





# Utvikling av naturviten- skapelig talent og kreativitet – et nordisk perspektiv

*Peer S. Daughjerg, Eila Lindfors, Michael Dal,  
Espen O. Henriksen og Christina Ottander*

## Utvikling av naturvitenskapelig talent og kreativitet - et nordisk perspektiv

TemaNord 2011:519

© Nordisk ministerråd, København 2011

ISBN 978-92-893-2207-2

Omslagsfoto: Johannes Jansson

Denne rapporten er gitt ut med finansiell støtte fra Nordisk ministerråd. Innholdet i rapporten avspeiler imidlertid ikke nødvendigvis Nordisk ministerråds synspunkter, holdninger eller anbefalinger.

### **Nordisk ministerråd**

Ved Stranden 18  
DK-1061 København K  
Telefon (+45) 3396 0200  
Fax (+45) 3396 0202

### **Nordisk råd**

Ved Stranden 18  
DK-1061 København K  
Telefon (+45) 3396 0400  
Fax (+45) 3311 1870

**[www.norden.org](http://www.norden.org)**

### **Det nordiske samarbeidet**

*Det nordiske samarbeid* er en av verdens mest omfattende regionale samarbeidsformer. Samarbeidet omfatter Danmark, Finland, Island, Norge og Sverige, samt de selvstyrende områdene Færøyene, Grønland og Åland.

*Det nordiske samarbeid* er både politisk, økonomisk og kulturelt forankret, og er en viktig medspiller i det europeiske og internasjonale samarbeid. Det nordiske fellesskap arbeider for et sterkt Norden i et sterkt Europa.

*Det nordiske samarbeid* ønsker å styrke nordiske og regionale interesser og verdier i en global omverden. Felles verdier landene imellom er med til å styrke Nordens posisjon som en av verdens mest innovative og konkurransekraftige regioner.

# Innhold

Nordisk ministerråds forord.....	7
Forfatterens forord.....	9
Sammendrag.....	11
Avsluttende kommentarer og forslag til tiltak.....	15
1. Talentpleje indenfor naturfag i Danmark.....	19
1.1 Innledning.....	19
1.2 Naturvidenskabeligt talent og kreativitet i det danske regelværk.....	21
1.3 Undersøgellesdesign og -metoder.....	24
1.4 Talentpleje og kreativitet i naturfagundervisning i Danmark.....	26
1.5 Sammenfattende diskussion.....	42
1.6 Forslag til nye tiltak.....	46
1.7 Konklusion.....	48
Referencer.....	48
2. Naturvetenskaplig talang och kreativitet i det finska utbildningssystemet.....	51
2.1 Introduktion.....	52
2.2 Problemområde och problemställning.....	55
2.3 Forskningsdesign och -metoder.....	58
2.4 Studiens resultater.....	58
2.5 Sammanfattning.....	82
2.6 Förslag til nya åtgärder.....	84
Referenser.....	88
Billaga 1. Utvärklingsarbete och exempel i att främja det naturvetenskapliga kunnandet.....	93
3. Talentudvikling og kreativitet indenfor naturfag i Island.....	101
3.1 Introduktion.....	102
3.2 Problemområdet og problemstilling.....	102
3.3 Forskningsdesign og -metoder.....	106
3.4 Resultater.....	107
3.5 Diskussion.....	116
3.6 Forslag til aktiviteter.....	117
3.7 Konklusion og opsummering.....	118
Referencer.....	119
4. Naturvitenskapelig talent og kreativitet – hva gjøres i Norge?.....	121
4.1 Innledning.....	121
4.2 Begrepsavgrensninger og forskningsspørsmål.....	122
4.3 Forskningsdesign og metode.....	123
4.4 Resultater.....	124
4.5 Sammenfattende diskusjon.....	133
4.6 Forslag til nye tiltak.....	134
4.7 Oppsummerende konklusjon.....	135
Referanser.....	135
5. Naturvetenskaplig talang och kreativitet i det svenska utbildningssystemet.....	139
5.1 Inledning.....	139
5.2 Naturvetenskap i det svenska utbildningssystemet.....	141
5.3 Forskningsfrågor, forskningsdesign och metod.....	144
5.4 Resultat.....	145
5.5 Sammanfattande diskussion.....	158
5.6 Förslag till nya initiativ.....	159
Referenser.....	161



# Nordisk ministerråds forord

En kunnskapsrik, kreativ og innovativ befolkning er en forutsetning for bæredyktig vekst og en videre utvikling av våre lands velferd. Grunnlaget for disse kompetansene legges i tidlig alder, og det er derfor viktig at skolen og utdanningen fra dag én fremmer kreativitet, innovasjon og entreprenørskap.

En opplæring preget av høy faglig kvalitet og der kreativitet, innovasjon og entreprenørskap er en naturlig del av undervisningen, vil også kunne gi «tilleggseffekter» i form av økt motivasjon, trivsel, redusert fravær og bidra til å forebygge frafall.

I arbeidslivet er arbeidstakernes evne og vilje til kreativitet, innovasjon og entreprenørskap avgjørende for bedriftenes innovasjon og konkurranseevne.


De nordiske undervisnings- og forskningsministre ønsker å fremme kreativitet, innovasjon og entreprenørskap i utdannelsene. Dette var bakgrunnen for at ministrene i april 2009 besluttet at Nordisk ministerråd skulle gjennomføre en nordisk komparativ studie av hvordan kreativitet, innovasjon og entreprenørskap er integrert i de nordiske utdanningssystemene.

Som tilleggsoppgave til denne studien, ble det i 2010 under det danske formannskapet i Nordisk ministerråd, tatt initiativ til ytterligere to studier om henholdsvis de praktiske musiske fag og de nordiske lands arbeid med talentutvikling og kreativitet i relasjon til naturvitenskap.

De tre studiene foreligger nå, og det er Nordisk ministerråds ønske at de tre studiene kan være til inspirasjon for alle i Norden, som arbeider med disse temaene.

Studiene er en del av Nordisk ministerråds globaliseringsprosjekt «En god opplæring til ungdom og voksne» som har som ett av fire delmål å fremme kreativitet, innovasjon og entreprenørskap i utdanningen.

God lesing!

  
Henna Virkkunen  
Undervisningsminister





# Forfatterens forord

Nordisk ministerråd (NMR) gjennomfører en nordisk studie om kreativitet, innovasjon og entreprenørskap i utdanningen. Studien har som hovedformål å kartlegge status for hvordan kreativitet, innovasjon og entreprenørskap er integrert i styringsdokumenter og i opplæringen på alle nivå, fra barnehage til voksenopplæring, i de nordiske landene og i de selvstyrte områdene. På møte i Ministerrådet for Utdanning og Forskning (MR-U) 22.–23. april 2009 besluttet ministrene at det skal gjennomføres en nordisk komparativ studie om hvordan kreativitet, innovasjon og entreprenørskap er integrert i de nordiske utdanningssystemene.

Danmark og Nordisk ministerråds sekretariat tok et initiativ til å få gjennomført to tilleggsstudier koblet til studien innenfor kreativitet, innovasjon og entreprenørskap. Disse studiene gjelder:

- En analyse av praktisk musiske fag (tilleggsstudie 1)
- Kartlegging av talentutvikling og kreativitet i relasjon til naturvitenskap (tilleggsstudie 2)

Denne rapporten belyser spesielt studiens resultater når det gjelder kartlegging av talentutvikling og kreativitet i relasjon til naturvitenskap. Rapporten viser også til bakgrunnsinformasjon som er utredet i hovedstudien. I en kortfattet sammenfatning formidles hovedfunn fra undersøkelsen. De som har skrevet kapitlene i rapporten er:

- *Peer S. Daugbjerg*, Aalborg universitet, Danmark (inkludert Færøyane og Grønland)
- *Eila Lindfors*, Tammerfors universitet, Finland (inkludert Åland)
- *Michael Dal*, Islands universitet, Island
- *Espen O. Henriksen*, Høgskolen i Bodø, Norge
- *Christina Ottander*, Umeå universitet, Sverige

Studien er en del av prosjektet «En god opplæring for ungdom og voksne», som er ett av prosjektene Nordisk ministerråd satte i gang i 2007/2008 gjennom det nordiske samarbeidet. Den overordnede målsetting med prosjektet «En god opplæring for ungdom og voksne» er også å få flere ungdommer enn i dag til å fullføre utdanning etter grunnskolen og, i overensstemmelse med prinsippet om livslang læring, bidra til å fremme voksnes kunnskaper og kompetanse som grunnlag for personlig utvikling og videre utvikling av arbeids- og samfunnslivet.

Denne rapporten inneholder en beskrivelse og vurdering av den aktuelle situasjonen i de nordiske utdanningssystemene. I de ulike kapitlene

redegjøres det for studiens tema i utdanningssystemene i Danmark, Sverige, Finland, Island og i de selvstyrte områdene Åland, Grønland og Færøyane.

Takk til samtlige samarbeidspartnere for bidragene og for godt samarbeid i den korte utredningsperioden.

Bodø, februar 2011

*Espen O. Henriksen*  
*Jarle Sjøvoll*

# Sammendrag

Utvikling av naturvitenskapelig talent og kreativitet i Norden

*Espen O. Henriksen, Høgskolen i Bodø*

Her presenteres i et sammendrag hvordan de nordiske landene arbeider med talentutvikling og kreativitet i grunnopplæringen i de naturvitenskapelige fagene. I dette innledende sammendraget oppsummerer noen fellestrekk og kontraster mellom landene. Oppdragets forskningsspørsmål er brukt som overskrifter. Kildehenvisninger og referanser gjentas ikke i sammendraget, dette finnes i rapportene fra de enkelte land.

*Hvilke krav stilles i læreplanene om å ivareta talentutvikling?*

Det er vanskelig å drøfte og sammenligne landenes arbeid med talentutvikling i naturvitenskap uten en felles forståelse av hva som menes med «talent». Dreier det seg om spesielle talenter som bare finnes hos noen få, eller finner man talent hos alle? Her finner vi forskjeller mellom hvordan de nordiske land bruker begrepet i sine styringsdokumenter for skolen. Den norske læreplanen henviser flere steder til «talenter» som noe som finnes hos alle elever, og noe som alle har rett til å få utviklet videre i skolen. Ut fra denne forståelsen av talent kan man jo si at hele utdanningssektorens virksomhet dreier seg om talentutvikling. I Danmark dukket ordet «talenter» nylig opp i en ny forskrift for det danske gymnas, men da i sammenheng «særlige tilbud til elever med særlige talenter». Med «særlig talent» henvises det til talent utover det alminnelige. Begrepet «særlige talenter» dukker også opp i norsk læreplan, der det under overskriften «Tilpasset opplæring» nevnes at også elever med «særlige evner og talenter» må få utfordringer å strekke seg mot. På svensk ser ordet «talang» ut til å ha lignende tolkningsmuligheter som det norske og danske «talent», men ordet er ikke å finne i svenske læreplaner. De islandske læreplanene omtaler heller ikke talentutvikling, og fra Grønland rapporteres det at det ikke har vært noen diskusjon om utvikling av talenter i naturfag.

Det kan være nyttig å skille mellom talentutvikling i vid forstand og i snever forstand. I vid forstand kan talentutvikling omfatte tiltak som bidrar til å vekke og inspirere talenter hos elever som i utgangspunktet ikke var identifisert som talentfulle. I snever forstand kan talentutvikling forstås som tiltak rettet mot en liten gruppe som allerede er identifisert som talenter. Hva som er viktigst må sees i sammenheng med hvorfor man ønsker å satse på talentutvikling. I den svenske rapporten fremheves det

at naturfagenes største problem er mangelen på interesse, at det er for få elever som ønsker å gå videre med naturvitenskapelige studier. Hvis man klarer å vekke interesse hos flere elever, så vil man også få rekruttert flere talenter til naturvitenskapelige studier. I rapportene fra de forskjellige landene gjøres det rede for både tiltak for talentutvikling i vid forstand og forsøk med talentutvikling i mer snever forstand, det vil si rettet mot et mindre antall utvalgte elever.

Når det gjelder talentutvikling i snever forstand så kan man se at det danske utdanningssystem skiller seg ut fra de øvrige nordiske ved at det i 2010 kom en ny forskrift som krever at det enkelte gymnas må etablere særlige tilbud til elever med særlige talenter. Det er også tallfestet hvor mange elevtimer den enkelte skole skal tilby innenfor denne ordningen.

*Hvilke tilbud av talentaktiviteter finnes der vektleggingen på ivaretagelse av tilbud til naturvitenskapelige talenter: nasjonalt, regionalt og/eller lokalt, undersøkes spesielt. (Eksempelvis talentaktiviteter som konkurranser, festivaler, camps, studiekretser m.v.)*

Betydningen av «talentaktiviteter» avhenger selvsagt av hva man legger i begrepet «talent». Bruken av begrepskombinasjonen «naturvitenskapelig talent» er i all hovedsak et dansk fenomen. De andre nordiske landene har også i større eller mindre grad en debatt om undervisningstilbud som ivaretar elever med spesielle evner, men uten å definere en egen type talent knyttet til naturvitenskap. Det danske Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter (heretter «Talentcentret i Sorø») definerer for eksempel naturvitenskapelige talenter som «elever, som er gode til naturvitenskap og har mulighet for at bli blant de beste, hvis potentialet stimuleres.» Formålet med dette senteret er «at skabe et utviklingssted for særligt interesserede og talentfulde unge fra hele landet». Det er med andre ord åpenbart at dette senteret er opprettet for å drive talentutvikling i snever forstand.

Det samlede materialet fra de nordiske land illustrerer den store spennvidden av mulige modeller for talentutvikling i naturvitenskap. Innenfor talentutvikling i vid forstand finner man utenom den ordinære undervisningen et stort antall bredt anlagte konkurranser som er tenkt å stimulere interesse hos et stort antall elever. Alle nordiske land har diverse naturvitenskapelige konkurranser der elever kan delta med sine prosjekt. I forhold til talentutvikling må det påpekes at disse tiltakene er relativt kortvarige. Elever som viser spesielt talent vil typisk få en premie, men ikke nødvendigvis noen nye muligheter eller videre oppfølging. Danmark skiller seg altså ut ved at det er opprettet ett nasjonalt senter for talentutvikling innen naturvitenskap (Talentcentret i Sorø). På Island utnyttes ordinære tilbud innen videregående skole til å gi ekstra utfordringer til grunnskoleelever. Dette skjer ved at enkelte grunnskoleelever får anledning til å ta moduler på videregående skoles nivå før de er ferdige med grunnskolen. I Norge åpner grunnskolefaget *Utdanningsvalg* for

en lignende ordning, men det er ikke kjent om ordningen er tatt i bruk for faget naturfag.

De nordiske utdanningssystemer er i all hovedsak offentlige. På Island finner vi imidlertid eksempel på tilbud til talentfulle elever i privat regi. Det private Reykjavik Universitet har siden 2007 drevet prosjektet Ad astra, der evnerike barn og unge i 6.–10. klasse tilbys naturfaglige (og andre) kurs mot betaling.

Et prinsipielt hovedskille mellom forskjellige offentlige tilbud til særlige talenter er om tilbudet gis i form av separate skoler/klasser, eller om de særlige talentene får tilbud om egne supplerende opplegg i tillegg til ordinær undervisning. Som eksempel på separate tilbud er det spesielt verdt å merke seg at det i Sverige i perioden 2009–14 drives forsøk med «spetsutbildning». Innenfor denne ordningen er det 10 gymnas som hver tilbyr 30 elevplasser i matematisk-naturvitenskapelig retning. Kanskje har man her overvurdert behovet for et slikt tilbud, i alle fall hadde de fleste av disse skolene mange ledige plasser i det første prosjektåret. Et lignende forsøk er under planlegging i Rogaland fylke i Norge, der to videregående skoler i Rogaland har lansert planer om egen linje for realfagtalenter. Et norsk regjeringsoppnevnt utvalg har også nylig foreslått opprettelse av minst fem realfagsgymnas, for elever med spesiell interesse og talent for realfag og teknologi.

De danske eksempler på forsøk med «snever» talentutvikling skiller seg ut ved at de ikke innebærer å segregere talentene i egne klasser/grupper. Talentcentret i Sorø tilbyr tidsbegrensede opphold for elevene, og de ønsker også å gjøre en innsats mot talentenes faste lærere. I København drives pilotprosjektet «Akademiet for Talentfulde Unge». Dette tilbudet gis til særlig motiverte gymnaselever på ettermiddagstid, en gang per uke. De danske eksempler viser at talentutvikling ikke nødvendigvis må innebære nivåddifferensiering, og det kan muligens være en fordel. I følge en kunnskapsoversikt fra det svenske Skolverket vil nivåddifferensiering innenfor samme skole ha negativ effekt på elevenes kunnskapsnivå. I den norske debatten har det imidlertid vært hevdet at de mest evnerike elevene ikke kan finne seg til rette i vanlig norsk skole. Det dreier seg da om evnerike elever som opplever at det «ikke er lov til å være flink», de savner likesinnede, og det hevdes at disse elevene har både faglig og sosialt utbytte av å være i egne grupper.

*Hva slags holdning har man i de nordiske landene blant lærere, skoleledere og politikere til at det tilrettelegges spesielle tilbud for talentene?*

De nordiske lands læreplaner har et felles ideal om at den enkelte elev må få mulighet til å utvikle seg ut fra egne evner og forutsetninger. Det er dermed ingen tvil om at det ligger innenfor de nordiske skolers oppgave å la talentfulle elever få utvikle seg videre, på lik linje med elever som ikke er identifisert som «talentfulle». Men i følge svensk læreplan streber man

også etter «att oppväga skillnader i barnens och elevernas förutsättningar att tillgodogöra sig utbildningen». Denne formuleringa antyder at forskjeller bør utjevnes, noe som selvsagt kan være problematisk hvis utjevningen oppnås ved at elever med gode læreforutsetninger ikke får utnyttet sine evner. I den finske rapporten understrekes det at begavede elever ikke skal opphøyas over andre elever, og det slås fast at «Det finns ingen grupp av elever i den finska skolan som skulle nämnas til talanger» (s. 37). Dessverre gir både den norske og den danske rapporten indikasjoner på at noen lærere mener det er feil å bruke spesielle ressurser på sterke elever, fordi dette vil øke forskjellene mellom elevene. En slik «likhetsideologi» vil kunne begrense utviklingen hos noen elever.

*Hva slags etterutdanningstilbud får lærere om å ivareta talentene?*

Danmark skiller seg ut som det eneste landet som har lærerkurs med talentpleie som eksplisitt tema. Kursene er rettet mot folkeskolelærere og gymnaslærere og drives av Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter i Sorø.

*Hvilken plass har kreativitet i naturvitenskapelige fag på ulike nivå og hvordan arbeider naturfaglærere med kreativitet og innovasjon?*

I sammenheng med entreprenørskap og innovasjon er kreativitet gjerne assosiert med evnen til å lage nye og forbedrede produkter. De nordiske land har litt forskjellig faginnndeling, og dermed er det ulike varianter av hvordan kreativ teknisk konstruksjon er knyttet til naturvitenskap. I Danmark har man faget Natur/Teknik fra 1.–6. klasse, i Sverige er «Teknik» et eget fag, mens man i Norge har innført «Teknologi og design» som nytt hovedområde innenfor faget «Naturfag» fra 2006.

På læreplannivået er det forskjeller mellom de nordiske land når det gjelder i hvilken grad kreativitet fremheves eksplisitt. Begrepet kreativitet nevnes både i formålet for det norske «Naturfag» og i formålet for det danske «Natur/teknikk», men har ikke noen tilsvarende sentral rolle i svenske eller finske læreplaner. Gymnaset på Åland skiller seg ut ved at kreativ problemløsning er vektlagt i læreplanene for alle de naturvitenskapelige fag. I den danske rapporten er det begrenset med informasjon fra Færøyene, men i den oversikten som gis er det ingen kobling mellom naturfag og begrepene innovasjon og kreativitet. Selv om det er forskjeller i eksplisitt bruk av begrepet kreativitet i læreplanene så kan det være forhastet å konkludere med at det dermed er tilsvarende forskjeller mellom landene i hvordan kreativitet vektlegges i undervisningen. I følge de nordiske læreplaner skal elevene lære ikke bare om naturvitenskapens teorier og begreper, men også om naturvitenskapelige arbeidsmåter. I naturvitenskapelig arbeid er det en forutsetning å være kreativ. Nye forklaringer oppdages ikke, de må skapes. Etter at en hypotese er konstruert trengs det kreativitet for å finne ut hvordan hypotesen kan etterprøves på

best mulig måte. I naturvitenskapelige skolefag er det et klassisk problem at elevene ikke får anledning til å bli fortrolige med kreativitetens rolle i naturvitenskapelig forskning. Hvordan kan elevene i praksis få erfare kreativitetens rolle i naturvitenskapelig arbeid? Satsning på undersøkende arbeidsformer og prosjektarbeid skal blant annet bidra til at elever får erfare betydningen av kreativitet i naturvitenskapelig arbeid. I Norge har man valgt å tydeliggjøre betydningen av å lære om naturvitenskapelig arbeidsmåte ved at man i 2006 innførte et nytt hovedområde i naturfag «Forskerspiren» (ett av seks hovedområder i naturfag).

Fra et naturfagdidaktisk synspunkt er det viktig å få fram at kreativitet er viktig ikke bare for å utvikle produkter, men også for å utvikle og teste hypoteser. Spørsmålet er så i hvilken grad man kan lære spesifikt om kreativitet i naturvitenskap, eller om forståelse av kreativitetens betydning kommer inn naturlig som del av opplæring i undersøkende og naturvitenskapelige arbeidsmåter.

*Hva slags etterutdanningstilbud får lærere mht kreativitet og innovasjon i naturfag?*

Det er ikke funnet eksempler på etterutdanningstilbud rettet eksplisitt mot kreativitet og innovasjon i naturfag. Det må imidlertid understrekes at generell naturvitenskapelig og naturfagdidaktisk kompetanseheving vil bidra til å styrke lærernes metodiske repertoar og deres evne til å la elevene få jobbe utforskende og kreativt. Den svenske rapporten trekker fram et initiativ mot skoler med årstrinn 1–5, «NTA (Naturvetenskap och Teknik för alla)», som skal ha styrket de kunnskapsbegrep som ligger til grunn for undersøkende og kreative arbeidsformer.

## Avsluttende kommentarer og forslag til tiltak

I dagens utdanningssystem har vi en spenning mellom det å «utdannes til spesialist» og det å «utdanne til medborgerskap». Mye tyder på at det første perspektivet i for stor grad preger skolen, slik at mye av undervisningen dreier seg om å «formidle ferdige fakta». Mange av de satsninger som gjøres for å styrke naturfag i Norden har som mål å øke andelen som velger å gå videre med naturvitenskapelig og teknisk utdanning. For å nå fram til flere av de som kan tenke seg til å bli spesialister trenger vi en holdningsendring til naturvitenskap og teknikk hos barn og ungdom. De unge bør få kunnskap om naturvitenskap og teknikk som er viktig for dem selv og for samfunnet. Det stereotype bildet av naturviteren og naturvitenskapen må endres. Det kan gjøres ved å undervise om *naturvitenskapens egenart*, dvs. *den naturvitenskaplige arbeidsmåten og hvordan naturvitenskap utvikles, samt naturvitenskap som menneskelig og sosial aktivitet*, for å formidle tanker om at naturvitenskap er et fagområde der

de fleste elever har tilstrekkelige talenter til videre utdanning og yrkeskarriere, samt at det er fordelaktig med kreativitet og innovative tanker for å bli en god naturviter.

