort forskningsområde. Mye av forskningen er grunnforskning, som ikke har noen annen hensikt enn å skaffe økt kunnskap. Disse kunnskapene kan imidlertid vise seg å være svært nyttige, og en viktig drivkraft til at det satses så mye på dette området, er utsiktene til å utnytte genteknikkene innenfor for eksempel medisin og landbruk (Tellus 10, s.32).

At det satses mye på grunnforskningen i genteknologi, som egentlig bare har som hensikt å øke kunnskapen på området, begrunnes med at denne kunnskapen kan vise seg å være viktig for medisin og landbruk. Dette er et eksempel på at ny kunnskap kan brukes til nytte for mennesker og samfunnet. Gjennom et par eksempler kommer det også frem at det gjøres tiltak for å stoppe forurensning eller skader som påføres naturen. Indirekte kan dette bety at forskning på naturen har vist at mengden utslipp/miljøgasser/skader på ozonlaget, med mer, har visse følger, og at samfunnet deretter påvirkes av den nye kunnskapen gjennom internasjonale avtaler og statlige bestemmelser. Forskning som har gitt kunnskap om gener og arv har gjort at man nå har flere muligheter innenfor genteknologi, og slik forebygge sykdommer. Det står ikke direkte beskrevet at det å ha mulighet til å både oppdage og behandle visse sykdommer, men bedre levevilkår for mennesker må kunne sies å ha en vesentlig betydning for samfunnet.

4.2.5 Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages

Et viktig perspektiv ved naturvitenskap er den prosessen som skjer for å kunne skape ny vitenskapelig kunnskap. Vitenskapelig kunnskap kan ikke forstås som noe som ligger klart og venter på å bli oppdaget. Den kan heller ikke sies å være garanterte sannheter som for alltid vil stemme, den er altså ikke endelig. Dette henger sammen med at NOS beskriver vitenskapelig kunnskap som tentativ. Tellus 8-10 viser hvordan kunnskap har vært i endring, både fra tidligere

myter og teorier som måtte forkastes, og at vitenskapen hele tiden jobber med å finne svar på nye spørsmål.

Vitenskapen vs. myter

Læreverket skiller mellom myter og naturvitenskap på metoden. Myter beskrives som gamle forsøk på å forklare naturlige fenomener, uten hjelp av eksperimenter eller naturvitenskapelige metoder. Alle de mytene som presenteres i læreverket knyttes til tidligere tider, og det viser seg at vi nå har vitenskapelige svar på de fenomenene mytene hadde opphav fra.

En utbredt idé er at alle stoffer er ulike blandinger av fire *grunnelementer*: ild, luft, jord og vann. (...) I middelalderen ble naturvitenskapen ledet inn på et blindspor av *alkymistene*, som var på jakt etter noe de kalte *de vises sten*. (...) Først da det ble vanlig å gjøre naturvitenskapelige eksperimenter på 1600- og 1700-tallet, kom vitenskapen et skritt videre (Tellus 9, s.8).

I dette eksemplet kommer skillet mellom myter og vitenskapelig kunnskap tydelig frem. Naturvitenskapen er knyttet til eksperimenter, da det står at vitenskapen kom et skritt videre *som følge av eksperimentene*. Men på grunn av formuleringen om at vitenskapen kom et skritt videre kan man nesten tolke det som at myter var en del av tidlig vitenskap, selv om vi har gått vekk fra dem nå.

Noen ting tar lang tid å finne ut av

Læreverket viser hvordan mennesker i noen tilfeller har brukt flere hundre eller tusen år på å løse problemer eller forstå fenomener. Et eksempel er atomene, som det tok omtrent 2000 år fra de var foreslått første gang, til Dalton framsatte sine ideer. Ingen av ideene har en forklaring på hvorfor det tok så lang tid å komme frem til kunnskapen. Har akkurat disse områdene blitt forsømt i så mange år, eller har det vært en kontinuerlig prosess som brukte så mange år på å få svar? Et mulig svar kan være at man ikke hadde utstyr og teknikker var vesentlig for å kunne lykkes. På bakgrunn av dette var det mye som ikke var mulig å finne ut av.

På begynnelsen av 1800-tallet hevdet kjemikeren *John Dalton* (1766-1844) at det finnes et bestemt antall ulike typer atomer, og at hver atomtype svarer til et bestemt grunnstoff.

Slik dukket ideen om de udelelige atomene opp igjen 2000 år etter at den ble lansert første gang (Tellus 9, s.8).

Dette utdraget fremstiller det som om ingen tenkte på atomer i 2000 år før Dalton omsider delte sine tanker.

Naturvitenskapen er en kontinuerlig søken etter forklaringer

En stor andel av Tellus 8-10 handler om å formidle de naturvitenskapelige produktene vi har i dag, og rett å slett formidle det man i dag anser som etablert kunnskap. Samtidig kommer det tydelig frem i læreverket at romforskning er et område hvor det hele tiden skjer nye ting. Man er langt fra ferdig utforsket på området. Det står at man i tillegg til noen svar også får nye spørsmål og nye utfordringer ved forskningen på verdensrommet. Det pekes også fremover i tid hvor det hintes til at det kommer til å skje mye nytt og stort for de som velger å gå inn i astronomiyrket.

Det er ingen overdrivelse å si at det vil skje helt fantastiske ting innenfor astronomi og realfag de neste tiårene. De som velger å studere disse fagene i dag, kan få oppleve det fra innsiden i morgen (Tellus 9, s.216).

Det er kanskje en ganske selvsagt ting at vi ikke vet så mye om verdensrommet enda, og nettopp derfor kunne det kanskje vært verdifullt at man viste hvordan forskning pågår også på andre forskningsfelt?

Vitenskap i endring

Læreverket beskriver hvordan vitenskapen har endret seg ved at det man en gang trodde var sant har vist seg å ikke stemme, slik som at man fant ut at jordkloden ikke var midtpunktet i universet (Tellus 8, s.138), at vi ikke ser pga. synsstråler (Tellus 10, s.117), og at organiske stoffer ikke inneholder en livskraft (Tellus 10, s.149). Nettopp hvorfor noe kunnskap har blitt endret eller forkastet, forklares bare ved et fåtall av eksemplene.

Det er allerede oppdaget flere objekter i Kuiperbeltet – til og med noen som *kan* være større enn Pluto. Flere astronomer mener derfor at *enten* kan ikke Pluto lenger regnes som en planet, *eller* så bør de nyoppdagede store objektene også regnes som planeter! (Tellus 8, s.129).

Det kanskje tydeligste eksemplet er dilemmaet med Pluto. På grunn av funn av objekter som er større enn Pluto, skriver boka at det enten må godkjennes flere planeter, eller så kan ikke Pluto kalles en planet. Det at boka tar opp et tilfelle som er relevant for den tiden boka ble skrevet knytter vitenskap i endring til dagens vitenskap, og ikke bare ting som skjedde i gamle tider.

Forskjell på etablert kunnskap og under forskning

En stor mengde data er formulert av typen «forskerne mener/regner med at...», «man vet ikke om...» og «det forskes på...» som kan vise til at det er en stor mengde kunnskap som er under utforskning, og som ikke tilhører den etablerte vitenskapen enda., slik som

Geologene er usikre på om hele eller bare deler av mantelen er smeltet, men den ytre deler er i hvert fall flytende. (...) forskerne mener at kjernen likevel er fast stoff, på grunn av det kolossale trykket (Tellus 8, s.54).

Et par eksempler formuleres på måten «i dag vet vi at», noe som viser at man har beveget seg fra pågående forskning til etablert kunnskap.

En rekke eksempler er med på å vise at det er mye forskning som pågår, og problemer som ikke er løst enda. For eksempel kan

Til tross for intens forskning har vi ennå ingen medisin som kan ta knekken på hivviruset, men det finnes medisin som kan gi en hivsmittet (hiv-positiv) person flere år å leve (Tellus 10, s.72).

tolkes som at forskere prøver hardt å finne ut hvordan de skal kunne ta knekken på hivviruset. Andre eksempler er at det arbeides med en p-pille for menn, forskere forsøker å lage en bedre influensavaksine, og hvorvidt homofili er arv eller miljø. Noen av disse eksemplene er formulert slik at det virker som et gjennombrudd kan skje når som helst, og at problemet kanskje kan løses i morgen.

Noen ting er formulert på en måte slik at det viser til at vi vet noen ting i dag som vi ikke visste før. For eksempel

I dag vet vi at lyset beveger seg 300 000 km gjennom lufttomt rom i løpet av bare 1 sekund (Tellus 10, s.117).

Det beskrives også en del forskning som pågår i nåtiden, som at man leter etter liv i rommet, man forsøker å finne en metode slik at blinde kan få synet tilbake, og at man prøver å finne nye energikilder. Også at det finnes flere teorier på et område er med å vise at det som er under utforskning ikke er ferdig kunnskap. Teorier som Big Bang og Steady State, om universet kommer til å trekke seg sammen eller utvide seg, og om mørk materie finnes, viser at det er mye man ikke vet sikkert enda.

Hverdagslige antakelser vs. vitenskapelige konklusjoner

Semmelweiss hadde en teori om at studentene brakte med seg et «likstoff» som de overførte til pasientene, og som gjorde dem syke. Han bestemte at alle måtte vaske hendene før de gikk inn til de fødende kvinnene, og da sank antall dødsfall dramatisk. Overlegene ved sykehuset nektet imidlertid å tro at det kunne være noen sammenheng mellom sykdom og håndvask, og Semmelweiss ble tvunget til å slutte i stillingen sin (Tellus 10, s.181).

Selv om Semmelweiss teori så ut til å stemme som følge av forsøket sitt, ble han ikke trodd av overlegene, og skal ha endt opp med å få sparken. Dette kan forstås som at overlegenes erfaring med hverdagen og deres ideer stred imot den sammenhengen Semmelweiss presenterte for dem. De hadde i alle fall tilsynelatende ingen vitenskapelige pålegg for å mene det de gjorde.

Det kommer også frem at hverdagslige antakelser kan være i konflikt med vitenskapelige konklusjoner gjennom historien om Copernicus modell for jorda.

Modellen til Copernicus vakte sterke reaksjoner og ble gjort narr av i begynnelsen. Folk mente at hvis jorda beveger seg, skulle vel vi mennesker merke bevegelsen eller til og med falle av? (Tellus 8, s.139).

Personlige erfaringer og slutninger basert på disse kan se ut til å påvirke hvordan vitenskapelig forskning blir tatt imot.

4.2.6 Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter

Denne hovedkategorien henger sammen med hvordan naturvitenskapens produkter forklares gjennom NOS, og tar for seg ulike sider ved naturvitenskapens produkter, og forholdet dem imellom. Begrepene teorier og lover kommer lite frem gjennom Tellus 8-10. Et par ganger

nevnes teorier, slik som ulike teorier om hvordan universet oppstod. En gang benyttes begrepet teori der meningsinnholdet svarer til en hypotese:

Semmelweiss hadde en teori om at studentene brakte med seg et «likstoff» som de overførte til pasientene, og som gjorde dem syke (Tellus 10, s.118).

I dette eksemplet høres det ut som det hverdagslige begrepet teori, hvor man sier at man har en teori om noe man tror.

Begrepet lov forklares gjennom et historisk eksempel

Newton mente at alle legemer som har masse, tiltrekker hverandre. Han satte også opp et matematisk uttrykk for hvordan vi kan regne ut tiltrekningskraften mellom to gjenstander. Dette uttrykket kaller vi tyngdeloven, eller Newtons gravitasjonslov (Tellus 8, s.139).

Når et matematisk uttrykk kan brukes for å beregne tiltrekningskraften mellom to gjenstander, er det en lov fordi den forklarer hva som skjer – i dette tilfellet hvor hardt gjenstandene vil tiltrekke hverandre.

4.2.7 Naturvitenskap og teknologi

Naturvitenskap og teknologi handler om forholdet mellom disse, og hvordan de påvirker hverandre. Via læreverket får man inntrykk av at teknologi er noe eget, teknologien har oppstått for seg selv, som et resultat av at mennesket trengte redskaper og ting til å forenkle livene sine. Det vises at teknologi kan føre til vitenskap og motsatt, og at forholdet er dynamisk, da ingen avhenger av den andre. Dette samsvarer med hvordan teknologi kommer frem igjennom NOS-konsensus.

Teknologi er ikke noe nytt

At teknologi ikke er et nytt fenomen som kobles til alle våre elektriske innretninger, kommer frem gjennom Tellus 8-10. Gjennom eksempler knytter læreverket teknologi til steinaldermennesker. Riktignok beskrives denne teknologien som enkel, og starten på den teknologien som nå har vært utviklet gjennom tusenvis av år. På denne måten trekker boka et slags skille mellom «enkel» og «moderne» teknologi. Teknologi forklares som livsnødvendige hjelpemidler, og settes i sammenheng med steinaldermenneskers streben etter å overleve.

Det store gjennombruddet for nye teknologiske innretninger kom med den industrielle revolusjon som startet i England rundt 1750 (Tellus 9, s.225).

Hva som legges i beskrivelsen «det store gjennombruddet for nye teknologiske innretninger» er litt utydelig. Det store gjennombruddet kan tolkes som en stor mengde ny teknologi, eller at teknologien tok et stort sprang og ble langt mer avansert og utviklet, eller så kan det nesten se ut til at læreverket mener det knapt fantes teknologi før denne tiden.

Teknologi påvirker verden

Teknologi har påvirket menneskers hverdag radikalt, blant annet gjennom elektrisiteten. Når mennesket lærte seg å utnytte elektrisiteten fikk de utallige muligheter til å lage ny teknologi. Teknologi har påvirket verden på både positive og negative måter.

Likevel er det ikke bare fordeler med denne nye teknologien. Flere forskere peker på faren for at det kan få en negativ effekt på helsa vår når vi forandrer på molekyler og atomer og lager kunstige partikler. Det blir forsket mye på hvorvidt noen av disse stoffene utgjør en risiko, for eksempel hvis vi puster dem inn (Tellus9, s.228).

Dette viser at teknologi må være gjennomtenkt og at det må tas hensyn til faktorer som miljø og helse.

Teknologi påvirker naturvitenskap

Eksempler viser hvordan teknologiske redskaper og hjelpemidler har gjort det mulig å undersøke og forske på ting i naturen. Eksemplene viser hvordan ny teknologi fører til nye redskaper som kan brukes til å forbedre forskning, og dermed påvirke mulighetene i naturvitenskap. En streng som kan veie ørsmå partikler vil kunne gjøre målinger mer presise. Teleskop har brakt verdensrommet nærmere oss, og vi ser ting som aldri kunne blitt observert med det blotte øyet.

Tenk over hvilken enorm teknologisk utvikling som har funnet sted siden Galileo Galilei i 1609 bygde sitt første enkle teleskop og observerte at Jupiter har fire måner. I dag har vi plassert teleskop i verdensrommet som kan fotografere himmellegemer som ligger flere milliarder lysår unna! (Tellus 9, s.224).

Naturvitenskapen påvirker teknologien

Radiobølger er et eksempel på naturvitenskap som har blitt utnyttet til teknologi, da Marconi ved hjelp av dem, lyktes med å sende trådløse signaler over Atlanterhavet i 1901.

Guglielmo Marconi (1874-1937) interesserer seg for radiobølgene som Hertz oppdaget, og mener de kan utnyttes til å sende signaler gjennom luften, uten å bruke kobberledninger. I 1896 tar han patent på den «trådløse telegraf». Han klarer å sende de første trådløse signalene tvers over Atlanterhavet 1901 (Tellus 9, s.147).

4.3 Forskjeller og likheter mellom hovedområdene

De aller fleste underkategoriene kom frem allerede igjennom datamaterialet fra kapittel 1 og 2, mens to nye underkategorier åpenbarte seg i det senere datamaterialet. Alle hovedkategoriene finnes i både forskerspiren og det resterende materialet. Det er totalt sju hovedkategorier og 32 underkategorier. I tabell 5 vises hoved- og underkategoriene, og i hvilke deler av datamaterialet de fremkom. De grå rutene betyr at underkategorien ikke kom frem i det gjeldende området.

Tabell 5: I hvilke hovedområder kommer de ulike kategoriene fram

Hovedkategori	Underkategori	Finnes i forskerspiren?	Finnes i de andre hovedområder?
Hva er naturvitenskap	Naturvitenskap handler om både prosess og produkt	Forskerspiren	
	Naturvitenskap er et forsøk på å forstå/forklare naturen	Forskerspiren	Mangfold i naturen Fenomener og stoffer
Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter	Den naturvitenskapelige metode er en viktig fremgangsmåte	Forskerspiren	Kropp og helse
	Vitenskapelige undersøkelser kan gi oss kunnskap	Forskerspiren	Mangfold i naturen Kropp og helse Fenomener og stoffer
	Forsøk/ eksperiment er systematiske og grundige undersøkelser som er viktige for naturvitenskap	Forskerspiren	Fenomener og stoffer

	Observasjon er å oppfatte det viktigste	Forskerspiren	
Kjennetegn ved vitenskapen	Vitenskapen er kreativ	Forskerspiren	Fenomener og stoffer
	Vitenskapen er prosjektbasert	Forskerspiren	
	Vitenskapen er internasjonal	Forskerspiren	Fenomener og stoffer
	Enkeltforsker med stor innflytelse	Forskerspiren	Fenomener og stoffer
	Kvinner i vitenskapen	Forskerspiren	
	Må formidle resultat	Forskerspiren	
	Forskere diskuterer	Forskerspiren	Mangfold i naturen Fenomener og stoffer
	Hypotese er en antakelse	Forskerspiren	
Naturvitenskap i samfunnet	Samfunnet påvirker naturvitenskapen	Forskerspiren	Fenomener og stoffer
	Naturvitenskapen påvirker samfunnet	Forskerspiren	Mangfold i naturen Teknologi og design
Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages	Vitenskapen vs. myter	Forskerspiren	Kropp og helse Fenomener og stoffer
	Noen ting tar lang tid å finne ut av	Forskerspiren	Kropp og helse Fenomener og stoffer
	Naturvitenskapen er en kontinuerlig søken etter forklaringer	Forskerspiren	Fenomener og stoffer
	Målinger kan være usikre	Forskerspiren	
	Vitenskap i endring	Forskerspiren	Mangfold i naturen Fenomener og stoffer
	Forskjell på etablert kunnskap og under forskning	Forskerspiren	Mangfold i naturen Kropp og helse Fenomener og stoffer
	Tilfeldige oppdagelser har spilt en rolle i naturvitenskap		Kropp og helse Fenomener og stoffer
	Hverdagslige antakelser vs. vitenskapelige konklusjoner	Forskerspiren	Kropp og helse Fenomener og stoffer

Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter	Teorier er hypoteser/konklusjoner det er stor enighet om	Forskerspiren	
	En lov viser hva som vil skje		Fenomener og stoffer
Teknologi	Teknologi er ikke noe nytt	Forskerspiren	Fenomener og stoffer Teknologi og design
	Teknologi påvirker verden	Forskerspiren	Fenomener og stoffer Teknologi og design
	Teknologi påvirker naturvitenskap	Forskerspiren	Fenomener og stoffer Teknologi og design
	Naturvitenskap påvirker teknologien	Forskerspiren	Fenomener og stoffer
	Teknologi og naturvitenskap i gjensidig påvirkning	Forskerspiren	

4.3.1 Fenomener og stoffer

Fenomener og stoffer var det hovedområdet som utgjorde den største delen av læreverket, da det inneholdt hele 13 kapitler, noe som kan forklare hvorfor mye data stammer fra dette hovedområdet. Det som kjennetegner naturvitenskapen som ble presentert gjennom fenomener og stoffer er forholdet mellom teknologi og naturvitenskap, at naturvitenskapelig kunnskap er tentativ, at naturvitenskapen er kreativ og internasjonal og at forskere diskuterer.

4.3.2 Mangfold i naturen

Dette hovedområdet var vesentlig mindre, og inngikk bare i fire kapitler. Den naturvitenskapen som kom frem i gjennom mangfold i naturen, var at naturvitenskap er et forsøk på å forklare naturen, og at undersøkelser av naturen kan gi kunnskap. Det kom også frem at forskere diskuterer og at naturvitenskapen påvirker samfunnet. At naturvitenskapelig kunnskap er tentativ kom frem gjennom at vitenskap i endring, og at det er forskjell på etablert kunnskap og det som er under utforskning.

4.3.3 Kropp og helse

Bare fire kapitler inngikk i hovedområdet kropp og helse, noe som resulterte i færre data enn fra området fenomener og stoffer. Gjennom disse fire kapitlene kom det frem noen vesentlige sider ved naturvitenskapen. Hva som er spesielt med naturvitenskapelig metode, og det at empiriske undersøkelser kan gi kunnskap ble presentert. At det er et skille mellom naturvitenskap og myter var også fremstående i temaet. Også i kapitlene tilhørende kropp og helse kom det frem at naturvitenskapelig kunnskap er tentativ. Dette kom frem gjennom at noen ting tar lang tid å finne ut av, at det er forskjell på etablert kunnskap og det som er under utforskning, at noe av naturvitenskapelig kunnskap beror på tilfeldige oppdagelser, og at det er et skille mellom hverdagslige antakelser og vitenskapelig kunnskap.

4.3.4 Teknologi og design

Dette hovedområdet omhandlet bare ett eneste kapittel. Den naturvitenskap som ble presentert gjennom dette kapitlet handlet om teknologi. Det viste seg at teknologi ikke er et nytt fenomen, og at teknologi påvirker både naturvitenskapen og verden. Dessuten kom det frem at naturvitenskapen påvirker samfunnet, gjennom genteknologi. Hvilke sider av naturvitenskap som ble presentert gjennom dette hovedområde hang nært knyttet sammen til temaet, nemlig teknologi.

4.4 Historiske eksempler

En rekke historiske eksempler ble brukt i læreverket for å forklare naturvitenskapens egenart. De historiske eksemplene som ble presentert i læreverket omhandlet blant annet Galileo Galileis forsøk om svingebevegelsen, Alfred Wegener og kontinentaldrifteorien, Charles Darwin og naturlig utvalg, Gregor Mendel og genetikken, Joseph Priestley og fotosyntesen og Edward Jenner og koppervaksinen. Mange av de historiske eksemplene som kommer frem i Tellus 8-10 forteller om hvordan forskjellige naturvitere har kommet frem til kunnskap. Noen eksempler forklarer om metodene som ble benyttet, og andre eksempler viser at man benytter empiriske undersøkelser for å finne ut noe om naturen, slik som eksemplet om Priestley.

Priestley gjorde så et nytt forsøk hvor han fylte «ødelagt» luft i to glassklokker. I den ene plasserte han en mus sammen med en plante, i den andre bare en mus, slik tegningene viser. Musa som var alene, døde nesten med det samme, mens musa som var

sammen med planten, overlevde. Priestley sa: «En mus ødelegger luft, mens en plante kan rense luft.» (Tellus 8, s.211)

Flere eksempler viser at menneskelig nysgjerrighet ligger til grunn for forskning.

En av lysekronene som hang fra taket, svingte sakte fra den ene siden til den andre. Galilei ble nysgjerrig på om bevegelsen tok like lang tid uansett hvor langt ut til sidene lysekrona svingte, og på hva det er som bestemmer hvor lang tid den bruker (Tellus 8, s.10).

Gjennom et par av de historiske eksemplene stadfestes det at forskerne enten lurte på noe spesifikk, eller ble nysgjerrige på et spesielt fenomen, noe som førte til at de begynte å undersøke dette nærmere.

At vitenskapsfolk er kritiske til den forskningen andre gjør, og at diskusjon mellom forskere forekommer, vises også gjennom flere av eksemplene.

Wegener ga flere grunner til at det må ha foregått slike bevegelser, blant annet mente han at Norge og Grønland en gang må ha hengt sammen. Men det var ikke så mange som var enige med Wegener. Han kunne nemlig ikke gi noen god forklaring på hvordan bevegelsene kom i stand (Tellus 8, s.54).

I dette tilfellet kommer det for så vidt ikke frem hvordan andre forskere kunne begynne å diskutere Wegeners ideer. Det står ingenting om at han på noen måte publiserte disse ideene. Den eneste publikasjonen som kommer frem gjennom de historiske eksemplene er at noen skrev bøker. Copernicus utga ifølge læreverket en bok om jordas plassering i verdensrommet etter sin død (Tellus 8, s. 138) og Darwin ga ut boka «Om artenes opprinnelse» (Tellus 8, s.76), men ingen av disse historiene handler om at forskere diskuterer, de handler derimot om at Copernicus fryktet kirkens syn på sine ideer, og Darwins bok forklares på grunnlag av at den bygde på empiri.

Hvordan samfunn påvirker naturvitenskapen, for eksempel som følge av religion, illustreres i noen av eksemplene, slik som historien om Galileis teleskop.

Ikke alle likte Galileis oppdagelser, og at han hevdet at jorda ikke er sentrum i universet. Deler av presteskapet nektet å se inn i Galileis «djevelske instrument». Inkvisisjonen, den katolske kirkens domstol, tvang ham til å trekke tilbake det han hadde sagt, og dømte han til fengsel på livstid. Seinere gjorde paven om dommen til livsvarig husarrest. (Tellus 8, s.139).

At naturvitenskap påvirkes av det samfunnet og den tiden den foregår i, stemmer overens med det konsensus syn på NOS. Men det kan være problematisk å sette naturvitenskapen og religion opp mot hverandre på denne måten, da det kan se ut til at kirken var imot alt som var på kant med deres oppfatning. Mange naturvitere ønsket å ære Gud gjennom sitt arbeid.

Nesten hver gang Tellus formidler at noe kunnskap er oppdaget ved tilfeldigheter, kommer det frem gjennom et historisk eksempel, som vi ser i utdraget under om Ørsted.

Den danske professoren Hans Christian Ørsted gjorde en viktig oppdagelse våren 1819. Under en forelesning om elektrisitet la han en kompassnål ved siden av en strømførende ledning. Når strømmen ble slått av og på, gjorde kompassnåla utslag. Oppdagelsen vakte stor oppsikt, fordi den viste at elektrisitet og magnetisme er fenomener som er «i slekt» med hverandre (Tellus 9, s.140)

Ved hjelp av eksemplene vises det at disse oppdagelsene ikke var nøye planlagt. Det som kan være problematisk med dette eksempelet er at det ser ut som at denne ene oppdagelsen var nok for å vise at elektrisitet og magnetisme hang sammen. At dette måtte undersøkes videre før man kunne vite noe sikkert, er ikke en del av historien.

Begrepet hypotese både forklares og illustreres i et historisk eksempel:

Han [Galilei] begynte å teste ulike hypoteser. En *hypotese* er en antakelse om hvordan du tror ting henger sammen. Blant annet var Galilei opptatt av å studere gjenstander som faller gjennom lufta. Han lurte på om tunge ting faller raskere enn lette, og om farten blir større etter hvert – eller om den er lik hele tiden (Tellus 8, s.10)

Ved å forklare begrepet gjennom en historie, ser leseren et eksempel på hva som ligger i begrepet, mer enn bare en generell forklaring. I akkurat dette historiske eksemplet kan det diskuteres om det kommer klart nok frem hva som er hypotesene til Galilei. Det kan altså være

et smart grep å vise begreper gjennom et eksempel, men det må komme tydelig frem hva ved historien som er begrepet.

Dessuten tegnes det helt klart et bilde av at enkeltmennesker bidrar i stor grad til vitenskapen, ved å presentere alle disse vitenskapsmennene som selvstendige forskere. Det kan være et poeng at mange av eksemplene er gamle, og at mange arbeidet selvstendig på denne tiden, men ofte hadde man assistenter, noe som heller ikke fremgår av teksten. De historiske eksemplene viser dermed kjennetegn som skiller seg fra dagens naturvitenskap. NOS-konsensus påpeker jo at vitenskapelig arbeid stort sett foregår i forskersamfunn og gjennom ulike prosjekter.

5. Diskusjon

I dette kapitlet skal resultatene diskuteres i lys av problemstillingen og forskningsspørsmålene. Dette kapitlet er delt inn etter hovedkategoriene, og under hver av disse hovedkategoriene diskuteres først resultatene fra forskerspiren, og deretter de andre hovedområdene som sammenlignes opp mot forskerspiren. Videre skal jeg også diskutere hvilket bilde av naturvitenskap de historiske eksemplene gir gjennom læreverket.

5.1 Hva er naturvitenskap

Naturvitenskap er mer enn bare de naturvitenskapelige produktene, prosess er også et vesentlig aspekt. Årsaken til at mennesker holder på med naturvitenskap er deres iboende nysgjerrighet og ønske om å kunne forklare naturen. Begge disse sidene ved naturvitenskap er vesentlige sider i det konsensus syn om NOS.

Forskerspiren

Analysen av kapittel 1 og 2 i Tellus viste at begrepet naturvitenskap i stor grad knyttes til prosesser, noe som kan bety at læreverket ønsker å formidle at fremgangsmåtene forskerne bruker er særegne, og et vesentlig kjennetegn ved naturvitenskapen. Introduksjonskapitlenes fokus på prosessene kan skyldes at forfatterne ønsker å fremme at naturvitenskapen er mer enn bare de naturfaglige fakta som man skal lære om i læreverket. At naturvitenskap er prosess finner vi igjen i Sjøbergs andre dimensjon, som vektlegger prosess som en av de tre sidene ved naturvitenskapen (Sjøberg, 2009, s. 183). Det er viktig å vise hva som ligger bak kunnskapen; hvordan man finner frem til den, og hvorfor man kan eller ikke kan stole på den. Innledningen til kapitlet viste også at det å undre seg og stille spørsmål er et vesentlig menneskelig aspekt. Ede og Cormack (2012, s. 1) har beskrevet det å kunne forstå naturen som nøkkelen til å overleve. Boka viser gjennom et eksempel om Galilei (Tellus 8, s.10) at nysgjerrighet er drivkraften til å holde på med naturvitenskap; hadde man ikke lurt på noe/ønsket å løse et problem hadde man ikke jobbet for å finne det ut. Dette kan knyttes opp mot NOS, hvor det er et viktig poeng at naturvitenskapen er en menneskelig bestrebelse og et forsøk på å forstå naturen. Videre i læreverket viste det seg at to av de resterende hovedområdene også tok for seg disse aspektene ved naturvitenskapen, nemlig mangfold i naturen og fenomener og stoffer.

Mangfold i naturen, fenomener og stoffer

Gjennom analysen kom det frem gjennom mangfold i naturen og fenomener og stoffer at naturvitenskap bedrives fordi mennesker er nysgjerrige og lurer på ting ved naturen, noe som går igjen i NOS-konsensus, som sier at naturvitenskapen er en menneskelig bestrebelse (McComas et al., 2002; "Next Generation Science Standards Lead States," 2013). Man kan tolke læreverket som at man kan være interessert i å forske på noe på bakgrunn av andre behov enn nysgjerrighet, slik som stamcelle forskningen som nevnes i Tellus 10, s.11. Årsaken til at det er interesse knyttet til denne forskningen, kan være at denne forskningen vil være nyttig for bioteknologi og medisin. Analysen viste også at prosess var en sentral side ved naturvitenskap. At naturvitenskap er både prosess og produkt nevnes riktignok ikke direkte, men kommer frem gjennom helheten av det læreverket formidler. Det rettes både fokus på prosess og produkt, og dette kommer særlig frem gjennom historiske eksempler. Når ett gitt tema presenteres, forklares det ofte både hvorfor den aktuelle forskeren begynte å undersøke det han gjorde, og hvordan han gikk frem for å finne ut av den kunnskapen som man endte opp med. På denne måten vises det at selve fremgangsmåtene og hvordan forskere arbeider, er vesentlige sider av naturvitenskap.

5.2 Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter

NOS-konsensus vektlegger at naturvitenskapen benytter en rekke ulike metoder, og at det ikke finnes én universell oppskrift for all naturvitenskap. Naturvitenskap er basert på empiri, altså er det å undersøke et kjennetegn ved naturvitenskapen. Naturvitenskapelige metoder ble presentert til dels ulik i forskerspiren og de resterende delene, men at naturvitenskap baserer seg på undersøkelser og empiri var tydelig i hele læreverket.

Forskerspiren

Den naturvitenskapelige metode ser ut til å være viktig i kapittel 1 i Tellus 8, og fremkommer flere ganger. På grunn av en faktaboks som forklarer fremgangsmåten til den naturvitenskapelige metoden, kan det se ut til at det bare er denne metoden som er fremstår som naturvitenskapelig. Tellus 8 illustrerer at metoden følgelig skal bestå av tre trinn, med hypotese, eksperiment og konklusjon. Dette strider imot den konsensus som gjelder NOS, hvor et av hovedpoengene er at det ikke finnes bare en måte å utføre naturvitenskap på, og at det derfor

ikke eksisterer en universell trinn for trinn metode (Khine, 2011; McComas et al., 2002; "Next Generation Science Standards Lead States," 2013; Niaz & Maza, 2011; Wei et al., 2013). Det er selvsagt en mulighet at den trinnvise metoden presenteres fordi elevene selv skal benytte den i eksperimenter, men det blir problematisk når læreverket fremstiller dette som den eneste metoden for naturvitenskap, når det finnes så mange andre.

På en noe mer generell basis kommer det frem gjennom analysen av forskerspiren at undersøkelser er med på å gi oss vitenskapelig kunnskap. Det at man undersøker et fenomen beskrives som et naturvitenskapelig kjennetegn, fordi man ikke bare kan tenke seg til hvordan noe er, man må også teste det. Naturvitenskapelige undersøkelser er relevant for NOS, da det påpekes at naturvitenskapen beror på empiriske observasjoner av naturen (Abd-El-Khalick et al., 2008; Khine, 2011; McComas, 2008; McComas et al., 2002; Wei et al., 2013). Noe som kjennetegner undersøkelser er at de er empiriske, altså at mennesker observerer det som skjer. I eksemplene og forklaringene kommer det riktignok ikke frem noe om hvordan dette kan påvirke vitenskapen. Gjennom NOS påpekes det hvordan forskere kan tolke det samme datasettet ulikt (Johannessen et al., 2016, s. 38; McComas, 2008; McComas et al., 2002; Niaz & Maza, 2011; Thurén et al., 2009, s. 68), men denne problemstillingen fremgår ikke i noen av kapitlets beskrivelser på hvordan undersøkelser kan føre til kunnskap. Dette kan fremstille undersøkelser som at de alltid vil gi forskeren et svar på det forskeren lurte på.

Det store fokuset på forsøk og eksperimenter i forskerspiren kan være en slags beskjed til leserne om at de skal lære å gjøre forsøk som en del av naturfaget. Særlig laboratoriet får tildelt en vesentlig plass i introduksjonskapitlene. Dette kan henge sammen med at leserne (elevne) skal informeres om hvordan man arbeider på laboratoriet. Men om elevene skal lære å arbeide på laboratoriet er det vel tydelig at forsøk på laben er en vesentlig arbeidsmåte i naturvitenskapen. Her kan det synes å mangle et perspektiv på at forskere også arbeider på et utall andre måter og steder. Hvorvidt dette kommer frem i for eksempel oppgaver og forsøk i læreverket er ikke undersøkt, men teksten i introduksjonskapitlene trekker frem forsøk og eksperiment fremfor andre metoder. De fire sidene om arbeid på laben setter forsøk i en særegen posisjon som kanskje den viktigste måten i naturvitenskap. Naturvitenskapelige metoder kom også frem gjennom flere deler av læreverket. Det inngikk i alle hovedområdene unntatt teknologi og design.

Mangfold i naturen, kropp og helse, fenomener og stoffer

Begrepet naturvitenskapelig metode inngår ikke etter kapittel 1 i Tellus 8, og inntrykket man fikk om at dette var et svært viktig begrep, svekkes gjennom resten av læreverket. Analysen viste at man videre i læreverket heller får et inntrykk av at vitenskapen bruker flere forskjellige typer fremgangsmåter for å besvare sine spørsmål. For det første vises det gjennom mange eksempler at man kan få kunnskap om noe ved å gjennomføre empiriske undersøkelser. Og med undersøkelser menes en stor variasjon i type undersøkelser, alt fra medisinske eksperiment til direkte utforskning av havbunnen til Darwins observasjoner og innsamlinger av empirisk materiale på reisen hans, viser at forskere empirisk undersøker det de lurer på. Et par historiske eksempler forklarer hvordan forskere har gått frem i ulike forsøk og eksperiment. Disse viser til en stram struktur og presis fremgangsmåte, slik som Rutherford (Tellus 9, s.8) og undersøkelsen av atomer. Den store variasjonen i metoder, med alt fra observasjon til forsøk og eksperiment samsvarer med det konsensus syn som finnes om NOS, som sier at naturvitenskap støtter seg på en stor variasjon av ulike metoder (Khine, 2011; McComas et al., 2002; "Next Generation Science Standards Lead States," 2013; Niaz & Maza, 2011; Wei et al., 2013). Ut i fra dette gir resten av læreverket et bredere bilde av naturvitenskapelige fremgangsmåter enn i læreverkets forklaring på naturvitenskap. Altså presenterer læreverket først direkte og eksplisitt at det finnes én naturvitenskapelig metode som består av hypotese – eksperiment – konklusjon, mens den gjennom resten av bøkene presenterer en lang rekke eksempler på at det finnes mange andre fremgangsmåter av ulik struktur og ulik grad av systematikk.

5.3 Kjennetegn ved vitenskapen

Nettopp hvor naturvitenskap foregår, og hvem som holder på med naturvitenskap er noen kjennetegn på naturvitenskap. At forskere er kreative og at resultater må publiseres, noe som fører til diskusjon mellom forskere, er andre kjennetegn. Også NOS-konsensus beskriver naturvitenskap som en sosial institusjon hvor alle mennesker og land bidrar, og at naturvitenskapen benytter fagfellellevurderinger og at forskere er kreative.

Forskerspiren

Analysen viser at kreativitet er et kjennetegn på naturvitenskapen som ikke kommer frem eksplisitt. At Leonardo da Vinci var en kreativ, oppfinnsom og nytenkende vitenskapsmann, kan derimot være med å vise at naturvitenskapen er avhengig av kreative ideer og oppfinnsomme forskere. Dette er et viktig perspektiv, da naturvitenskap kanskje forbindes med systematikk og rasjonelle tanker, men den har også en kreativ side, da mye av vitenskapen er et direkte resultat av menneskelig kreativitet (Abd-El-Khalick et al., 2008). At vitenskapen er kreativ kommer også til uttrykk i NOS-konsensus, men kreativiteten utgjør strengt tatt en svært liten del av læreverkets forklaring på naturvitenskap.

Tre andre kjennetegn ved naturvitenskapen som kommer frem i analysen, men som bare nevnes kort, er at naturvitenskapen er prosjektbasert, internasjonal, og at kvinner har en posisjon i naturvitenskapen. To eksempler fra romforskningen påpeker at naturvitenskap er prosjektbasert, men underliggende gjennom hele den generelle delen av læreverket presenteres enkeltforskeres arbeid, så implisitt kan det se ut som at det meste av forskningen foregår selvstendig. Det beskrives også at noen forskningsprosjekt til og med inkluderer samarbeid på tvers av landegrenser, men alle forskerne som presenteres i introduksjonskapitlene er europeiske eller fra USA. I kapittel 1 er et eget avsnitt viet kvinner i naturvitenskap. Her forklares det at kvinner i naturvitenskapen er et nyere fenomen, som følge av kvinners posisjon i samfunnet, og hvem som tradisjonelt har utdannet seg til slike yrker. At læreverket trekker frem Marie Curie som den eneste kvinnelige forsker, kan fremstille det som at kvinner flest ikke bidrar til naturvitenskapen, men at det måtte en eksepsjonell smart og nærmest genierklært kvinne til. Årsaken til at forfatterne har valgt å beskrive kvinner i vitenskapen i et eget avsnitt er trolig for å få frem det at kvinner ikke utgjorde en stor del av vitenskapen, og at Marie Curie var et spesielt tilfelle. NOS-konsensus påpeker at alle typer mennesker bidrar til naturvitenskapen (McComas, 1998), men det er ikke lett å identifisere gjennom de generelle kapitlenes presentasjon av vitenskapsfolk.

Fra læreverkets introduksjon til naturvitenskapen forklares det at man publiserer resultater fra forskning i enten tidsskrift eller databaser på nettet, slik at andre forskere får tilgang til det. Dette begrunnes med at publiseringen fører til diskusjoner mellom forskere om metoder som er benyttet, resultater og konklusjoner. Forskere holder seg altså oppdatert på forskning som

gjøres, og stiller seg kritisk til det som er gjort for å kunne avgjøre om resultatene fra forskningsprosjektet virker tilfredsstillende eller ikke. Dette beskrives som en styrke ved naturvitenskapen i Tellus 8. Dette kan knyttes mot NOS som blant annet handler om at fagfellevurderinger bidrar til kommunikasjon og kritikk innenfor den naturvitenskapen, slik at mengden kollektivt gransket kunnskap øker (Abd-El-Khalick et al., 2008). Dessuten kan det at elever får forståelse av nytten ved å drøfte og dele ideer overføres til elevene selv, slik at de får selvtilit til å drøfte og teste sine egne ideer (Driver, 1994). Noen av disse kjennetegnene ved naturvitenskapen kom også frem gjennom hovedområdene fenomener og stoffer og mangfold i naturen.