Samlet sett gir de fem lands rapporter et mangfoldig bilde av hva talentutvikling i naturvitenskap kan være. Det savnes imidlertid dokumentasjon når det gjelder hva som er effekten av de forskjellige typer tiltak. Vi anbefaler at det gjennomføres en forskningsbasert evaluering av ordningene for spesielle talenter i Sverige og Danmark (spetsutbildning, timeressurs til talenter på gymnasene, og kurstilbudet i regi av Talentcentret på Sorø). Videre er det noen grunnleggende spørsmål som bør drøftes grundig for å avklare forutsetningene for videre satsning på talentutvikling innenfor naturvitenskap i de nordiske land:

- Hvordan bør satsningen fordeles mellom talentutvikling i bred og/eller snever forstand? (Hvilke elever skal nyte godt av talentutviklingsprogram, og hvordan skal de eventuelt velges ut?)
- Bør man segregere særlige talenter i egne grupper? Eller kan særlige talenter nyte godt av særlige tiltak uten å bytte elevgruppe, og uten å innføre nivåddifferensiering?

Når det gjelder kreativitet og innovasjon så er det vanskelig å gi en generell vurdering av i hvilken grad disse begrepene er ivaretatt i den daglige undervisningen. Det er ingen tvil om intensjonen i fagplanene om at elevene skal lære om naturvitenskapelig arbeidsmåter. Spørsmålet er om elevene får erfare at kreativitet har en sentral rolle i naturvitenskapelig arbeid? En avgjørende faktor, som ikke er godt kartlagt, er i hvilken grad, og på hvilken måte lærerne i praksis tar i bruk undersøkende arbeidsformer. Utforskende og undersøkende naturfagsprosjekter stiller krav til skolens utstyr og kompetanse. Behovet for kompetanse må sees i sammenheng med lærerutdanningene til de forskjellige lærerkategoriene. Lærerstudentene trenger både dybde og bredde innen naturvitenskap integrert med didaktikk. Dette er viktig for at kommende lærere skal få en stor verktøykasse med varierte arbeidsmåter som skaper interesse og motivasjon, for eksempel et dialogisk klasserom, drama, kollaborativ læring, undersøkende arbeidsformer samt tverrfaglige temaarbeid. Større utforskende prosjekt har vist seg å stimulere kreativitet. Kunnskap om naturvitenskapens karakter, som at naturvitenskapen utvikles gjennom eksperiment som kritisk granskes, antas å øke evnen til kreativ problemløsning. Et viktig aspekt for å utdanne for naturvitenskapelig kreativitet er at undervisningen må baseres på «hva naturvitere gjør» og «hvordan naturvitere gjør det», dvs. at man må ha en undersøkende og eksperimentell tilnærming. Det er viktig å motarbeide bildet av at naturvitenskap bare er rasjonell tenkning, og i stedet løfte fram det kreative arbeidet.

For å oppnå dette er det viktig at innholdet i lærerutdanning/videreutdanning styres ut fra læreryrkenes behov, slik det gjøres i



ingeniør- og legeutdanning, og ikke ut fra tradisjonelt innhold i de akademiske grunnkursene.

Vi anbefaler derfor tiltak for å sikre at lærerne har den nødvendige naturvitenskapelige og naturfagdidaktiske kompetanse. I tillegg må det tas høyde for at utforskende og undersøkende naturfagsprosjekter stiller krav til skolenes materielle utrustning. En satsning på kreativt arbeide i naturfag forutsetter altså at skolene har tilgang til relevant undervisningsutstyr og egnede spesialrom.



# 1. Talentpleje indenfor naturfag i Danmark

*Peer S. Daugbjerg*

## *Sammendrag*

Talentpleje og kreativitet indenfor naturfaglige uddannelser i Danmark varetages overvejende gennem kampagner, hvilket har konsekvenser for både kontinuiteten og integrationen i den øvrige skolehverdag for børn og unge.

Folkeskoler skal stimuleres eller forpligtes, hvis man politisk ønsker varige og integrerede indsatser rettet mod talentpleje kreativitet i naturfagene.

Gymnasier bliver snart forpligtede på at indtænke talentpleje gennem en ny uddannelsesbekendtgørelse, effekten af dette bekendtgørelseskrav bør evalueres.

Nogle elever motiveres af de faglige udfordringer og muligheder gennem masterclass og talentprogrammer, andre elever motiveres af præmier gennem konkurrencer.

Betydning af de forskellige initiativer i forhold til udvalgte elevgruppers valg af karriere og uddannelse er ikke kortlagt.

Endelig savnes en klar uddannelsespolitisk dagsorden med tilhørende operationelle værktøjer, som kan sikre et varigt og integreret arbejde med talentpleje og kreativitet i det danske uddannelsessystem. Muligvis er den nuværende borgerligt-liberale regering godt tilfreds med at de primære aktører på feltet er private fonde og foreninger i samarbejde med få uddannelsesinstitutioner. Det skaber en betydelig dynamik og løbende tilpasning til sponsoreres betalingsvillighed og erhvervsvirksomheders behov for uddannet arbejdskraft.

En del talentpleje-programmer er organiseret af lokalt forankrede videncentre, fonde og virksomheder. Fremtidige nationale indsatser bør forholde sig til den geografisklokale uensartethed i tilbuddene til børn og unge, som denne struktur skaber.

## 1.1 Innledning

Nordisk Ministerråd ønsker en kortlægning af de nordiske landes arbejde med talentudvikling indenfor de naturvidenskabelige fag med baggrund i en generel fokusering på kreativitet og innovaton i uddannelsessektorer-

ne. Innovation og kreativitet indenfor de naturvidenskabelige discipliner forventes at kunne skabe øget produktivitet og nye produkter som kan skabe indtjening til de enkelte nordiske lande og dermed sikre det økonomiske grundlag under den nordiske velfærdsmodel. Andersen et al (2003, s. 24) beskriver i deres udredning af fremtidens naturfaglige uddannelser i Danmark problemet således:

„En stigende mangel på arbejdskraft inden for en række naturfaglige uddannelsesområder kan hæmme udvikling af højteknologiske vækstområder (fx bio- og nanoteknologi) og berøve uddannelsessystemet de nødvendige kompetente lærerkræfter.“

De skriver videre:

„selvom rekrutteringsudfordringens negative økonomiske og samfundsmæssige konsekvenser umiddelbart kan synes tydeligst, anser arbejdsgruppen demokratiudfordringen for en endnu mere grundlæggende og omfattende udfordring, hvis betydning for velfærdssamfundet ikke må undervurderes“

Den danske regering har markeret sine synspunkter på nødvendigheden af at udvikle en kultur som ansporer til innovation og iværksætterier (Regeringen 2002, s. 13). Regeringen fortsætter:

„Det er vigtigt for erhvervslivets evne til at klare sig i den internationale konkurrence at forkorte afstanden fra en ide fødes fx i et forskningsmiljø, til den omsættes og udnyttes i et produkt i en virksomhed.“ ... „Unge mennesker skal have redskaber og kompetencer, der gør dem istand til at springe ud som dygtige og vækstskeppende iværksættere – de dygtigste og mest veluddannede af dem som videnbaserede og højteknologiske iværksættere, som udnytter deres kompetencer i en erhvervsmæssig sammenhæng. Samfundets investeringer i uddannelse giver kun det nødvendige afkast i form af vækst og velfærd, hvis der er et tæt samspil mellem det samlede uddannelsessystem, universitets- og sektorforskning og erhvervslivet.“

Disse politiske tilkendegivelser har været baggrunden for en række initiativer i det danske uddannelsessystem indenfor naturfag i de sidste 10 år. Af ovenstående fremgår det også, at det især er teknologisk innovation, som har bevågenhed. Endvidere er det tydeligt at der er politisk opmærksomhed på koblingen mellem teknologisk innovation og vækst og velfærd.

Det kan være nyttigt at præcisere hvad der kan forstås som inkluderet i naturfag og naturvidenskab. Andersen et al (2003 s. 27) forstår naturfag, som alle undervisningsfag, hvori naturvidenskabelige problemstillinger og emner leverer hovedparten af indholdet. Denne definition inkluderer fag direkte udsprunget af de velkendte akademiske naturvidenskabelige discipliner: biologi, geografi, fysik og kemi, men også konstruerede skolefag som natur/teknik i folkeskolen og naturvidenskabeligt grundforløb i

det almene gymnasium; samt mere anvendelsesorienterede fag som teknologi i det tekniske gymnasium. Endelig folder der sig en vifte af teknologifag ud på de videregående uddannelser. Udenfor denne forståelsesramme står matematik og IT, som i nogle definitioner også betragtes som naturvidenskabelige fag, blandt andet begrundet i den universitære tradition med at inkludere matematik og datalogi i de naturvidenskabelige fakulteter. I denne udredning vil IT og matematik blive inkluderet i det omfang disse fagområder bidrager med aspekter af talentpleje og kreativitet, men hovedfokus vil være indenfor naturfag jvf. Andersens et al's forståelse.

Den danske deludredningen dækker også de aktuelle forhold i Grønland og Færøerne. Udredningen vil give eksempler på hvordan disse to selvstyrende dele af rigsfælleskabet arbejder med naturvidenskabelig talentudvikling og kreativitet.

## 1.2 Naturvidenskabeligt talent og kreativitet i det danske regelværk

Dansk uddannelses-lovgivning og bekendtgørelser indeholder generelt ikke særlige bestemmelser i om at udvikle talenter eller kreativitet blandt børn og unge med det almene gymnasium som en undtagelse. Den danske folkeskolelovgivning indeholder bestemmelser om undervisningsdifferentiering. Undervisningen skal tilrettelægges således at alle børn udfordres af den, hvilket ideelt set betyder at alle børn skal undervises forskelligt.

**§18.** Undervisningens tilrettelæggelse, herunder valg af undervisnings- og arbejdsformer, metoder, undervisningsmidler og stofudvælgelse, skal i alle fag leve op til folkeskolens formål, mål for fag samt emner og varieres, så den svarer til den enkelte elevs behov og forudsætninger.

**Stk.2.** Det påhviler skolelederen at sikre, at klasselæreren og klassens øvrige lærere planlægger og tilrettelægger undervisningen, så den rummer udfordringer for alle elever.

(Uddrag af LBK nr 593 af 24/06/2009 – Folkeskoleloven).

Særlige indsatser vedrørende talentudvikling bliver en del af de formelle krav til gymnasieuddannelsen pr. august 2010, idet der i den nye gymnasiebekendtgørelse står:

§ 44. Skolen skal etablere særlige tilbud til elever med særlige talenter, jf. herved § 97.

§ 97. På hver skole skal der ud over elevtiden til den enkelte elev, ... afsættes en pulje af elevtid, som efter skolens leders beslutning fordeles til ... elever med særlige talenter, jf. § 44, stk. 1, i forbindelse med disse aktiviteter sikrer skolen faglig vejledning i nødvendigt omfang.

Stk. 2. Puljen er pr. skoleår på mindst tre timers elevtid gange med antallet af elever på skolen pr.1.oktober.

Dette er generelle bestemmelser vedrørende alle fag i det almene gymnasium. Læreplanerne for naturfagene i det almene gymnasium indeholder typisk færdighedsbeskrivelser af hvad eleverne skal kunne på de angivne uddannelsesniveauer. Det almene gymnasiums generelle studieforberedende formål præger fagene, naturfagene indeholder intet om særlige hensyn til særligt interesserede elever.

### *1.2.1 Naturvidenskabelige talenter – forsøg på en definition*

Den danske regering har i samarbejde med Skibsreder Mærsk Mc-Kinney Møller etableret et center for talentudvikling indenfor naturvidenskab i den midtsjællandske by Sorø. Centret blev indviet i 2009. Undervisningsministeriet støtter dele af driften og giver en underskudsgaranti, *A.P. Møller og Hustru Chastine Mc-Kinney Møllers Fond til almene formål* har doneret 130 mio. kr. til opførelse af de fysiske bygninger for Mærsk Mc-Kinney Møller Videncentret – i daglig tale Talentcentret i Sorø. Talentcentret præsenterer sig på sin hjemmeside (<http://www.science-talenter.dk/>) på følgende måde:

Formålet er at skabe et udviklingssted for særligt interesserede og talentfulde unge fra hele landet og samtidig opnå optimale vilkår til formidling af de naturvidenskabelige fag for gymnasiet på Sorø Akademis Skole.

Mærsk Mc-Kinney Møller Videncentret danner rammen om den nationale talentpleje i naturvidenskab. Særligt talentfulde unge får mulighed for et studieophold på Videncentret og Talenthotellet, hvor de kan udvikle deres talent og interesse for naturvidenskab. Under opholdet bliver talenterne udfordret af eksperimenter i særklasse og møder det nyeste inden for fremtidens forskning.

Talentcentret har også udviklet en definition på naturvidenskabeligt talent:

Naturvidenskabelige talenter er elever, som er gode til naturvidenskab og har mulighed for at blive blandt de bedste, hvis potentialet stimuleres.

Talentplejen handler om at give dygtige elever og studerende flere udfordringer og udvikle det potentiale, de har. Talenterne kan medvirke til at forbedre de faglige miljøer på skolerne.

Målgruppen er børn og unge, der har særlige forudsætninger inden for et eller flere naturvidenskabelige områder og som går på almindelige skoler.

Talentcentrets aktiviteter retter sig mod unge i alderen fra 12 til 20 år og deres lærere i folkeskole samt alment og teknisk gymnasium. Indsatsen rettet mod de unge har til formål at:

- at skabe og afholde inspirerende undervisningsforløb for naturvidenskabelige talenter
- at facilitere og være med til at udvikle eksisterende tilbud til naturvidenskabelige talenter, så som olympiader, konkurrencer, talenttimer og talentcamps.

Indsatsen rettet mod lærerne har til formål at: *UNDERVISERE* – at skabe en metodik til gennemførelse af talentarbejde – at udvikle undervisningsmateriale til talentarbejde i naturvidenskab – at udvikle og afholde efteruddannelsesaktiviteter for lærere, der skal varetage den lokale talentpleje

Den nationale talentpleje i naturvidenskab dækker fagområderne:

- Astronomi
- Biologi
- Bioteknologi
- Datalogi
- Fysik
- Innovation
- Kemi
- Matematik
- Medicin
- Nanoteknologi
- Naturgeografi
- Teknologi

Det danske arbejde med talentpleje indenfor naturfag vil forventeligt stå klarere om nogle år når Talentcentret har indsamlet og analyseret flere erfaringer. Deres definition på naturvidenskabelige talenter peger klart på at det er de dygtigste elever, som skal støttes i deres udvikling, hvilket er i overensstemmelse med Regeringens hensigter jvf. indledningen. Vi skal i det følgende se at andre aktører indenfor naturfaglig formidling og udvikling har andre tilgange.

### *1.2.2 Kreativitet i naturfagsundervisning – indkredsning af en forståelse*

Kreativitet i naturfag er ofte knyttet til opfinderi, iværksætter og innovation generelt i uddannelse (Hultén 2006, Skaarup Jensen 2006). Resultaterne af kreative processer er oftest konkrete produkter eksempelvis i form af tekniske apparater som kan løse en eller anden opgave, hvorved menneskers hverdag lettes. Ydegaard (2009) gør dog opmærksom på at innovative processer i høj grad også karakteriserer udvikling af den naturvidenskabelige erkendelse. Fokusering på produktfremstilling og -udvikling har pædagogiske fordele idet det giver mere konkrete og dermed letforståelige forløb sammen med især yngre børn. Ydegaard's påpegen af karakteren af den naturvidenskabelige erkendelsesproces fører til en refleksion over at

have fokus på de mere filosofiske sider af naturfagene i kreative undervisningsforløb. Boserup (2007) har interviewet Finn Skaarup Jensen, som i 2006 sikrede sig titlen som Europa's bedste naturfagslærer. Skaarup Jensen har mange års erfaring med at arbejde med konkret produktudvikling sammen med børn. Flere af hans og elevernes projekter er endt med salgbare produkter.

Bertel Haarder beskriver i 2009 – daværende Undervisningsminister – innovation, uddannelse og en stærk iværksætterkultur i uddannelse som centrale dele af en strategi for at ruste Danmark til globaliseringens udfordringer og muligheder (Haarder 2009). Undervisningsministerens holdninger ligger i klar forlængelse af Regeringens politik indenfor samarbejde mellem forskning og erhverv. Regeringen fremlagde i 2003 en handleplan for dette område:

Med denne handlingsplan, „Nye veje mellem forskning og erhverv – fra tanke til faktura“, fremlægger regeringen den samlede indsats, der skal skabe nye og forbedrede rammer for samspil mellem erhvervsliv og videninstitutioner om forskning og innovation (Regeringen 2003).

Titlen alene signalerer en forventning om at forskning kan bidrage til indtjening i dansk erhvervsliv. En forventning som Skaarup Jensens ovenfor beskrevne undervisningsprojekter lever op til.

Eksemplerne viser hvordan kreativitet og innovation i dansk uddannelsespolitik aktuelt er præget af en forventning om produktudvikling, som også indfries; men at andre aktiviteter arbejder med såvel produkt- som erkendelses-udvikling.

### 1.3 Undersøgellesdesign og -metoder

Denne udredning har undersøgt udvalgte uddannelser og dagtilbud. Folkeskole, alment og teknisk gymnasium samt læreruddannelse er behandlet indenfor Undervisningsministeriets område; endvidere er børnehaver behandlet indenfor Socialministeriets område.

En række forskellige materialer er analyseret for informationer om rammer for og praksis med talentpleje og kreativitet indenfor naturfaglige uddannelser i Danmark.

#### *Lovgivning*

- Folkeskoleloven med tilhørende faghæfter
- Gymnasiebekendtgørelsen med tilhørende fagbeskrivelser
- Læreruddannelsesbekendtgørelsen

#### *Analyser*

- Talentreddegørelser fra Undervisningsministeriet 2008 og 2009
- Rasmussen og Vilain: „Et spadestik bydere“ 2008, AAU



### *Internetskilder*

- Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter's hjemmeside
- Akademiet for Talentfulde Unge's hjemmeside
- Experimentarium's hjemmeside
- Dansk Naturvidenskabsformidling's hjemmeside
- Elektronisk Mødested for Undervisere (EMU – [www.emu.dk](http://www.emu.dk)) om talentaktiviteter.

*Endvidere er der gennemført en række interview med centrale personer:*

Telefoninterview med:

- Hanne Hautop Lund, Talentchef, Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter, Sorø (8-4-2010)
- Carl P. Knudsen, Formand, Danske science gymnasier (8-4-2010)
- Nynne Afzelius, Konsulent, Akademiet for Talentfulde Unge (21-4-2010)
- Uffe Sveegaard, Fuldmægtig, Undervisningsministeriet (26-4-2010)
- Mikkel Trym Andersen, konsulent, Naturvidenskabeligt Fakultet, Københavns Universitet (23-4-2010)
- Morten Busch, Medie- og Pressechef, Experimentarium (22-4-2010)

Interview med:

- Peter Videsen, Talentambassdør i Viborg, Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter (5-5-2010)

Mailkorrespondance med:

- N. O. Andersen, Dekan, Naturvidenskabeligt fakultet, Københavns Universitet
- Stanny Pedersen, Lærer, Johannesskolen, Frederiksberg
- Christian Bak, Lærer, Bindslev skole
- Louise Richter, Souschef, forlaget Inerisaavik, Grønland
- Kirsten Borch Nielsen, Fuldmægtig, Agency of Culture, Education, Research and the Church, Grønland
- Claus Reistrup, Fuldmægtig, Færøernes Undervisningsministerium.
- Thokild Pedersen, Konsulent, Naturvidenskabernes Hus i Bjerringbro
- Peter Norrild, fhv. Rektor ved læreruddannelsen
- Anette Rasmussen, Lektor, Inst. F. Uddannelse, Læring og Filosofi AAU
- Alan Proschowsky, Lærer, Kinogskolen, Slangerup

## 1.4 Talentpleje og kreativitet i naturfagundervisning i Danmark

I det følgende præsenteres en status over arbejdet med udvikling af naturvidenskabelige talenter. Statussen er organiseret i en beskrivelse af læreplaner for børnehaver, folkeskole, alment gymnasie og læreruddannelse. Herefter beskrives en række tilbud som udbydes af forskellige aktører med interesse i fremme af naturvidenskabelige talenter. Efter gennemgangen af indsatsen overfor naturvidenskabelige talenter beskrives initiativer, som arbejder med kreativitet i naturfagsundervisningen.

### *1.4.1 Talentpleje*

Læreplananalyse – krav.

#### *Børnehaver*

Lovgivning og regler om børnehaver (3–6 årige) er i Danmark administreret af Socialministeriet. Børnehaver er en del af det som i Danmark kaldes for dagtilbud, hvilket også omfatter vuggestuer, fritidshjem samt tilbud rettet mod børn og unge med særlige behov.

Aktiviteter i danske børnehaver er reguleret af dagtilbudsloven, som foreskriver udarbejdelse af pædagogiske læreplaner blandet andet indenfor området: Naturen og naturfænomener. Læreplanen skal indeholde de mål, metoder og aktiviteter som institutionen vil benytte sig af i arbejdet med natur og naturfænomener. Kravene findes ikke yderligere præciserede i lovgivningen.

Der er ingen formelle krav om at arbejde med talentpleje indenfor naturfag i de danske børnehaver.

#### *Det danske uddannelsessystem*

Lovgivning og regler om grundskole, gymnasium og nogle videregående uddannelser er i Danmark administreret af Undervisningsministeriet. Universitetsuddannelser hører under Videnskabsministeriet. I denne udrådning vil der udelukkende blive behandlet uddannelser indenfor Undervisningsministeriets område. Undervisningsministeriets uddannelser er typisk reguleret med meget detaljerede målbeskrivelser.

#### *Naturfag i Folkeskolen*

I folkeskolen har eleverne matematik fra 1. til 9. klasse. Naturfagsundervisningen udgøres af Natur/teknik i 1.–6.klasse efterfulgt af Fysik/kemi, Biologi og Geografi i 7.–9. klasse, som alle 3 er prøvefag. IT og teknologi er ikke selvstændige obligatoriske fag i den danske folkeskole, men forventes at indgå i undervisningen i alle relevante fag. Endvidere kan de oprettes af skolen som valgfag.

Hvert af folkeskolens fag er detaljeret beskrevet med formål, trinmål og slutmål. Hverken de obligatoriske fag eller valgfagene indeholder eksplicitte krav om, at undervisningen fremmer børn med særlige talenter for naturvidenskab eller teknologi. Fagformålene indeholder typisk bløde formuleringer om at undervisningen skal skabe grundlag og interesse for at lære mere naturfag, som illustreret med dette uddrag fra faget Natur/teknik:.

Formålet med undervisningen i natur/teknik er, at eleverne opnår indsigt i vigtige fænomener og sammenhænge samt udvikler tanker, sprog og begreber om natur og teknik, som har værdi i det daglige liv. ...