Fenomener og stoffer, mangfold i naturen

Analysen viser at menneskelig kreativitet er et supplement til naturvitenskapelige metoder og instrumenter. Kreativitet kommer mer eksplisitt frem under temaet fenomener og stoffer enn forskerspiren. Kreativitet påpekes gjennom det konsensus syn på NOS å være en viktig side ved naturvitenskap. Naturvitenskap kjennetegnes riktignok av de fremgangsmåtene som benyttes, men kreativitet hører likevel med. Leseren av dette læreverket vil trolig ikke sitte igjen med en oppfatning av at naturvitenskapen er kreativ. En av årsakene til at boka eksplisitt uttrykker at kreativitet trengs i Tellus 8, s.137, er at det handler om romforskning, hvor avstandene gjør at man ikke kan undersøke alt på nært hold. Men det kunne vært nyttig å se at kreativitet inngår i flere ulike forskningsområder, for å stadfeste at kreativitet er en vesentlig side av naturvitenskap.

I mange historiske eksempler gjennom fenomener og stoffer og mangfold i naturen, får man inntrykk av hvordan enkeltforskere har arbeidet alene og funnet ut viktig naturvitenskap. På side 140 i Tellus 8 kan vi lese at Newton er den kanskje mest berømte forskeren av dem alle. Det kan se ut til at enkeltforskere gjør et viktigere bidrag til vitenskapen enn forskningsprosjekt. Et vesentlig aspekt ved NOS er at forskning i stor grad påvirkes av det sosiale miljøet, og det er ofte mange ulike interesser i samfunnet som påvirker hva det skal forskes på. De historiske eksemplene kommer typisk fra en tid der naturvitere typisk jobbet alene, og forsket fordi de ville finne ut av noe, men det mangler kanskje et bilde av dagens forskning hvor forskere i de aller fleste tilfeller jobber med å løse problemer finansiert av ulike interesser?

At diskusjon er et kjennetegn på naturvitenskap kommer frem gjennom flere eksempler i læreverket. Eksempelene tegner et bilde av at medforskere typisk er kritiske til andres funn. Det kommer også frem at forskere lar seg overtale av nye funn om de føler bevisene og forklaringene er tilfredsstillende. Kritiske medforskere tar sin del av ansvaret for å sikre god kunnskap. At funn publiseres slik at den kan gjennomleses nevnes ikke direkte, men to eksempler viser at diskusjon stammer fra gjennomlesing av forskningsresultater.

5.4 Naturvitenskap i samfunnet

Naturvitenskapen er en del av det sosiale og historiske miljøet den utøves i, noe som vil si at naturvitenskapen både påvirker samfunnet, og blir påvirket av samfunnet. Gjennom analysen kom det frem at læreverket fremstiller naturvitenskapen som en slags gjenspeiling av samfunnet, hvor det som skjer i samfunnet får etterfølger i naturvitenskapen.

Forskerspiren

Gjennom analysen kan man se at naturvitenskapens kobling til samfunnet presenteres som en tosidig påvirkning. At både hvem som og hvordan man bedriver naturvitenskap påvirkes av samfunnet, kommer frem gjennom i kapittel 1 i Tellus 8. Samtidig beskriver også boka at naturvitenskapen påvirker samfunnet og dets mennesker. Som en direkte konsekvens av dette nevnes det at det trengs engasjerte mennesker og dyktige politikere. Dette kan tolkes som at det er opp til mennesker å drive naturvitenskapen fremover, og særlig sett i sammenheng med at dette direkte påvirker våre liv. Konsensus syn på NOS påpeker at naturvitenskap er en menneskelig virksomhet som utgjør en del av samfunnet, og derfor kan naturvitenskapelige ideer sies å være et resultat av det sosiale og historiske miljøet de er en del av (Abd-El-Khalick et al., 2008; Khine, 2011; McComas et al., 2002; Niaz & Maza, 2011; Wei et al., 2013). I introduksjonskapitlet i Tellus 8 presenteres det ikke at noen ideer er resultat av det sosiale og historiske miljøet, naturvitenskapen settes bare i en generell sammenheng med samfunnet. Dette kan skyldes at dette kapitlet handler om et mer overordnet bilde av naturvitenskap, og at det er mer naturlig at det dukker opp eksempler i de kapitlene med mer fokus på vitenskapelig kunnskap. Etter introduksjonskapitlene kommer eksemplene på naturvitenskapens samspill

med samfunnet. Disse eksemplene kom frem i tre hovedområder, fenomener og stoffer, mangfold i naturen og teknologi og design.

Fenomener og stoffer, mangfold i naturen, teknologi og design

Det kom frem i analysen at blant annet religion, makt og økonomiske kriser setter føringer for hva som blir prioritert på forskningsfronten. Samtidig kommer det frem at det naturvitenskapelig forskning finner ut, kan påvirke det samfunnet og dets mennesker. Dette er et viktig aspekt ved naturvitenskap, og en av begrunnelsene for hvorfor naturvitenskap utgjør en del av allmenndannelsen. Sjøberg (2009, s. 188-201) begrunner at naturfag bør utgjøre en del av allmenndannelsen ved hjelp av fire argumenter. Disse fire argumentene er økonomiargumentet, nytteargumentet, demokratiargumentet og kulturargumentet. Demokratiargumentet handler om at alle mennesker utgjør en del av demokratiet, og at det å ha naturvitenskapelig kunnskap er viktig for å kunne være med å ta gode valg. Det sies for øvrig ingenting i verken introduksjonen eller resten av læreverket om hvem som betaler for forskning, og at ulike interesser i samfunnet kan påvirke hva man forsker på. Ved å plassere naturvitenskapen så tydelig inn i samfunnet, kan vi se at Tellus beskriver alle de tre dimensjonene ved naturvitenskap som Sjøberg (2009, s. 183) mener inngår i naturfaglig allmenndannelse. Ved hjelp av denne kategorien, og den tidligere presenterte kategorien som beskriver at naturvitenskap består av både prosess og produkt, viser Tellus at naturvitenskap både er produkter, prosesser og at naturvitenskapen er en samfunnsmessig institusjon.

5.5 Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages

I det konsensus syn om NOS sees ikke kunnskap på som et ferdig produkt som ligger klar for å bli oppdaget, naturvitenskapelig kunnskap har en tentativ karakter. Den etablerte kunnskapen vi har i dag skiller seg fra gamle myter, hverdagslige antakelser og det som er under utforskning.

Forskerspiren

Gjennom analysen av forskerspiren vises det tydelig at naturvitenskapelig kunnskap og løsninger ikke er noe som ligger ferdig og venter på å bli oppdaget. For det første kommer det

frem at naturvitenskap er en kontinuerlig søken etter ny forståelse. Vi vet ikke alt, og vi kommer heller aldri til å vite alt. Det beskrives hvordan det under forskning hele tiden dukker opp nye spørsmål, samtidig som man besvarer de gamle. Dette samsvarer med den tentative siden av NOS-konsensus som tilsier at naturvitenskap ikke er en samling med komplette sannheter. Også det vi anser som sikker kunnskap kan endres med tiden. Læreboka forteller om vitenskap som har endret seg siden den gang man trodde jorda var flat. Naturvitenskapen har altså en tentativ side.

Analysen av forskerspiren viser at også andre ting mennesker har trodd opp igjennom tidene i noen tilfeller har vist seg å være feil. Læreverket beskriver myter som gamle forklaringer på naturlige fenomener som vi ikke lenger tror på. Det kommer frem at det som skiller naturvitenskap og myter, er at mytene ikke er forankret med naturvitenskapelige undersøkelser, noe som samsvarer med NOS som forklarer at naturvitenskap er empirisk. Videre er det enkelte ting vi vet i dag som det har tatt svært lang tid å komme frem til, selv om man lenge har visst om fenomenet. Gjennom forskerspiren forklares det ikke hvorfor ting i noen tilfeller har tatt lang tid, men det er naturlig å tenke seg at utstyr og instrumenter i mange tilfeller har spilt en betydning. Noen ganger formulerer læreboka ting på formen «vi vet at», mens andre ganger kommer det frem at forskerne ikke er helt sikre, eller er uenige. Dette viser at det er mye vi ikke vet enda, og at forskning jobber med å finne ut av det. Hverdagslige antakelser står i kontrast til naturvitenskapelig kunnskap ved at den tilsynelatende og ofte basert på erfaringer ser ut til å stemme, men den kan ikke påvises vitenskapelig, og kan ikke ta del blant de etablerte kunnskapene til naturvitenskap.

Man kan ikke alltid stole på undersøkelsene man gjør, selv om de samsvarer godt med hypotesen. For eksempel kan sansene oppfatte feil, eller man trekker gal tolkning. For å på best mulig vis sikre seg mot dette diskuterer man mulige feilkilder og tolkninger. Fagfellevurderinger viktig for å styrke mengden kritisk vurdert kunnskap (Khine, 2011; McComas et al., 2002; Niaz & Maza, 2011). At naturvitenskapelig kunnskap har en tentativ karakter gikk også igjen videre i boka. Gjennom både kropp og helse, fenomener og stoffer og mangfold i naturen kommer denne siden ved naturvitenskap frem.

Kropp og helse, fenomener og stoffer, mangfold i naturen

Gjennom hele læreverket underbygges det at naturvitenskap ikke bare består av en samling sannheter. Det kommer frem gjennom historiske eksempler at det er mye vi tidligere har trodd, som vi i senere tid har måttet forkaste. Dette gjelder både vitenskapelige teorier og uvitenskapelige myter. Flere eksempler viser at det har tatt lang tid å ha funnet ut av fenomener man lenge har jobbet med, og alt dette kan tolkes til at kunnskap har vært i utvikling, da vi har funnet ut mer om fenomenene nå. Det vises også tydelig at det er mye forskerne fremdeles ikke vet, og forskning pågår for å prøve å kanskje kunne besvare spørsmål. Naturvitenskapens tentative karakter er altså svært tydelig. Ettersom dette er et læreverk i naturfag er det mye naturfaglig kunnskap som skal presenteres i den. Mye av innholdet presenteres på formen «vi vet at». Selv om man strengt tatt aldri kan bevise en teori, kan mye av kunnskapen regnes som etablert kunnskap, det vil si at man gjennom mye forskning har kommet frem til at dette trolig stemmer. Selv om det alltid finnes en teoretisk sjanse for at det vi vet en dag forkastes, ville det vært svært unødvendig å skulle nevne dette der naturfaglig kunnskap presenteres. Det kommer ikke frem at målinger kan være usikre, og ikke nødvendigvis stemme selv om det tilsynelatende ser slik ut.

5.6 Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter

NOS-konsensus beskriver skillet mellom begrepene teori og lov ved at teorier forklarer sammenhenger, og lover beskriver dem. Læreverket fokuserte ikke mye på noen av disse begrepene.

Forskerspiren

Teori er det eneste begrepet som forklares kort i introduksjonskapitlet. Analysen av forskerspiren viser at teori er en hypotese (eller konklusjon) som vi har sluttet å diskutere. Dette vil si at en teori er en antakelse som man tilslutt har innfunnet seg med at trolig er sann, og derfor er en teori noe som forklarer sammenhengen. Dette samsvarer med NOS som også beskriver teori som en forklaring på naturlige fenomener. På en annen side nevnes det ingenting om naturvitenskapelige lover. Fordi datamaterialet fra forskerspiren baserer seg utelukkende på Tellus 8 er det et spørsmål om disse begrepene anses som for abstrakte til å forklares på dette

alderstrinnet. Denne kategorien vektlegges heller ikke stort i resten av læreverket, og det er kun i forbindelse med fenomener og stoffer at et slikt begrep kommer frem.

Fenomener og stoffer

Etter introduksjonskapitlet forklares det en gang hva en lov er Tellus 8 s.139. Begreper som lov eller teori forklares ikke særlig i hele læreverket. Læreverket benytter altså ikke naturvitenskapelige begreper de selv har forklart innledningsvis gjennom resten av læreverket. På denne måten svekkes inntrykket av at begrepene er viktige. I et eksempel om Semmelweis benyttes ordet teori der hypotese trolig ville gitt mer mening (Tellus 10, s.118). Læreverket introduserer og forklarer altså begrep i de generelle kapitlene som ikke blir benyttet konsekvent videre i bøkene.

5.7 Naturvitenskap og teknologi

Konsensus syn om NOS sier at naturvitenskap og teknologi ikke har et lineært forhold, men kan påvirke hverandre gjensidig. Dette kom frem i hele læreverket.

Forskerspiren

I introduksjonskapitlet settes teknologi og naturvitenskap i nær sammenheng. Samtidig presenteres teknologi som noe frittstående, som mennesker har benyttet i lange tider. Forholdet mellom teknologi og naturvitenskap fremstilles som toveis, der teknologiske innretninger bidrar til å muliggjøre naturvitenskapelig forskning, og at naturvitenskapelig kunnskap og oppdagelser kan brukes til å skape ny teknologi. Formuleringer i teksten legger dessuten opp til at det ikke må være en sammenheng. Dette synet på teknologi stemmer overens med konsensus syn på NOS, som beskriver hvordan teknologi og naturvitenskap påvirker hverandre. Det er vanlig å tenke seg et hierarkisk forhold mellom naturvitenskap og teknologi, der utelukkende naturvitenskap fører til teknologi (Bowler & Morus, 2005, s. 391). Introduksjonskapitlet får derimot tydelig vist begge sidene av forholdet. Teknologi og forholdet til naturvitenskap ble også tydeliggjort senere i læreverket, gjennom fenomener og stoffer og teknologi og design.

Fenomener og stoffer, teknologi og design

Videre i læreverket tegnes det samme bildet av at teknologi og naturvitenskap kan påvirke hverandre gjensidig, der naturvitenskapelige funn gir grunnlag for ny teknologi, eller teknologiske redskaper muliggjør ny forskning i naturvitenskapen. Læreverket unngikk å fremme en lineær modell som setter teknologien som et resultat av vitenskap, slik Lundgren (2017, s. 18) sier ikke stemmer. Det fremkommer også at teknologi ikke er et nytt fenomen, men læreverket skiller mellom «enkel» teknologi som var i tidligere tider, og «moderne» teknologi som kjennetegner dagens teknologi.

5.8 NOS i de historiske eksemplene

Gjennom de historiske eksemplene som kommer frem i Tellus 8-10 kommer det særlig frem hvordan naturvitere kommer frem til kunnskap. Noen ganger beskrives metodene som ble benyttet, og ellers kommer det frem hvordan man ved hjelp av undersøkelser fant ut noe om naturen. Også beskrivelser av eksperiment og forsøk fremkommer. Flere eksempler viser at menneskelig nysgjerrighet ligger til grunn for forskning. Vitenskapsfolk er kritiske til andres forskning, og at diskusjon mellom forskere forekommer, vises også gjennom en rekke av eksemplene. Hvordan samfunn påvirker naturvitenskapen, for eksempel som følge av religion, illustreres i noen av eksemplene. Flere av historiene viser at tilfeldige oppdagelser har ligget bak den kunnskap vi har i dag. Begrepet hypotese forklares og illustreres i et historisk eksempel. McComas (2008) forklarer at det kan være et hjelpemiddel å fremme ulike sider ved naturvitenskapens egenart gjennom historiske eksempler, ettersom naturvitenskapens egenart kan fremstå som svært abstrakt, og at historiske eksempler kan vise naturvitenskapen på en tydelig måte. På bakgrunn av dette er det naturlig å tenke at læreverkets historiske eksempler som tar for seg ulike sider ved naturvitenskap er en god måte å formidle naturvitenskapens egenart på. For øvrig avhenger dette av at historiene gir et godt bilde på naturvitenskapens egenart. For eksempel tegnes det via historiene et helt klart bilde av at det stort sett er enkeltmennesker som bidrar til vitenskapen. Dette stemmer ikke overens med den NOS-konsensus som beskriver at naturvitenskapen i stor grad er teamarbeid. Dette kan skyldes at historiene i læreverket er gamle historier, slik at naturvitenskapen har endret seg siden den gang. McComas (2008) trekker fra en studie om historiske eksempler frem at de aller fleste eksemplene var relativt gamle, noe som kunne være problematisk da han mente at dette kunne skape et skille mellom dagens naturvitenskap og tidligere kunnskap.

Dessuten kan det å utelate visse detaljer gi et mangelfullt bilde på naturvitenskapens egenart. Det som går igjen i mange av disse historiene er at de er forenklet, da læreverket naturlig nok ikke kan utbrodere om alt som skjedde eller alt som kanskje var relevant. Likevel kan visse utelatelser av opplysninger gi et noe problematisk syn på naturvitenskapens egenart. For eksempel historien om Ørsted, som illustrerer tilfeldig oppdagelse, utelater noen opplysninger som kunne gitt et tydeligere bilde av naturvitenskap

Den danske professoren Hans Christian Ørsted gjorde en viktig oppdagelse våren 1819. Under en forelesning om elektrisitet la han en kompassnål ved siden av en strømførende ledning. Når strømmen ble slått av og på, gjorde kompassnåla utslag (Tellus 9, s.140)

Tilsynelatende var nettopp denne ene oppdagelsen nok for å påvise at elektrisitet og magnetisme henger nært sammen. NOS-konsensus viser til at det som inngår i den etablerte kunnskapen er diskutert og testet mang en gang, og ikke bare oppstår av en slik hendelse.

I fortellingen om Rutherford spiller også forenkling en rolle.

Litt seinere (i 1911) viste *Ernest Rutherford*, ved hjelp av eksperimenter, at mesteparten av atomet er tomrom! Eksperimentet gikk ut på at Rutherford bombarderte en tynn gullfolie med positivt ladde partikler (alfapartikler) som hadde stor fart. Han observerte at de fleste partiklene passerte uhindret gjennom folien, mens noen få ble mer eller mindre avbøyd. Rutherford mente at eksperimentet viste at mesteparten av atomet er tomrom, men at det inneholder en liten, tett kjerne med positiv ladning. Elektronet, som har negativ ladning, beveger seg rundt den positive kjernen. Det var alfapartiklene som passerte nær denne kjernen, som ble avbøyd. Senere fant Rutherford ut at atomkjernen også består av partikler (Tellus 9, s.8-9).

Hans første funn som viste at det meste av atomet er tomrom, forklares med en grundig beskrevet fremgangsmåte som viser hvordan empiri og strukturerte eksperimenter kan gi kunnskap. I den siste setningen fortelles det om at han også fant ut noe annet, uten at fremgangsmåte nevnes. Det kan nesten se ut som at denne kunnskapen kom av noe annet enn empiri og undersøkelser.

I fortellingen om Wegener og hans ide om kontinentaldrift fremheves uenighet blant forskere.

Wegener ga flere grunner til at det må ha foregått slike bevegelser, blant annet mente han at Norge og Grønland en gang må ha hengt sammen. Men det var ikke så mange som var enige med Wegener. Han kunne nemlig ikke gi noen god forklaring på hvordan bevegelsene kom i stand (Tellus 8, s.54).

Men hvem som var uenige, om det var andre forskere eller den vanlige mannen i gate, og hvordan de hadde hørt om hans ideer, beskrives ikke gjennom eksemplet. Kan dette eksemplet egentlig illustrere at forskere diskuterer og er kritiske til andres tanker, eller mangler det noen vesentlige beskrivelser?

6. Oppsummering og avslutning

Denne studien har sett på hvordan naturvitenskap presenteres i et læreverk for ungdomsskolen, ved å se på i hvilken grad konsensus syn på NOS er reflektert. Jeg har analysert Tellus 8-10 for å finne svar på min problemstilling og forskningsspørsmål. Jeg skal i dette avsluttende kapitlet besvare disse spørsmål på grunnlag av den analysen som er gjort.

6.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

Problemstillingen i denne oppgaven var som følger «I hvilken grad reflekteres konsensus syn av naturvitenskapens egenart (NOS) i læreverket?». Ved å besvare mine tre forskningsspørsmål skal jeg belyse denne problemstillingen.

1. Hvilket bilde av naturvitenskap formidles gjennom læreverket Tellus 8-10?

- I de generelle kapitlene 1 og 2 i Tellus 8
- I læreverkets resterende kapitler

Hvilket bilde de generelle kapitlene og resterende kapitler skaper av naturvitenskap, sett opp mot det konsensus syn om NOS som ble presentert i teorikapitlet, viser at de ulike sidene av NOS vektet ulikt i Tellus. Et vesentlig element i NOS-konsensus sier at naturvitenskapen er en menneskelig bestrebelse og et forsøk på å forklare naturlige fenomener. Både introduksjonskapitlene og resten av læreverket samsvarer godt med dette, da Tellus 8-10 tegner et bilde av naturvitenskapen som noe vi holder på med fordi det er et menneskelig ønske å kunne forstå eller forklare naturen.

En annen side ved NOS beskriver naturvitenskapelige ideer som et resultat av det sosiale og historiske miljøet de er en del av, og at mennesker fra alle kulturer bidrar til naturvitenskap. Gjennom hele læreverket kommer dette til en viss grad frem, for ved å vise at endringer i naturvitenskap skyldes endringer i samfunnet, knyttes samfunn og naturvitenskap sammen. Også at naturvitenskap spiller inn på samfunnet den er en del av vises gjennom eksempler. Eksplisitt nevnes det at forskning foregår over hele verden, og av begge kjønn, men underliggende vises det frem en rekke amerikanske og europeiske vitenskapsmenn, og det ser

ut til at kvinner er et heller sjeldent bidrag i naturvitenskap. Denne siden ved NOS kommer ikke sterkt frem gjennom introduksjonskapitlene, og er ikke et gjennomgående tema gjennom denne delens eksempler og historiske beretninger.

NOS omfatter for det første at naturvitenskapelig kunnskap er basert på empiri og er teoridrevet. Fordi observasjoner er teoriladde kan forskere tolke det samme datasettet ulikt. Dette forårsaker at forskere krever presis rapportering, fagfellevurderinger og erstattbarhet. Naturvitenskapens utvikling kjennetegnes blant annet ved konkurranse mellom rivaliserende teorier. Det kommer tydelig frem gjennom hele læreverket at det å undersøke for å finne ut det man lurer på er et kjennetegn på naturvitenskap. At forskere kan tolke et datasett ulikt kommer ikke frem, men publisering og diskusjon mellom forskere forklares som en styrke ved naturvitenskap både i de generelle kapitlene og resten av læreverket.

Naturvitenskapens kreative kjennetegn er også en del av det konsensus syn på NOS. Gjennom introduksjonskapitlet kommer det riktignok frem at noen vitenskapsmenn, slik som Leonardo da Vinci, er oppfinnsomme og kreative, men kreativitet vektlegges ikke som en del av naturvitenskapen gjennom de første kapitlene. I de resterende kapitlene av læreverket påpekes det at kreativitet er en vesentlig side av naturvitenskap fordi menneskelig tolkning og tanker og ideer trengs i tillegg til vitenskapelige redskaper og instrumenter. Like fullt er ikke kreativitet et gjennomgående tema i læreverket, og denne siden av NOS blir ikke vektlagt som en viktig side av naturvitenskap i Tellus 8-10.

Et annet poeng ved NOS er at naturvitenskapen benytter en rekke ulike metoder, og at den naturvitenskapelige metode er en myte. Ettersom kapittel 1 i Tellus 8 vektlegger nettopp denne naturvitenskapelige metoden, kan ikke de generelle kapitlene sies å samsvare med denne siden av NOS. I de andre kapitlene av læreverket presenteres det derimot flere ulike fremgangsmåter. Den naturvitenskapelige metoden blir ikke trukket frem flere ganger, og de resterende delene av Tellus 8-10 samsvarer dermed med NOS-konsensus.

At NOS beskriver naturvitenskapelig kunnskap som tentativ, og ikke en ferdig samling absolutte sannheter, ser vi igjen i hele læreverket. Her kommer det frem at kunnskap kan måtte forkastes eller endres, og at det er mye vi til enhver tid ikke vet.

NOS tar for seg hva naturvitenskapelige lover og teorier er, og forholdet dem imellom. I de generelle kapitlene til læreverket forklares det hva teorier er, men begrepet brukes ikke aktivt gjennom kapitlet. Hva naturvitenskapelige lover er fremkommer ikke før i Tellus 10. Til gjengjeld fremkommer ikke disse begrepene gjennomgående igjennom bøkene, og denne siden av NOS fremmes altså ikke på en klar måte i læreverket.

Forholdet mellom teknologi og naturvitenskap er også en vesentlig side av NOS-konsensus, og her samsvarer det som presenteres i hele læreverket godt overens med det NOS vektlegger.

2. Er læreverket konsekvent med den forklaringen de gir av naturvitenskap gjennom hele læreverket?

Noen beskrivelser av naturvitenskapen var relativt like både i de generelle kapitlene og resten av læreverket. Andre sider hadde i større eller mindre grad noe motstridende forklaringer.

De beskrivelsene av naturvitenskap som går igjen i både introduksjonskapitlene og de resterende kapitlene er at naturvitenskapen er både prosess og produkt, og noe vi holder på med på grunn av et menneskelig ønske om å kunne forstå og forklare naturen. Forholdet mellom naturvitenskap og samfunn med toveis påvirkning kommer også frem gjennom hele læreverket. At naturvitenskap og teknologi begge kan virke inn på hverandre, men også foregå selvstendig uten hverandre fremgår både av de generelle og øvrige kapitlene. Den tentative siden av naturvitenskapelig kunnskap vektlegges gjennom hele læreverket. Også det store fokuset på enkeltforskere kommer frem i alle deler av læreverket.

I introduksjonskapitlet presenteres den naturvitenskapelige metode som en viktig fremgangsmåte som ble beskrevet med en trinn for trinn-oppskrift på hvordan man arbeider

naturvitenskapelig. Denne metoden ble ikke nevnt i de resterende kapitlene til læreverket, hvor man heller viste eksempler på mange ulike måter å arbeide naturvitenskapelig på. Kreativitet i naturvitenskap ble forklart noe ulikt i de utvalgte delene. I introduksjonskapitlet kommer kreativitet veldig vagt frem, og ser ikke ut til å være en viktig del av naturvitenskap. Senere i læreverket beskrives menneskelig kreativitet som et viktig redskap fordi vitenskapelige instrumenter ikke er nok. I de generelle kapitlene forklares begrepene hypotese og teori, men videre i læreverket fremkommer ikke disse begrepene. Derimot dukker begrepet lov opp, noe som ikke ble beskrevet i de første kapitlene. I introduksjonskapitlene trekkes kvinner i vitenskapen og at vitenskap er prosjektbasert så vidt frem. Dette forklares ikke noe videre i læreverket.

3. Hvilket bilde av naturvitenskapen gis gjennom vitenskapshistoriske eksempler?

De vitenskapshistoriske eksemplene er med på å illustrere en rekke ulike sider ved naturvitenskapens egenart. Særlig prosessene bak vitenskapen kommer frem, da historiene ofte brukes som en introduksjon der læreverket skal forklare et naturfaglig fenomen. På denne måten kommer det frem at naturvitenskapen benytter ulike metoder og undersøkelser. Det påpekes flere ganger hvordan nysgjerrighet og et ønske om å forstå har satt i gang mange av disse undersøkelsene. Noen eksempler tar for seg hindringer som har skapt problemer for deres forskning eller ideer, slik som religion, eller kritikk fra medforskere. Begrepet hypotese vises også gjennom et konkret historisk eksempel. I enkelte av disse historiene spiller forenkling en viktig rolle. Fordi visse detaljer er utelatt, kan noen sider ved naturvitenskapen muligens misforstås, slik som tilfeldige oppdagelser. Så hvis hensikten med de historiske eksemplene var å vise naturvitenskapens egenart, men forfatterne forenkler dem, da tjener de kanskje ikke lenger sin hensikt, snarere tvert imot? Dessuten kan dette fokuset på alle de enkeltforskerne som presenteres via disse historiene få det til å se ut som at det i stor grad er enkeltforskere som på egen hånd arbeider med naturvitenskap, noe som ikke stemmer overens med mesteparten av dagens naturvitenskap.

6.2 Avsluttende tanker

Gjennom denne oppgaven har jeg gått i dybden på hvordan Tellus 8-10 fremstiller naturvitenskap. Jeg har sett på læreverkets fremstillinger av naturvitenskap mot det konsensus syn om NOS. Det viste seg at Tellus hadde samme syn på noen elementer ved NOS som

konsensus syn. Jeg fant også ut at ikke alle sider ved NOS vektlegges i sterk grad gjennom læreverket. Det viste seg også at ikke alt det som ble presentert som kjennetegn på naturvitenskap i kapittel 1 og 2 i Tellus 8, gikk igjen gjennom resten av læreverket. Noe kom også tydeligere til uttrykk senere i læreverket enn i kapitlet hvor naturvitenskap ble forklart. Også tidligere forskning på lærebøker har vist at NOS ofte representeres mangelfullt (Niaz & Maza, 2011), og i noen tilfeller misvisende, for eksempel gjennom «den naturvitenskapelige metode» (Abd-El-Khalick et al., 2008), men det er ikke mulig å sette noen undersøkelser direkte opp mot denne for å direkte sammenligne funn, da metodene er ulike. Funnene fra denne oppgavens undersøkelse gjelder dessuten utelukkende ett læreverk, og utelukkende tekstdelen av dette læreverket. Det går følgelig ikke an å si noe generelt om norske læreverk, men undersøkelsen kan gi et bilde av hvordan naturvitenskap som fremmes gjennom nettopp Tellus 8-10 sin tekst. Dette kan være et interessant perspektiv for naturfaglærere, som jo sies å være de lærerne som støtter seg mest på læreboka som et hjelpemiddel. Ved å være bevisst på nettopp hvilket bilde Tellus gir av naturvitenskap, kan man trekke frem de naturvitenskapelige elementene som samsvarer godt med NOS-konsensus, og legge til forklaringer om naturvitenskap der læreverket enten utelater noe, eller for eksempel der læreverket presenterer «den naturvitenskapelige metode».

Litteraturliste

- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A.-P. (2008). Representations of Nature of Science in High School Chemistry Textbooks over the Past Four Decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855. doi:10.1002/tea.20226
- Angell, C. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Angvik, M. (1982). Skolebokanalyse som tema for lærerutdanning og forskning. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 66(10), 367-379.
- Bachmann, K. (2005). *Læreplanens differens : formidling av læreplanen til skolepraksis*. NTNU, Trondheim. Hentet den
- Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (1996). *A history of chemistry*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Bowler, P. J., & Morus, I. R. (2005). *Making modern science : a historical survey*. Chicago: University of Chicago Press.
- Brady, J. E. (2004). *Generell kjemi : grunnlag og prinsipper*. (Overs. L. Postmyr, P. N. Skancke, & M. Ystenes, 2. utg. utg.). Trondheim: Tapir akademisk forl.
- Chaisri, A., & Thathong, K. (2014). The Nature of Science Represented in Thai Biology Textbooks under the Topic of Evolution. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 621-626. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.268
- Chiappetta, E., & Fillman, D. (2007). Analysis of Five High School Biology Textbooks Used in the United States for Inclusion of the Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847-1868. doi:10.1080/09500690601159407
- DiGiuseppe, M. (2014). Representing Nature of Science in a Science Textbook: Exploring Author-Editor-Publisher Interactions. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1061-1082. doi:10.1080/09500693.2013.840405
- Driver, R. (1994). *Making sense of secondary science : research into children's ideas*. London: Routledge.
- Driver, R. (1996). *Young people's images of science*. Maidenhead: Open University Press.
- Ede, A., & Cormack, L. B. (2012). *A history of science in society : 2 : From the scientific revolution to the present*. (2nd ed. utg. Vol. 2). Toronto: University of Toronto Press.
- Eikeseth, U. (2016). *Norske forskingsbragder : vitenskaplege oppdagingar gjennom 150 år*. Oslo: Samlaget.
- Ekeland, P. R. (2006). *Tellus : naturfag for ungdomstrinnet : 8 [Grunnbok]*. (Bokmål[utg.], 2. utg.). Oslo: Aschehoug.
- Ekeland, P. R. (2007). *Tellus : naturfag for ungdomstrinnet : 9 [Grunnbok]*. (Bokmål[utg.], 2. utg.). Oslo: Aschehoug.
- Ekeland, P. R. (2008). *Tellus : naturfag for ungdomstrinnet : 10 [Grunnbok]*. (Bokmål[utg.], 2. utg.). Oslo: Aschehoug.
- Irez, S. (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93(3), 422-447. doi:10.1002/sce.20305
- Isnes, A. (2005). Nye læreplaner i norsk skole - hva og hvorfor? *NorDiNa*(2), 86-90.
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. (5. utg.). Oslo: Abstrakt.
- Johnsen, E. B. (1999). *Lærebokkunnskap : innføring i sjanger og bruk*. Oslo: Tano Aschehoug.
- Khine, M. S. (2011). *Advances in Nature of Science Research : Concepts and Methodologies*. Dordrecht: Dordrecht, NL: Springer Netherlands.

- Kolstø, S. D. (2003). Et allmenndannende naturfag : fagets betydning for demokratisk deltakelse. (s. 59-85). Oslo: Gyldendal akademisk, 2003.
- Kragh, H. (1999). *Quantum generations : a history of physics in the twentieth century*. Princeton, N.J: Princeton University Press.
- Kragh, H. (2004). *Natureerkendelse og videnskabsteori : de uorganiske videnskabers filosofi og historie*. Århus: Aarhus Universitetsforlag.
- Kragh, H., & Pedersen, S. A. (1991). *Naturvidenskabens teori : en indføring i naturvidenskabernes og teknologiens filosofiske problemer*. (2. udg. utg.). København: Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359. doi:10.1002/tea.3660290404
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G., & Abell, S. K. (2007). *Handbook of research on science education : [1]*. (Vol. [1]). Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lundgren, A. (2017). *Kunskap och kemisk industri i 1800-talets Sverige*. Lund: Arkiv förlag.
- McComas, W. F. (1998). *Nature of Science in Science Education : Rationales and Strategies*. Hingham: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. (2008). Seeking Historical Examples to Illustrate Key Aspects of the Nature of Science. *Science & Education*, 17, 249-263), p.249-263. doi:10.1007/s11191-007-9081-y
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2002). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. I W. F. McCOMAS (Red.), *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*. (Vol. 5, s. 3-40): Kluwer Academic Publishers.
- Next Generation Science Standards Lead States. (2013). Hentet den fra <http://www.nextgenscience.org>
- Niaz, M., & Maza, A. (2011). *Nature of Science in General Chemistry Textbooks*. (Vol. 2). Dordrecht: Springer Netherlands, Dordrecht.
- Nielsen, H. N., K. (2004). Perspektivet må udvides: Hvis de skal være almindannede, må naturfagene iddrage videnskaps- og teknologihistorie! I E. K. Ø. Henriksen, M. (Red.), *Naturfagenes didaktikk, en disiplin i forandring? Det 7. nordiske forskersymposiet om undervisning i naturfag i skolen*. (s. 149-171). Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Ot.prp. nr. 44. (2000). *Godkjenning av lærebøker*. Kulturdepartementet. Hentet den.
- Pingel, F. (2010). *UNESCO guidebook on textbook research and textbook revision*. Unesco.
- Postholm, M. B. (2005). *Kvalitativ metode : en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforl.
- Rancke-Madsen, E., Norrild, P., & Danmarks, R. (1986). *Phlogiston - en teori bryder sammen*. [Kbh.]: DR.
- Repstad, P. (2007). *Mellom nærhet og distanse : kvalitative metoder i samfunnsfag*. (4. rev. utg. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold : samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. (3. utg.). Bergen: Fagbokforl.
- Robson, C. (2002). *Real world research : a resource for social scientists and practitioner-researchers*. (2nd ed. utg.). Oxford: Blackwell.

- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk*. (3. utg. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Skjelbred, D., Solstad, T., & Aamotsbakken, B. (2005). *Kartlegging av læremidler og læremiddelpraksis Rapport* (Høgskolen i Vestfold : online), Vol. [1/2005].
- Thurén, T., Gjerpe, K., & Gjestland, D. (2009). *Vitenskapsteori for nybegynnere*. (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Utdanningsdirektoratet. (2013). *Læreplan i naturfag*. (NAT1-03). Hentet den fra <https://www.udir.no/kl06/NAT1-03/Hele/Kompetansemaal/kompetansemal-etter-10.-arstrinn>.
- Wei, B., Li, Y., & Chen, B. (2013). Representations of Nature of Science in Selected Histories of Science in the Integrated Science Textbooks in China. *School Science and Mathematics*, 113(4), 170-179. doi:10.1111/ssm.12013

Vedlegg

Vedlegg 1: Utdrag fra forskerspiren

(Tellus 8 kapittel 1 og 2)

Kap	Side	Utdrag fra læreverket	Underkategori	Hovedkategori
1	s.6	NATURFAG OG VITENSKAP – forsøk, kunnskap og teknologi	Naturvitenskap handler om både prosess og produkt	Hva er naturvitenskap
1	s.7	Vi bruker gjerne ordet naturvitenskap om alt arbeidet som gjøres og teoriene som bygges opp		
1	s.7	Kan en fisk oppleve smerte når vi tar den av fiskekroken? Flyter egg i vann? Hvordan virker en mobiltelefon? Er det sant at for hvert år som går, får marihøner en ekstra prikk på ryggen, og trær en ekstra ring i stammen? Hva skjer med temperaturen i vann hvis vi fortsetter å varme opp vannet etter at det har begynt å koke? Finnes det liv andre steder i universet? Hva er en solstorm? Hvis vi først begynner å undre oss, kan vi stille mange slike spørsmål.	Naturvitenskap er et forsøk på å forstå/forklare naturen	
1	s.8	(overskrift) Mange spørsmål – noen svar		
1	s.9	Menneskene har alltid vært opptatt av å finne forklaringer på det som skjer i naturen. Men vi har ikke alltid brukt forsøk og vitenskapelige metoder for å lete etter svarene. Mange av forklaringene menneskene hadde i gamle tider, var både spennende og fantasifulle. Når situasjoner ble dramatiske og skremmende, var det ofte gudene som fikk skylden. Du har sikkert hørt om guden Tor som for over himmelen med bukkene sine og lagde lyn og torden. Han svingte hammeren så gnistene føyk, mens han sto i en vogn som lagde tordendrånnene. Grekerne og romerne trodde at lyn og torden skyldtes at guden Zevs var rasende på menneskene og ville straffe dem. Den gangen måtte det være nifst med tordenvær. Slike gamle forklaringer som vi ikke tror på lenger, kaller vi <i>myter</i> .		
1	s.9-10	Menneskene fikk behov for å vite når de skulle så og høste, og det ble viktig å holde styr på årstidene og hvor mange dager det gikk mellom oversvømmelsene.		
1	s.10	En av lysekronene som hang fra taket, svingte sakte fra den ene siden til den andre. Galilei ble nysgjerrig på om bevegelsen tok like lang tid uansett hvor langt ut til sidene lysekrona svingte, og på hva det er som bestemmer hvor lang tid den bruker.		
1	s.10	Han begynte å teste ulike hypoteser. En <i>hypotese</i> er en antakelse om hvordan du tror ting henger sammen. Blant annet var Galilei opptatt av å studere gjenstander som faller gjennom lufta. Han lurte på om tunge ting faller raskere enn lette, og om farten blir større etter hvert – eller om den er lik hele tiden.		
1	s.7	Du skal også lære om den naturvitenskapelige metode, som er en viktig arbeidsmåte i mange forsøk.	Den naturvitenskapelige	Naturvitenskapelige metoder og arbeidsmåter