Stk. 3. Undervisningen skal medvirke til, at eleverne udvikler forståelse for samspillet mellem menneske og natur i deres eget og fremmede samfund samt ansvarlighed over for miljøet som baggrund for engagement og handling. Undervisningen skal skabe grundlag og interesse hos eleverne for det videre arbejde med fagene biologi, fysik/kemi og geografi.

Formålene for Biologi, Fysik/kemi og Geografi peger på, at undervisningens formål skal give eleverne lyst til at lære mere og give dem tillid til egne muligheder:

„give dem (eleverne) lyst til at lære mere...“ og „så de får tillid til egne muligheder for stillingtagen og handlen i forhold til spørgsmål om menneskets samspil med naturen – lokalt og globalt.“

Valgfaget teknologi forholder sig lidt mere skarpt til samspillet mellem demokrati og analyse af teknologier:

Formålet med undervisningen i teknologi er, at eleverne gennem arbejde med udvalgte teknologier får forståelse af, hvordan teknologi- og samfundsudvikling hænger sammen og samvirker med naturgrundlaget. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at opnå viden om teknologiers betydning for egne og andres levevilkår og livsstil.

Stk. 3. Undervisningen skal give eleverne baggrund for personlig stillingtagen og for aktivt at kunne tage del i demokratiske beslutninger i et højteknologisk samfund.

Folkeskolens formål citeret i indledningen og naturfagernes målbeskrivelser indeholder således ikke krav om et særligt fokus på talentpleje.

### *Det almene Gymnasium*

Jvf § 44 i den nye gymnasiebekendtgørelse citeret i afsnit 2 er talentpleje nu en del af gymnasiernes forpligtigelser. Udredningen har haft adgang til de nye fagformål for naturfagene i det almene gymnasium og kan derfor ikke vurdere om disse indeholder mere specifikke bestemmelser om talentpleje i naturfagsundervisningen.

### *Læreruddannelse*

Læreruddannelsens bekendtgørelse og lovgivning indeholder ingen særlige bestemmelser om at de lærerstuderende skal lære at arbejde specifikt med talentpleje i folkeskolen. Lovgivningen om læreruddannelsen peger heller ikke på indsatser målrettet talenter blandt de lærerstuderende.

### *Det generelle ambitionsniveau i den danske lovgivning*

Samlet set er bekendtgørelserne i Danmark ikke særligt konkrete med henblik på udvikling af talenter indenfor naturfag. Det mest konkrete er den nye gymnasiebekendtgørelse, som dog omhandler alle gymnasiets fag.

### *Praksis – Realisering af planerne*

Da kravene til undervisere og pædagoger angående talentudvikling er ret løse, baserer det meste af den danske talentudvikling sig på frivilligt arbejde, ildsjæle og private interesser.

De væsentligste kilde til et hurtigt overblik over arbejdet med talentudvikling i Danmark opnåes gennem de 5 numre af Pionermagasinet udgivet af Undervisningsministeriet 2007–2010 og 2 redegørelser fra samme ministerie udarbejdet i november 2008 og december 2009. Pionermagasinet omhandler generelt arbejdet med ideudvikling, innovation og iværksætteri i hele uddannelsessektoren. De to redegørelser fra Undervisningsministeriet fokuserer på talentudvikling og peger indenfor pleje af naturvidenskabelige talenter på Talentcentret i Sorø.

I Danmark eksisterer en bred vifte af talentaktiviteter som kan inddeles i konkurrenceprægede aktiviteter og faglige fordybelsesaktiviteter. Af konkurrencer kan nævnes naturfaglige olympiader, Unge forskere og Min vildeste ide hvor børn og unge kan vinde oplevelser og pengepræmier. Af faglige fordybelsesaktiviteter kan nævnes sommerkurser, weekendkurser og naturfaglige eftermiddage hvor børn og unge samles for at arbejde indgående med naturfaglige emner. Disse naturfaglige arrangementer er oftest lokalt organiseret af kommuner, gymnasier eller naturfaglige besøgssteder.

### *De danske børnehaver*

Børns interesse for natur og naturfænomener bearbejdes og kvalificeres allerede i børnehaverne. Rammerne for dette arbejde er ganske vide, men der findes inspiration til hvad man kan og bør arbejde med. Danske Pædagogers fagforening – BUPL – skriver således følgende om arbejdet med pædagogiske læreplaner om Natur og Naturfænomener på deres hjemmeside:

Naturoplevelser i barndommen bidrager både til den følelsesmæssige, mentale og fysiske udvikling. En naturfaglig dannelse skabes af oplevelser med, interesse for og viden om naturen i et miljø, hvor der er plads til at undres, stille spørgsmål og finde svar.

Når børn har mulighed for at være i, sanse og opleve naturen på alle årstider, i forskelligt vejr og landskaber, styrkes også deres sanseapparat og deres motoriske udfoldelse. Naturen er en enestående legeplads for både sind og krop...I skov, på mark og ved strand har børnene mulighed for at hente førstehåndsindtryk om dyr, planter og materialer. De kan bygge, skabe og konstruere og udforske materialer og teknikker. Gennem vidende og medlevende voksne kan børnene få vigtige erfaringer, eksperimentere og hente masser af viden om naturfænomener og tekniske sammenhænge.

Naturen giver børnene mulighed for at systematisere deres omverden og ved selvsyn fatte sammenhænge, der ellers kan være svære at forstå, hvis de bliver formidlet på det teoretiske plan. Det gælder f.eks. modsætninger, relativitet, tal, mængder og rækkefølger.

At bruge naturen som eksperimentarium og legerum danner grundlaget for en varig interesse, respekt og ansvarlighed for natur og miljø.

Samspillet mellem at vække børnenes interesse for naturfag og at give dem grundlag for stillingtagen er ganske tydeligt. Et dobbeltformål børnene møder igen i naturfagsundervisningen i folkeskolen – jf. de ovenfor citerede fag formål.

#### *Den danske folkeskole*

Undervisningsministeriet har forsøgt at stimulere danske lærere til at arbejde med talentudvikling i folkeskolen gennem forskellige kampagner og støtteordninger. En af disse aktiviteter har omhandlet naturfag, som det fremgår af følgende uddrag af artikel på Undervisningsministeriets hjemmeside (uvm.dk) om et møde mellem folkeskoler som arbejder med talentudvikling indenfor naturfag. Mødet blev afholdt i København d. 16.1.2007:

Fælles for pionererne er, at de arbejder for at styrke udviklingen af danske talenter i grundskolen ved i samarbejde med gymnasielærere at tilbyde ekstra udfordrende undervisning til de elever, som ikke bliver stimuleret nok i den almindelige skolegang.

En af deltagerne var Bindslev Skole i Nordjylland, hvor man nu i et år har kørt med et talenthold i fysik, kemi, biologi, matematik og engelsk ved siden af den almindelige undervisning. Til talentholdet er knyttet to gymnasielærere, der har kunnet hæve niveauet i undervisningen, så talenterne er blevet udfordret.

Deltagerne ved talentmødet var foruden repræsentanter for Bindslev Skole skoleleder Kirsten Birkving og lærer Helle Jensen fra Egedalsskolen i Kokkedal. De har gennem de seneste år kørt med talenthold inden for fysik og kemi. ... På Egedalsskolen er erfaringerne, at de elever, der har deltaget i talentundervisningen, har opnået bedre karakterer, samtidig med at de har hævet niveauet for andre elever i deres respektive klasser.

Oluf Steen Andersen, gymnasielærer ved Frederiksværk Gymnasium, fortalte om et talentforløb, ligeledes i kemi og fysik, hvor 9. klasse-elever fra Frederiksværk-Hundested Kommune ti gange mødte op på gymnasiet til undervisning. Hensigten var at styrke interessen for elever, der i forvejen var interesserede i fysik og kemi, og lave en form for brobygning mellem gymnasiet og folkeskolerne. I forløbet fik eleverne blandt andet mulighed for at fremstille brombærsolceller og komme en tur på besøg på Risøs Besøgscenter.

Undervisningsministeriet ønskede med indsatsen præsenteret i denne artikel at videregive gode eksempler og dermed motivere flere lærere til at arbejde med talentpleje og -udvikling i folkeskolen. Indsatsen har dog mødt en skolevirkelighed med mange prioriteringer. Kontakt til deltagende skoler i april 2010 har afdækket at ingen af disse skoler har aktiviteter med talentudvikling efter at ministeriets støtte er ophørt.

Mærsk Mc-Kinney Møller Videntcenter i Sorø udbyder en række tilbud til folkeskolebørn bl.a.:

„en anderledes påskeferie med kemishows, forestillinger i vores oppustelige planetarium, GPS-løb i området, matematiske konstruktioner og kørsel med brintbiler. Camp 4 Youth henvender sig til grundskoleelever fra 7., 8. og 9. klasse med særlig interesse og talent for det naturvidenskabelige område“ (sciencetalenter.dk).

Lederen af centeret Hanne Hautop Lund oplyser at eleverne selv meldte sig til „Camp 4 Youth“ uafhængigt af skolen. Campen havde i 2010 26 deltagere. Centret havde et tilsvarende tilbud i efterårsferien 2009 hvor 14 elever deltog i et pilotprojekt. Centret har endvidere haft mange andre grundskoleelever med i andre tilbud, som er arrangeret i samarbejde med skolerne. Disse inkluderer også undervisning for talenterne før eller efter besøget hjemme på skolerne. Ved forskellige arrangementer har der i alt deltaget mindst 300 grundskoleelever siden 1. september 2009.

Hanne Hautop Lund oplyser telefonisk, at mange af deltagerne såvel unge som lærere kommer fra det nordjyske område. Dette har sin baggrund i et lokalt udviklingsprojekt i Hjørring kommune som omfattede blandt andet en naturvidenskabelig talentklasse (Rasmussen og Vilain 2008 s. 49–58). De deltagende 21 9. klasses elever beskrives som dygtige i formalistisk forstand, men også som personligt interesserede med overskud til ekstra udfordringer. Projektet tog udgangspunkt i såvel læreres som elevers styrker og ressourcer og arbejdede bevidst med at anerkende disse socialt. Alle var interesserede i at lære og dette var legitimt. Dette afspejlede sig i en tillidsfuld atmosfære, hvor alle hjalp hinanden gensidigt i reelle faglige dialoger. Endelig var valget af emner ikke bundet af pensum.

Talentcentret i Sorø supplerer sit nationale arbejde med en række lokale talentambassadører, som arbejder dels på det nationale center, dels lokalt. Talentambassadør Peter Videsen, Viborg gymnasium og HF fortæller, at hans lokale arbejde indenfor folkeskoleområdet består af organisering af talenthold for lokale folkeskoleelever indenfor en række af folkeskolens fag bl.a. naturfag og matematik med typisk 20 deltagere per forløb. Lokalt støtter han også elevers deltagelse i konkurrencer som Unge forskere og Science Cup.

Et af Danmarks mere betydende science centre er Experimentarium i København, som primært servicere lokale skoler i Københavnsområdet, men også grundet sin placering i København modtager besøg af skoleklasser fra hele landet under lejrskoleophold i København. Experimenta-

rium er en almennyttig fond, der har til formål at formidle naturvidenskab og teknik. Derfor har Experimentarium særlig fokus på at få flere unge generelt til at interesse sig for fagene. Experimentarium arbejder ud fra, at talenter ikke kun skal findes blandt de bogligt dygtigste men også blandt de kreative og de med andre typer af kompetencer. Derfor retter deres projekter sig mod de „dygtige“, de kreative, pigerne, de gode praktikere, etc i folkeskolen; bl.a. følgende to tilbud.

*Masterclass experimentarium:* Experimentarium udvikler fire masterclass-forløb, der alle omhandler energiteknologi. Målgruppen er de dygtigste elever på 8. og 9. klassetrin i Fredensborg og Gentofte Kommune. Emnerne er termodynamik, biobrændsler, energisystemer og vedvarende energi samt energieffektivitet. Eleverne skal lære om innovation, produktudvikling og eksperimentere med simple principper bag energi-produktion. Projektets resultater skal formidles bredt ud til kommuner i hele landet (Experimentarium.dk).

*Idejagten:* Idejagten er et undervisningsforløb om udvikling af ideer, teknologi og faglig kreativitet for 2. og 3. klasse i folkeskolen. Det er også en konkurrence, hvor den bedste klasse vinder en præmie. Idejagten introducerer eleverne til idéudvikling og opfinderi. „Målet er, at eleverne bliver bidt af den søde hitte-på-kløe, så de efter mødet med Idejagten slet ikke kan lade være med at hitte på og sætte i værk. Vores udgangspunkt er de processer, som børnene i forvejen benytter sig af. Vi giver så børnene nogle redskaber, der kan hjælpe dem igennem innovationsprocessen. Al kreativiteten bliver sat ind i en faglig sammenhæng.“ Konkurrencen er kun gennemført et år og havde 250 tilmeldte klasser fra hele landet (Experimentarium.dk).

Udover disse to større institutioner findes en lang række mindre og lokale institutioner, som arbejder med naturvidenskabelig formidling og andre emner som grænser op til talentudvikling. Naturvidenskabernes Hus i Bjerringbro i Midtjylland arbejder med at skabe forbindelse mellem folkeskoler, gymnasier, lokale videncentre og lokalt erhvervsliv i Midtjylland. Et af deres projekter NatPLUS har til formål styrke samarbejdet mellem folkeskole, gymnasium og videncentre. Tanken er blandt andet at rollemodeller fra virksomheder skal inspirere unge i valg af uddannelse og job. Projektet involverer 5 gymnasier, 3 kommuner, 2 videncentre og 18 folkeskoler i midtjylland. Et delprojekt stiller skarpt på talentpleje ved at matematiske og naturvidenskabelige talenter i grundskolen tilbydes særlige muligheder for undervisning og udvikling frem mod valg af ungdomsuddannelse. 6 grupper af elever fra de deltagende folkeskoler har deltaget i et pilotforløb i foråret 2010. Fra gymnasierne deltager ca. 15–25 elever pr. gymnasium i samarbejdsprojekterne.

Samlet set kan man sige at den levedygtige indsats med udvikling af naturvidenskabelige talenter på folkeskoleniveau ikke foregår i folkeskolen, men derimod på særlige centre oprettet til formålet. Experimentarium

har en bred tilgang til talentudvikling, idet de fleste andre aktører mere satses på de i forvejen dygtige og interesserede elever.

### *Gymnasier*

Indenfor gymnasiesektoren er der især to større konkurrencer med vægt på talentudvikling. Forskerspirer ledet af Københavns Universitet og Unge forskere ledet af Dansk Naturvidenskabsformidling. Dansk Naturvidenskabsformidling er en fond med den overordnede mission at *skabe begejstring for naturvidenskab*. Det gør de ved at skabe aktiviteter inden for tre hovedområder: inspirere naturfagsundervisning, skabe dialog om naturvidenskab og udveksle erfaringer om formidling af naturvidenskab og „science events“ med internationale partnere. Dansk Naturvidenskabsformidling finansierer en del af deres aktiviteter gennem en fast støtte fra Undervisningsministeriet, samt private donationer.

### *Forskerspirer*

Projekt forskerspirer er en landsdækkende konkurrence, som blev igangsat i efteråret 1997 med 85 elever fra 20 skoler.. De to første år som pilotprojekt under navnet Projekt Danske Forskerspirer siden 1999 med støtte fra Videnskabs- (VTU) og Undervisningsministerierne (UVM), de første 8 år ledet og administreret af en gruppe ildsjæle.

I dag er målgruppen 2. års elever i det almene (STX), det tekniske (HTX) og handels-gymnasium (HHX) og 1. års elever på Højere Forberedelseseksamen (HF), der har et fagligt overskud. Deltagelse i projektet ligger som udgangspunkt udover den almindelige skolegang og kræver derfor et særligt fagligt engagement og en stor del af elevernes fritid. Som noget nyt har forskerspirer fra STX siden 2005 kunne erstatte et AT-forløb med et forskerspire projekt.

Som forskerspirer får eleverne mulighed for dels at få et indblik i forskningens verden, dels at fordybe sig i et selvvalgt emne inden for kategorierne humaniora, natur-, samfunds, bio- og sundhedsvidenskab. Projekt Forskerspirer er således det eneste danske projekt for gymnasieelever, der dækker alle videnskaber.

Målet er at eleverne udarbejder en synopsis til et forskningsprojekt som kan udføres på 4–5 uger. Synopsen udvikles i samarbejde med en koordinator på gymnasiet og en forsker med viden om det valgte emne. De fire vinderprojekter belønnes med 20.000 kr., så de kan realisere deres forskningsprojekt. (<http://www.emu.dk/gym/forskerspirer/formaal.html>).

I 2001–2007 deltog ca. 60 skoler årligt med i alt 529 spirer. I 2008 overtog Københavns Universitet (KU) administrationen af projektet, der nu finansieres af VTU og UVM sammen med KU. I 2008 deltog 57 skoler med 129 spirer. I 2009 var 67 skoler tilmeldt med 173 spirer.

Sekretariatets opgave er at koordinere projektet og stå for tilrettelæggelsen af projektets aktiviteter:



- forskerspirenes besøg i København (to dage) i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet (DTU)
- forskerspirenes seminar på Brandbjerg Højskole (24 timer)
- møde for koordinatorene fra gymnasierne og prisoverrækkelsen i december

Styregruppen består i dag af en repræsentant fra KU, DTU, Aarhus Universitet (AU), STX, HTX og Videncentret for naturvidenskabelige talenter i Sorø. Styregruppens har til opgave, at

- formulere vision og strategi
- sikre forankringen på universiteterne
- sørge for at projektet følger udviklingen i gymnasieskolen

#### *Unge forskere og Opfindere*

I 1989 udskrev avisen Jyllands-Posten den første konkurrence for unge forskere og opfindere, „JP-Forsker“, med Jyllands-Posten som hovedsponsor. Formålet med konkurrencen er at stimulere og øge interessen for naturvidenskab, miljø, teknik og innovation blandt Danmarks ungdom og at øge forståelsen for miljøets, naturvidenskabens og teknikens betydning for vort samfunds udvikling. Emnerne er naturvidenskab, miljø og teknik, og ind under disse begreber kommer f.eks. astronomi, biologi, bioteknologi, datalogi, elektronik, fysik, geologi, kemi, matematik og rumfart.

I 1996 besluttede Jyllands-Posten ikke at videreføre konkurrencen. Efter forhandling med ugemagasinet „Ingeniøren“ blev det besluttet at videreføre konkurrencen med „Ingeniøren“ som hovedsponsor og under navnet Unge Forskere.

I 2002 overtog Komiteen for Unge Forskere selv ansvaret for at videreføre konkurrencen „Unge Forskere“, der nu voksede til 3 konkurrencer. „Natur&Teknik“ og „Min Vildeste Idé“ er konkurrencer for unge forskere og opfindere i 0. kl. til og med 10. kl. „Unge Forskere og Opfindere“ er for alle op til 22 år.

Unge Forskere modtog Dansk Kommunikationspris 2005 på baggrund af arbejdsindsatsen og de imponerende resultater i 2003–2004.

Omfanget af konkurrencerne og et stigende internationalt engagement gjorde det nødvendigt med yderligere ressourcer til administration af konkurrencerne og den årlige afvikling heraf.

Derfor besluttede Komiteén for Unge Forskere i 2009, at konkurrencerne under Unge Forskere skulle videreføres under Fonden Dansk Naturvidenskabsformidling.

I unge forskere og opfindere kan teoretiske projekter, spændende forskning og opdagelser, nye opfindelser eller en kombination bruges. Deltagerne skal indsende en rapport med en beskrivelse af projektet – gerne illustreret med tegninger og/eller fotos, og hvis der er tale om en afhandling, indsendes en kopi af hele afhandlingen. For at få så seriøs og fagligt

velfunderet en bedømmelse af projekterne som muligt, er juryen inddelt i fem grupper, som hver især varetager bedømmelsen af projekter, der falder indenfor flg. emneområder: 1. Biologi/ lifescience, 2. Geologi/ fysik/ kemi, 3. Matematik/ datalogi/ statistik, 4. Samfundsvidenskab, 5. Teknologiske emner.

De bedste projekter præmieres med pengepræmier som i 2010 udgjorde: ca. tre førstepræmier à 10.000 kr., ca. fire andenpræmier à 8.000 kr., ca. fire tredjepræmier à 5.000 kr., ca. fem fjerdepræmier à 3.000 kr. Derudover belønnes 10 projekter med hver 1.000 kr.

I 2010 deltog flg. antal elever i Unge Forskere's tre forskellige konkurrencer:

- Unge Forskere og Opfindere (for de gymnasiale uddannelser): 47 projekter med 82 deltagere.
- Natur & Teknik (for grundskolen): 163 projekter med 452 deltagere
- Min vildeste ide (for grundskolen) – 0. – 3.klasse: 99 deltagere har indsendt 134 projekter – 4. – 6. klasse: 188 deltagere har indsendt 277 projekter – 7. – 10. klasse: 82 deltagere har indsendt 54 projekter I alt Min vildeste ide: 369 deltagere har indsendt 465 projekter. Totalt Unge Forskere 2010: 903 deltagere deltog med 675 projekter.

Unge Forskere har opbygget et internationalt netværk, hvor der samarbejdes med en række lande. Det betyder, at Unge Forskere hvert år kan sende unge danskere til internationale begivenheder, hvor de kan opbygge deres eget internationale netværk, som har stor betydning for deres fremtidige studier. Derfor har disse rejsepræmier meget større interesse for deltagerne end rene pengepræmier.

Unge Forskere er udtagelseskonkurrence til en række internationale konkurrencer:

- CAST, Chinese Association for Science and Technology.
- Stockholm Junior Water Prize, Stockholm, Sverige.
- European Union Contest for Young Scientists.
- Nobelprisuddelingen i Stockholm.
- BAST, Beijing Association for Science and Technology, Beijing, Kina.
- Den nationale norske forskerkonkurrence i Oslo, Norge.
- Den nationale svenske forskerkonkurrence i Stockholm, Sverige.
- Intel ISEF, International Science and Engineering Fair, USA.

### *Mærsk Mc-Kinney Møller Videntcenter*

Mærsk Mc-Kinney Møller Videntcenter i Sorø udbyder en række tilbud til gymnasieungdommen her skal nævnes:

*TalentCamp Energi* er bygget op som en konkurrence mellem grupper af elever fra 5 forskellige gymnasier. Hver skole stiller med et bredt sammensat hold på 5 naturvidenskabelige talenter. Grupperne skal afprøve og vurdere et apparat, der kan lave energi på en ny og hidtil uprøvet måde. Desuden vil der være forskellige faglige oplæg af førende forskere indenfor alternativ energiteknologi og ekskursioner til DTU og virksomheder samt forskellige indslag af mere social karakter. (sciencetalenter.dk)

Videntcentrets lokale talentambassadører laver endvidere aktiviteter for gymnasieungdommen på deres gymnasier. Peter Videsen på Viborg Gymnasium og HF har således været involveret i 2 forløb. Det ene er en Masterclass i Matematik for 3. årgangselever. I disse masterclasses deltager 5–8 elever pr. årgang. Forløbet inkluderer undervisning på gymnasiet besøg på Aarhus Universitet (AU) og et længere ophold på talentcentret i Sorø. Peter Videsen laver også en naturvidenskabelig klub for 1. og 2. årgangselever, hvor der typisk deltager 20 elever i hvert forløb. Forløbet ligner masterclassen i matematik med lokale aktiviteter og besøg på AU og i Sorø.