1	s.12	Han praktiserte det som siden er blitt kalt <i>den naturvitenskapelige metoden</i> .	metode er en viktig fremgangsmåte	
1	s.12	(i boks) Den naturvitenskapelige metoden kan oppsummeres slik: 1 Hypotese: Du undrer deg over noe og prøver å tenke ut en mulig forklaring. Denne forklaringen blir da din hypotese. 2 Eksperiment: Du må teste ut hypotesen for å se om den holder eller ikke. Det gjør du ved å utføre eksperimenter. De må være godt planlagt, og de må utføres systematisk. Det gjelder å observere nøyaktig, og bare én ting av gangen. Da vil du kunne avsløre om hypotesen er feil. Resultatene beskrives og tolkes. 3 Konklusjon: Dersom både dine egne og andres eksperimenter stemmer med hypotesen, er det sannsynlig at hypotesen er riktig. Hvis ikke, må den forkastes.		
1	s.7	Noen av spørsmålene kan vi svare på gjennom å gjøre undersøkelser selv. Hvis vi vil finne ut om et egg flyter i vann, kan vi legge det oppi et glass med vann og se hva som skjer. Vi må bruke litt mer tid for å finne ut hva som skjer med temperaturen i kokende vann. Bakerst i kapitlet ser du hvordan du og resten av klassen kan undersøke dette. I naturfag skal du lære hvordan vi kan gjøre undersøkelser både i naturen og i laboratoriet for å finne svar på noe av det vi lurer på.	Vitenskapelige undersøkelser kan gi oss kunnskap	
1	s.7	Tusenvis av forskere med hver sine spesialkunnskaper gjør undersøkelser og utveksler synspunkter		
1	s.11	Galilei kunne selvsagt ikke ta med seg lysekrona i katedralen for å gjøre eksperimenter! Men han fant ut at en kule som henger i en tråd, kan gjøre samme nytten		
1	s.12	Tidligere hadde mange naturfilosofer gjort seg tanker om og beskrevet hvordan naturen måtte være. Galilei var altså blant de første som baserte beskrivelsen sin av naturen på hypoteser, eksperimenter og observasjoner. Siden har denne måten å arbeide på vært et av naturvitenskapens kjennetegn.		
1	s.11	(Bildetekst) Det fortelles at Galilei slapp kuler med ulik tyngde fra det skjeve tårn i Pisa, for å bevise at lette gjenstander faller like fort som tunge.		
1	s.7	Når vi gjør systematiske og grundige undersøkelser i naturfag, kaller vi det å gjøre <i>forsøk</i> eller <i>eksperimenter</i> , og mye av dette arbeidet foregår i laboratoriet. Her finnes det spesialutstyr og måleinstrumenter for å hjelpe oss med å måle nøyaktig.	Forsøk/eksperiment er systematiske og grundige undersøkelser som er viktige for naturvitenskap	
1	s.11	Han prøvde ut ulike hypoteser etter tur. Først testet han ut hva lengden på pendelsnora hadde å si, så tyngden osv. Én ting av gangen. Han kunne ikke gjøre alle forandringene samtidig, for da ville han ikke vite hvilken forandring som hadde betydning. Og han måtte følge nøye med, og notere det han observerte.		
1	s.15	Siden eksperimentene er en så viktig del av naturvitenskapen, er de også en viktig del av		

		naturfaget. Du blir ikke forsker av å arbeide i naturfaglaboratoriet, men du lærer noen av metodene som forskerne bruker, og får innsikt i hvordan vi får naturfaglig kunnskap.		
1	s.15-19	Fire og en halv side om LAB.		
1	s.10	De som var opptatt av å forstå det som skjer i naturen, begynte å gjøre eksperimenter for å teste ideene sine. Den moderne naturvitenskapen var i ferd med å ta form.		
2	s.33	Du lærte også hvor viktig det er å bruke en systematisk framgangsmåte når man skal gjøre undersøkelser		
1	s.11	Å observere er mer enn å bare se. Det er å klare å skille ut hva som er viktig av det som skjer, og å registrere dette nøye.	Observasjon er å oppfatte det viktigste	
1	s.13-14	Historien om Leonardo da Vinci	Vitenskapen er kreativ	Kjennetegn ved naturvitenskapen
1	s.14-15	Historien om Thomas Edison		
1	s.7	I dag foregår det meste av forskning på naturen gjennom små og store prosjekter over hele verden	Vitenskapen er prosjektbasert	
1	s.20	Det har skjedd store endringer innenfor arbeidet med naturvitenskap. I dag er det en stor andel kvinnelige forskere, man arbeider ofte sammen, og i større forskningsprosjekter er det gjerne samarbeid over landegrensene		
1	s.20	(Bildetekst) Flere store romfartsorganisasjoner samarbeider om dette store prosjektet, der også norske astronauter er med. Slike internasjonale prosjekter gir forskere fra hele verden mulighet til å møte andre som er interessert i det samme som de selv.		
1	s.7	I dag foregår det meste av forskning på naturen gjennom små og store prosjekter over hele verden	Vitenskapen er internasjonal	
1	s.20	Det har skjedd store endringer innenfor arbeidet med naturvitenskap. I dag er det en stor andel kvinnelige forskere, man arbeider ofte sammen, og i større forskningsprosjekter er det gjerne samarbeid over landegrensene		
2	s.33	For forskere er det ikke bare viktig å kunne måle nøyaktig, men også at de samme måleenhetene brukes overalt.		
1	s.19	(Overskrift) Framover mot vår tid – vitenskapens «kjendiser» Naturvitenskapen har mange berømte navn knyttet til seg. Ved siden av Galileo Galilei er kanskje <i>Isaac Newton</i> (1642-1727), <i>Charles Darwin</i> (1809-1882) og <i>Albert Einstein</i> (1879-1955) de aller mest kjente vitenskapsmennene gjennom historien. Deres ideer var banebrytende på hver sine områder.	Enkeltforsker med stor innflytelse	
1	s.20	Det har skjedd store endringer innenfor arbeidet med naturvitenskap. I dag er det en stor andel kvinnelige forskere, man arbeider ofte sammen, og i større forskningsprosjekter er det gjerne samarbeid over landegrensene	Kvinner i vitenskapen	
1	s.19	Tidligere var det ikke så vanlig at kvinner tok en lengre utdanning, og derfor er det ikke så mange kjente kvinnelige naturvitere.		

1	s.20	Resultatene fra ulike forskningsprosjekter blir presentert i vitenskapelige tidsskrifter eller databaser på Internett. Vi sier at resultatene <i>publiseres</i> på den måten får forskere tilgang til hverandres resultater og kan gjøre egne undersøkelser innenfor det samme fagfeltet. Dette kan føre til nyttige diskusjoner rundt metoder, resultater og konklusjoner, som igjen kan bidra til å bringe forskningen videre.	Må formidle resultat	
1	s.7	Tusenvis av forskere med hver sine spesialkunnskaper gjør undersøkelser og utveksler synspunkter	Forskere diskuterer	
1	s.20	Mens lærebøker og skoler ofte vektlegger den etablerte naturvitenskapen som det er bred enighet om, formidler aviser og medier i mange tilfeller nyhetsstoff om områder der forskere ikke er enige, fordi de tolker resultatene ulikt og kommer fram til ulike konklusjoner. Denne uenigheten er ikke et tegn på dårlig forskningsarbeid. Det er tvert imot utvekslingen og diskusjonene mellom forskere som sikrer kvaliteten på de naturvitenskaplige teoriene som etableres etter hvert som tiden går.		
1	s.20	Det har skjedd store endringer innenfor arbeidet med naturvitenskap. I dag er det en stor andel kvinnelige forskere, man arbeider ofte sammen, og i større forskningsprosjekter er det gjerne samarbeid over landegrensene	Samfunnet påvirker naturvitenskapen	Naturvitenskap i samfunnet
1	s.20	Naturvitenskapen utviklet seg voldsom i løpet av 1900-tallet. Den la grunnlaget for moderne teknologi, som gjør at verden ser ganske annerledes ut nå enn for bare 100 år siden. Men denne utviklingen har ikke bare hatt positive konsekvenser, utfordringene har økt på flere områder. (...) vi har mange store utfordringer i vårt århundre, for eksempel å bekjempe aids, produsere mat nok til stadig flere mennesker, utvikle transportmidler som bruker mindre energi, og å redusere forurensning og miljødeleggelse. Her må forskning innenfor naturvitenskap være med og skape nye muligheter. For å møte utfordringene trengs det engasjerte mennesker og dyktige politikere. Naturvitenskaplige kunnskaper er viktige når vi skal forvalte jordas ressurser og foreta fornuftige valg i fremtiden.	Naturvitenskapen påvirker samfunnet	
1	s.8	Andre spørsmål har naturvitenskapen ennå ikke funnet ut av, for eksempel om fisk opplever smerte. Vi vet heller ikke om det er liv andre steder i universet. (...) Det er fortsatt mange ubesvarte gåter i naturvitenskapen. For hvert spørsmål som besvares, ser det ut til å dukke opp nye.	Vitenskapen vs. myter	Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages
1	s.9	Menneskene har alltid vært opptatt av å finne forklaringer på det som skjer i naturen. Men vi har ikke alltid brukt forsøk og vitenskapelige metoder for å lete etter svarene. Mange av forklaringene menneskene hadde i gamle tider, var både spennende og fantasifulle. Når situasjoner ble dramatiske og skremmende, var det ofte gudene som fikk skylden. Du har sikkert hørt om guden Tor som for over himmelen med bukkene sine og lagde lyn og torden. Han svingte hammeren så		

		gnistene føyk, mens han sto i en vogn som lagde tordendrånnene. Grekerne og romerne trodde at lyn og torden skyldtes at guden Zevs var rasende på menneskene og ville straffe dem. Den gangen måtte det være nifst med tordenvær. Slike gamle forklaringer som vi ikke tror på lenger, kaller vi <i>myter</i> .		
1	s.7	(...) og møte teorier og forklaringer som det har tatt menneskene flere tusen år å komme fram til.	Noen ting tar lang tid å finne ut av	
1	s.8	(...) skal vi se at naturvitenskapen har funnet svar på noen av spørsmålene vi stilte i starten. Men ikke alle.	Naturvitenskapen er en kontinuerlig søken etter forklaringer	
1	s.12	Men et eksperiment kan ikke bevise at en hypotese er riktig. Det er alltid en sjanse for at noe er feil, at vi har målt feil, at kunnskapene våre er for dårlige, at sansene våre lar seg lure, eller at vi har trukket en gal konklusjon. Derfor er det viktig å vurdere feil og feilkilder, det vil si hva som kan forårsake feil, og å diskutere tolkningen av resultatene.	Målinger kan være usikre	
1	s.13	(Overskrift) Vitenskapelige teorier – konklusjoner det er enighet om. De hypotesene og konklusjonene som ikke diskuteres lengre, blir en del av de etablerte vitenskapelige teoriene. I naturvitenskap brukes ordet «teori» om en grunnleggende beskrivelse som det er stor enighet om, for eksempel at livet på jorda har endret seg oppigjennom tidene. Men det har også forekommet at teorier som man mente var riktige, senere måtte forkastes. Ingen tror f.eks. at jorda er flat!	Vitenskap i endring	
1	s.20	Mens lærebøker og skoler ofte vektlegger den etablerte naturvitenskapen som det er bred enighet om, formidler aviser og medier i mange tilfeller nyhetsstoff om områder der forskere ikke er enige, fordi de tolker resultatene ulikt og kommer fram til ulike konklusjoner. Denne uenigheten er ikke et tegn på dårlig forskningsarbeid. Det er tvert imot utvekslingen og diskusjonene mellom forskere som sikrer kvaliteten på de naturvitenskapelige teoriene som etableres etter hvert som tiden går.	Forskjell på etablert kunnskap og under forskning	
1	s.12-13	I naturvitenskapen leter forskerne etter sammenhengen mellom årsak og virkning, før de trekker slutninger. Et eksempel er hypotesen om at stråling fra høyspentledninger kan føre til kreft. Det har vært gjort store undersøkelser for å finne ut av dette. Flere personer som har bodd i boligområder nær høyspentledninger, har fått kreft. Men til tross for grundige undersøkelser har forskerne ikke funnet noen mekanisme som forklarer hvordan denne strålingen kan forårsake de forandringene som skjer i kroppen når et menneske får kreft. Konklusjonen er derfor at de ikke kan påvise noen slik sammenheng, selv om mange tror det må være en sammenheng. Dette eksempelet viser hvor stor avstand det kan være mellom hverdagslige antakelser og entydige vitenskapelige konklusjoner om sammenhengen mellom årsak og virkning.	Hverdagslige antakelser vs. Vitenskapelige konklusjoner	
1	s.10	Han begynte å teste ulike hypoteser. En <i>hypotese</i> er en antakelse om hvordan du tror ting henger	Hypotese er en antakelse	

		sammen. Blant annet var Galilei opptatt av å studere gjenstander som faller gjennom lufta. Han lurte på om tunge ting faller raskere enn lette, og om farten blir større etter hvert – eller om den er lik hele tiden.		Kjennetegn ved naturvitenskapens produkter
1	s.12	Når vi skal gjøre forsøk eller foreta en undersøkelse, er det viktig at vi ikke trekker gale konklusjoner om sammenhengen mellom årsak og virkning. Hvis for eksempel en type appelsinjuice selger mer enn en annen type, behøver det ikke bety at den første er sunnere og bedre. Det kan for eksempel komme av at den er billigere. (...) I naturvitenskapen leter forskerne etter sammenhengen mellom årsak og virkning, før de trekker slutninger.		
1	s.13	(Overskrift) Vitenskapelige teorier – konklusjoner det er enighet om. De hypotesene og konklusjonene som ikke diskuteres lengre, blir en del av de etablerte vitenskapelige teoriene. I naturvitenskap brukes ordet «teori» om en grunnleggende beskrivelse som det er stor enighet om, for eksempel at livet på jorda har endret seg oppgjennom tidene. Men det har også forekommet at teorier som man mente var riktige, senere måtte forkastes. Ingen tror f.eks. at jorda er flat!	Teorier er Hypoteser/ konklusjoner det er stor enighet	
1	s.8	Opp gjennom tidene har vi tatt i bruk mange hjelpemidler, både for å overleve, og for å finne ut mer om naturen. Det handler om å være oppfinnsom, tenke ut stadig bedre måter å lage ting på, og finne bedre materialer å lage dem av. Som en felles betegnelse for alle slike hjelpemidler og oppfinnelser bruker vi gjerne ordet <i>teknologi</i> .	Teknologi er ikke noe nytt	Naturvitenskap og teknologi
2	s.33	<i>Timeglasset</i> er en gammel oppfinnelse der en viss mengde sand renner gjennom en trang åpning i løpet av en bestemt tid		
1	s.10	(Overskrift) Ny teknologi utvider verden	Teknologi påvirker verden	
1	s.10	For omtrent 400 år siden skjedde det noe viktig: Flinke glass-slipere i Nederland begynte å lage både kikkerter og mikroskoper. En helt ny «verden» åpnet seg.	Teknologi påvirker naturvitenskap	
2	s.33	Etter hvert som den teknologiske utviklingen har ført til bedre måleinstrumenter, har naturvitenskapen utviklet seg. Mange av de metodene som brukes innenfor for eksempel medisin, er utenkelige uten utrolig nøyaktige måleinstrumenter.		
1	s.20	Naturvitenskapen utviklet seg voldsom i løpet av 1900-tallet. Den la grunnlaget for moderne teknologi, som gjør at verden ser ganske annerledes ut nå enn for bare 100 år siden. Men denne utviklingen har ikke bare hatt positive konsekvenser, utfordringene har økt på flere områder. (...) vi har mange store utfordringer i vårt århundre, for eksempel å bekjempe aids, produsere mat nok til stadig flere mennesker, utvikle transportmidler som bruker mindre energi, og å redusere forurensning og miljødeleggelse. Her må forskning innenfor naturvitenskap være med og	Naturvitenskapen påvirker teknologien	

		skape nye muligheter. For å møte utfordringene trengs det engasjerte mennesker og dyktige politikere. Naturvitenskaplige kunnskaper er viktige når vi skal forvalte jordas ressurser og foreta fornuftige valg i fremtiden.		
1	s.13	(Overskrift) Teknologi – vitenskap og oppfinnelser hånd i hånd. Utviklingen innenfor naturvitenskap har ført til en rekke nye oppfinnelser. (...) noen ganger kan det være motsatt, at en ny oppfinnelse eller en lur løsning på et praktisk problem fører til nye vitenskapelige oppdagelser. Oppfinnelsen av kikkerten førte for eksempel til at Galilei oppdaget fjell og daler på månen.	Teknologi og naturvitenskap i gjensidig påvirkning	
1	s.13	Når ny teknologi utvikles, henger ofte vitenskap og oppfinnelser nær sammen og påvirker hverandre.		

Vedlegg 2: Utdrag fra kropp og helse

(Tellus 9 kapittel 2 og 3) (Tellus 10 kapittel 2 og 6)

Bok	Kap	Side	Data	Underkategori	Hovedkategori
10	6	190	Legevitenskapen er en del av naturvitenskapen, og den bruker i hovedsak naturvitenskapelige arbeidsmetoder for å få ny kunnskap. En vitenskapelig fremgangsmåte vil si at man gjør objektive målinger under kontrollerbare betingelser, slik at resultatet kan dokumenteres og etterprøves.	Den naturvitenskapelige metode er en viktig fremgangsmåte	Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter
10	6	190	En vanlig fremgangsmåte for utprøving av nye medisiner eller behandlingstiltak er såkalte <i>dobbelte blindforsøk</i> . Man prøver ut behandlingen på to grupper pasienter. Når det gjelder utprøving av medikamenter, får for eksempel den ene gruppen tabletter med det virkestoffet som skal testes ut, mens den andre gruppen får identiske tabletter, men uten virkestoffet, såkalt <i>placebo</i> . Dobbelte blindforsøkt betyr at verken pasient eller lege får vite hvem som har fått hva. Dette for å unngå at utenforstående faktorer skal påvirke resultatet. Det merkelige ved slike utprøvinger er imidlertid at også noen av de pasientene som har fått «narremedisin», opplever bedring. Dette kalles <i>placeboeffekt</i> , og viser hvor mye troen på at man får god og riktig behandling, kan påvirke sykdomstilstanden. For noen sykdommer kan placeboeffekten være over 30 %. Skal man være trygg på at en behandlingsform som testes, har den ønskede virkningen, må man altså ta høyde for denne effekten. Den vitenskapelige fremgangsmåten med dobbelt blindtesting er tidkrevende og kostbar, og den er ikke like lett å gjennomføre for alle typer behandlinger. Det stilles imidlertid alltid strenge krav til vitenskapelig dokumentasjon for at en medisin eller behandlingsmåte virker, før den blir godkjent og kan tas i bruk.		

10	6	192	(om homøopati) Slike teorier kan virke fremmede i forhold til naturvitenskapelig tenkemåte.		
10	6	192-193	Ifølge norsk lov er det tillatt å tilby ulike alternative behandlingsformer, men det er forbudt å reklamere med at behandlingen har <i>helbredende</i> virkning så lenge det ikke finnes vitenskapelig dokumentasjon for at dette virkelig er tilfellet. De som praktiserer alternativ medisin får dermed ikke hevde at de kan kurere kreft og andre alvorlige sykdommer.		
10	6	184	Dette satte Jenner på ideen om å smitte folk med kukopper for å beskytte dem mot det fryktede koppeviruset, og i 1789 tok han sjansen på å vaksinere en 8 år gammel gutt med puss fra en kukoppeblære. Gutten ble uvel noen dager, men snart var han frisk igjen. Men for å få vite om han nå virkelig var beskyttet mot de farlige koppene, måtte Jenner utsette gutten for også <i>denne</i> smitten. Dette var mye farligere, men Jenner tok likevel sjansen.	Vitenskapelige undersøkelser kan gi oss kunnskap	
10	6	194	Synet på helse har forandret seg. Sykdom og smerter ble tidligere sett på som en normal del av hverdagen, noe man måtte finne seg i å leve med. Troen på skjebnens makt var stor, og det var vanlig å forestille seg at sykdom var noe trolldomsaktene påførte menneskene som straff eller hevn.	Vitenskapen vs. myter	Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages
10	6	194	(i boks) I flere tusen år er uttrekk av bark fra piletre blitt brukt som febernedsettende og smertestillende middel. Problemet var at barken samtidig ga diaré og svimmelhet. For vel hundre år siden klarte noen kjemikere å <i>isolere</i> (trekke ut) det virksomme stoffet fra barken. Seinere klarte man også å endre molekylene til virkestoffet, slik at man fikk et nytt stoff. Dette stoffet hadde like god virkning som smertestillende middel, men uten bivirkningene. Det nye stoffet ble tilsatt i tablett og solgt under navnet <i>Aspirin</i> . Aspirin var de første smertestillende tablettene i verden! Siden er mange medisiner blitt utviklet fra planter på liknende måte.	Noen ting tar lang tid å finne ut av	
9	3	82	Allerede i 1950-årene var det kjent at røykere oftere får lungekreft enn ikke-røykere. I dag vet vi mye om sammenhengen mellom tobakksrøyken og sykdommer.	Forskjell på etablert kunnskap og under forskning	
10	2	55	Mange forskere mener at de fleste mennesker har både en homofil side og en heterofil side.		
10	2	55	Forskerne diskuterer fortsatt hva som er årsaken til at noen forelsker seg i personer av samme kjønn, mens de fleste blir forelsket i personer av motsatt kjønn. Noen mener at homofili er medfødt (biologisk), mens andre mener at denne seksuelle orienteringen er tillært og et resultat av oppveksten den homofile har hatt. Denne		

			diskusjonen om «arv eller miljø» pågår fortsatt i noen miljøer.		
10	2	68	I 2007 ble det lagt fram en forskningsrapport fra universitetet i Edinburgh, Skottland, som fortalte at en p-pille for menn kan være på markedet innen fem år. Mennene som deltok i forskningsprosjektet, tok piller med hormoner som stanser sædproduksjonen. Ingen av dem som tok pillen i en måned, produserte sæd! Et annet positivt funn var at pillene så langt ikke hadde noen negative bivirkninger på forsøkspersonene.		
10	2	72	Til tross for intens forskning har vi ennå ingen medisin som kan ta knekken på hivviruset, men det finnes medisin som kan gi en hivsmittet (hiv-positiv) person flere år å leve.		
10	6	182	I løpet av forrige århundre økte kunnskapen om smittsomme sykdommer og smitteveier kraftig. I dag vet vi hvilke farer som truer, og vi prøver hele tiden å verne oss mot dem.		
10	6	184	(i boks) Det har hittil ikke vært mulig å lage en virkelig effektiv influensavaksine. Det er fordi virusene er svært ustabile. De forandrer seg hele tiden, og forskerne må derfor utvikle ny vaksine for hvert utbrudd. Først når viruset har begynt å angripe, kan man lete etter en effektiv måte å bekjempe det på.		
10	6	181	(i boks) Semmelweiss hadde en teori om at studentene brakte med seg et «likstoff» som de overførte til pasientene, og som gjorde dem syke. Han bestemte at alle måtte vaske hendene før de gikk inn til de fødende kvinnene, og da sank antall dødsfall dramatisk. Overlegene ved sykehuset nektet imidlertid å tro at det kunne være noen sammenheng mellom sykdom og håndvask, og Semmelweiss ble tvunget til å slutte i stillingen sin.	Hverdagslige antakelser vs. vitenskapelige konklusjoner	
10	6	185	Mange viktige oppdagelser er blitt gjort ved en ren tilfeldighet. Slik var det også i 1928 da engelskmannen Alexander Fleming oppdaget stoffet <i>penicillin</i> . I laboratoriet sitt hadde han i lengre tid studert bakterier, som han dyrket i skåler. Han reiste bort noen dager, og i farten glemte han å dekke til noen av disse skålene. Da han kom tilbake, var de forurenset av muggsopp. Fleming la imidlertid merke til noe veldig interessant: Rundt hver muggfleck var det ikke lenger bakteriekolonier – de var døde! Han trakk den slutningen at muggsoppen utskilte et stoff som drepte bakteriene.	Tilfeldige oppdagelser har spilt en rolle i naturvitenskap	

Vedlegg 3: Utdrag fra mangfold i naturen

(Tellus 8 kapittel 3 og 8)

(Tellus 10 kapittel 1 og 8)

Bok	Kap	Side	Data	Underkategori	Hovedkategori
8	3	68	(...) men mange forskere vil gå mye lengre tilbake i tiden. De er nysgjerrige etter å finne ut av menneskets forhistorie. (...) det er funn som tyder på at våre eldste forløpere dukket opp på slutten av tertiærtiden.	Naturvitenskap er et forsøk på å forstå/forklare naturen	Hva er naturvitenskap
8	3	74	Darwin syntes dette var merkelig og spennende. Hvordan var dyrene blitt så forskjellige?		
10	1	11	Det er stor interesse knyttet til stamcelleforskning, særlig det å dyrke celler.		
8	3	54	Ingen mennesker har reist innover i jorda. Likevel har vi mye kunnskap om hvordan jorda er bygd opp, og om prosessene i jordas indre. Det har vi fått gjennom å studere vulkaner og jordskjelv, og foreta matematiske beregninger.	Vitenskapelige undersøkelser kan gi oss kunnskap	Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter
8	3	55	Fra 1960-årene (...) var utforskningen av havbunnen kommet godt i gang. Denne forskningen gav en forklaring på hvorfor for eksempel Amerika og Afrika/Europa går fra hverandre. Langs enorme sprekker i bunnen av dyphavet tyter det opp smeltet stein fra mantelen.		
8	3	58	Nå har forskerne øynene rettet mot en godt bevart, 3600 millioner år gammel bergart i Sør-Afrika. Noen mener at de kan se spor etter liv, andre tviler. Men kanskje kan de finne livets fødselsdato i disse urgamle fjellene?		
8	3	60	For mange er fossiljakt en hobby, men forskerne leter etter fossiler for å lete etter hva de kan fortelle oss om livet i en fjern fortid. De fleste har sine spesialområder. For eksempel forsker noen på menneskets forhistorie, mens andre studerer ørsmå organismer som kan gi informasjon om klimaforhold i tidligere tider.		
8	3	60	Det er funn av bergarter og fossiler som har gitt oss kunnskap om hvordan livet har utviklet seg. På 1600-tallet begynte forskerne for alvor å studere bergarter. (...) og forskerne ble enige om noen grunnleggende punkter. (...)		
8	3	61	Forskerne skjønte etter hvert at fossilene som de forsiktig banket løst fra berget, kunne fortelle noe om hvordan livet på jorda har utviklet seg. Men svært få av organismene som har levd på jorda er blitt til fossiler. Det er som om vi bare har ti brikker i et puslespill som består av flere tusen brikker. Hvordan skal hele bildet egentlig se ut? Vi må være forsiktige med å lage skråsikre tolkninger av hva fossilene forteller og om livets historie.		
8	3	61	Forskerne sammenligner avsetningsbergarter fra forskjellige områder. (...) de kan derfor dele		

			fortiden inn i <i>geologiske perioder</i> der hver periode har hver sine typiske fossiler.		
8	3	75	I mange år etter at han kom hjem, arbeidet Darwin med det han hadde sett og samlet på den fem år lange jordomseilingen.		
8	3	75	Jo flere forskjellige fossiler, levende dyr og planter Darwin så, jo sikrere ble han på at dyre- og plantearter kunne forandre seg over tid.		
8	3	76	Det materialet Darwin samlet inn på turen med Beagle, støttet denne utviklingsteorien, og selv Darwin ble overbevist om at teorien var riktig.		
8	3	76	Ingen hadde studert finkene på Galápagosøyene før Darwin gjorde det. Men tanken om at dyreartene hadde forandret seg gjennom tidene, var eldre enn Darwin. Lenge før hans tid hadde naturinteresserte mennesker begynt å samle og studere fossiler. Funnene tydet på at fortidens arter hadde forandret seg, og at noen arter til og med hadde dødd ut. Tanken om at alle arter som lever på jorda nå, har utviklet seg fra arter som fantes tidligere, blir kalt <i>utviklingslæren</i> .		
8	3	76	Darwin hadde vært motstander av utviklingslæren før ferden med Beagle. Men da han i 1859 utga boka «Om artenes opprinnelse», støttet han utviklingslæren og var den første til å gi en <i>forklaring</i> på hvordan utviklingen foregår. Forklaringen bygde på de oppdagelsene han hadde gjort på reisen, og mange års arbeid hjemme i England.		
8	3	78	(overskrift) Flere bevis for utviklingslæren		
8	3	78	Utviklingslæren fikk både tilhengere og motstandere. For de naturforskere som gikk inn for den nye læren, ble fossilene viktige bevis, og <i>hestens utvikling</i> ble et viktig eksempel. Fossile bein fra fortidens hester viser hvordan denne dyregruppen har utviklet seg fra <i>urhesten</i> som levde for over 50 millioner år siden.		
8	3	78	Denne rekken viste at dyrene var blitt stadig større. Dessuten hadde tennene og føttene forandret seg. Den gradvise forandringen ble brukt som det endelige beviset på utviklingslæren!		
8	3	79	(overskrift) Flere bevis kommer til Fossilene ble et av de viktigste bevisene på at det har foregått en evolusjon. Det at det gikk an å følge hestens utvikling gjennom 50 millioner år, virket overbevisende på mange. Et annet bevis for at artene har utviklet seg fra en felles stamform, finner vi i arvestoffet i cellene. Det viser seg at arvestoffet i alle arter på jorda er bygd opp på samme måte, og virker		

			<p>på samme måte. (...) Det tolker forskerne slik at alle disse artene har en felles stamfar. (...)</p> <p>Det siste beviset vi skal ta med her, dreier seg om hvordan skjelettet hos virveldyr er bygd opp. (...)</p>		
10	1	24	Mendel studerte hvordan egenskapene til erteplantene arves. Han tok for seg én og én egenskap: plantenes lengde, fargen på blomster og frø, og formen på frøene. Han planla forsøkene nøye og noterte nøyaktig de observasjonene han gjorde.		
10	1	24	Gjennom mange forskjellige krysninger (han dyrket og undersøkte 29 000 planter!) fant han ut hvordan egenskapene føres videre fra generasjon til generasjon. Seinere har det vist seg at det han fant ut, gjelder for alle organismer som har kjønnet formering. (...).		
10	1	32	Hvis han i løpet av sommeren bare fikk høye planter med blomsten plassert på toppen, og de skulpene (ertebelgene) som utviklet seg utover høsten alle var flate med glatte og gule erter inni, ville vi i dag si at det var liten genetisk variasjon i denne bestanden av erteplanter. Men det var ikke tilfellet. Han observerte planter med alle kombinasjoner av de egenskaper du kan se i tabellen til høyre, og da kan vi tvert imot hevde at det var stor genetisk variasjon.		
8	8	211	Priestley gjorde så et nytt forsøk hvor han fylte «ødelagt» luft i to glassklokker. I den ene plasserte han en mus sammen med en plante, i den andre bare en mus, slik tegningene viser. Musa som var alene, døde nesten med det samme, mens musa som var sammen med planten, overlevde. Priestley sa: «En mus ødelegger luft, mens en plante kan rense luft.»		
10	1	31	<i>Genteknologi</i> er en samlebetegnelse på de teknikkene som gjør det mulig å foreta presise endringer av DNA-et hos en organisme. Det første vellykkede forsøket ble gjort allerede i 1972 da amerikaneren Paul Berg lagde et nytt DNA-molekyl som bestod av gener fra en bakterie og et virus. Det var verdens første <i>genspleising</i> .	Forsøk/ eksperiment er systematiske og grundige undersøkelser som er viktige for naturvitenskap	
8	3	54	Wegeners teori: Wegener ga flere grunner til at det må ha foregått slike bevegelser, blant annet mente han at Norge og Grønland en gang må ha hengt sammen. Men det var ikke så mange som var enige med Wegener. Han kunne nemlig ikke gi noen god forklaring på hvordan bevegelsene kom i stand.	Forskere diskuterer	Kjennetegn ved vitenskapen
8	3	76	Darwin og en annen engelsk forsker, Alfred Russel Wallance (1832-1913), var de aller første som svarte «ved naturlig utvalg». Det at Darwin (og Wallance) kunne gi denne		

			forklaringen på utviklingen, gjorde mange flere overbevist om at teorien kunne være riktig.		
8	3	76	Darwin mente at utviklingen både i dyre- og planteriket kunne forklares nettopp slik. Han kalte det et <i>naturlig utvalg</i> . Tanken om det naturlige utvalg var Darwins store oppdagelse.	Hypotese er en antakelse	
8	3	58	Lenge trodde forskerne at grafitten i disse bergartene må ha vært dannet av levende celler, men i dag vet vi at grafitt kan dannes uten at det er liv til stede.	Vitenskap i endring	Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages
8	3	54	Laget innenfor jordskorpa kalles <i>mantelen</i> . Geologene er usikre på om hele eller bare deler av mantelen er smeltet, men den ytre deler er i hvert fall flytende. (...) forskerne mener at kjernen likevel er fast stoff, på grunn av det kolossale trykket.	Forskjell på etablert kunnskap og under forskning	
8	3	55	I dag mener forskerne at hele jordoverflaten, også havbunnen, er delt inn i om lag 15 større og noen mindre plater. (...) det at platene beveger seg, forklarer tre viktige naturfenomener: <ul style="list-style-type: none"> - Jordskjelv. - Vulkanisme. - Dannelse av fjellkjeder. 		
8	3	58	Siden forskerne finner flere forskjellige organismer i disse bergartene, regner de med at det allerede før dette tidspunktet må ha foregått en utvikling fra den aller første levende celler oppstod. (...) men ennå kan ingen si når og hvordan de første levende cellene oppstod. – enkelte forskere har spekulert på om de første levende cellene kom til jorda med kometer eller meteoritter!		
8	3	59	For å finne ut hvordan oksygenet i atmosfæren er blitt til, må vi tilbake til de aller første livsformene i havet. De levde av næringsrike stoffer som de fant i vannet.		
8	3	59	Ingen vet hvordan fotosyntesen oppsto, men vi vet at uten den hadde det ikke vært oksygen i atmosfæren.		
8	3	66	(Overskrift) Kritt – gåten om dinosaurenes død.		
8	3	68	Hva skjedde? Det finnes to hovedteorier <ul style="list-style-type: none"> - Langsomme miljøforandringer (...) - Brå død fra verdensrommet (...) Det at det finnes to hovedteorier som forklaring på at dinosaurene forsvant, viser at det er mye som forskerne ennå ikke vet sikkert.		
8	3	69	Forskerne antar at menneskets forfedre begynte å gå på to bein som en tilpasning til det å leve i åpent landskap.		

8	3	75	<i>Darwin hadde denne forklaringen: (...)</i>		
8	3	79	Darwin hevdet at jo flere likhetstrekk det er mellom to arter, desto kortere tid er det siden de to artene skilte seg fra et felles opphav		
8	8	211	Forklaringen på luftrensingen som Priestley oppdaget, er <i>fotosyntesen</i> . I dag vet vi hvordan denne prosessen foregår.		
10	1	8	Selv om de er enkelt bygd, skal likevel bakterier ha æren av å ha vært del aller første levende organismene på jorda. De oppsto for 3-4 milliarder år siden, men vi vet ikke helt hvordan det skjedde.		
10	1	10	Nøyaktig hvordan en stamcelle utvikles til en bestemt spesialiserte celletype, vet vi fortsatt lite om.		
10	1	11	Hvis forskere finner ut hvordan de kan dirigere utviklingen fra stamcelle til spesialisert celle, kan de lage alle typer celler. Det er et håp om at stamceller skal kunne brukes til behandling av en rekke sykdommer og lidelser.		
10	1	18	Forskernes kunnskaper om dette øker stadig, og vi har nå lært så mye at vi kan gripe inn i naturens gang ved å gjøre endringer i arvestoffet. Det gir oss store muligheter, men det gjør også at vi kan stille spørsmål som er vanskelige å svare på: (...)		
10	1	18	Vi vet at arv er avgjørende for egenskapene hos et individ. Det kan vi for eksempel se når to søsken har åpenbare likhetstrekk, og vi kan se de samme trekkene hos foreldrene, (...)		
10	1	21	(bildetekst) James Watson (f. 1928) og Francis Crick (1916-2004). Bildet er fra 1953 da de fant ut hvordan DNA-molekylene er bygd opp. Dette regnes som et av de aller største vitenskapelige framskrittene på 1900-tallet.		
10	1	22-23	Når dette skrives (2008), kjenner vi hele baserekkefølgen (...) i menneskers arvestoff og i mange andre organismer. Kjeden hos mennesker utgjør til sammen 3 milliarder baser etter hverandre. Men selv om vi kjenner denne rekkefølgen, har vi ennå ikke full oversikt over hvordan alle kodene virker. Vi har for eksempel langt flere proteiner enn gener, og det betyr at hvert gen må være involvert i dannelsen av flere proteiner. Forskerne arbeider med å finne ut hvordan dette foregår.		
10	1	23	Noe av det som har overrasket forskerne, er at mye av DNA-et tilsynelatende ikke koder for noe. Et gen som man antar har betydning for menneskers intelligens (...), har en lengde på om lag 7500 baser, men disse basene er fordelt i en kjede på om lag 100 000 baser. Hva er meningen med de resterende 92 500 basene?		

			Har de noen mening? (...) Om noen få år forstår vi kanskje mer av betydningen til dette tilsynelatende overflødige arvestoffet.		
10	1	23	En annen problemstilling forskerne arbeider med, er hvordan gener skrur av og på.		
10	1	24	Dagens husdyr og nytteplanter har sitt opphav i planter og dyr som menneskene begynte å bruke for flere tusen år siden. Like lenge har antakelig mennesker sett at ulike egenskaper går i arv, men uten å forstå hvordan. Selv Darwin hadde en uriktig hypotese om hvordan arven foregår. Nå skal du få lære om Gregor Mendel, mannen som knekte koden.		
10	1	24	I 1866 publiserte han arbeidene sine, men få, om noen, innså betydningen av resultatene hans. Først i år 1900, 16 år etter hans død, begynte andre forskere å forstå hvor viktig arbeidet hans var, og nå regner vi han som opphavsmann til den klassiske genetikken (arvelæren).		
10	1	24	Gregor Mendel var altså den som først beskrev hvordan egenskaper går i arv fra en generasjon til den neste. Han mente at det var bestemte <i>faktorer</i> i en organisme som bestemte egenskaper som for eksempel <i>høy</i> og <i>lav</i> hos avkommet. I dag vet vi at det Mendel kalte faktorer, er gener, også kalt arveanlegg.		
10	1	25	Mendel oppdaget at som oftest vil den ene utgaven «bestemme» eller dominere over den andre, slik at den får fram sin egenskap. (...) I dag vet vi altså at disse to utgavene av genet ligger på samme sted på hvert sitt kromosom i kromosomparet.		
10	1	31	Det at forskere nå vet hvor sykdomsgenet ligger, er et første steg på veien mot å finne en behandling ved genterapi., det vil si å sette inn et friskt gen i stedet for det som gir sykdommen. Foreløpig (2008) har man ikke lyktes å helbrede sykdommen ved genterapi.		
10	1	31	I dag har vi mye kunnskap om gener og arv, og det forskes stadig mye på dette området.		
10	8	236	FNs klimapanel regner med at stigningen vil være på mellom 9 og 88 cm fra år 2000 til 2100.		
10	8	238	Som du leste i kapittel 7 forskes det på ulike metoder for å bli kvitt CO ₂ -gassen som vi produserer.		
10	8	245	Ingen vet om disse steinaldermenneskene var forfedrene til dagens samer, eller om de tilhørte et annet folkeslag.		
10	1	32	Genteknologien har siden begynnelsen av 1970-årene vokst til å bli et stort forskningsområde. Mye av forskningen er grunnforskning, som ikke har noen annen hensikt enn å skaffe økt	Naturvitenskapen påvirker samfunnet	Naturvitenskap i samfunnet

			kunnskap. Disse kunnskapene kan imidlertid vise seg å være svært nyttige, og en viktig drivkraft til at det satses så mye på dette området, er utsiktene til å utnytte genteknikkene innenfor for eksempel medisin og landbruk		
10	1	32	I teorien behøves det med dagens metoder bare én enkelt celle for å skaffe seg oversikt over arvestoffet til «eieren» av cellen. Å bruke genteknologiske metoder innenfor etterforskning i slektskapsaker (...) og kriminalsaker blir stadig vanligere.		
10	8	232	Rundt 2050 regner forskerne med at reduksjonen av ozonlaget har stoppet opp, og at det igjen har fått den opprinnelige tykkelsen – takket være de internasjonale avtalene og etterlevelsen av dem.		
10	8	234	Forskerne retter i dag også søkelyset mot plutselige, dramatiske endringer som kan skje i store økosystemer på jorda hvis én eller flere abiotiske faktorer endres for mye.		
10	8	234	Påvirkningene av naturområder som er listet opp foran, skyldes i hovedsak det økende <i>folketallet</i> og den økte bruken av <i>naturressurser</i> . Det er imidlertid veksten i folketall og i de vestlige industrilandene på 1800- og 1900-tallet (Europa og Nord-Amerika) og velstandsutviklingen de siste tiårene som er den grunnleggende årsaken til de største problemene. Bruken av fossile brensler har forurenset lufta lokalt, regionalt og globalt. Med økt forbruk og stadig mer avanserte produkter øker mengden avfall og utslipp av for eksempel miljøgifter og klimagasser.		
10	8	240	Regjeringen har vedtatt at tapet av biologisk mangfold i Norge skal stoppes innen 2010.		

Vedlegg 4: Utdrag fra fenomener og stoffer

(Tellus 8 kapittel 4, 5, 6 og 7)

(Tellus 9 kapittel 1, 4, 5, 6 og 7)

(Tellus 10 kapittel 3, 4, 5 og 7)

Bok	Kap	Side	Data	Underkategori	Hovedkategori
8	5	119	Menneskene har alltid undret seg over verdensrommet og forsøkt å finne ut av ting som skjer i naturen: Hvorfor har vi sommer og vinter? Hva skjer når det er solformørkelse?	Naturvitenskap er et forsøk på å forstå/forklare naturen	Hva er naturvitenskap
8	5	137	Allerede for 5000 år siden gjorde de gamle babylonerne og egypterne nøyaktige astronomiske observasjoner. De kartla himmellegemenes bevegelse og posisjon til ulike tider på året, og stilte		

			opp steiner og pinner i bestemte mønstre for å markere observasjonene sine.		
8	5	139	Han var nysgjerrig på alt, kastet seg ustanselig over nye problemstillinger.		
9	1	8	Noen vitenskapsmenn var nysgjerrige etter å finne ut hvilke stoffer de kunne klare å spalte i andre stoffer, og hvilke som ikke lot seg dele.		
10	4	117	Spørsmålet om hva lys <i>er</i> , og hva som gjør at vi kan se omgivelsene våre, har opptatt mennesker i flere tusen år.		