Akademiet for Talentfulde Unge (ATU) er et pilotprojekt og et tilbud til gymnasieelever i Hovedstadsområdet. ATU har fokus på talentudvikling indenfor alle gymnasiefag. Projektet tilbyder særligt motiverede unge en eftermiddag om ugen med besøg på virksomheder, universiteter, etc. Hensigten er primært at give gymnasieeleverne indblik i deres studiemuligheder, så de træffer et mere kvalificeret og hurtigere valg ad videregående uddannelse (jvf. telefonsamtale med Projektkoordinator Nynne Afzelius). Gymnasieeleverne bliver indstillet via deres hjemgymnasie til at deltage, men eleverne skal selv skrive en motivation om hvorfor de ønsker at deltage i ATU. ATU optog i 2007 58 elever, 45 afsluttede i januar 2010 deres ATU forløb. I 2008 er der optaget 80 og i 2009 120. Ideen bag ATU er at give flere unge adgang til talentpleje, idet en række af de øvrige tilbud typisk er sommerkurser med begrænsede deltagerantal.

Det er karakteristisk for disse aktiviteter at de er privatorganiserede og finansierede af både private og offentlige midler. De to længst løbende konkurrencer demonstrerer også hvordan skiftende aktører har båret disse gennem henholdsvis 13 og 21 år udenfor den statslige administration. Det gælder for gymnasieområdet, som for folkeskoleområdet at den overvejende del af arbejdet med talentudvikling sker på centre eller i forbindelse med særlige konkurrencer og ikke som en del af den daglige undervisning. Dog afviger de lokalt forankrede masterclass- og klubforløb fra dette, disse finder sted i forlængelse af den daglige undervisning, men dog kun for de særligt interesserede. Den nye gymnasiebekendtgørelse

indeholder et krav om særlige forløb for talenter, hvorfor man forventeligt vil se de lokalt forankrede initiativer blive mere udbredt.

#### *Læreruddannelse*

På læreruddannelsen er Undervisningsministeriet i færd med at ændre målene for centrale kundskabs- og færdighedsområder i læreruddannelsen (CKF'erne) med henblik på bl.a. at præcisere de lærerstuderendes uddannelse til at kunne målrette undervisning af talentfulde børn. (telefonsamtale med Sveegaard Undervisningsministeriet)

Traditionelt arbejdes der i læreruddannelsens naturfag med det fokus, at de nyuddannede lærere skal løfte bredden mere end de skal kvalificere talenterne. I relation til efteruddannelse af lærere i talentpleje har udredningen kun fundet en aktivitet nemlig et talentpleje kursus på talentcentret i Sorø. Lærerne får her et 3 dages internatkursus i at arbejde med talentfulde elever. Indtil videre har lærere fra 25 kommuner deltaget.

#### *Metoder til talentpleje i Danmark*

Udfra gennemgangen de faktiske aktiviteter og den gældende lovgivning kan der identificeres 3 typer i Danmark: 1) masterclasses i udvalgte fag, 2) talentudvikling omfattende flere fag, 3) konkurrencer med pengepræmier eller lignende. Masterclasses er ofte lokalt forankrede og er derfor dårligt kortlagt, der findes forventeligt mange flere af disse end man hører om via medier og fagfæller. Talentudvikling kan være lokalt forankret, men involverer ofte flere parter, hvorfor den slags hyppigere udbredes i medierne. Konkurrencerne har alle en klar medieprofil, hvor sponsorer og donorer skal have deres logoer og brands eksponeret.

Motivationsfaktoren ved de første to er ofte elevernes faglige nysgerighed og videbegærlighed. Ved konkurrencerne suppleres denne med ekstern motivation i form af præmier.

#### *Kreativitet og naturfagsundervisning i Danmark*

Flere større naturvidenskabelige erkendelser er opdaget gennem forskeres ændrede tilgange til forskning i deres felt, således at de har kunnet tænke overskridende i forhold de gængse forskningsmetoder i feltet. Det er derfor relevant at undervise børn og unge om værdien af kreativ tænkning indenfor naturvidenskab og teknik.

### *1.4.2 Læreplananalyse*

#### *Folkeskole*

Kreativitet er skrevet ind i fagformålet for folkeskolefaget Natur/teknik, som danske folkeskoleelever har fra 1. til 6. klasse.

Stk. 2. Undervisningen skal i vidt omfang bygge på elevernes egne oplevelser, erfaringer, iagttagelser, undersøgelser og eksperimenter og medvirke til, at de udvikler praktiske færdigheder, kreativitet og evne til samarbejde...

Faget Matematik i folkeskolen indeholder en lignende formulering:

Stk. 2. Undervisningen tilrettelægges, så eleverne selvstændigt og gennem dialog og samarbejde med andre kan erfare, at arbejdet med matematik fordrer og fremmer kreativ virksomhed, og at matematik rummer redskaber til problemløsning, argumentation og kommunikation.

Begge disse skolefag peger i deres formåls beskrivelser på værdien af kreativ tænkning i tilegnelsen af faget.

### *Gymnasium*

En del af naturfagene i det almene gymnasium og teknisk gymnasium indeholder formulering om faglig kreativitet

#### *Fysik – Identitet*

Det naturvidenskabelige fag fysik omhandler menneskers forsøg på at udvikle generelle beskrivelser, tolkninger og forklaringer af fænomener og processer i natur og teknik. Gennem et samspil mellem eksperimenter og teorier udvikles en teoretisk begrundet naturfaglig indsigt, som stimulerer nysgerrighed og kreativitet.

#### *Kemi – Formål*

Eleverne opnår kendskab til relevante stoffer og deres egenskaber samt forståelse af kemiens samfundsmæssige og teknologiske betydning såvel aktuelt som i historisk perspektiv. Arbejdet med faget giver eleverne en forståelse af, at kemisk viden og kreativitet finder anvendelse til gavn for mennesker og natur, men at uhensigtsmæssig anvendelse kan påvirke sundhed og miljø.

#### *Naturgeografi – Formål*

Eleverne skal tilegne sig kundskaber, så de forstår, hvordan ny viden og teknologiske innovationer har betydning for udnyttelsen af naturens ressourcer og den samfundsøkonomiske udvikling.

#### *Teknologi – Formål*

Faget bidrager til htx-uddannelsens formål ved at styrke elevernes forudsætninger for videregående uddannelse især inden for teknik, teknologi, naturvidenskab, handel, innovation og iværksætteri.

Endvidere er formålet, at eleverne opnår kendskab til opstart, planlægning og afsætning af en produktion. Herunder er formålet, at eleverne opnår kendskab til innovation og iværksætteri, start af egen produktion og kendskab til relationer mellem teknologi, virksomhed, samfund og internationalisering.

Ovennævnte eksempler fra to gymnasium-retninger nævner kreativitet og innovation og disse arbejdsformers betydning for menneskelig erkendelse og anden virksomhed.

#### *Læreruddannelse*

Læreruddannelsens bekendtgørelse fremhæver innovation og kreativitet i forbindelse med tværfagligt arbejde:

§ 18. Den studerende skal i uddannelsen anvende metoder og samarbejdsformer, der kan udvikle skoleelevers innovative kompetencer, herunder vilje og evne til i et tværfagligt samspil at tænke kreativt og udvise virkelyst. Uddannelsesinstitutionen skal sikre, at der i linjefagene indgår overvejelser om stimulering af skoleelevers systematiske arbejde med idéudvikling og iværksætter i et tværfagligt samspil blandt skolefagene.

Innovation og ideudvikling er en del af de tværfaglige forpligtigelser i læreruddannelsen og ikke knyttet specifikt til naturfagene.

#### *1.4.3 De faktiske forhold*

Dette afsnit beskriver eksempler på hvordan naturfaglærerne konkret arbejder med kreativitet i skolens hverdag.

#### *Folkeskolen*

Der findes en række enkeltpersoner som udmærker sig med ekstraordinære indsatser indenfor udvikling af børn og unge lyst til at arbejde med naturfag og teknik. Boserup (2007) har interviewet Finn Skaarup Jensen. Artiklen bærer overskriften: „*Eleverne skal genopdage de naturvidenskabelige fag som kreative fag, der er en vigtig del af vores kulturgrundlag.*“ Det hedder videre i artiklen:

„At tage udgangspunkt i en overskrift, er en del af Finn Skaarups opskrift på at arbejde med innovative problem- og projektforsøg. Overskriften skal være relevant for eleverne, ved at den har et etisk eller samfundsmæssigt aspekt: Eksempelvis ‚hjælpe midler for handicappede‘ eller ‚rent drikkevand‘. ... En anden vigtig ingrediens i Finn Skaarups undervisningsopskrift er nemlig inddragelse af lokale aktører. ‚Man skal tænke over, at man skal kunne inddrage lokale aktører, for det er dér, den nyeste viden findes. Desuden oplever eleverne sådanne projekter langt mere relevante og interessante, ‘ siger han. Et tredje væsentligt element, at den projektorienterede undervisning skal munde ud i et produkt, som skal præsenteres for andre.“

Finn Skaarup bruger innovation og iværksætter i for at vække elevernes interesse for naturfag et valgfrit tværfagligt naturvidenskabeligt folkeskolefag: Projekt fag.

Finn Skaarups fem råd om innovation i undervisningen lyder:

- Lad eleverne løse en konkret opgave, hvor de skal producere et produkt.
- Tag udgangspunkt i problemstillingen, og fyld videnskabsteori på undervejs.
- Arbejd på tværs af fag hvis muligt.
- Lad eleverne vælge en problemstilling inden for en overskrift, underviseren har lavet (overskriften skal have et etisk eller samfundsmæssigt aspekt).
- Inddrag lokale aktører i løsningen af problemstillingen, og lad eleverne præsentere det færdige produkt for andre.

I Odense har Industriens Fond i 2010 støttet et samarbejde med 6. klasses elever på 5 folkeskoler om innovation, integration og naturfag rettet mod 2-sprogede ([industriensfond.dk](http://industriensfond.dk)). Hensigten er at få flere til at vælge naturvidenskabelige og tekniske ungdomsuddannelser. Indsatsen omfatter både efteruddannelse af folkeskolelærere, virksomhedsbesøg og opbygning af et netværk mellem projektpartnerne. Dette netværk skal gøre det muligt at fortsætte initiativet efter støtteperiodens (5 år) ophør.

Begge disse initiativer fremhæver vigtigheden af at skabe en solid lokal forankring af aktiviteten, dels for at sikre varig fortsættelse, dels for at skabe relevans for børn og andre projektpartnere. Fælles for begge disse aktiviteter er endvidere at de ikke foregår, som del af prøverettede undervisningsforløb.

#### *Læreruddannelsen*

Ellebæk (2009) beskriver et projekt hvor lærerstuderende har arbejdet innovativt med folkeskoleelevers innovative arbejder med naturfaglige problemstillinger. Denne dobbelte indsats var organiseret som et 3-dages forløb, hvor lærerstuderende først fik en introduktion til naturvidenskabelig viden og erkendelse, herefter arbejdede de med elevers innovative arbejder med naturfag, forløbet afsluttede med at de lærerstuderende vurderede deres egen arbejdsproces og samtidig færdiggjorde konkrete undervisningsmaterialer rettet mod folkeskoleelever. Projektet viser hvordan lærerstuderende kan arbejde både produktorienteret gennem fremstilling af undervisningsmaterialer og erkendelsesorienteret gennem refleksioner over egen innovativ læreproces.

Forskellige kursusudbydere især de regionale centre for undervisningsmidler udbyder en række korte kurser om innovation og kreativitet i folkeskolens fag. Det generelle omfang og effekt af disse kurser er det ikke muligt at sige noget kvalificeret ud fra de kontakter denne udredning bygger på.

#### *Kreativitet i naturfag i de naturfaglige uddannelser*

Det har ikke været muligt at finde en større undersøgelse af læreres generelle holdning til kreativitet i naturfagene. De præsenterede cases viser, at

der kan skabes en betydelig begejstring og motivation gennem inddragelse af mere kreative tilgange til undervisning; men viser også at det oftest er lokale og/eller støttede initiativer.

#### *1.4.4 Færøerne*

Claus Reistrup fra Færøernes undervisningsministerium har leveret denne oversigt over kreativitet, innovation og entreprenørskab i det færøske uddannelsessystem (neste side):



Uddannelse	Naturfag	Innovation	Entreprenørskab	Kreativitet
Daginstitutioner	Intet er officielt fastsat, men alle børnehaver arbejder med børnenes forståelse af naturen, som de dagligt er tæt omgivet af.	Intet er officielt fastsat, og daginstitutionerne arbejder ikke med problematikken.	Intet officielt fastsat, og der arbejdes ikke med det.	Der er intet officielt fastsat, men alle daginstitutioner har i deres mål fastsat, at der skal arbejdes med at udvikle børnenes kreative evner, indenfor det musiske og visuelle felt.
Folkeskolen	Eleverne har natur og teknik fra 4. skoleår, og i overbygningen har de fysik/kemi, biologi og geografi	Der er ingen undervisning i dette i folkeskolen.	Nogle skoler har de sidste par år i overbygningen haft nogen undervisning omkring entreprenørskab, men det er ikke meget.	De kreative fag som musik og formning spiller en ganske stor rolle i folke-skolen, især i folkeskolens ældre klasser, hvor fagene er valgfag i særlige forløb
STX/HF	På den matematiske linje udgør naturvidenskab en væsentlig del af undervisningen. På den sproglige linje har alle eleverne fysik-kemi. Desuden kan de vælge naturfag på mellemniveau og højniveau. Der er mange sproglige, der vælger biologi på både mellemniveau og højniveau.	Faget eksisterer ikke i fagrækken, og der undervises heller ikke i det i andre sammenhænge.	I de almen-gymnasiale uddannelser er der et fag, og det er et tilvalgsfag på C-niveau, hvori der arbejdes med iværksætteri. De almene gymnasier har de sidste 15 år deltaget i European Business Game.	I de almen-gymnasiale uddannelser er der de sidste 10 – 15 år sker en vældig opblomstring af de kreative fag som drama, billedkunst og især musik. Mange elever vælger disse fag på mellemniveau og rigtig mange vælger musik på højniveau. Resultatet af dette ses i mange unge færingers deltagelse i diverse konkurrencer.
Handelsskoler	Naturfag eksisterer ikke på handelsskolerne, og der er heller ikke mulighed for at vælge et naturvidenskabeligt fag	Både i den 1-årige kommercielle basisuddannelse samt den 3-årige H-X uddannelse er innovation et tilvalgsfag, som en del elever vælger.	De færreste handelsskoler har de sidste år aktivt deltaget i iværksætter konkurrencen Young Enterprise med gode resultater. Fra tid til anden har hold fra H-X-uddannelsen deltaget i konkurrencen European Business Game.	I de kommercielle uddannelser er der blot få fag, der decideret arbejder med kreativitet. I den 1-årige basisuddannelse er faget Dekoration C et af valgfagene, men der er ikke mange elever, der vælger dette fag.
Tekniske skoler	Naturfag er konstituerende fag på de tekniske skoler, især på HTX. Der er tale om fysik, kemi, biologi og teknik.	Innovation undervises der ikke decideret i, men nytænkning arbejdes der med i mange fag, især inden for projektarbejde.	Teknisk Skole i Klaksvik har de sidste par år deltaget i European Business Game, og fiskeriskole har deltaget konkurrencen de sidste 15 år.	Der er kun særdeles lidt undervisning i kreative fag på de tekniske skoler. Det drejer sig stort set blot om, at der på HTX er musik som tilvalg på C-niveau.
Seminarium	Naturfagene (fysik, kemi, biologi og geografi) er led i fagrækken på Færøernes Seminarium	Innovation arbejdes der ikke med, men det er under overvejelse at indføre et kursus i innovation i læreruddannelsen	Entreprenørskab arbejdes der ikke med.	De kreative fag (musik og billedkunst) er særdeles godt repræsenteret i læreruddannelsen, og mange studerende vælger disse fag.

#### 1.4.5 Grønland

Inerisaavik producerer undervisningsmateriale og varetager efteruddannelse af folkeskolelærere i Grønland. Inerisaavik har produceret et lille hæfte, som introducerer folkeskolens nye pædagogik for lærerne. Denne pædagogik balancerer indlæring af naturfaglige færdigheder og kundskaber overfor elevernes forståelse af ansvarlighed overfor naturgrundlaget. Der er ikke anført noget særligt om talentpleje eller kreativitet i naturfagene.

Inerisaaviks arbejder på at få højnet interessen for naturfagene generelt i folkeskolen. Dette sker og er sket inden for følgende områder de seneste år.

- afholdelse af lærerkurser med særligt fokus på en engagerende feltdidaktik
- elevprojekter på nationalt plan med fokus på klimaområdet
- biologiprojekter lokalt for elever i Nuuk, i samarbejde med Grønlands Naturinstitut
- faglige kurser for lærere i fysik/kemi – astronomi/radioaktivitet
- afholdelse af Lego-league konkurrencerne (i samarbejde med daværende Nuuk Kommune)

For skoleåret 2010/2011 er der taget initiativ til større deltagelse i et tværnordisk klimasamarbejde, i form af Nordisk Klimadag i november 2010.

Konsulent Lars Poost fra Inerisaavik i Grønland skriver:

„Vedr. spørgsmålet om en definition af ‚naturvidenskabelig talent‘. Som sådan er der ikke, og har der ikke været en diskussion/debat om udvikling af talenter, hvad enten der er tale om naturvidenskab eller et humanistisk fagområde.“

Der er således ikke supplerende overvejelser om igangværende talentplejeaktiviteter p.t. i Grønland.

### 1.5 Sammenfattende diskussion

Denne sammenfatning er organiseret efter de 6 forskningsspørgsmål formuleret for udredningsarbejdet om talentpleje og kreativitet i naturfagene:

- Krav om talentpleje i læseplaner
- Tilbud om talentudvikling
- Holdninger til talentudvikling
- Efteruddannelsestilbud indenfor talentudvikling
- Kreativitet i naturfagsundervisning
- Efteruddannelsestilbud indenfor kreativitet

### 1.5.1 Krav om Talentpleje

På trods af den klare politiske vilje udtrykt i flere af den nuværende regerings handleplaner er det småt med konkrete klare krav udmøntet i uddannelsernes love og bestemmelser. Dette gælder hele argumentationskæden fra globaliseringens betydning for dansk erhvervslivs konkurrenceevne ned til børns oplevelser med og læring om naturfag og naturfænomener i dagtilbud. Den nuværende regering har haft siden 2001 med det samme parlamentariske flertal til at få gennemført sin politiske vilje, men uden at det har fået markant indflydelse på praksis i uddannelsernes hverdag.

Denne udredning kan ikke besvare hvor i processen med omsætning af udtrykt vilje til faktisk lovtekst, intentionerne er blevet udvandede. En udvanding som illustreres i „Nye veje til talentpleje“ fra Undervisningsministeriet 2008.

#### 7. En anerkendende uddannelseskultur

En anerkendende, empatisk uddannelseskultur skal sikre, at talenter udpeges, plejes og udvikles. Talentpleje skal i den anerkendende uddannelseskultur ske i tæt samarbejde med aftagerne. Talentpleje kan ske inden for den enkelte uddannelse og på tværs af uddannelsesområder.

#### 8. Talentpleje skal indgå i uddannelsernes studieordninger

Arbejdet med talentpleje i den enkelte uddannelse og på tværs af uddannelser kan beskrives i studieordningerne. Studieordningen kan redegøre for, hvordan uddannelsen og institutionen arbejder med at identificere og pleje talenter.

Den skiftende brug af „skal“ og „kan“ i dette citat illustrerer meget eksemplarisk forskellen mellem de politiske intentioner og den faktiske gennemførelse på bekendtgørelsesniveau i fag i uddannelserne. Der er relativt få faktiske krav i bekendtgørelserne, kravene er nogle gange formuleret med de mulighedsåbnende „kan“ eller „skal medvirke til“ jf. de i udredningen citerede uddannelsesbestemmelser og nogle gange benyttes det stærkere kravspåbydende „skal“. Det kan undre at et så solidt parlamentarisk flertal med en så tydelig politisk intention ikke har gennemtvunget flere påbudte krav overfor uddannelsesinstitutionerne.

### 1.5.2 Tilbud om talentpleje

Regeringen har gennem puljer og indsatsområder løbende støttet initiativer som har skullet sikre naturvidenskabelige talenter muligheder for udvikling. Disse tidsbegrænsede indsatser har ikke bidt sig fast på involverede skoler til varige indsatsområder. Dette kan undre for alle deltagere taler med glæde om det frugtbare i at give talenter særlige muligheder, men det er tilsyneladende en indsats, som kræver lidt ekstra ressourcer for at være en vedvarende aktivitet.

Denne udredning finder typisk 3 typer af aktiviteter: masterclass, talentudvikling og konkurrencer. Masterclass retter sig mod særligt dygtige

elever, har typisk kendte undervisningsfag som genstandsfelt, og benyttes ofte af gymnasier til at præsentere sig selv for folkeskoleelever. Talentudvikling retter sig mod interesserede elever som får mulighed for i friere rammer og under vejledning at dyrke deres interesser for et naturfagligt eller teknisk emne. Konkurrencer retter sig mod børn og unge, som vil udvikle og gennemføre et naturfagligt eller teknisk projekt, den ekstra indsats belønnes med pengepræmier eller rejseoplevelser for de særligt interessante og vindende projekter. Det foreliggende materiale kan ikke belyse hvilke lærere og elever der tillaes af hvilke typer af kampagner.

Man kan håbe på at Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter bliver den varige koordinator, som indsatsen åbenlyst har manglet. Noget tyder på at organiseringen af arbejdet med et nationalt center suppleret med decentrale ambassadører er vejen frem. Betydningen af samspillet mellem det decentrale og det nationale kommer til udtryk gennem, at den lokale ambassadør i Viborg er ankerperson for andre talentpleje og lignende aktiviteter lokalt i det midtjyske. Behovet for geografisk spredning af initiativerne skærpes af den nuværende praksis hvor den største aktivitet bæres af lokale privatfinansierede centre, hvilket efterlader landsdele uden sådanne centre uden de ekstra muligheder der skabes i andre landsdele.

### *15.3 Læreres holdning til talentpleje*

Danske naturfaglærere har ikke en entydig holdning til at arbejde med talentudvikling og kreativitet i uddannelserne. Ovenfor er præsenteret eksempler på enkelt lærere som engagerer sig i arbejdet med disse sider af skolers og gymnasiers arbejde med børn og unge. Der findes ingen undersøgelser som belyser et repræsentativt udsnit af naturfagslærere, så en velunderbygget karakteristik kan ikke tegnes. Dialog med lærere samler dog nogle synspunkter op. En overvejende andel mener at det er god måde at skabe afveksling i undervisningen på og at de dygtigste elever bør udfordres yderligere. Nogle praktiserer så undervisning som understøtter sådanne elementer, andre påpeger at det er svært at finde tid i presset undervisningshverdag, En mindre gruppe tager afstand fra talentudviklingsaktiviteter, de mener ikke at det er skolens opgave at skabe yderligere skel mellem børnene gennem at favorisere de i forvejen dygtige.