8	5	121	Nå har det vært mennesker på månen seks ganger, derfor vet vi mye mer om månen nå enn tidligere.	Vitenskapelige undersøkelser kan gi oss kunnskap	Naturvitenskapelige metoder og fremgangsmåter
8	5	121	(bildetekst) Månefasene forteller oss hvor lang tid månen bruker på én runde rundt jorda.		
8	5	126	Men nå har både russiske og amerikanske romsonder utforsket denne planeten, og vi vet at temperaturen er omtrent 430°C – så varmt at papiret i denne boka ville begynne å brenne.		
8	5	129	Astronomene håper å få vite mer om hvordan solsystemet vårt ble dannet, ved å studere Pluto og Kuiperbeltet utenfor.		
8	5	131	Ved å studere ulike stjerner i Melkeveien har astronomene fått et godt innblikk i hvordan stjerner fødes, lever og dør.		
8	5	136	Når astronomene studerer de fjerne galaksene, tyder strålingen på at galaksene beveger seg fra hverandre.		
8	5	139	Hans mest kjente oppdagelser er de fire største månene til planeten Jupiter. De fire <i>galileiske månene</i> er lette å se med kikkert eller teleskop. Dette var et endelig bevis for at ikke alle himmellegemer kretser rundt jorda.		
8	5	140	(i boks) I 1846, omtrent hundre år etter Newtons død, ble det oppdaget at planeten Uranus trekkes utover av en ukjent tyngdekraft. Ved hjelp av Newtons gravitasjonskraft regnet to matematikere ut posisjonen til det de mente måtte være enda en planet i vårt solsystem. Teleskopene ble rettet mot dette stedet, og der var planeten!		
8	6	162	For godt over tohundre år siden kom vitenskapen et skritt videre. Da fant man opp en måte å samle opp «lufta». Det ble mulig å ta vare på alt som kom opp av reagensglassene, og undersøke det nærmere. Da oppdaget de at lufta oppførte seg forskjellig fra gang til gang. Det kunne ikke være tale om én luft; det måtte være mange ulike «lufte». I dag vet vi at lufta er en jevn blanding av mange forskjellige gasser.		
9	1	7	Det vi vet om atomer, har vi først og fremst funnet ut ved å studere hva som skjer når stoffer reagerer med hverandre. I dag har imidlertid vitenskapen		

			kommet så langt at den kan vise oss bilder av atomer. Med de mest avanserte elektronmikroskopet kan vi se at atomene i et stoff.		
9	1	8	I 1897 oppdaget engelskmannen <i>Joseph Thomson</i> at alle stoffer inneholder en liten negativt ladd partikkel. (...) Han skjønte at denne partikkelen var en byggestein i atomet, og tenkte seg at elektronene ligger spredt rundt i atomet omtrent som rosinene i en bolledeig.		
9	1	8-9	Litt seinere (i 1911) viste <i>Ernest Rutherford</i> , ved hjelp av eksperimenter, at mesteparten av atomet er tomrom! Eksperimentet gikk ut på at Rutherford bombarderte en tynn gullfolie med positivt ladde partikler (alfapartikler) som hadde stor fart. Han observerte at de fleste partiklene passerte uhindret gjennom folien, mens noen få ble mer eller mindre avbøyd. Rutherford mente at eksperimentet viste at mesteparten av atomet er tomrom, men at det inneholder en liten, tett kjerne med positiv ladning. Elektronet, som har negativ ladning, beveger seg rundt den positive kjernen. Det var alfapartiklene som passerte nær denne kjernen, som ble avbøyd. Senere fant Rutherford ut at atomkjernen også består av partikler. Partiklene som Rutherford oppdaget, blir kalt <i>protoner</i> .		
9	1	13	Etter hvert som stadig flere grunnstoffer ble kjent utover 1800-tallet, forsøkte kjemikerne å lage et system for å holde orden på dem. De prøvde å plassere dem i forskjellige grupper, spiraler eller tabeller – uten å lykkes. Den russiske kjemikeren <i>Demitrij Mendelejev</i> (1834-1907) utførte mange kjemiske forsøk og fant ut hvordan de forskjellige grunnstoffene oppførte seg. Flere av grunnstoffene hadde egenskaper som lignet på hverandre. Han bestemte seg for å sortere de 65 grunnstoffene som var kjent til da, etter hvor tunge atomer de var, og da oppdaget han noe rart: Stoffene kunne settes sammen i et slags rutemønster, der de grunnstoffene som oppførte seg omtrent likt i kjemiske reaksjoner, kom på linje rett under hverandre. Systemet som Mendelejev satte opp, kalles grunnstoffenes <i>periodesystem</i> .		
9	4	107	(i en boks) Amerikaneren <i>Benjamin Franklin</i> var både boktrykker, dommer, politiker og forsker. Han ville bevise at lynet er elektriske gnister mellom skyene og jorda. Forsøket han gjorde, er et av de mest berømte eksperimenter i vitenskapens historie.		
9	5	142	Faraday oppdaget at når han koblet inn batteriet, gikk det strøm gjennom sekundærspolen. Når han koblet ut batteriet gikk det strøm motsatt vei. Han forstod da at det oppstår strøm i sekundærspolen <i>hver gang strømmen i primærspolen enders</i> .		
9	5	147	<i>Heinrich Hertz</i> (1857-1894) gjør en rekke eksperimenter i 1880-årene, der han påviser at		

			bølgene til Maxwell faktisk eksisterer og kan registreres på avstand.		
9	7	199	De kjemiske forholdene på Titan minner nemlig om forholdene om forholdene på jorda for 4,5 milliarder år siden. (...) Ved å studere Titan håper astronomene å kunne finne svar på hvordan livet på jorda startet.		
9	7	205	SOHO har flere teleskoper og instrumenter om bord, og er et stort samarbeidsprosjekt mellom den europeiske romfartsorganisasjonen <i>ESA</i> og det amerikanske <i>NASA</i> . SOHO har gitt astronomene økt kunnskap om sola og prosessene som foregår der. En rekke norske forskere er også knyttet til prosjektet.		
10	3	87	I naturvitenskapelig arbeid er det gjort grundige undersøkelser av ulike energioverganger. Alle slike undersøkelser har vist at energi ikke er noe som skapes eller blir borte, men som bare skifter form hele tiden.		
8	5	139	Ved hjelp av forsøk undersøkte Galilei hvordan legemer beveger seg og faller, og han fant fram til nye tenkemåter som var i strid med måten man hadde tenkt på i årtusener.	Forsøk/ eksperiment er systematiske og grundige undersøkelser som er viktige for naturvitenskap	
9	1	8-9	Litt seinere (i 1911) viste <i>Ernest Rutherford</i> , ved hjelp av eksperimenter, at mesteparten av atomet er tomrom! Eksperimentet gikk ut på at Rutherford bombarderte en tynn gullfolie med positivt ladde partikler (alfapartikler) som hadde stor fart. Han observerte at de fleste partiklene passerte uhindret gjennom folien, mens noen få ble mer eller mindre avbøyd. Rutherford mente at eksperimentet viste at mesteparten av atomet er tomrom, men at det inneholder en liten, tett kjerne med positiv ladning. Elektronet, som har negativ ladning, beveger seg rundt den positive kjernen. Det var alfapartiklene som passerte nær denne kjernen, som ble avbøyd. Senere fant Rutherford ut at atomkjernen også består av partikler. Partiklene som Rutherford oppdaget, blir kalt <i>protoner</i> .		
9	1	22	Når kjemikerne vil finne ut hva et utkjent stoff består av, bruker de ofte såkalte <i>påvisningsreaksjoner</i> .		
9	1	14	(i en boks) For å få systemet til å passe måtte Mendelejev hoppe over en og annen rute. Noen steder var det derfor ledige plasser i periodesystemet hans. Mendelejev mente at disse hullene måtte tilsvare grunnstoffer som ennå ikke var oppdaget, og han forutsa også hvilke egenskaper noen av dem hadde. Det gjorde han ved å se på egenskapene til stoffene som stod nær dem i systemet. Takket være disse forutsigelsene kunne andre forskere seinere «gå på jakt» etter nye grunnstoffer som de allerede kjente egenskapene til. Germanium (med		Strukturert fremgangsmåte

			atomnummer 32) er et grunnstoff som ble oppdaget på denne måten.		
9	7	207	For å kunne lete etter spor av liv andre steder må forskerne først trene seg på hvordan de skal lete etter slike spor.		
9	7	208	For å kunne finne ut hvor sannsynlig det er at det finnes liv andre steder i universet, er det viktig å vite hvor vanlig det er med planeter rundt andre stjerner enn sola. Det var først i 1995 at en slik planet ble oppdaget. Det forteller hvor vanskelig det er å finne en planet i nærheten av en lyssterk stjerne.		
8	4	89	Mye av den kunnskapen vi har om naturen, har vi fått ved tilfeldigheter. Slik kan det også ha vært da de første metallene ble framstilt.	Tilfeldige oppdagelser har spilt en rolle i naturvitenskap	
9	4	110	(i en boks) Den italienske legen <i>Luigi Galvani</i> oppdaget en underlig spenningskilde ved en tilfeldighet. Han holdt på med å undersøke beina til en død frosk. Lårene til frosken lå på en metallplate. Da han berørte en av nervene i froskelåret med en stålkniv, spratt beinet opp som om frosken var levende! Galvani mente at bevegelsen kom av at det gikk en svak strøm i nervene og musklene når metallet i kniven kom i kontakt med metallplata. Denne oppdagelsen skulle få stor betydning seinere.		
9	4	117	(i en boks) De gamle grekerne oppdaget at det harde materialet <i>rav</i> kan trekke til seg lette ting etter at det er gnidd med et tøyestykke. Den greske filosofen <i>Tales</i> kalte det spesielle for <i>elektron</i> , som betyr rav på gresk. Grekerne tenkte seg at en klump av rav blir fylt med et ukjent stoff når den blir gnidd. Når vi fyller noe, kan vi si at vi «lader» det. Et gevær lades for eksempel med ammunisjon. På den måten blir ordet ladning knyttet til elektrisiteten.		
9	5	140	(i boks) Den danske professoren Hans Christian Ørsted gjorde en viktig oppdagelse våren 1819. Under en forelesning om elektrisitet la han en kompassnål ved siden av en strømførende ledning. Når strømmen ble slått av og på, gjorde kompassnåla utslag. Oppdagelsen vakte stor oppsikt, fordi den viste at elektrisitet og magnetisme er fenomener som er «i slekt» med hverandre.		
10	7	216	(i boks) Den første som beskrev fenomenet osmotisk trykk, var den franske presten og fysikeren Jean-Antoine Nollet (1700-1770), som hadde fylt en svineblære med vin og senket den i et kar med vann for å kjøle ned vinen. Etter en stund eksploderte svineblæra. Presten skjønnte at det var fordi det hadde trengt vann inn igjennom veggen i blæra uten at vinen slapp ut. Tilslutt ble trykket så stort at svineblæra sprakk.		

8	5	137	Grensene for «verden» er blitt skjøvet utover etter hvert som vi har fått bedre instrumenter og nye muligheter for å utforske verdensrommet.	Vitenskapen er kreativ	Kjennetegn ved vitenskapen
---	---	-----	--	------------------------	----------------------------

			Instrumentene gjør oss likevel ikke i stand til å forstå alt vi kan se der ute. Nysgjerrighet, grubling, tolkninger, ideer og spennende teorier er også viktige drivkrefter for å få ny kunnskap.		
9	1	9	Siden vi ikke kan <i>se</i> atomene direkte, er vi avhengige av andre metoder for å danne oss et bilde av dem. Rutherford kom frem til en atommodell der negative elektroner kretser rundt en positivt ladd kjerne. Men ingen modeller gir et fullstendig bilde av virkeligheten. Vi bruker ulike modeller for å beskrive ulike sider ved atomet. Den danske fysikeren <i>Niels Bohr</i> (1885-1962) lanserte en atommodell som lignet på Rutherfords modell. Men Bohr tenkte seg at elektronene beveget seg rundt atomkjernen i bestemte avstander, kalt nivåer eller skall, omtrent slik planetene beveger seg rundt sola.		
8	5	139	Newton mente at alle legemer som har masse, tiltrekker hverandre. Han satte også opp et matematisk uttrykk for hvordan vi kan regne ut tiltrekningskraften mellom to gjenstander. Dette uttrykket kaller vi tyngdeloven, eller Newtons gravitasjonslov.	Enkeltforsker med stor innflytelse	
8	5	140	(bildetekst) Isaac Newton er kanskje den mest berømte naturforsker gjennom alle tider.		
9	7	199	I det øyeblikk de første bildene flimret over TV-skjermene, brøt jubelen løs i forskningssentrene verden over. Alt hadde gått etter planen, og landingen var en suksess!	Vitenskapen er internasjonal	
9	7	203	Den internasjonale romstasjonen blir brukt til en rekke ulike observasjoner og forsøk. En forskningsgruppe fra NTNU i Trondheim studerer plantevekst i vektløs tilstand, med tanke på for eksempel matproduksjon under lange romferder i fremtiden.		
8	5	138	Helt fra den gangen og fram til for 200-300 år siden mente folk flest at sola, månen, planetene og stjernene beveget seg i sirkelrunde baner rundt jorda, og at jorda stod stille i midten. Dette kalles det <i>geosentriske</i> verdensbildet. <i>Geo</i> betyr jord. Men det fantes også noen som tenkte annerledes.	Forskere diskuterer	
8	5	139	Galilei leste verkene til Copernicus og innså at han hadde rett i at jorda ikke er i sentrum av universet.		
10	5	149	Helt fra gammelt av har det vært vanlig å dele stoffer inn i grupper. Stoffene fra plante- og dyreriket ble slått sammen og kalt <i>organiske stoffer</i> , mens alle andre stoffer ble kalt uorganiske. Lenge trodde man at de organiske stoffene hadde en innebygd <i>livskraft</i> i seg, og at de bare kunne lages av naturen selv. Den tyske kjemikeren Friedrich Wöhler ble derfor svært overrasket da han en dag i 1928 eksperimenterte med noen salter i laboratoriet sitt, og plutselig oppdaget at han hadde lagd urinstoff. Til å begynne med torde han ikke å publisere funnet sitt, fordi han mente andre		

			vitenskapsmenn ville tro at han jukset. Urinstoff er jo et organisk stoff som normalt dannes i nyrene hos mennesker og dyr.		
8	5	138	Copernicus mente at det er sola som er i sentrum, og at jorda og planetene beveger seg i sirkler rundt sola. Dette kalles det <i>heliosentriske</i> verdensbildet. <i>Helios</i> betyr sol.	Hypotese er en antakelse	

8	5	138	(bildetekst) Nicolaus Copernicus var en av de første som hevdet at jorda og de andre planetene går i bane rundt sola. Som prest visste han at det var farlig å hevde noe sånt. Derfor sørget han for at boka der han presenterte synet sitt, først kom ut etter hans død.	Samfunnet påvirker naturvitenskapen	Naturvitenskap i samfunnet
8	5	139	Ikke alle likte Galileis oppdagelser, og at han hevdet at jorda ikke er sentrum i universet. Deler av presteskapet nektet å se inn i Galileis «djevelske instrument». Inkvisisjonen, den katolske kirkens domstol, tvang ham til å trekke tilbake det han hadde sagt, og dømte han til fengsel på livstid. Seinere gjorde paven om dommen til livsvarig husarrest.		
8	5	140	Enda en ny astronomisk revolusjon skjedde i 1957. Sputnik!		
9	7	212	Kappløpet om å erobre verdensrommet som ble innledet i 1957, ble også starten på et kappløp om utvikling av ny teknologi. Apollo-programmet er det største teknologiske og vitenskapelige prosjektet som noensinne er gjennomført. På det meste var over 350 000 mennesker involvert, fra blant annet 20 000 bedrifter og 200 universiteter. De totale kostnadene ble beregnet til over 25 milliarder dollar.		
10	4	126	Den engelske naturviteren Isaac Newton studerte fargene i solspekteret. Han mente det måtte være sju farger i solspekteret: rødt, oransje, gult, grønt, blått, indigo og fiolett. (...) At Newton kom fram til at det er sju farger i solspekteret, henger nok sammen med at var opptatt av teologi. Tallet sju er et spesielt tall i Bibelen. Også i våre dager nevner vi disse sju fargene når vi skal ramse opp fargene i solspekteret. Men vi kunne like gjerne si at vi bare ser fargene rødt, gult, grønt og blått, og overgangene mellom dem. På den måten er det like riktig å si at vi ser fire farger, ti farger eller hundre farger, avhengig av hvor nøye vi skiller nyansene fra hverandre.		
10	7	210	Det er slått fast i mange internasjonale rapporter at utslipp av karbondioksid og andre klimagasser påvirker klimaet på jorda gjennom å forsterke drivhuseffekten og fører dermed til global oppvarming.		
10	7	215	Interessen for alternative energikilder økte etter en oljekrise i 1973, og det ble satt i gang flere forskningsprosjekter om bølgeenergi her til lands.		

9	5	146	Kort tid etter at elektromagneten og generatoren var oppfunnet på begynnelsen av 1800-tallet, fikk noen den geniale ideen at de elektriske signalene kunne brukes til å sende beskjeder ved hjelp av en form for kode. Amerikaneren Samuel Morse (1791-1872) utviklet i 1837 et kodesystem der bokstavene i alfabetet og tallene fra 0 til 9 fikk hver sine koder, bygd opp av prikker og streker.	Naturvitenskapen påvirker samfunnet	
---	---	-----	--	-------------------------------------	--

8	5	124	(bildetekst) I dag vet vi hvordan nordlys oppstår, og blir ikke redde, slik folk kunne bli i tidligere tider.	Vitenskapen vs. myter	Kunnskapen ligger ikke klar til å oppdages
8	5	133	Før i tiden knyttet menneskene sagn til de ulike stjernebildene, og satte navn på dem.		
9	1	8	En utbredt idé er at alle stoffer er ulike blandinger av fire <i>grunnelementer</i> : ild, luft, jord og vann. (...) I middelalderen ble naturvitenskapen ledet inn på et blindspor av <i>alkymistene</i> , som var på jakt etter noe de kalte <i>de vises sten</i> . (...) Først da det ble vanlig å gjøre naturvitenskapelige eksperimenter på 1600- og 1700-tallet, kom vitenskapen et skritt videre.		
10	4	126	Ifølge en gammel folkelig forestilling finnes det en gullskatt ved enden av regnbuen. Men ingen blir nok rik av å gå på skattejakt så snart sollyset skinner på vanndråpene i luften og får det til å spille i alle regnbuens farger. Den gamle forestillingen forteller om undringen og mystikken som var knyttet til dette storslåtte naturfenomenet. I dag vet vi mer om regnbuen – men vi er stadig like fascinert av den som menneskene var før i tiden.		
9	1	7	I dette kapitlet skal du lese om hvordan vi gradvis har fått mer innsikt i atomenes verden.	Noen ting tar lang tid å finne ut av	
9	1	8	På begynnelsen av 1800-tallet hevdet kjemikeren <i>John Dalton</i> (1766-1844) at det finnes et bestemt antall ulike typer atomer, og at hver atomtype svarer til et bestemt grunnstoff. Slik dukket ideen om de udelelige atomene opp igjen 2000 år etter at den ble lansert første gang.		
9	1	10	(bildetekst) I løpet av to hundre år har vitenskapen fått et stadig dypere innblikk i stoffenes indre. Mon tro om dette bildet vil se annerledes ut når forskerne har arbeidet i hundre år til?		
10	3	99	(i boks) Selv om loven virker enkel nok, tok det naturvitenskapen over 2000 år å formulere den!		
8	5	119	Romforskningen gir noen svar, men skaper også nye spørsmål		
9	1	10	(bildetekst) I løpet av to hundre år har vitenskapen fått et stadig dypere innblikk i stoffenes indre. Mon tro om dette bildet vil se annerledes ut når forskerne har arbeidet i hundre år til?	Naturvitenskapen er en kontinuerlig søken etter forklaringer	
9	7	199	Romforskning omfatter forskning på mange ulike fagområder, der astronomer lærer stadig mer om		

			universet – for eksempel på hvordan universet oppstod, hvordan galakser dannes, hvordan stjerner utvikler seg, hvilke prosesser som skjer på sola, hvordan planetene har oppstått og er sammensatt.		
9	7	204	Samtidig har det vist ukjente fenomener som gir astronomer nye utfordringer.		
9	7	208	Dessuten forsøker de å finne ut mer om hvordan livet oppstod på jorda – hvilke kjemiske stoffer måtte til, hva slags trykk og temperatur var nødvendig, hvilken rolle spilte lyn og elektriske utladninger? Noen forskere prøver å gjenskape forholdene slik de kan ha vært da livet på jorda oppstod.		
9	7	216	En sikker spådom om astronomiens framtid er at den sannsynligvis vil bli enda mer utrolig enn vi kan tenke oss i dag!		
9	7	216	Det er ingen overdrivelse å si at det vil skje helt fantastiske ting innenfor astronomi og realfag de neste tiårene. De som velger å studere disse fagene i dag, kan få oppleve det fra innsiden i morgen.		
8	5	119	Vi mennesker har lett for å tenke at kloden vår, <i>Tellus</i> , er midtpunktet i universet. Men de som studerer astronomi, læren om universet, har funnet ut at dette ikke er riktig.	Vitenskap i endring	
8	5	129	Det er allerede oppdaget flere objekter i Kuiperbeltet – til og med noen som <i>kan</i> være større enn Pluto. Flere astronomer mener derfor at <i>enten</i> kan ikke Pluto lenger regnes som en planet, <i>eller</i> så bør de nyoppdagede store objektene også regnes som planeter!		
8	5	129	(bildetekst) Denne sikksakk-bevegelsen var umulig å forklare for dem som mente himmellegemene var festet til ulike skall.		
9	1	7-8	Allerede 400 år f.kr., i det gamle Hellas, lekte filosofen <i>Demokrit</i> seg med tanken om atomer. Han hevdet at stoffer ikke kunne deles opp i det uendelige. Før eller siden ville vi komme til en partikkel som ikke lenger er delelig, mente Demokrit, og denne partikkelen kalte han et <i>atom</i> . Atom kommer fra gresk <i>atomos</i> , som betyr udelelig. Demokrit påstod også at det var tomrom mellom atomene. Det var nok en av grunnene til at ideene hans ikke vant fram. De fleste syntes det var vanskelig å tenke seg at et fast stoff ikke er fullstendig sammenhengende. Tankene til Demokrit ble forlatt, og de neste to tusen årene hersket det helt andre oppfatninger om stoffenes oppbygning.		
10	4	117	Den greske filosofen <i>Pytagoras</i> (570-500 f. Kr.) mente at vi kan se ting rundt oss fordi øynene våre sender ut «synsstråler». <i>Empedokles</i> , som levde omtrent hundre år seinere, mente derimot at alle gjenstander sender ut en slags «ild» som treffer øynene våre, slik at vi kan se dem. (...) Den gamle		

			diskusjonen ble ikke avgjort før omtrent to tusen år seinere.		
10	5	149	Helt fra gammelt av har det vært vanlig å dele stoffer inn i grupper. Stoffene fra plante- og dyreriket ble slått sammen og kalt <i>organiske stoffer</i> , mens alle andre stoffer ble kalt uorganiske. Lenge trodde man at de organiske stoffene hadde en innebygd <i>livskraft</i> i seg, og at de bare kunne lages av naturen selv. Den tyske kjemikeren Friedrich Wöhler ble derfor svært overrasket da han en dag i 1928 eksperimenterte med noen salter i laboratoriet sitt, og plutselig oppdaget at han hadde lagd urinstoff. Til å begynne med turde han ikke å publisere funnet sitt, fordi han mente andre vitenskapsmenn ville tro at han jukset. Urinstoff er jo et organisk stoff som normalt dannes i nyrene hos mennesker og dyr.		
10	5	149	Men etter hvert ble også andre organiske stoffer lagd av uorganiske forbindelser, og man innså at det ikke var noen prinsipiell forskjell på oppbygningen av de stoffene som finnes i planter og dyr, og andre kjemiske stoffer. Teorien og <i>livskraften</i> måtte forlates.		
8	5	125	Vi har foreløpig ikke funnet liv noen andre steder i universet.	Forskjell på etablert kunnskap og under forskning	
8	5	127	(bildetekst) De siste årene har romsonder avslørt mange av Mars sine hemmeligheter, men ett spørsmål er fortsatt ikke besvart – finnes det liv der?		
8	5	129	Allerede i oldtiden oppdaget de som studerte stjernehimmelen, at enkelte lysende punkter på himmelen så ut til å flytte seg litt fra kveld til kveld. De fant fem slike punkter som flyttet seg. De kalte dem planeter, som betyr vandrere. I dag vet vi at disse «vandrene» var de fem planetene i vårt solsystem som er synlige fra jorda.		
8	5	131	Astronomene mener at det finnes slike stjerneverter som har så stor tetthet at planeter og stjerner i nærheten kan bli revet i stykker.		
8	5	135	I dag vet vi at galaksene er jevnt spredd utover universet.		
8	5	135	De fjernest himmellegemene vi kjenner i dag, er <i>kvasarene</i> .		
8	5	136	Dette tolkes som at universet må ha hatt en begynnelse.		
8	5	136	Den vanligste teorien er at universet startet med <i>det store smellet</i> , eller <i>Big Bang</i> . De fleste astronomer at dette skjedde for 13,7 milliarder år siden.		
8	5	136	Astronomene er ganske sikre på at universet utvider seg, men de er ikke sikre på om utvidelsen vil fortsette til evig tid.		

8	5	136	Astronomene tror at det kanskje kan finnes enorme mengder av <i>mørk materie</i> – materiale som vi ikke har oppdaget ennå.		
8	5	136	Astronomene vet altså ikke om universet vil fortsette å utvide seg eller trekke seg sammen og kanskje eksplodere på nytt.		
8	5	136-137	Gjennom vitenskapens historie har det vært flere teorier om hvordan universet har blitt til. Men i dag er de fleste astronomer enige om at det er Big Bang-teorien som er den mest sannsynlige, fordi denne teorien stemmer best med resultatene av forskningen som er blitt gjort om universet.		
8	5	137	Det finnes imidlertid også andre teorier, blant annet <i>Steady State-teorien</i>		
8	5	137	Det er blitt spekulert på om <i>Stonehenge</i> i England, ringen av kolossale steiner, (...) kan være et slikt gammelt solobservatorium.		
9	1	10	Seinere viste det seg at skallmodellen til Bohr heller ikke kunne bruke til å forklare alle egenskaper ved atomet. Forskerne fant ut at det ikke var mulig å bestemme en helt nøyaktig bane hvor elektronet beveger seg. De tenkte seg i stedet en modell der elektronskallene erstattes med elektronskyer rundt atomkjernen. Slik oppstod <i>elektronskymodellen</i> .		
9	1	10	I 1932 oppdaget man at atomkjernen inneholder en nøytral partikkel som har omtrent samme masse som protonet. Denne partikkelen fikk navnet <i>nøytron</i> . I løpet av de siste 40 årene har forskerne oppdaget flere nye småpartikler. I dag mener de at protonet og nøytronet er satt sammen av <i>enda</i> mindre byggesteiner, som kalles <i>kvarker</i> .		
9	1	14	Grunnstoffene i en gruppe har mange like egenskaper. I dag vet vi at dette skyldes at alle grunnstoffene i en slik gruppe har likt antall elektroner i det ytterste skallet.		
9	4	114	(i en boks) I fremtiden vil vi kanskje kunne lede strøm i superledende elektriske kabler uten å miste noe energi på veien. Firmaer som lager elektroniske apparater, er også ivrige i jakten på et slikt materiale.		
9	5	146	Innenfor elektronisk kommunikasjon har det skjedd mange banebrytende gjennombrudd siden den gangen.		
9	7	210	Funnene som foreløpig er gjort, gjør at forskerne lurar på om det kan være vann under Mars-overflaten, og om vannet inneholder bakterier som avgir metan. Dersom det finnes slike organismer under overflaten, vil forskerne gjerne undersøke dem og se hvordan de er bygd opp.		
10	4	117	(i boks) I dag vet vi at lyset beveger seg 300 000 km gjennom lufttomt rom i løpet av bare 1 sekund.		

10	4	122	Tidligere ble det bare brukt kobberledninger til å overføre telefonsamtaler, men i dag skiftes stadig mer av telenettet ut med optiske fibre. I kobberledningene må det elektriske signalet forsterkes for hver 1,5 km. Signalet blir dessuten forstyrret av elektromagnetiske signaler fra for eksempel høyspentledninger. En annen ulempe er at de er tykke og tunge.		
10	4	131	(i boks) Nå er det håp om at enkelte blinde kan få synet tilbake ved hjelp av moderne teknologi. (...) Når dette skrives (2008), kan ikke denne teknikken gi blinde et normalt syn, og teknikken er heller ikke ferdig utprøvd. Men metoden forbedres hele tiden, og man håper på at den kan tas i bruk fra 2009. Det arbeides også med andre avanserte teknikker for å kunne gi blinde og svaksynte et forbedret syn.		
10	5	149	I dag kjenner vi mer enn 30 millioner forskjellige organiske forbindelser. De utgjør mer enn 95 % av det samlede antall stoffer i verden.		
10	7	211	Det arbeides også med ulike metoder for fjerning av CO2 fra eksos etter forbrenning av fossile brensler. (...) Man håper denne teknologien kan bli en norsk eksportartikkel i framtiden.		
10	7	214	Det finnes svært mange ideer om hvordan vi kan utnytte energien i havet, og flere ideer testes ut i ulike land.		
10	7	216	Foreløpig er saltkraft på prøvestadiet i Norge, og ventes ikke å kunne bli konkurransedyktig med annen energi før tidligst om ca. 10 år.		
8	5	139	Modellen til Copernicus vakte sterke reaksjoner og ble gjort narr av i begynnelsen. Folk mente at hvis jorda beveger seg, skulle vel vi mennesker merke bevegelsen eller til og med falle av?	Hverdagslige antakelser vs. vitenskapelige konklusjoner	

8	4	89	De lagde redskaper av flintstein, fordi flinten var tett og hard, men lett å forme. Flint ble brukt til å forme fiskekroker av horn eller skjelettresten, og de hadde harpuner av tre med flintspisser. Menneskene tok i bruk enkel <i>teknologi</i> , som er blitt utviklet gjennom tusener av år. Man tok et råstoff fra naturen og lagde det om til et nyttig produkt som gjorde livet enklere.	Teknologi er ikke noe nytt	Naturvitenskap og teknologi
8	4	89	De lagde redskaper av flintstein, fordi flinten var tett og hard, men lett å forme. Flint ble brukt til å forme fiskekroker av horn eller skjelettresten, og de hadde harpuner av tre med flintspisser. Menneskene tok i bruk enkel <i>teknologi</i> , som er blitt utviklet gjennom tusener av år. Man tok et råstoff fra naturen og lagde det om til et nyttig produkt som gjorde livet enklere.		
9	4	119	Oppdagelsen av elektrisiteten, og de utallige mulighetene som åpner seg når vi klarte å få elektrisiteten til å bevege seg i ledninger, har forandret menneskenes hverdag fullstendig.	Teknologi påvirker verden	

8	5	135	Selv om menneskene gjennom årtusener har forsøkt å se for seg hvordan stjernehimmelen er bygd opp, er det bare de siste 100 årene vi har hatt mulighet til å studere det som ligger virkelig langt ute.	Teknologi påvirker naturvitenskap
8	5	137	Grensene for «verden» er blitt skjøvet utover etter hvert som vi har fått bedre instrumenter og nye muligheter for å utforske verdensrommet. Instrumentene gjør oss likevel ikke i stand til å forstå alt vi kan se der ute. Nysgjerrighet, grubling, tolkninger, ideer og spennende teorier er også viktige drivkrefter for å få ny kunnskap.	
8	5	139	I 1609 fikk han høre om en nederlandsk optiker som hadde funnet opp et instrument der linser ble brukt til å få fjerne objekter til å virke mye nærmere enn de egentlig var. Det ble kalt et <i>teleskop</i> , og Galilei gikk straks i gang med å bygge sitt eget.	
8	5	140	Etter Newtons tid har instrumentene som brukes til å studere stjernehimmelen, blitt stadig bedre. I takt med utviklingen av bedre kikkerter og teleskoper har yttergrensen for hva man kan observere, stadig flyttet seg. I 1950-årene tok forskerne i bruk store radioteleskoper. Da ble det mulig å «se» mye større deler av Melkeveien og studere enda fjernere himmellegemer enn tidligere.	
9	1	7	Det er ikke rart at det har tatt menneskene lang tid å finne ut det vi vet om stoffenes minste deler. Vi kan undres over at det i det hele tatt har vært mulig å skaffe seg kunnskap om partikler som er så små at ingen kan se dem, verken med øynene eller med vanlige mikroskoper.	
9	1	7	Det vi vet om atomer, har vi først og fremst funnet ut ved å studere hva som skjer når stoffer reagerer med hverandre. I dag har imidlertid vitenskapen kommet så langt at den kan vise oss bilder av atomer. Med de mest avanserte elektronmikroskoper kan vi se at atomene i et stoff.	
9	7	204	Et slikt teleskop har vært astronomers drøm kanskje helt siden den gangen Galilei rettet det første teleskopet mot stjernehimmelen. Alle observasjoner fra bakken blir nemlig forstyrret av jordas atmosfære, og det er derfor begrenset hvor skarpe bildene kan bli.	
9	7	205	I dag vet vi langt mer om verdensrommet enn for bare 20-30 år siden. Det skyldes i stor grad utviklingen innenfor fagområdene som kalles <i>signalbehandling</i> og <i>bildebehandling</i> . Med dette mener vi både det å kunne motta og registrere et signal, og det å kunne bearbeide dataene videre.	
9	7	206	Teknikken for å registrere og behandle svake signaler har blitt vesentlig forbedret de siste årene.	
9	7	206	Det er ikke bare teknikken for å fange opp radiosignaler som er blitt bedre. Teknikken for å fange opp synlig lys er også blitt kraftig forbedret.	

9	7	207	De største utbygningene av teleskoper skjer i dag på bakken, der ny teknologi nå gjør det mulig å bygge mye større teleskoper enn tidligere.		
8	6	153	I kapittel 4 så vi hvordan menneskenes teknologiske framskritt har vært knyttet til at vi har oppdaget nye materialer og lært oss å utnytte egenskapene deres.	Naturvitenskapen påvirker teknologien	
9	4	101	Elektrisiteten ble oppdaget for flere tusen år siden, da man fant ut at noen spesielle steiner kunne trekke til seg hår og strå hvis man gned på dem. Men elektrisiteten ble lenge sett på som et naturfenomen uten noen praktisk betydning. Det var først da vi klarte å få elektrisiteten til å <i>bevege</i> seg gjennom ledninger, at det ble mulig å lage lyspærer, komfyrer, musikkanlegg og andre elektriske apparater. Den mest nyttige elektrisiteten er altså elektrisitet i bevegelse!		
9	4	114	(i en boks) I framtiden vil vi kanskje kunne lede strøm i superledende elektriske kabler uten å miste noe energi på veien. Firmaer som lager elektroniske apparater, er også ivrige i jakten på et slikt materiale.		
9	5	141	(i boks) Den engelske fysikeren Michael Faraday mente det måtte være mulig å lage elektrisitet av magnetisme, siden Ampère hadde laget magnetisme av elektrisitet. Etter flere års arbeid oppdaget han at han kunne lage elektrisk strøm i en bunt av kobbertråd ved å bevege en magnet gjennom bunten. Vi kaller fenomenet induksjon. Induksjon var en helt ny måte å lage elektrisitet på, og det var en kjempeviktig oppdagelse! Nå ble det mulig å lage elektrisitet av alt som kunne få en magnet til å bevege seg, for eksempel vann som renner eller vind som blåser. Faradays arbeid var viktig for utviklingen av generatoren og transformatoren. I et vannnergiverk lages den elektriske strømmen ved hjelp av generatorer.		
9	5	146-147	<i>James Clerk Maxwell</i> (1831-1879) videreutvikler oppdagelsene til Faraday og legger i 1865 fram en matematisk teori for elektrisitet og magnetisme. Ifølge teorien vil elektriske ladninger som svinger fram og tilbake sende ut en form for bølger som kalles <i>elektromagnetiske bølger</i> . Maxwell regner ut at disse bølgene beveger seg med samme fart som synlig lys, og mener at dette må bety at også synlig lys må være en form for elektromagnetiske bølger.		
9	5	147	<i>Guglielmo Marconi</i> (1874-1937) interesserer seg for radiobølgene som Hertz oppdaget, og mener de kan utnyttes til å sende signaler gjennom luften, uten å bruke kobberledninger. I 1896 tar han patent på den «trådløse telegraf». Han klarer å sende de første trådløse signalene tvers over Atlanterhavet 1901.		
9	7	211	Hvilken nytte har vi av romforskning? Denne forskningen koster enormt med penger, og mange spør seg om ikke pengene i stedet kunne vært brukt til å hjelpe mennesker som lider nød. Mange av de		

			kompliserte maskinene og produktene vi har i dag, som vi kaller <i>høyt teknologiske</i> produkter, er et resultat av romforskningen.		
9	7	213	Mange av de utallige teknologiske oppfinnelsene som har fulgt i kjølvannet av romforskningen, har blitt tatt i bruk på områder der de har stor betydning for mennesker: (...)		
10	7	216	I Norge forskes det i stedet på å utnytte den sterke strømmen som oppstår i smale sund på grunn av tidevannet. Forskningen bygger på kunnskapene vi allerede har om tradisjonell vannenergi.		
10	7	220	Menneskene har brukt <i>ved</i> som brennstoff helt siden vi lærte å temme ilden for titusener av år siden. Bioenergi er altså ikke noen moderne oppfinnelse.		
10	7	223	Det forskes intens for å utvikle brenselceller til bruk også på andre områder enn biler. Cellene kan gjøres så små eller store man ønsker, og mange tror at de etter hvert kommer til å overta for batteriene i bærbart elektronisk utstyr, som mobiltelefoner og PC-er.		

Vedlegg 5: Utdrag fra teknologi og design

(Tellus 9 kapittel 8)

Bok	Kap	Side	Data	Underkategori	Hovedkategori
9	8	226	Forskning har ført til store framskritt innenfor genteknologi, et område som handler om gener og arv. Man kan oppdage og forebygge sykdommer som skyldes endringer i arvematerialet fordi man nå kan analysere DNA-et vårt.	Naturvitenskapen påvirker samfunnet	Naturvitenskap i samfunnet
9	8	225	(i boks) Det store gjennombruddet for nye teknologiske innretninger kom med den industrielle revolusjon som startet i England rundt 1750.	Teknologi er ikke noe nytt	Naturvitenskap og teknologi
9	8	223	Teknologi og design handler i stor grad om hvordan vi finner løsninger på store og små praktiske løsninger, samtidig som vi gir løsningene en utforming som gjør dem brukervennlige og inspirerende.	Teknologi påvirker verden	
9	8	224	Teknologi handler om å utvikle redskaper eller systemer som vi bruker i hverdagen, om transport, industri, medisin, kommunikasjon og romfart. Ved hjelp av teknologi kan vi gjøre arbeid lettere og samarbeide bedre, og vi kan nye mål.		
9	8	225	(i boks) England var en ledende nasjon innen naturvitenskap og hadde mange velstående industriherrer som så at nyvinninger kunne gi høyere fortjenester. Oppfinnelsen av en halvautomatisk vev gjorde at veverne doblet produksjonen sin. Dette førte til behov for mer garn, som igjen førte til oppfinnelsen av spinnemaskinen «Spinning Jenny». Nå økte behovet for drivkraft til maskinene og en		

			vandrevet spinnemaskin ble oppdrevet. Vi ser at en forbedring på et område skaper nye behov som må løses med nye forbedringer.		
9	8	227	I Norge har vi kommet langt innenfor teknologi knyttet til å lete etter og hente opp olje fra havbunnen.		
9	8	228	Likevel er det ikke bare fordeler med denne nye teknologien. Flere forskere peker på faren for at det kan få en negativ effekt på helsa vår når vi forandrer på molekyler og atomer og lager kunstige partikler. Det blir forsket mye på hvorvidt noen av disse stoffene utgjør en risiko, for eksempel hvis vi puster dem inn.		
9	8	228	(i boks) Forskerne håper å kunne bruke strengen til å veie ørsmå partikler. Hvis strengen er stemt i en bestemt tone, vil selv en ørliten endring av vekten saktne farten på strengen, tonen endres dermed litt, og dette kan brukes til å beregne vekten av partikkelen.	Teknologi påvirker naturvitenskap	
9	8	224	Tenk over hvilken enorm teknologisk utvikling som har funnet sted siden Galileo Galilei i 1609 bygde sitt første enkle teleskop og observerte at Jupiter har fire måner. I dag har vi plassert teleskop i verdensrommet som kan fotografere himmellegemer som ligger flere milliarder lysår unna!		