Skolers udbytte af deltagelse i naturfaglige kampagner er undersøgt nærmere i forbindelse med Klimakaravanen (Cryus-Bagger og Daugbjerg 2009). Det indsamlede materiale vedrører kun denne ene kampagne og kun en del af deltagende skolers kontaktpersoner er interviewet. Klimakaravanen var som navnet antyder en omrejsende kampagne som besøgte skoler i hele Danmark med undervisning og undervisningsmaterialer om forskellige aspekter af klimaproblematikken. Undersøgelsen konkluderer at kampagner kan virke på 3 måder:

- De i forvejen dygtige lærere og elever lærer ikke meget nyt hverken fagligt eller fagdidaktisk. Lærerne lærte ikke nyt, hvorfor effekten på deres undervisning er forsvindende. Det samme gælder de dygtige elever deres viden blev ikke øget af besøget.
- Mellemlgruppen har et godt udbytte af et kampagnebesøg såvel fagligt som fagdidaktisk. Besøget bidrog med eksemplarisk undervisning som kan inddrages i den fremtidige undervisning på skolen. Tilsvarende lærte en del af eleverne noget fagligt de kan bruge i deres arbejde med relevante skolefag.
- De fagligt svage elever og fagdidaktisk svagt funderede lærere havde et ringe udbytte af besøget. Det havde mere karakter af et afbræk i dagligdagen end af inspiration til videre arbejde. Fagdidaktisk svagt funderede lærere har vanskeligt ved at se hvordan de skal inddrage det præsenterede i deres undervisning efterfølgende. De fagligt svage elever så ikke sammenhængen mellem besøgets demonstrationer og anden undervisning og deres daglige skolearbejde.

Fælles for alle de behandlede kampagner er deres manglende interesse for børnehavebørn. Dette kan der være forskellige forklaringer på dels er egentlig talentpleje i børnehvealderen i modstrid med dansk forståelse af børns udvikling, dels har få af de involverede parter i kampagnerne kortsigtede interesser i børnehavebørn som fremtidige uddannelsessøgende eller medarbejdere. Pædagogernes fagforening peger i deres udlægning af natur og naturfænomener på naturen som et sted man kan lære ansvarlighed: *At bruge naturen som eksperimentarium og legerum danner grundlaget for en varig interesse, respekt og ansvarlighed for natur og miljø.* Ingen af de undersøgte talentplejekampagner har denne tilgang til naturfag.

#### 1.5.4 Efteruddannelsestilbud indenfor talentpleje

Mærsk Mc-Kinney Møller Videncentret i Sorø gennemfører internatkurser for folkeskolelærere og gymnasielærere om talentpleje, dette er det eneste landsdækkende tilbud denne udredning har kunnet finde. En række lokale kursusudbydere har forskellige tilbud ofte knyttet til kampagner og projekter af kortere varighed.

#### 1.5.5 Kreativitet i naturfagene

Kreativitet er skrevet ind i målsætningerne for nogle naturfag i både folkeskole og gymnasium. Udredningen har fundet eksempler på hvordan lærere arbejder engageret med dette, men der mangler en omfattende landsdækkende undersøgelse for at kunne sige noget om repræsentativiteten af disse eksempler.

### *1.5.6 Efteruddannelsestilbud indenfor kreativitet*

Udredningen har kun fundet et eksempel på formidling af arbejde med kreativitet i naturfagene, dette er på konferencerækken „Fremtidens Naturfag“ i efteråret 2010. Alan Proschowsky fra Kingoskolen i Slangerup giver et oplæg om hans arbejde med teknologisk innovation med 7. klasses elever ud fra devisen: „Undersøg og beskriv hvordan noget virker, og anvend funktionerne i en ny sammenhæng.“ Hans elever har f.eks. ud fra delene fra en solcellelampe til havebrug opfundet en el-bil hvor batterierne oplades af solcellen og bilens lys kun tændes når den kører i mørke.

### *1.5.7 Grønland*

Talentpleje og kreativitet i naturfagene er ikke et særligt indsatsområde i Grønland, men varetages som en del af den øvrige undervisning i naturfag.

### *1.5.8 Færøerne*

Talentpleje og kreativitet i naturfagene er ikke et særligt indsatsområde i Færøerne, kreativitet betragtes som en arbejdsform hjemmehørende i de praktisk-musiske fag. Teknisk skole arbejder med entreprenørskab.

## 1.6 Forslag til nye tiltag

Udredningen efterlader en række spørgsmål ubesvarede. Både konkrete og mere overordnede spørgsmål.

Af de overordnede kunne det være frugtbart at få afklaret:

- Hvad forstås ved talent inden for naturfag? Talentcentret i Sorø har formuleret en definition, men er det den autoriserede for alle naturfaglige uddannelser i Danmark?
- Hvad forstås ved talentpleje i gymnasium og folkeskole i den daglige undervisnings:
  - Er det ensbetydende med niveaudelt undervisning? Eller kan det foregå som niveauintegreret undervisning?
  - Hvorved adskiller den sig fra den undervisning, der i øvrigt foregår i folkeskolen og gymnasiet?
  - Hvis talentpleje er kvalitativt bedre undervisning end den, der normalt praktiseres inden for folkeskolen og gymnasiet, hvorfor så ikke tilbyde alle elever en sådan undervisning?
  - Hvem er de naturvidenskabelige talenter: de dygtigste, de særligt interesserede eller skal der satses bredere for at udvikle flere potentielle talenter?

Ovennævnte spørgsmål berøres stort set ikke i nærværende udredning, idet der uddannelsespolitisk ikke er klarhed omkring dem. Talentpleje fremstår som parallelle aktiviteter uden for det etablerede uddannelsessystem. Skal der fremover satses mere bindende med tilhørende økonomisk prioritering på talentpleje som en integreret del af uddannelsessystemet, må ovennævnte spørgsmål besvares. I forlængelse af dette savnes der også undersøgelser af betydningen af henholdsvis bred og målrettet talentpleje på rekrutteringen til naturvidenskabelige og tekniske uddannelser.

Endvidere kunne det være nyttigt at vide noget om effekten af talentpleje aktiviteter. Dette kunne ske gennem:

- Følgeforskning af de unge som deltager i disse talentprogrammer; bliver de til forskere, formidlere, etc indenfor naturfag? Dette kan til en start gøres ved at spørge folk i naturfagsforskning og -formidling hvorfor de er endt der, hvad i deres livshistorie har gjort at de valgte en karriere indenfor naturfag og/eller teknik.
- Yderligere validering af de 3 formulerede typer: masterclasses, talentudvikling og konkurrencer; herunder hvilke typer af børn og unge appellerer de til?
- Hvad er betydningen af de mange kampagner for den daglige undervisning på skolerne? Bliver undervisning mere præget af innovation, kreativitet og talentpleje ved at lærere og elever deltager i den slags kampagner?
- Hvorfor er det svært for især folkeskoler at fastholde et godt eksternt støttet projekt om talentudvikling over i en efterfølgende taksameterstyret skolehverdag. Er det kun ophøret af økonomisk støtte eller er der også strukturelle eller systemiske årsager til denne vanskelighed?
- Hvordan kunne man – om man ville – med mening og pædagogisk forsvarlighed arbejde med talentpleje, innovation og kreativitet om natur og naturfænomener i børnehaven?
- Hvad betyder målsætningerne for naturfagene på gymnasieniveau om kreativitet for undervisning og elevernes læring?

Undervisningsministeriet nedsætter i sensommeren 2010 en arbejdsgruppe som skal evaluere talentinitiativer og udarbejde forslag for en samlet strategi for talentudvikling i det danske uddannelsessystem. Arbejdsgruppen skal færdiggøre sit arbejde omkring nytår 2011. Måske denne arbejdsgruppe vil komme med nogle svar på disse spørgsmål.

Nordisk Ministerråd gennemfører en konference i september 2010 i Sorø om specifikt talentpleje indenfor naturfag, måske denne konference kan bidrage med inspiration til at videreudvikle den danske model for området.

## 1.7 Konklusion

Talentpleje og kreativitet indenfor naturfaglige uddannelser i Danmark varetages overvejende gennem kampanjer, hvilket har konsekvenser for både kontinuiteten og integrationen i den øvrige skolehverdag for børn og unge.

Folkeskoler skal stimuleres eller forpligtes, hvis man politisk ønsker varige og integrerede indsatser rettet mod talentpleje kreativitet i naturfagene.

Gymnasier bliver snart forpligtede på at indtænke talentpleje gennem en ny uddannelsesbekendtgørelse, effekten af dette bekendtgørelseskrav bør evalueres.

Nogle elever motiveres af de faglige udfordringer og muligheder gennem masterclass og talentprogrammer, andre elever motiveres af præmier gennem konkurrencer.

Betydning af de forskellige initiativer i forhold til udvalgte elevgruppers valg af karriere og uddannelse er ikke kortlagt.

Endelig savnes en klar uddannelsespolitisk dagsorden med tilhørende operationelle værktøjer, som kan sikre et varigt og integreret arbejde med talentpleje og kreativitet i det danske uddannelsessystem. Muligvis er den nuværende borgerligt-liberale regering godt tilfreds med at de primære aktører på feltet er private fonde og foreninger i samarbejde med få uddannelsesinstitutioner. Det skaber en betydelig dynamik og løbende tilpasning til sponsoreres betalingsvillighed og erhvervsvirksomheders behov for uddannet arbejdskraft.

En del talentpleje-programmer er organiseret af lokalt forankrede videncentre, fonde og virksomheder. Fremtidige nationale indsatser bør forholde sig til den geografisklokale uensartethed i tilbuddene til børn og unge, som denne struktur skaber.

## Referencer

- Andersen et al, 2003: Fremtidens Naturfaglige Uddannelser, København: Undervisningsministeriet.
- Boserup N., 2007: Begrænsningen som drivkraft – interview med Finn Skaarup Jensen, Pionermagasinet 02 1. årgang, København: Undervisningsministeriet.
- Børne- og Ungdomspædagogernes landsorganisation 2010: [www.bupl.dk](http://www.bupl.dk), København: BUPL.
- Cruys-Bagger S. og Daughbjerg P. S., 2009: Trædesten og Snubletræde, København: CAND og Klimakaravanen
- Ellebæk J. J. 2009: Udvikling af innovativ tænkning og medborgerskab i naturfagene, i Martin Hansen: Innovation i den nye læreruddannelse, København: IDEA
- Haarder B. 2009: Ministerens forord, i Martin Hansen: Innovation i den nye læreruddannelse, København: IDEA
- Hulten S., 2006: Innovation og iværksætteri i folkeskolen, Kvan 76, 26. årgang, s. 55–62, Århus: Kvan.
- Industriens Fond 2010: Naturfag og innovation på skoleskemaet i Odense, [http://industriensfond.dk/nyheder\\_og\\_presse/nyheder.aspx?NewsId=81](http://industriensfond.dk/nyheder_og_presse/nyheder.aspx?NewsId=81), København: Industriens Fond
- Inerisaavik 2010: [www.inerisaavik.gl](http://www.inerisaavik.gl), Nuuk: Inerisaavik.
- Jensen F. S., 2006: Opfinder i skolen, Kvan 76, 26. årgang, s. 44–54, Århus: Kvan.



- Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter  
2010: [www.sciencetalenter.dk](http://www.sciencetalenter.dk), Sorø:  
Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter.
- Pionermaganiset 01, 2007, 1. årgang, København: Undervisningsministeriet.
- Pionermaganiset 02, 2007, 1. årgang, København: Undervisningsministeriet.
- Pionermaganiset 03, 2008, 2. årgang, København: Undervisningsministeriet.
- Pionermaganiset 04, 2009, 3. årgang, København: Undervisningsministeriet.
- Pionermaganiset 05, 2010, 4. årgang, København: Undervisningsministeriet.
- Rasmussen A. og Vilain H., 2008: Et spadestik dybere, Aalborg: Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi.
- Regeringen, 2002: Bedre Uddannelser, København: Undervisningsministeriet
- Regeringen, 2003: Nye veje mellem forskning og erhverv – fra tanke til faktura, København: Regeringen
- Sveegard U., 2009: Redegørelse for Undervisningsministeriets indsats for talentudvikling med udgangen af 2009, København: Undervisningsministeriet
- Undervisningsministeren 2008: Redegørelse om talentudvikling til Folketingets Uddannelsesudvalg, København: Undervisningsministeriet
- Undervisningsministeriet 2008: Gymnasie-loven: lovbekendtgørelse nr. 741, København: Undervisningsministeriet (<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=120566> )
- Undervisningsministeriet 2008: Nye veje til talentpleje, København: Undervisningsministeriet
- Undervisningsministeriet 2009: Folkeskole-loven, lovbekendtgørelse nr. 593, København: Undervisningsministeriet (<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=125580>)
- Ydegaard T. 2009: Innovation, medborgerskab og Popper, i Martin Hansen: Innovation i den nye læreruddannelse, København: IDEA



## 2. Naturvetenskaplig talang och kreativitet i det finska utbildningssystemet

*Eila Lindfors, Tammerfors universitet/Tampereen yliopisto*

### *Sammanfattning*

Denna kartläggning beskriver Finlands syn på naturvetenskaplig talang och kreativitet i utbildningen som en del av ett nordiskt projekt – Kreativitet, innovation och entreprenörskap, en studie beställd av Nordiska Ministerrådet (NMR). Finlands studie har genomförts genom ett samarbete mellan PhD Eila Lindfors och lektor Sari Yrjänäinen vid Lärarutbildningsinstitutionen vid Tammerfors universitet. Yrjänäinen har bidragit till rapporten genom att insamla och sammanställa material. Lindfors har samlat material, sammanställt det under rubriker och ansvarar för den svenskspråkiga helheten. Syftet är att ge en översikt av hur naturvetenskaplig talang och kreativitet kommer fram i styrdokument och utbildning i Finland inklusive det självstyrande området Åland. Studien grundar sig på innehållsanalys, tolkning och värdering av de nuvarande nationella forskningsresultaten och styrdokumenterna (lagtexter, strategiska planer och läroplanen). Studien beskriver vilka åtgärder man använder i Finland för att stärka barnens, elevernas och ungdomarnas kreativitet och skapande inom naturvetenskaperna. Kreativitet och skapande i naturvetenskapliga ämnen i lärarutbildningen tas även upp.

### *Tiivistelmä*

Käsillä oleva raportti on osaraportti Pohjoismaisen ministerineuvoston rahoittamassa hankkeessa – Luovuus, innovaatio ja yrittäjyys koulutuksessa. Tämä osaraportti luotaa luonnontietellisten aineiden opetusta ja luonnontieteellisen lahjakkuuden tukemista suhteessa luovuuden, innovatiivisuuden ja yrittäjyyskasvatukseen edistämiseen Suomessa. Tarkastelun kohteena on esiopetuksen, perusopetuksen ja lukion sekä opettajankoulutuksen luonnontieteellisten aineiden opetus sekä tätä tukevat erilaiset hankkeet ja projektit. Raportissa käsitellään Mannersuomen lisäksi myös Suomen itsehallintoalueen, Ahvenanmaan luonnontieteiden opetusta. Tarkastelu pohjautuu voimassa olevaan lainsäädäntöön, opetussuunnitelmiin, strategioihin, kansallisen tason raportteihin sekä olemassa oleviin tutkimuksiin ja tutkimustuloksiin.

Raportissa tarkastellaan aluksi luovuuden, lahjakkuuden ja innovaation käsitteitä sekä niitä pedagogisia periaatteita, jotka ovat keskeisiä luonnontieteellisen osaamisen edistämässä.

Luonnontieteellisen opetuksen sisältöjä ja tuntimäärää sekä sijoittamista eri luokka-asteille esitellään sekä Manner-Suomen että Ahvenanmaan osalta. Lisäksi esitellään luonnontieteellisen osaamisen edistämistä koskevia hankkeita ja projekteja. Opetuksen toteutumista ja haasteita esitellään olemassaolevien tutkimusten valossa sekä eri kouluasteiden ja oppilaiden että opettajien näkökulmasta. Raportin lopuksi esitetään näkökulmia luovuuden ja innovatiivisuuden lisäämiseksi luonnontieteiden opetuksessa. Kaikki koulumuotoja ja kaikenikäisiä oppilaita ja opiskelijoita ajatellen luonnontieteellisen oppiaineen integroiminen oppijoille läheisiin aiheisiin ja erityisesti taide- ja taitoaineiden opetukseen, esim. käsityöhön ja liikuntaan, voisi lisätä oppilaiden kiinnostusta luonnontieteellistä osaamista kohtaan. Projektiluonteinen työskentely tukisi myös sisäisen ja sosiaalisen yrittäjyyden oppimista ja edistäisi luonnontieteellisen lahjakkuuden kehittymistä.

## 2.1 Introduktion

Kunskap och kreativitet har alltid haft en avgörande betydelse för den enskilda människans och samhällets utveckling. Den tekniska och ekonomiska utvecklingen samt att klara sig i vardagslivet gör kunskap och kompetens mera betydelsefull nyförtiden än någonsin. I teknologins nuvarande utvecklingsskede förutsätter vårt lands konkurrenskraft på den internationella marknaden ett solitt naturvetenskapligt kunnande. En konkurrenskraftig industri behöver en högt skolad personal. Teknologins kraftiga utveckling förutsätter en ny typ av basfärdigheter och ett nytt tänkesätt hos befolkningen. Energi- och råvarubristen samt miljöfrågorna betonas och inverkar på attityderna.

Av tradition ligger betoningen i skolundervisningen i naturvetenskapliga ämnen, fysik och kemi samt i biologi och geografi, på att förstå och minnas de principer som förklarar naturens grundstrukturer och hur naturen fungerar. Efter att en viss princip inom fysiken och kemin har undervisats, gör man för att förstärka principen ofta på grund av tidsbrist, endast en demonstration eller en laboration, om ens det. Problemet inom empirismen är att fysikens lagar och teorier har utformats och preciserats under en lång tidsperiod. Trots att egentlig naturvetenskaplig teori inte kan undervisas i grundskolan, bör de kunskaper som eleverna tillägnar sig kopplas till en omfattande enhetlig kunskapsstruktur, som inte står i konflikt med teorin (Lavonen 1991, 1993; Kiviluoto 1991; Erätuuli & Meisalo 1991).

Läroplansreformen i fysik och kemi började kraftigt på 1990-talet. Utgångspunkten var att kemiundervisningen på mellanstadiet skulle ha sin utgångspunkt i vardagen, i den kemiska industrin och i praktiska tillämp-

ningar. Till detta kopplades baskunskaper i kemi och ett laborativt arbets-sätt. I Finland har bl.a. kemisektionen inom MAOL, Kemiska Industrin och Ekonomiska Informationsbyrån (t.ex. Aroluoma, m.fl., 1993, Aksela, m.fl., 1993) på ett förtjänstfullt sätt framställt material kallat ”Kemi i samhället”. För att man med laborativa arbetsätt skulle ha uppnått bästa möjliga resultat borde metoderna börja tillämpas så att man skulle beakta naturvetenskapliga ämnens karaktär samt den debatt som fördes om kunskaps- och inläringssyn. Det fanns olika kommittéer och arbetsgrupper som gav riktlinjer för att förnya lärandet i en mera empirisk riktning.

Undervisningsministeriet inledde år 1996 ett riksomfattande program för att utveckla kunskaperna i matematik och naturvetenskaper. I samband med det startade Utbildningsstyrelsen ett projekt, LUMA-projektet (LUMA är en förkortning av finskans naturvetenskap och matematik) inom den allmänbildande utbildningen och yrkesutbildningen. Projektet omfattade till en början 24 finskspråkiga och två svenskspråkiga pilotkommuner. Dessutom deltog tio övningsskolor i projektet. Senare utvidgades LUMA-projektet till att omfatta förutom övningsskolorna närmare 80 utbildningsanordnare. Målet var att höja kunskapsnivån i matematik och naturvetenskaper för att Finland skulle kunna placera sig inom den bästa fjärdedelen av OECD-länderna. Ett annat mål var att öka elevernas intresse för läroämnen i fråga. I projektet deltog många samhällsaktörer. Arbetet inom LUMA-projektet bestod av omfattande fortbildning, nätverksarbete och produktion av stödmaterial för undervisningen. Projektet sammanförde universitetsforskare, undervisningspersonal, tjänstemän inom skolförvaltningen och industriorganisationer. Projektet fick stöd av medias positiva inställning till undervisningen i matematik och naturvetenskaper. På kommunnivå blev utvecklandet av undervisningen i matematik och naturvetenskaper till ett av de viktigaste projekten (Allen & al. 2002).

Enligt undersökningarna beter sig flickor och pojkar olika i skolan (Soro 2002) och är intresserade av naturvetenskap på olika sätt och föreslår olika åtgärder för att utveckla undervisningen till att bli mera intressant (Lavonen & al. 2009). Flickorna är inte tillräckligt ivriga att studera matematik och naturvetenskaper, vilket fortfarande syns i valen av långa eller fördjupade kurser i matematik och naturvetenskaper i gymnasiet. Ett av målen med LUMA-projektet var att uppmuntra flickorna att studera naturvetenskaper och matematik och LUMA-skolorna lyckades bättre än andra skolor på den punkten (Allen & al. 2002). De bästa modellerna och idéerna som kom fram i LUMA-projektet beaktades då läroplansgrunderna för den grundläggande och gymnasieutbildningen förnyades under åren 2000–2004.

Enligt läroplanerna (LPG 2003; LP 2004) skall lärandet vara en aktiv och målinriktad verksamhet, där eleven utgående från sina tidigare kunskapsstrukturer bearbetar och tolkar det material han eller hon skall lära sig. De allmänna principerna för lärandet är desamma för alla, men inläringen är för varje enskild elev beroende av hans eller hennes tidigare

kunskaper, motivation samt inlärnings- och arbetsmetoder. Vars och ens individuella inläring skall stödjas genom en lärandeprocess som sker i social samverkan med andra. Lärandet skall i alla dess former vara en aktiv och målinriktad process där eleven lär sig arbeta och lösa problem både självständigt och tillsammans med andra. Inläringen är situationsbunden och därför skall man fästa speciell uppmärksamhet vid att skapa en mångsidig pedagogisk miljö. Då eleven inhämtar nya kunskaper öppnas det nya möjligheter att förstå den omgivande kulturen och dess betydelse och att delta i varierande samhällsverksamhet (LP 2004). I undervisningen tas hänsyn till elever i behov av särskilt stöd, och jämställdheten mellan könen skall främjas genom att flickor och pojkar ges färdigheter att med lika rättigheter och skyldigheter verka i samhället samt i arbets- och familjelivet. Undervisningen utgår från att alla barn är unika individer med individuella egenskaper, talanger och inlärningsmönster. Man skall inte upphöja begåvade elever över andra elever utan trygga deras möjligheter att få undervisning och uppgifter som kan stöda deras fostran och kunnande (Uusikylä 1994). Det finns ingen grupp av elever i den finska skolan som skulle kallas till talanger. Jämlikhet och olikhet mellan flickor och pojkar i relation till naturvetenskapliga ämnen ses dock vara en specifik utmaning.

I Ungdomsbarometren (Myllyniemi 2008) ansåg 65 % av de unga att i grundinläringen och i de fortsättande skolorna lär man sig litet eller ingen kreativitet och bara 34 % tänkte att man lär sig kreativitet i skolan. Ca 50 % ansåg fysik och kemi, 72 % biologi och 84 % geografi viktiga eller väldigt viktiga i skolan. Flera undersökningar (Halkka 2003; Lavonen & al. 2009; Rajakorpi 2000) visar sig att man borde ändra på undervisningen i naturvetenskap i skolorna i allmänhet och arbeta för en pedagogik som bygger på undersökande metodik. Undersökande naturvetenskaplig utbildning har visat sig vara effektiv i både grundskolan och gymnasiet för att öka elevernas intresse och kunskaper och på samma gång stimulera lärarnas motivation (Aksela & Montonen 2008). Dessutom borde man identifiera talanger, som är begåvade, intresserade och har motivation att studera de naturvetenskapliga ämnena för att kunna stöda deras utveckling med lämpliga utmaningar.

Att identifiera talanger och undervisa dem utgående från deras individuella kompetensnivå är krävande. Diskussionen om detta började i början av 1990-talet. Lagen (GL 731/1999; GUL 628/1998) och styrningsdokumenten möjliggör att man har kunnat börja utveckla undervisning för begåvade elever. Enligt grundläggande läroplanen måste man ta hänsyn till olikartade elever (LP 2004) och i gymnasiets läroplan (LPG 2003) framgår att undervisningens mål är att styra studenterna i deras växande i livet. I regeringsprogrammet 2007–2011 ville regeringen styra kreativitet, innovativitet och hög bildningsnivå och därför är Undervisningsstyrelsen med i projektet att utveckla talang (se kapittel 4).

## 2.2 Problemområde och problemställning

### 2.2.1 Kreativitet, talang och innovation i naturvetenskap

Kreativitet är ett mångsidigt och krävande begrepp att definiera. Olika forskningar (Boden 1994; Uusikylä 1996) påpekar ett tänkesätt att kreativitet alltid inkluderar alltid att skapa någonting nytt. Kreativitet inkluderas på olika områden: att hitta, skapa och lösa problem både i vardagen och i skol- och arbetslivet. Det behövs kreativitet t.ex. för att komma på en lösning hur människor skulle bättre sortera sitt avfall, hur man skulle reparera en trasig sak hemma på samma sätt som det behövs kreativitet att för att skapa en vetenskaplig teori. Gardner (1983) pratar om åtta olika tänkesätt, talangsdimensioner. Naturvetenskapligt tänkesätt, en förmåga att identifiera och klassificera omgivningen, är en dimension i klassificeringen. Personen kan vara begåvad, ha talang i ett eller många områden i livet. Talangarna behöver omgivningens stöd och uppmuntran för att utveckla sin kunskande och känna sig trygga i en godkännande atmosfär (Ruokonen 2005). Ingen person är kreativ i sig själv utan att ha möjligheter, kunskap och kunnande i form av tänkesätt och handlingsförmåga på ett eller många speciella områden (Gardner 1994; Uusikylä 1994).

Vad som är intressant ur olika skolämnens synvinkel är att de alla har sitt basis i en vetenskap och det vetenskapliga tänkesättet är olika på olika vetenskapsområden inom den konceptuella rymden. Man observerar, experimenterar och transformerar i den konceptuella rymden, vilket är en stil att tänka och konstruera världen olika med olika tankesätt, t.ex. i matematik, fysik, musik och slöjd. Där har motivation en stor betydelse. Man gör om man vill. Man kan inte vara kreativ utan att vara intresserad av saken men man kan vara så intresserad att tiden och rummet försvinner. Då pratar man om flow-fenomen (Csikszentmihalyi 1988; 1996). Nuförtiden har det kraftigt lyfts fram att kreativitetet inte är bara ett individuellt tänkesätt utan kreativitetet utvecklas i en dialektisk process mellan människor, mellan varierande kunskap, kunnande och praktisk orientering samt med förmågan att söka idéer, värdera möjligheter, testa möjliga lösningar och fatta beslut inom olika konceptuella rymderna (Lindfors 2009b).

Skapande av ny kunskap inom naturvetenskaperna kräver kreativitet. Kreativitet fordras bl.a. vid observationer av ett problem eller ett fenomen, vid planerande av ett experiment, vid uppställande och konstruktion av mät- och observationsinstrument, vid presentation av mätningresultat och då man drar slutsatser. Tillämpning av naturvetenskaplig kunskap förutsätter kreativitet. Som kreativt arbete kan man även anse sådant där det genom att man förenar tidigare kända fakta bildas någonting nytt, som är obekant från tidigare. Kreativ verksamhet förutsätter en fri arbetsatmosfär, där man i idéskedet inte kritiserar andras idéer. Den kreativa problemlösningsförmågan kan utvecklas och man kan lära sig olika problem-

lösningssmetoder. Många av de apparater som behövs vid undersökningar av olika fenomen, kan man själv tillverka av de material som man hittar i skolan eller hemma. Exempelvis tändstickor och tändsticksaskar kan användas för många andra ändamål än att göra upp eld.

I vardagsprat använder man ofta begreppen kreativitet och innovation som motsvarande. De har mycket samma drag. Idéer kan vara kreativa och innovativa men innovationen i sig själv inkluderar att det är en utvecklad framtidsorienterad praktisk tillämpning, en sak, ett system (materiellt eller immateriellt), en process eller en service som är ett svar på något behov. Innovation innehåller alltid någon slags praktisk orientering, som har realiserats i verkligheten (Lindfors 2009b). T.ex. kan vi ha kreativa idéer att utveckla något system men efter att det har realiserats och tagits i bruk ser vi om de också var innovativa.

### *2.2.2 Pedagogiska synvinklar till naturvetenskapligt tänke- och arbetsätt*

I den kritik som riktats mot grundskolan har man gång på gång påpekat att detaljerade minneskunskaper och andra basfunktioner har alltför stor betydelse. Å andra sidan grundar sig hög kvalitet på kunnande och inläring på vidsträckt kunskap och effektiv hantering av kunskap (Glaser 1996). Kreativ problemlösning lyckas bara om den bygger på en omfattande kunskapsbas och på mångsidig slutledningsförmåga (Howe 1999; Sahlberg & al. 1993). Ett av de viktigaste syftena i undervisningen i naturvetenskapliga ämnen är att utveckla ett naturvetenskapligt tänkesätt: *förmågan att tänka och att dra slutsatser*. Ur den naturvetenskapliga forskningens och undervisningens synvinkel är det först och främst naturen där man skaffar sig kunskap. Ny kunskap om naturen erhåller man genom observationer och mätningar även genom naturvetenskapliga experiment och forskningsprojekt. De färdigheter som krävs för att utföra laboratoriearbete har säkerligen varje elev, men för att uppnå högsta kvalitet bör dessa färdigheter övas mångsidigt och tillräckligt länge. Det är frågan om *förmågan att utföra laborationer och göra fältstudier*. Laborativa arbetssätt ger även möjlighet att integrera naturvetenskapliga ämnen (t.ex. Aksela, m.fl. 1993, Karjalainen 1992, Montonen 1993). Ur talangfullhetens synvinkel är inlärningsomständigheterna betydelsefulla. Det behövs en kreativ och inspirerande inlärningsmiljö (Howe 1999). Talangernas motivation och vilja att koncentrera sig på sitt arbete är beroende av inspiration och bistånd av andra (Bloom 1985).

En stor del av den naturvetenskapliga forskningen och det arbete som grundar sig på naturvetenskapliga tillämpningar utförs nuförtiden i grupper eller åtminstone i par. Oberoende av personens formella kompetens är kollektivt arbete av olika slag viktigt för att tillägna sig och dra nytta av samarbetsförmågan. *Förmågan att klara mänskliga relationer* är då alltid med i naturvetenskaplig inläring. I samband med olika projekt och i



allmänhet vid experimentella arbetsätt finns det stora möjligheter att utveckla samarbetsförmågan. (Karhuviiita & al. 1993; Sahlberg 1990).

I grunderna för läroplanen (2004) definieras det laborativa arbetsättet som en verksamhet vilken man stöder med empiriska metoder då man skaffar sig kunskap om naturen. Då man under lektionerna tar i bruk begrepp, storheter, principer, lagar och teoretiska modeller är utgångspunkten observationer, mätningar, försök eller undersökningar. Genom att följa den empiristiska forskningsprocessen (att observera, att uppställa en hypotes, att göra ett empiriskt experiment och testa hypotesen i realiteten, att hantera resultat och dra slutsatser, att utvärdera forskningen och att skriva en rapport) kan studenterna göra egna undersökningar, vilket stöder olika elever med olika intressen och talanger. (Näsäkkälä & al. 2001). Inläringen sker lättare och är djupare ju mera fakta eleverna har om den naturvetenskapliga metoden och om de företeelser som de betraktar. Eleverna borde även ges rikligt med tillfällen att framföra sina egna uppfattningar. Man bör påvisa för eleverna motstridigheter och otillräckligheter i deras egna förklaringar och uppfattningar samt visa hur lämpliga och överlägsna de naturvetenskapliga principerna och begreppen är vid fenomen av många olika slag.

Ett traditionellt klassrum är en lärmiljö men likaväl kan vi se det kringliggande samhällets olika element som lärmiljöer. Kännetecknande för lärmiljön är att den utgör en social omgivning som med eftertanke utnyttjas didaktiskt och pedagogiskt. Det krävs gynnsamma yttre omständigheter, både socialt och fysiskt, för att innovativitet och kreativitet skall väckas hos elever och studerande.

I undervisningen bör användas mångsidiga och ämnesspecifika arbetsmetoder som stöder och styr elevernas inläring. Arbetsmetodernas uppgift är att utveckla förmågan till inläring, tänkande och problemlösning, förmågan att arbeta och fungera socialt och till ett aktivt deltagande. Med det empiriska arbetsättet kan stödas eleverna stödas att bli aktiva, kreativa, kritiska, självständiga och interaktiva forskaren, som kan skaffa och handla kunskap och har kunnande för att tillämpa det i verkligheten (Näsäkkälä & al. 2001) Arbetsmetoderna skall främja utvecklingen av färdigheterna i informations- och kommunikationsteknik. Arbetsmetoderna skall också ge möjligheter till lek, skapande verksamhet och upplevelser som kännetecknar de olika åldersgrupperna.

Det naturvetenskapliga kunnandet är elevens förmåga att använda naturvetenskapligt kunskap, hitta på och definiera frågor samt dra slutsatser på grund av empiriska observationer och laborationer för att förstå naturens grundfrågor och de ändringar som är resultat av människans handlande.

## 2.3 Forskningsdesign och -metoder

Studien grundar sig på innehållsanalys, tolkning och värdering av de nuvarande nationella forskningsresultaten och styrdokumentet (timfördelning och läroplaner) samt publikationer av Undervisningsministeriet och Undervisningsstyrelsen som gäller förskola och den grundläggande utbildningen samt gymnasiet angående naturvetenskapliga ämnen. Naturvetenskapliga ämnen i lärarutbildningen tas även upp. Det har gjorts en mängd av undersökningar och utredningar hur läroplanen har realiserats i utbildningen och vilka utmaningar som den möter i särskilda ämnen. Det finns också ämnesdidaktisk forskning, som påpekar praxisutmaningar i naturvetenskapliga ämnen. Från början av 2000-talet till 2010 har man undersökt och livligt redogjort hur kreativitet och innovation samt företagsamhet uppstår och hur de skulle uppstå i samhället i framtiden. Dock finns det ingen sammanfattande helhetsbild av hur kreativitet, innovation och företagsamhet uppstår i skolans naturvetenskapliga läroämnen i Finland.

Ur förskolans, den grundläggande utbildningens och gymnasiet synvinkel svarar denna studie på följande frågor:

- Hurdant är timantalet och utsträckningen av de naturvetenskapliga ämnena?
- Hurdana är målen och innehållen i naturvetenskapliga ämnena?
- Hur ingår begreppen innovation och kreativitet i läroplanerna
- Vilka utmaningar möts i praktisk tillämpning av kreativitet inom naturvetenskapliga ämnen?
- Hur stöds kreativitets-, innovations- och företagsamhetsutvecklandet i naturvetenskapliga ämnen på olika skolnivåer?

Läroplansanalys och presentationen av timfördelningen i förskolan, grundutbildningen och gymnasiet klargör det aktuella systemet i riket och på Åland. Slutsatser dras och förslag för framtidsåtgärder föreslås på grund av en syntes av de nyaste undersökningar, redogöringar och relevant litteratur som alla presenterats i referenslistan.

## 2.4 Studiens resultat

Naturvetenskapligt kunnande anses vara viktigt ur samhällets synpunkt. En företeelse för att lösa nuvarande och framtida utmaningar, som gäller t.ex. klimatförändring, är att människor kan skapa kreativa idéer och utveckla innovativa lösningar. Eleverna skulle bli intresserade av fenomenen i sitt omgivning redan i småbarnfostran. Senare skulle eleverna och studenterna bli bekanta med naturvetenskaperna för att kunna förstå orsak-följdrelationen i naturen och basera sina val i personliga liv samt att kunna bli experter i arbetslivet och på samhällsnivå även globalt. Undervisningen

borde hjälpa eleverna att förstå förklaringar till olika naturfenomen. Eleverna borde inspireras till fortsatta studier inom naturvetenskaper. En trygg och ren omgivning är en utmaning för hela världen.

#### *2.4.1 Förskolaundervisningen*

I förskoleundervisning är utgångspunkten mångfalden i barnens livsmiljö. En del av den totala 700 timmars förskoleundervisning inriktas på natur- och miljökunskapen som skall hjälpa barnet att förstå sin miljö, stödja utvecklingen av tanke- och inlärningsfärdigheterna och förstärka barnens upplevelse-, erfarenhets- och emotionella förhållande till naturen och den övriga miljön. Målet för förskoleundervisningen i natur- och miljökunskap är att barnen ska lära sig att förstå och uppskatta naturen och den av människan skapade miljön, olika slags människor och kulturer samt att förstå hur de egna handlingarna påverkar närmiljön. (LPF 2000). Förskoleundervisningen skall uppmuntra barnen att iaktta det som händer i naturen (LPFÅ 2005).

Barnen lär sig i sin egen verksamhet. Utgångspunkten är olika frågor, företeelser och händelser i anslutning till miljön. Miljöstudier ska stöda sig på ett problemcentrerat, utforskande sätt att närma sig ämnet (LPF 2000). Lekens obestridliga egenvärde samt dess betydelse för flickor och pojks välbefinnande, utveckling och lärande betonas på Åland. Kärnan är att insikter och förmågor alltid övas och utvecklas i ett naturligt sammanhang (LPFÅ 2005). Varje barn ses vara en aktiv kunskapssökare. I riket väljs lärostoffet till exempel inom följande naturvetenskapliga ämnesområden: människan och hennes förhållande till sin miljö, organismerna och deras livsmiljö, jorden och rymden, ämnen och material i vår omgivning samt energifrågor (LPF 2000). Återkommande observationer, experiment och temainriktade undersökningsprojekt lär barnen att förstå det ekologiska kretsloppet i naturen och det hur man tar ett positivt miljöansvar för en hållbar utveckling (LPFÅ 2005).

#### *2.4.2 Den grundläggande utbildningen*

Den grundläggande utbildningens läroplan beskriver undervisningens mål på allmän nivå i form av temaområdena och är ämnesbaserad i form av olika ämnen. Under första årskurserna är naturvetenskapligt ämnesinnehåll ett integrerat område i läroplanen. I årskurserna 7–9 är läroinnehållet indelat i ämnena (tabell 1). Följande läroplansbeskrivning grundar sig på den nuvarande läroplanen: Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2004 (LP 2004). Den kan läsas som helhet i [www.oph.fi/svenska/ops/grundskola/LPgrundl.pdf](http://www.oph.fi/svenska/ops/grundskola/LPgrundl.pdf).

#### *Temaområdena i grundskolan (LP2004)*

Temaområdena, som integrerar fostran och undervisning, är sådana centrala områden inom skolans fostran och undervisning, vars mål och innehåll skall ingå i många läroämnena. Man skulle svara genom dem i skolan svara på de utmaningar som eleven möter i dagens samhälle. Temaområdena beskrivs på allmän nivå och skall lyftas in i de olika läroämnena och beskrivs enligt de perspektiv som karakteriserar läroämnet och på det sätt som elevens utvecklingsstadium förutsätter. Då skolans läroplan utarbetas skall temaområdena tas med i beskrivningen av de gemensamma och valfria läroämnena och i gemensamma evenemang. Dessutom skall de synas i skolans verksamhetskultur. Temaområden i grundinläringen:

- Att växa som människa
- Kulturell identitet och internationalism
- Kommunikation och mediekunskap
- Deltagande, demokrati och entreprenörskap
- Ansvar för miljö, välfärd, och en hållbar utveckling
- Trygghet och trafik kunskap
- Människan och teknologin

Undervisningen kan vara ämnesindelad eller integrerad. Målet med den integrerade undervisningen är att lära ut förmågan att betrakta företeelser ur olika vetenskapsgrenars synvinkel genom att bygga upp helheter och betona de allmänna målen för fostran och utbildning.

#### *Naturvetenskapliga ämnen i årskurserna 1–4*

Miljö- och naturkunskap är i årskurserna 1–4 en integrerad ämnesgrupp (tabell 1) sammansatt av biologi, geografi, fysik, kemi och hälsokunskap. Undervisningen omfattar principerna för en hållbar utveckling. Målet för undervisningen är att eleven skall lära sig att förstå naturen och kulturmiljön, sig själv och andra, olikheter människor emellan samt hälsa och sjukdom. Undervisningen ska bygga på ett undersökande och problemcentrerat betraktelsesätt, med utgångspunkt i frågor, fenomen och händelser som anknyter till elevens egen miljö och elevens tidigare kunskaper, färdigheter och erfarenheter. Undervisningen inriktas på erfarenheter och upplevelser som ska utveckla ett positivt förhållande till natur och miljö hos eleven. Arbetssätt och innehåll i miljö- och naturkunskap väljs utifrån elevernas förutsättningar och utvecklingsnivå och på ett sätt som möjliggör studier utomhus. Begreppen inom miljö- och naturkunskap kan struktureras till helheter där eleven, den omgivande världen och elevens handlande som medlem i samhället granskas. Studierna av dessa helheter skulle hjälpa eleven att förstå sin omgivning och växelverkan mellan människan och hennes miljö.

**Tabell 1. Timfördelning (timantal/årskurs) och de centrala innehållen i de naturvetenskapliga ämnen i grundinläringen och gymnasiet i riket (LP2004; LPG 2003)**

ÅRSKURS	1-4	5-6	7-9	10-12*
Timantal/ vecko- timme	9	BI+GE 3 FY+KE 2	BI+GE 7 FY+KE 7 HK 3	BI 2(3) + GE 2(2) FY 1(7) + KE 1(4) HK 1(2)
Fysik (FY)	Närmiljön, hembygden och jordklotet som männi- skans livsmil- jö.	Energi och elektricitet Strukturer i naturen Ämnen i omgivningen	Rörelse och kraft Vibrations- och vågrörelse Värme Elektricitet Strukturer i naturen	Fysikens betydelse i historien och i våra dagar Materiens och universums grundstruktur och grundformerna för växelverkan Energins bindning och frigörelse. Empirismens betydelse
Kemi (KE)	fenomen i omgivningen, olika ämnen i miljön,		Luft och vatten Råvaror och produkter Den levande naturen och samhället	Öamnesgrupper, bindningar i och polaritet hos organiska föreningar Olika slags blandningar, substansmängder och halter Organiska föreningars redoxreaktioner och reaktioner med protonöverföringar
Biologi (BI)	människan och hälsan samt säkerheten	Organismerna och livsmiljöer- na, Människans byggnad och livsfunktioner, uppväxt, utveck- ling och hälsa	Naturen och ekosystemen Livet och evolutionen Människan Den gemensamma miljön	Biogin som vetenskap Hur biodiversiteten kommer till synes Evolutionen – livets utveckling Hur naturen fungerar
Geografi (GE)		Naturens mångfald Europa som en del av världen Människolivets och livsmiljöer- nas mångfald på jordklotet	Jorden – människans hemplanet Europa Finland i världen Den gemensamma miljön	Det geografiska tänkesättet Jordens planetariska karaktär Atmosfären i rörelse Hydrostatiken i rörelse Vädret och klimatet Jordklotets föränderliga ytformationer Jordklotets växtzoner
Hälsa- kunskap (HK)		Uppväxt och utveckling Hälsa och val i det dagliga livet Resurser och överlevnadsförmåga Hälsa, samhälle och kultur		Hälsan och arbetsförmågan, säkerheten Sexuell hälsa, parförhållande, familj och det sociala arvet Folksjukdomarna och de vanligaste smittsamma sjukdomarna Egenvård av sjukdomar och blessyrer, första hjälpen och att skaffa hjälp Hälsoklinnader i världen Hälsovårds- och välfärdstjänster, medborgaraktivitet i folkhälsoarbetet

\*Obligatoriska kurser och dessas innehåll samt antalet av valfria kurser i parentes

En lärotimme är 45 minuter. En veckotimme betyder 38 lärotimmar/år eller en kurs med 38 lärotimmar.

Det finns totalt 31 veckotimmar undervisning i naturvetenskapliga ämnen under den grundläggande utbildningen (tabell 1) och 5 kurser obligatoriskt i gymnasiet. En veckotimme eller en kurs betyder 38 lärotimmar. I grundinläringen finns det 14 % av naturvetenskapliga ämnen av alla ämnen. Ca. 45 % undervisas i årskurs 1–6 och 55 % i årskurs 7–9, sammanlagt 1178 timmar. I gymnasiet är naturvetenskapliga ämnenas obligatoriska del 9 %.

#### *2.4.3 Naturvetenskapliga ämnen i årskurserna 5–6 (tabell 1)*

##### *Biologi och geografi i årskurserna 5–6*

Undervisningen i biologi och geografi skall betona ansvar, naturskydd och vård av livsmiljöer och stödja elevens uppväxt till en aktiv medborgare som har förbundit sig till en hållbar livsstil. I biologin undersöker man livet och dess yttringar. Undervisningen anordnas på ett sådant sätt att eleven lär sig känna olika arter, förstår växelverkan mellan organismerna och deras livsmiljöer samt lär sig att uppskatta och vårda naturens mångfald. Målet för undervisningen i biologi är att eleven skall lära känna sig själv som människa och som en del av naturen. I undervisningen utomhus skall eleven ha möjlighet till positiva upplevelser och erfarenheter av naturen och lära sig att iaktta miljön. Undervisningen i biologi skall basera sig på undersökande inläring som sker både i terräng och i klassrum.

I geografi betraktar eleven jordklotet och dess olika områden. Undervisningen skall hjälpa eleven att förstå fenomen som ansluter sig till naturen och människans verksamhet och till växelverkan mellan dem på olika områden. Målet för undervisningen i geografi är att elevens världsbild skall vidgas från hemlandet till Europa och den övriga världen. Undervisningen anordnas så att eleven får en uppfattning om mångfalden av natur- och kulturmiljöer på olika håll i världen och lär sig uppskatta dem. Undervisningen i geografi skall skapa en grund för internationalism och tolerans mellan olika nationer och kulturer.

Hälsokunskap integreras i undervisningen i biologi och geografi. Med hjälp av undervisningen i hälsokunskap skall eleven lära sig förstå sin egen uppväxt och utveckling som en fysisk, psykisk och social process och som en växelverkan mellan människan och hennes miljö.

##### *Fysik och kemi i årskurserna 5–6*

Med elevens tidigare inhämtade kunskaper och erfarenheter som utgångspunkt och med hjälp av tidigare observationer och undersökningar av kroppar, ämnen och fenomen i omgivningen riktas undervisningen nu mot fysikens och kemis grundbegrepp och principer. Undervisningen skall inspirera eleven till studier i naturvetenskap, hjälpa eleven att begrundat betydelsen av en bra och trygg omgivning och lära eleven att akta och vårda sin omgivning. I undervisningen integreras hälsofostran där elevens handlande granskas ur säkerhets- och hälsosynvinkel.

#### 2.4.4 Naturvetenskapliga ämnen i årskurserna 7–9 (tabell 1)

##### *Biologi i årskurserna 7–9*

I biologin undersöks livet, dess yttringar och förutsättningarna för liv. Undervisningen skall utveckla elevens naturkänedom och leda till förståelse för naturens grundfenomen. Målet är att eleven skall bekanta sig med evolutionen, grunderna i ekologi samt människans byggnad och livsfunktioner. Undervisningen lär eleven att uppmärksamma växelverkan mellan människan och naturen samt betonar människans ansvar då det gäller att vårda naturens mångfald. Biologiundervisningen skall basera sig på undersökande inläring och den skall utveckla elevens naturvetenskapliga tänkande. Målet för undervisningen är att ge eleven färdigheter att iakttä och undersöka naturen och att också utnyttja informations-tekniska möjligheter då han eller hon söker information om biologi. Undervisningen anordnas så att eleven får positiva upplevelser och erfarenheter av undervisning i naturen, att elevens miljömedvetenhet utvecklas och att hans eller hennes vilja att bevara olika livsmiljöer och livets olika former växer.

##### *Geografi i årskurserna 7–9*

I geografin undersöks jordklotet, dess olika områden och regionala fenomen. Undervisningen skall utveckla elevens geografiska världsbild och dess regionala förankring. Målet för undervisningen i geografi är att utveckla elevens förmåga att studera både naturmiljön, kulturmiljön och den sociala miljön och växelverkan mellan människan och miljön, alltifrån lokal till global nivå. Undervisningen skall hjälpa eleven att följa aktuella händelser i världen och bedöma deras inverkan på naturen och den mänskliga verksamheten.

Undervisningen i geografi skall anordnas så att den ökar elevens kulturkänedom och utvecklar hans eller hennes förmåga att förstå att livsmiljöerna och människornas sätt att leva är olika på olika håll i världen. Undervisningen i geografi skall fungera som en bro mellan det naturvetenskapliga och det samhällsvetenskapliga tänkandet. Undervisningen skall få eleven att tänka igenom de naturvetenskapliga, kulturella, sociala och ekonomiska fenomenens orsaker och inverkan. Geografiundervisningen skall stödja elevens uppväxt till en aktiv medborgare som förbundet sig till en hållbar livsstil.

##### *Fysik i årskurserna 7–9*

Fysiken har som huvuduppgift att vidga elevens kunskaper i fysik och hans eller hennes uppfattning om den fysikaliska kunskapens karaktär och stärka förmågan att skaffa kunskap med hjälp av undersökningar. Med elevens tidigare inhämtade kunskaper och erfarenheter som utgångspunkt och med hjälp av tidigare observationer och undersökningar av kroppar, ämnen och fenomen i omgivningen riktas undervisningen nu

mot fysikens grundbegrepp och lagar. Olika experiment hjälper eleven att gestalta sådant som är betecknande för naturvetenskapen, tillägna sig nya naturvetenskapliga begrepp, principer och modeller, utveckla sina experimentella arbetsmetoder och sin samarbetsförmåga och motiverar eleven till studier i fysik.

Undervisningen vägleder eleven att tänka naturvetenskapligt, skaffa information, använda information och bedöma informationens pålitlighet och betydelse i olika livssituationer. Undervisningen ger eleven färdigheter att diskutera och skriva om händelser och fenomen som hör till fysiken och teknologin med ändamålsenliga begrepp och hjälper honom eller henne att förstå fysikens och teknologins betydelse i vardagen, omgivningen och samhället. Studierna i fysik stöder elevens personliga utveckling och förmåga att gestalta en modern världsbild och ger honom eller henne färdigheter att göra vardagliga val speciellt i frågor som gäller miljövård och användningen av energiresurser.

#### *Kemi i årskurserna 7–9*

Syftet är att vidga elevens kunskaper i kemi och i den kemiska kunskapens natur och att lära eleven att tänka naturvetenskapligt, skaffa information och använda kunskaperna i olika livssituationer. Undervisningen skall ge eleven de nödvändiga byggstenarna för att utveckla sin personlighet och skapa sig en modern världsbild. Den hjälper också eleven att förstå kemins och teknologins betydelse i vardagslivet, omgivningen och samhället. Undervisningen skall ge eleven de färdigheter han eller hon behöver för att kunna fatta vardagliga beslut och föra diskussioner speciellt om energiproduktion, miljö och industri samtidigt som den skall ge eleven möjlighet att ta ansvar för sin omgivning.

Undervisningen bygger på ett undersökande arbetssätt, där utgångspunkten är observationer och undersökningar av ämnen och fenomen i omgivningen. Stegvis styrs undervisningen mot att tolka, förklara och beskriva fenomen och göra modeller av ämnens strukturer och av kemiska reaktioner, med hjälp av det kemiska symbolspråket. Det undersökande arbetssättet skall hjälpa eleven att gestalta karaktären i naturvetenskapen, att tillägna sig nya naturvetenskapliga begrepp, principer och modeller och utveckla förmågan att arbeta med händerna, genomföra experiment och arbeta i grupp. Kemiundervisningen skall inspirera eleven till studier i kemi.

#### *Hälsokunskap i årskurserna 7–9*

Hälsokunskap är ett läroämne som utgår från eleven och stöder aktivitet och engagemang samt vilar på tvärvetenskaplig kunskapsgrund. Utgångspunkten för undervisningen skall vara barnets och den ungas vardag, uppväxt och utveckling och människans levnadslöpp. Hälsan uppfattas som fysisk, psykisk och social funktionsförmåga. I undervisningen utvecklas kunskaperna om och färdigheterna i hälsa, livsstil, sunda vanor



och sjukdomar samt förmågan att ta ansvar för sin hälsa och handla på ett hälsofrämjande sätt i förhållande till sig själv och andra. Målet är att främja kunskap som stöder elevens hälsa, välbefinnande och trygghet. Syftet med undervisningen är att utveckla elevens kognitiva, sociala, emotionella, funktionella och etiska färdigheter. I undervisningen beaktas också allmänna och för skolan och orten aktuella frågor om hälsa och trygghet. Vid inläringen utvecklas färdigheter som är viktiga för att söka efter kunskap, tillämpa den och kritiskt begrunda värderingar som gäller hälsa och välfärd.

Hälsokunskap undervisas i årskurserna 1–4 som en del av läroämnesgruppen miljö- och naturkunskap, i årskurserna 5–6 som en del av biologi/geografi och fysik/kemi och som ett fristående läroämne i årskurserna 7–9. Undervisningen i hälsokunskap skall planeras så att eleven får en heltäckande bild av hälsokunskapen under hela den grundläggande utbildningen. Undervisningen i hälsokunskap skall planeras i samarbete med biologi, geografi, fysik, kemi, huslig ekonomi, gymnastik och samhällslära. Personalen inom elevvården deltar också i planeringen av undervisningen.

#### *2.4.5 Miljölära i grundinläring på Åland*

Liksom i rikets läroplansgrunder finns det allmänna temaområden på Åland: Människan och hälsan, Skolan, hemmet och fritiden, Hembygden och övriga världen och Naturen och livsmiljön. Jämfört med rikets läroplan finns det färre temaområden och i dessa pekas på det elevernas närmiljö. Företagsamhet eller entreprenörskap nämns inte i temaområdenas namn. Elevernas digitala kompetens utvecklas genom att använda en lärplattform som en underlättare av skolans verksamhet: information, kommunikation och samarbete inom skolan, mellan olika skolor samt mellan skolan och vårdnadshavarna. En plattform integrerar kommunikations- och samarbetsverktyg med digitala läromedel (lärresurser) och skapar därmed nya former av lärmiljö samt ger administrativa fördelar. Undervisningen integreras i skolans olika läroämnen och ämnesshelheter (LPÅ 2004–2007).

Naturvetenskapliga ämnen undervisas under rubriken naturkunskap. Miljölära är en ämnesshelhet som skall genomsyra all undervisning och verksamhet i skolan. Läroämnet miljölära undervisas i årskurs 1–9 på Åland. Det skall vägleda eleverna att bli intresserade av naturen, att vilja lära känna den och att skydda den. Naturen och dess fenomen studeras i syfte att utveckla elevernas förmåga att iaktta fenomen, att ställa frågor och göra jämförelser, att göra observationer och dokumentera dem, att tolka resultaten och bedöma dem och att dra slutsatser. Eleverna skall lära sig bedöma de konsekvenser människans verksamhet har för jorden samt inse att de måste förhålla sig till miljön på ett ekologiskt hållbart sätt (LPÅ 2004–2007). På lågstadiet skall eleverna bli förtrogna med enkla naturvetenskapliga forskningsmetoder. De skall ges möjlighet att observera olika

fenomen och bekanta sig med fysiska och kemiska företeelser samt dagligen tillämpa det inlärd. Arbetssätt som bygger på elevernas egen aktivitet och samarbetet mellan eleverna skall prioriteras. Huvudsinnhållen är: Materia och energi, Organismer och livsmiljöer, Jorden och dess regioner och Människan och miljön. Målen och ämnesinnehållet är inte så detaljerade som i rikets läroplan.

Under lågstadiet skiljs inte olika ämnen åt i årskurs 1–3 då det undervisas omgivningskunskap. I årskurs 4–6 det åtskiljs de i biologi, geografi och miljölära. En timram för årskurs 1–6 är 15 timmar (i riket 14 timmar). På högstadiet under årskurs 7–9 finns det 14 timmar (17 timmar i riket) som delas mellan fysik och kemi (6 lärotimmar) och biologi, geografi och miljölära (8 lärotimmar). Hälsokunskap är inte med som ett fristående ämne (LPÅ 2004–2007).

#### *2.4.6 Naturvetenskapliga ämnen i gymnasiets läroplan*

Följande läroplanbeskrivning är från den nuvarande läroplanen: Grunderna för gymnasiets läroplan 2003 (LPG 2003). <http://www02.oph.fi/svenska/ops/gymnasiet/gymnlpg.pdf>,

##### *Temaområden*

Temaområden i gymnasiet är samhällsligt betydelsefulla utmaningar som all fostran och utbildning står inför och de utgör samtidigt aktuella etiska ställningstaganden. I praktiken utgör temaområdena ett slags verksamhetsprinciper som strukturerar verksamhetskulturen i gymnasiet och som går över ämnesgränserna och integrerar undervisningen. De skulle angå hela livsstilen. Temaområden för alla gymnasier är:

- aktivt medborgarskap och entreprenörskap
- hälsa och trygghet
- hållbar utveckling
- kulturell identitet och kulturkänedom
- teknologi och samhälle
- informations- och mediekunskap

Temaområdena skall beaktas i undervisningen i alla läroämnen på ett naturligt sätt och genomsyra gymnasiets verksamhetskultur. Vissa huvudpunkter ingår i ämnesdelarna i läroplanens grunder. Utöver de nämnda temaområdena kan utbildningsanordnaren också godkänna andra temaområden i läroplanen. Temaområdena skulle kompletteras, aktualiseras och konkretiseras i den lokala läroplanen.

##### *Biologi*

Syftet med undervisningen i biologi är att den studerande skall förstå hur den organiska världen är uppbyggd, hur den fungerar, hur den har utveckl-

lats och kan se människan som en del av den. Det är viktigt att inse hur människan genom sin verksamhet påverkar miljön. Gymnasiets biologi skall även skapa en grund för att förstå de möjligheter som biovetenskaperna ger då det gäller att förbättra människosläktets, övriga organismers och ekosystemens välbefinnande. Undervisningen skall utveckla ett naturvetenskapligt tänkesätt hos de studerande, väcka deras intresse för biovetenskaper och hos dem främja ett sådant handlingsmönster som bevarar naturens mångfald och utvecklar ansvar för miljön.

Det finns 2 obligatoriska kurser (Organismernas värld och Cellen och ärtligheten) och tre fördjupade kurser (Miljöekologi, Människans biologi och Bioteknologi).

I biologin bedöms studerandes förmåga att behärska och använda centrala begrepp inom biologin samt att tillämpa biologisk kunskap. Vid bedömningen skall läraren fästa uppmärksamhet vid de studerandes förmåga att förstå naturvetenskapliga lagbundenheter, orsak och verkan, insikten om växelverkans betydelse samt helhetsuppfattningen. Vid bedömningen av färdigheterna betonas det studerandes naturvetenskapliga skicklighet, deras förmåga att arbeta i grupp och deras förmåga att utnyttja olika källor och kritiskt bedöma fakta. Man kan också ta hänsyn till visat intresse för biologins olika delområden.

### *Geografi*

I studierna (tabell 1) i geografi skall naturvetenskapliga och samhällsvetenskapliga element integreras. Syftet med undervisningen skall vara att de studerande blir kapabla att gestalta regionala miljöfrågor och kunna sträva efter lösningar i enlighet med principerna för en bärkraftig utveckling. Undervisningen i geografi i gymnasiet skall hjälpa de studerande att förstå globala, regionala och lokala företeelser och problem och ge dem en inblick i hur problemen kan lösas. De studerande skall lära sig hur man med geografisk kunskap bättre kan se de faktorer som bidrar till att världen förändras. Studeranden skall lära sig att formulera motiverade åsikter, att ta ställning till de förändringar som pågår både nära inpå och i hela världen samt att medverka aktivt till att främja välståndet för naturen och människan.

Det finns två obligatoriska kurser (Den blå planeten och En gemensam värld) och två fördjupande kurser (Riskernas värld och Regionstudier).

I geografin bedöms hur förmågan att tänka geografiskt utvecklas visavi kunskaper och färdigheter. Bedömningen skall inriktas på behärsningen av grundbegreppen, på skickligheten i att motivera geografiska påståenden och ställningstaganden samt på förmågan att se regionala samband. Vid bedömningen beaktas dessutom förmågan att tolka och bedöma geografiskt kunskapsstoff och att tillämpa geografisk kunskap i olika situationer. Färdigheter som skall bedömas är förmågan att analysera, behandla och lägga fram geografiska uppgifter såsom att läsa kartor och annan grafisk framställning samt förmågan att samarbeta.

### *Fysik*

Fysiken är en empirisk naturvetenskap, inom vilken man försöker förstå och förklara naturens grundstruktur och -fenomen med hjälp av information som fås genom experiment. Målet är att kunna ställa upp allmängiltiga lagbundenheter och lägga fram dem i form av matematiska modeller. Den experimentella sidan av undervisningen är beroende på ämnesområdet, på vilket skede undervisningen befinner sig i och på vilken utrustning som är tillgänglig, kan bestå av självständigt arbete som de studerande utför eller av lärardemonstrationer. Den kan också åskådliggöras genom studiebesök och videoframställningar eller enbart genom föreläsningar.

I naturvetenskapliga studier (tabell 1) används experimentella metoder, olika kunskapskällor samt olika sätt att bearbeta information. Den främsta kunskapskällan i fysiken är själva naturen. Genom experiment leds den studerande fram till nya naturvetenskapliga begrepp, principer och modeller. Undervisningen i fysik skall utveckla de studerandes förmåga att arbeta experimentellt tillsammans med andra. Den experimentella verksamheten utvecklar även förmågan att visualisera naturvetenskapens karaktär och tänka naturvetenskapligt. De studerande skall lära sig att observera strukturer och fenomen i naturen utgående från sina tidigare erfarenheter och uppfattningar. De skall lära sig att bli medvetna om tidigare uppfattningar, ifrågasätta dem och förtydliga den egna världsbilden via nyinlärd kunskap. De studerande skall lära sig att planera experiment tillsammans, diskutera information eller material som framställts experimentellt, hur detta skall bearbetas och uttryckas samt hur pålitligt det är. Gruppen lär sig på så sätt att dela med sig av ny kunskap. I skolan tillkommer läro- och uppslagsböcker, digital utrustning och ämnesexperter.

Det finns en obligatorisk kurs (Fysiken som naturvetenskap) och sju fördjupade kurser (Värme, Vågrörelse, Rörelselagarna, Rotation och gravitation, Elektricitet, Elektromagnetism, Materia och strålning).

I fysiken bedöms hur väl de studerande har lärt sig att behärska och tillämpa faktainnehållet i de olika kurserna i läroplanen speciellt med hjälp av matematiska modeller. I bedömningen skall iakttas deras skicklighet i informationsteknik och experimentellt arbete samt utrönas hur väl andra nödvändiga färdigheter, som att beskriva fysikaliska problemlösningssprocesser, har utvecklats.

### *Kemi*

I kemin är syftet att stödja utvecklingen av ett naturvetenskapligt tänkande och av en modern världsbild som en del av en mångsidig allmänbildning. Undervisningen skall gestalta kemin som en central naturvetenskap som strävar efter att undersöka och utveckla material, produkter, metoder och processer enligt principerna för en hållbar utveckling. Genom att undersöka olika ämnen, deras strukturer, egenskaper och reaktioner med andra ämnen skall de studerande lära sig att förstå vardagslivet, naturen och teknologin samt kemins betydelse för människans och naturens välbefinnande.

Karaktäristiskt för kemiundervisningen är att observera och undersöka egenskaper hos kemiska fenomen och ämnen med hjälp av experiment, att undersöka och förklara fenomen med hjälp av modeller och strukturer, att beskriva fenomen med kemins symbolspråk samt att konstruera modeller av kemiska fenomen och bearbeta dem matematiskt. De studerande vägleds med mångsidiga undervisnings- och bedömningsmetoder att utveckla sina kunskaper och färdigheter i kemi samt alla områden av sin personlighet. I kemiundervisningen skall man beakta de studerandes studiefärdigheter och skapa en positiv bild av kemi och kemistudier.

Det finns en obligatorisk kurs (Människans kemi och kemin i livsmiljön) och fyra fördjupade kurser (Kemins mikrovärld, Reaktioner och energi, Metaller och material och Reaktioner och jämvikt).

I bedömningen poängteras studerandes förmåga att förstå och tillämpa kemiska fakta. Dessutom skall man bedöma deras förmåga att experimentellt söka fram och på olika sätt bearbeta information: att göra observationer och att planera och genomföra mätningar och experiment, att använda redskap och kemikalier på ett tryggt sätt, att presentera resultaten både muntligt och skriftligt, att tolka och bedöma resultaten och ställa upp former, att dra slutsatser och att tillämpa dem.

#### *Hälsokunskap*

Som läroämne vilar hälsokunskapen på tvärvetenskaplig grund. Dess syfte är att främja kunnandet, som stöder såväl hälsa som välbefinnande och trygghet. Detta kunnande kommer till uttryck i form av kognitiva, sociala, emotionella, funktionella och etiska färdigheter och i förmågan att leta reda på information. Till hälsokunskapen hör förmågan att ta ansvar för sin egen och andras hälsa. I gymnasiet behandlas hälsa och sjukdom, hälsofrämjande samt förebyggande och vård av sjukdom ur individens, familjens, gemenskapens och samhällets synvinkel. Hälsa kan ses som fysiskt, psykiskt och socialt välbefinnande. I hälsokunskapen behandlas företeelser med anknytning till hälsa och sjukdomar utgående från erfarenhet och forskning. Det är dessutom viktigt att resonera om olika värderingar kring hälsan. Vid bedömningen betonas de studerandes förmåga att förstå och tillämpa fakta om hälsa och sjukdom, samt iaktta hur väl de kan använda och kombinera information ur olika källor. Därtill bedöms deras förmåga att reflektera över etiska värderingar om hälsa och sjukdom och att motivera sitt sätt att sköta sin hälsa samt också deras förmåga att bedöma samhälleliga beslut om hälsa och sjukdom.

Det finns en obligatorisk kurs (Hälsokunskapens grunder) och två fördjupade kurser (Ungdomar, hälsa och vardagsliv och Hälsa och forskning).

#### *Naturvetenskapen i gymnasiet på Åland*

Ålands lyceum är en studieförberedande skola som ger en allmänbildande grund för högskola och universitetsstudier. Studieprogrammet följer fyra olika inriktningar: estetiskt, humanistisk-samhällsvetenskaplig, hälsa och

idrott och naturvetenskaplig. Studieupplägget ger en bred valfrihet och studerande kan utifrån eget intresse och planerat yrkesval fördjupa sig inom olika ämnen och uppnå bred behörighet. (Ålands lyceum 2010). I det följande presenteras i korthet de naturvetenskapliga målen och innehållet i gymnasiet på Åland.

*Biologi* ses vara en naturvetenskap som utforskar den levande naturen, ser hur den är uppbyggd, hur den fungerar och samverkar, ända från molekyl- och cellnivå till jordens alla ekosystem, det som i biologin benämns biosfär. Ny kunskap når man i biologin genom observationer och experiment. I dag bedrivs en mycket aktiv forskning inom biovetenskap och de nya kunskaperna kan tillämpas inom många områden i samhället. Biologin ger fakta om den levande naturens mångfald och idéer om hur man kan gynna en hållbar utveckling. Undervisningen i biologi skall ge studerande kunskap om och förståelse för hur den organiska världen är uppbyggd, hur den fungerar och hur den har utvecklats. Viktigt är det att inse att människan är en del av naturen och att människan genom sin verksamhet ständigt påverkar miljön. (LPGÅ 2007). Studierna ger kunskaper så att studerande inser de möjligheter som biovetenskaperna ger för att skapa en bättre och sundare miljö för människan, övriga organismer och hela ekosystemet. Undervisningen ska stimulera till att utveckla sig ett naturvetenskapligt tänkesätt. Obligatoriska kurser är Organismernas värld och Cellen och ärftligheten. Miljöekologi, Människans biologi, Bioteknik, Organismernas mångfald och Botanisk artkännedom är valfria kurser. (Ålands lyceum 2010).

Den livlösa och den levande naturen och de system som människan skapat undersöks i *geografi*. Undervisningen ska göra studerande medvetna om att världen är en föränderlig och mångkulturell livsmiljö och att natur och mänsklig verksamhet påverkar varandra. I geografistudierna integreras naturvetenskap och samhällsvetenskap. Undervisningen hjälper studerande att förstå globala, regionala och lokala företeelser och problem samt ge dem en inblick i hur problemen kan lösas. Studerande med geografisk kunskap kan bättre se de faktorer som bidrar till att världen förändras. Undervisningen upmuntrar studerande att formulera åsikter och ta ställning till de förändringar som pågår både lokalt och i hela världen så att de aktivt kan medverka till att förbättra människans och naturens välfärd. Den blå planeten och En gemensam värld finns som obligatoriska kurser och Riskernas värld och Områdesforskning som valfria kurser. (Ålands lyceum 2010).

*Kort lärokurs i fysik* skall ge god allmän kunskap i fysik. Den skall ge kunskaper som gör att studerande kan ta en relevant ställning till fysikaliska frågor i samhället och även kan hantera miljöproblem enligt principerna för hållbar utveckling. Den studerande skall med studierna i kort fysik som bakgrund på ett bättre och mer kunnigt sätt kunna delta i debatter, påverka beslutsfattare och ta beslut i frågor som berör natur, miljö och teknologi. Kort lärokurs i fysik kan inte väljas av studerande på naturvetenskaplig

inriktning utan den är valfri för alla de andra tre inriktningarna. Den består av två valfria kurser: Fysikens världsbild och Energi.

*Lång lärokurs i fysik* lär studerande sig att observera strukturer och fenomen i naturen. Genom att ifrågasätta tidigare uppfattningar kan världsbilden genom ny kunskap vidgas. Fysiken är en vetenskap som använder speciellt experimentella metoder och andra sätt att bearbeta information. Den långa lärokursen består av 9 valfria kurser: Fysiken som naturvetenskap, Rörelselagarna, Vågrörelse, Värme, Rotation och gravitation, Elektricitet, Elektromagnetism, Materia och strålning, Inför högskolan. Studerande på naturvetenskaplig inriktning måste välja lång lärokurs i fysik och studera åtminstone 6 kurser i fysik och 3 i kemi. Lång lärokurs i fysik kan inte väljas av studerande på estetisk och humanistisk-samhällsvetenskaplig inriktning.

*Kort lärokurs i kemi* ger kunskap om kemiska fenomen som är viktiga för livet och miljön. Studierna ger kunskaper att förstå materiens egenskaper och sådana kemiska kunskaper som krävs för att fatta beslut som följer principen för hållbar utveckling. Undervisningen skall betona hur samverkan mellan människa och natur sker och hur människan i sina beslut kan påverka natur, miljö och teknologi både positivt och negativt. Kort lärokurs i kemi kan inte väljas av studerande på naturvetenskaplig inriktning. Den består av två valfria kurser: Kolföreningarnas kemi och Den kemiska verkligheten

*Lång lärokurs i kemi* ger studerande möjlighet att lära känna i kemin som naturvetenskap. Undervisningen tar upp kemin som en central naturvetenskap som undersöker och utvecklar material, produkter och metoder. Den kemiska forskningen söker hitta alltmer optimala lösningar för att skapa en bättre miljö för människa och natur. Det karaktäristiska för kemin är att observera och undersöka kemiska fenomen och ämnen med hjälp av olika experiment, att förklara med modeller och att använda kemins symbolspråk. I lång kemi bör undervisningen stöda utvecklingen av det naturvetenskapliga tänkandet, också på en experimentell nivå, samt ge grunder för vidare studier i kemi. Undervisningen ger kunskap om kemiska fenomen som är viktiga för livet och miljön och för att kunna förstå materiens egenskaper. Studerande skall få sådana kunskaper som ger möjlighet att ta ställning till kemiska problem, påverka beslut och själv ta beslut enligt principerna för hållbar utveckling. Lång lärokurs i kemi kan inte väljas av studerande på estetisk och humanistisk-samhällsvetenskaplig inriktning. Helheten består av 8 kurser av vilka 3 är obligatoriska för naturvetenskaplig inriktning: Mänskans kemi och kemin i livsmiljön, Kemins mikrovärld, Reaktioner och energi, Metaller och material, Reaktioner och jämvikt, Kemiska laborationer Biokemi Inför högskolan.

#### 2.4.7 Naturvetenskapliga ämnen i lärarutbildningen

I årskurs 1–6 undervisar klasslärare och i årskurs 7–9 och i gymnasiet ämneslärare. Då läroplansreformen genomfördes på 1990-talet ställdes kommunerna och lärarna i grundskolan och gymnasiet inför en helt ny situation. Tidigare kunde lärarna i sitt arbete stödja sig på relativt detaljerade och bindande riksomfattande läroplaner eller kommunala tillämpningar av dessa och läroböckernas styrningseffekt har varit mycket kraftig. Läromedlens nuvarande styrande effekt bör övergå i att läroplanen styr valet av läromedel. Läroplansarbetet utgör även en naturlig grund för den fortsatta planeringen och utvärderingen av undervisningen. Den frihet och det ansvar som ges skolorna är en enorm utmaning för den yrkeskicklighet som lärarna i Finland behöver. Läroplanen som helhet är en produkt av samarbete mellan olika lärargrupper (klassläraren och ämnesläraren) i skolan. Detta kräver mångsidig samarbets- och förhandlingsförmåga. Det behövs baskunskaper i pedagogik, speciellt i didaktik och undervisningsplanering, men också djup kunskap i och kunnande om naturvetenskapliga begrepp och om den speciellt ämnesdidaktiska forskningens senaste rön.

Läroplansgrunderna (LP 2004; LPG 2003; LPÅ 2004–2007; LPGÅ 2007):

- fäster ännu mer uppmärksamhet än tidigare vid informationsstrukturen i olika naturvetenskaper och sätten att inhämta och tillämpa kunskap
- fastställer att undersökande lärande är väg till djup förståelse
- fastställer att problemcentrerat tillvägagångssätten och experimentellt arbete är karakteristiska för undervisningen i naturvetenskaper
- betonar mångsidiga studiemiljön, och de centrala innehållen samt vid beskrivningen av goda kunskaper i naturvetenskaper.

För att elever och studerande skulle kunna utveckla det naturvetenskapliga tankemålet (kognitiva strukturer och praktiska färdigheter, se DeCorte 1995; Sternberg 1999) behöver de undervisningens stöd och uppmuntran så att de genom att undersökande arbetssätt interaktivt med miljön kan skaffa sig förståelse för och kunskap om naturen. Nyfikenhet och intresse är det viktigaste för att eleverna skulle kunna utnyttja sin begåvning och utveckla sig (Csikszentmihalyi & al. 1993). Ur undervisningens synvinkel är lärarens didaktiska förmåga och kunnande viktigt. Läraren måste kunna diskutera med eleverna och studenterna på begreppsligt riktigt sätt, stöda dem att ställa djupa frågor, undervisa i strategier att lösa problem, uppmuntra till kreativitet, tolka och föreställa sig företeelser för att stöda elevernas och studenternas kognitiva processer. Uppgifterna bör vara tillräckligt krävande och inspirerande för att elever och studenter ska kunna uppleva dem värd att kämpa för (Onatsu-Arvolammi 2003; Scheinin & Niemivirta 2000; Borkowski & Thorpe 1994).

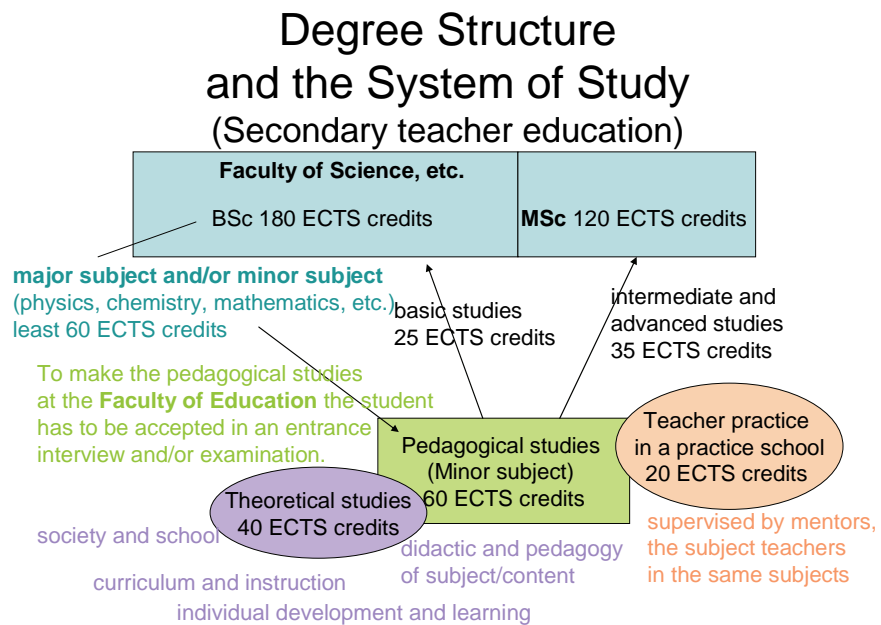


*Läroarbuddning för årskurs 1–6*

I klassläroarbuddningen (magister i pedagogik) studeras ämnesdidaktik i naturvetenskapliga ämnen som en del av studierna i olika ämnen och ämneshelheter som undervisas i den grundläggande utbildningen (60 sp. tabell. 2). Dessa studier ger yrkesfärdigheter för undervisning i de för alla gemensamma ämnen som ingår i den grundläggande utbildningens lärokurs. I kemi och fysik, där är det bara en till två obligatoriska kurser för blivande klasslärare. Vanligen har klassläroarbuddningarna en poängskurs i nämnda ämnen (1 sp betyder 27 timmars arbete). Den största utmaningen i klassläroarbuddningen är att studerande har huvudligen bara en obligatorisk kurs (38 lärotimmar) från gymnasiet som bakgrundkunskap i fysik och kemi. I biologi och geografi finns det två obligatoriska kurser i gymnasiet och i klassläroarbuddningen en till två poängkurser. Enligt egna interessen kan studerande välja tillsattskurser eller de kan specialisera sig på naturvetenskapliga ämnen (25 poäng), vilket ökar deras kunnade i att undervisa naturvetenskapliga ämnen betydelsefullt. Om klasslärare har bara de obligatoriska kurserna från gymnasiet och läroarbuddningen, kan man kritiskt granska lärarens kunnade i ämnesdidaktiska frågor och i själva de naturvetenskapliga ämnen (se Rasinaho & Asunta 2007; Sormunen & Hartikainen 2007). Dock i innovationer är kreativ anpassning av kunskap och kunnande ett centralt drag. Naturvetenskaplig undervisning strävar efter elevens initiativrikedom, kunskapsörst, viljan att lära sig nya saker, förmågan att kläcka idéer, förmågan att fatta beslut, viljan och förmågan att slutföra det arbete som påbörjats, uthålligheten, förmåga att ta ansvar, självförtroende, en sund syn på sig själv, anpassningsförmåga till nya förhållanden och beredskap för fortsatta studier att gestalta "sitt livs projekt" – förmågan att vara självständig personlighet. För att befrämja framtidens innovationer behöver läraren särskild ämnesdidaktisk förmåga att väcka och stöda elevernas intresse.

**Tabell 2. Strukturen av examena för lärarna (magisterexam) i Finland (Lindfors 2009a)**

Teacher degree: Bachelor and Master studies 300 ECTS credits	Primary school teacher grades 1–6	Basic education teacher grades 1–9	Subject teacher grades 7–9
	A	B	A
			B
Major discipline (Master's thesis) 130–145 ECTS	Education (including 60 ECTS pedagogical studies)	Education (including 60 ECTS pedagogical studies)	Education (including 60 ECTS pedagogical studies)
		X	X
Minor disciplines			
Pedagogical studies 60 ECTS		X	
Multidisciplinary studies 60 ECTS	X	X	–
A school discipline	25 ECTS	–	25+ 35 ECTS
A school discipline	25 ECTS	–	25(+35) ECTS
			25(+35) ECTS



Figur 1. Strukturen av ämneslärarutbildningen. (Yrjänäinen 2010)

#### Lärarutbildning för årskurs 7–9 och gymnasiet

Ämneslärare undervisar i årskurs 7–9 på högstadiet och i gymnasierna. På högstadiet måste läraren ha magisterexamen och åtminstone 60 sp. studier i läroämnet (tabell 2). I gymnasiet måste läraren ha i ett läroämne minst 120 sp. studier och i de andra läroämnena minst 60 sp.

Naturvetenskapliga ämnen undervisas som skilda ämen: fysik, kemi, biologi och geografi från femte årskursen och hälsokunskap från sjunde årskursen. I den gemensamma grundläggande utbildningen (skolor med årskurs 1–9) kan ämnesläraren undervisa från femte årskursen. I skolor som har endast årskurs 1–6 undervisar vanligen klassläraren. Från sjunde årskursen undervisar alltid ämnesläraren.

I ämneslärarutbildningen väljer studenterna ett huvudämne och biämnen (Tabell 2, figur 1). I en magisterexamen ryms bra två läroämnena, vanligen matematik och fysik eller biologi och geografi inom naturvetenskaperna. Det finns få tjänster i skolor med kemi som huvudämne och få läraren som skulle ha den kompetensen. Det blir färre färdiga lärare med fysik/kemi-kompetens årligen, än det skulle behövas (Korppas 2008). Formellt behöriga för sin uppgift är i fysik 94 %, i kemi 95 % och i biologi, geografi 96 % och i hälsokunskap 80 % av lärarna (Opettajat Suomessa 2008). Hälsokunskap kom med i läroplanen år 2004 och det har varit brist på läraren (Korppas 2008).

Tammefors universitet ordnar tillsammans med Tammefors tekniska universitet en kompletteringskurs för diplomingenjörer att skaffa sig lärarkompetensen. Det finns sådana kompletteringskurser också för invandrare för att svara på lärarbristen.

*Lärarutbildning och fortbildningskurser*

Olika samarbetspartner: Undervisningsstyrelse, Undervisningsministeriet, industrin och lärarförbunden MAOL och BMOL, organiserar fortbildningskurser för lärare. En grundfråga är fortbildningens kostnader. Industrin ger resurser till lärarfortbildningen i form av pengar, experter och möjligheter att arbeta i industrin. Ända sedan LUMA-projektet (1996–2002) inleddes har naturvetenskaperna varit ett av tyngdpunktsområdena inom fortbildningen för klasslärare. Sedan början av 2000-talet har fortbildning ordnats främst för lärare som undervisar i klass 5–6 i fysik och kemi. I början av projektet deltog 500–900 klasslärare årligen i kompletteringsstudierna, nuförtiden 100–150 lärare årligen. Ämneslärarna har kunnat avlägga vitsordsstudier i fysik, kemi och geografi, t.ex. 360 lärare gjorde vitsordsstudier (20 sv). i kemi. Annars har det varit knappt om kortare, avgiftsfri fortbildning för ämneslärare i naturvetenskaper. (Montonen 2007). Nästan 70 % av läropersonalen tar del i fortbildningen årligen (Opettajat Suomessa 2008).

LUMA-centret är en viktig aktör i utvecklandet av naturvetenskapliga läroämnena i skolan och i lärarutbildningen. Den fortsätter LUMA-projektets arbete. Lärarfortbildning är LUMA-centrets (<http://www.helsinki.fi/luma/svenska/index.shtml>) kärnaktivitet. Att arbeta med lärare är väsentligt för centrets verksamhet. Man lyssnar på lärarnas idéer och önskemål. Växelverkan med elever, lärare, forskare och olika samarbetspartners ger nya kontakter för lärarutbildningen. Resurscentra har bildats inom olika ämnesområden för att stöda verksamheten. BIOPOP stöder undervisningen i biologi vid campus Vik vid Helsingfors universitet. Forskarna i ämnesdidaktik vid institutionen för tillämpad pedagogik är ansvariga för forskning och utveckling av undervisningen i naturvetenskaper. Det finns flera resurscentra vid campus Gumtåkt: geopiste (geografi), kemma (kemi), kondensaattori (fysik) och summamutikka (matematik).

Studierande i matematiska och naturvetenskapliga ämnen är aktiva i LUMA-centrets verksamhet. De flesta av dem utbildar sig till ämneslärare. Verksamhetsformerna varierar beroende av ämne. I lärarutbildningen är verksamheten antingen integrerad med examensstudier och forskning eller så tar studerandena del av den i sina studier och erhåller samtidigt värdefull arbetserfarenhet. Kontaktpersoner för resurscentren är vanligtvis studerande som står i begrepp att avsluta sin lärarutbildning eller studerande som avlagt examen i ämnesstudier. Studerande inom lärarutbildningen är aktivt involverade i att organisera olika slag av evenemang.

År 2005 var centrets huvudtema en hållbar framtid och det internationella året för fysik. År 2006 var temat vetenskap och samhälle samt människan, teknologin och samhället. Huvudtema för år 2007 var naturvetenskap, matematik och teknologi i vardagslivet samt kreativitet. Huvudtema för år 2008 var betydelsen av olika läromiljöer som stöd för undervisningen i LUMA-ämnen. För år 2009 var betoningen på energi-tema och 2010 fortsätter man med att försöka nya svar på energifältet.

Information om kommande händelser, nytt läromaterial och nya forskningsrön är tillgängliga i ett elektroniskt nyhetsbrev som utkommer varje månad. Informationen finns också på LUMA-centrets webbsida. Lärare, lärarstuderande och forskare bidrar till nyhetsbrevet såväl som specialister från grundläggande utbildning, affärliv och industri. Förutom detta upprätthåller ämnesspecifika resurscentra egna webbsidor.

Fråge- och diskussionsforum är en form av verksamhet som centret organiserar. Exempel på forum som används aktivt är ”Fråga om kemi” och fysiklärarnas diskussionsforum. Ett eget frågeforum finns för lärarna inom den grundläggande utbildningen.

#### 2.4.8 Realisering av läroplaner

##### *Realisering av läroplaner i den grundläggande utbildningen*

Operativ handling, i form av experimenterande inläring och undersökande metod ska vara i fokus i naturvetenskapliga ämnena. Då har handlingen en direkt kontakt till omgivningen och den innehåller de drag som är typiska för naturvetenskapligt tänkande och det laborativa undersökande arbetssättet: planering av aktiviteter, observation av miljön och processer, experiment och problembaserat arbete samt dragandet av slutsatser (Montonen 2008). Lärare, föräldrar och elever är på allmän nivå nöjda med den naturvetenskapliga undervisningen. De kognitiva målen har nåtts bra men det är brist på användningen av kunskapen, t.ex bergeppen (Nevanpää 2007; OKM 2010). Eleverna (15–16 åringar) anser naturvetenskapliga ämnen nyttiga nu och också i framtiden. De anser att man måste kunna naturvetenskap för att förstå världen. Dock är de inte villiga att studera de ämnen vidare eller att arbeta på området (Lavonen, Minkee & Juuti 2009). Att eleverna inte är intresserade av naturvetenskap är det största problemet (OKM 2010). Genom att binda teorin till elevernas vardag skulle man kunna väcka intresset för naturvetenskaplig teori och fenomen (Uitto & al. 2007).

Enligt Rajakorpi (2000) var det vanligaste vitsordet i betyget åtta (4–10) i den grundläggande utbildningen i natur- och miljökunskap. För gymnasieeleverna var det vanligaste vitsordet nio. Flickorna i den grundläggande utbildningens provgrupper hade statistiskt sett bättre vitsord än pojkarna. I gymnasierna var flickornas vitsord i biologi och geografi bättre än pojkarnas och pojkarnas vitsord i fysik var bättre än flickornas.

Miljö- och naturkunskap i årskurs 1–6 består av gemensamma teman i stället för noggrant ämnesinnehåll. Genom att påpeka elevens egen aktivitet i den undersökande och experimenterande inläringen skulle lyftas fram betydelsen av det naturvetenskapliga tänkandet, vilket har en teoretiskt och operativ aspekt (Montonen 2007). I en utvärdering av inlärningsresultaten i miljö- och naturkunskap i grundinläringen år 2006 (årskurs 5). var kunskapsnivån god, när den på basis av ett nationellt prov utvärderades efter de fyra första årskurserna. Eleverna förhöll sig positiva

till miljö- och naturkunskap som läroämne. Kunskaperna var bäst inom ämnesområdet Säkerhet och sämst inom ämnesområdet Naturundersökning. Ju mera läromedel och laborationsutrustning som lämpar sig för miljö och naturkunskap skolan hade till sitt förfogande, desto bättre var skolans genomsnittliga resultat i de individuella uppgifterna. Användningen av mångsidiga läromedel fick också eleverna att tycka mera om miljö- och naturkunskap som läroämne. När utrustningen för arbete ökade, förbättrades resultatet i de individuella uppgifterna. I alla ämnesområden löste flickorna uppgifterna bättre än pojkarna.

I kemiundervisningen är huvudmålet för meningsfull inläring utnyttjandet av olika läromiljöer. För att målet ska nås måste alla utbildningsstadier från grundläggande utbildning till högskolor använda sig av mångsidiga metoder för att närma sig ämnet. Kemi och fysik undervisas i grundinläringen mest i årskurs 8 och ofta finns det inte kemi på årskurs 9 (UVS 2007). Den första pedagogiska boken (Aksela & Montonen 2007), som koncentrerade sig speciellt på kemiundervisning på alla stadier och nivåer: grundläggande undervisning, gymnasium och yrkesutbildning samt högskolor, publicerades år 2007 under temat – De nya läroplanerna i kemi för olika stadier och deras implementering samt samarbetet mellan olika utbildningsstadier och näringslivet. Många ämneslärare anser dock att kemi som läroämne har en svagare position än fysik och matematik. I kemi finns det färre timmar och kurser när det jämförs med fysik. Ur ett internationalt perspektiv syns det finnas mindre resurser i kemiundervisningen i Finland (Aksela & Montonen 2007). En case-studie påpekar att det behöver utvecklas sådana inlärningsövningar i kemi där det används IKT med inquiry-baserad inläring för att utveckla studenternas färdigheter att tänka på hög nivå. Detta anses öka studenternas diskurs och förståelse i kemi (Aksela 2009).

I PISA-undersökningen år 2006 klarade sig finska elever väldigt bra. Det samma hände också i de internationella vetenskapstävlingarna år 2010. I geografi fick Finland guldmedalj och bronsmedalj i tävlingen där 28 länder tog del. I biologitävlingen med 59 länder som deltagare, fick Finland tre bronsmedaljer. Alla de här studenterna ska få studieplats vid universiteten utan behöva att ta del i inträdesprovet.

I PISA var finska elever top performers i naturvetenskapliga ämnen. Detta gällde 20 % av alla elever i Finland jämfört med 9 % av alla OECD elever (Anon. 2009a; 2009b). En orsak anses vara de praktiskt orienterade inlärningsmetoderna i naturvetenskapliga ämnen. Forskningsattityden och implementering av teori och praktik i lärarutbildningen ses vara en central förklaring till Finlands goda resultat i PISA. Studenterna på lägsta nivå i kunnandet klarade sig bättre i Finland än i andra länder, vilket anses bero på Finlands framhävt jämlika utbildningspolitik (Lavonen, Minke & Masakata 2009). Fysik och kemi anses eleverna att lära sig bättre än biologi och geografi, vilka anses sakna klimat- och miljöfrågor. I ca 10 procent av hela undervisningen har eleverna naturvetenskapliga ämnen (Anon.2010). I helheten är teknologins del liten (OKM 2010).

*Realisering av läroplanerna i gymnasier*

I skolor med särskild betoning på naturvetenskaper väljer eleverna mera naturämnenskurer än i skolorna i övrigt (OPH 2005). I en stor del av gymnasierna offras det mera än bara de obligatoriska kurserna: över 60 % i fysik, över 50 % i kemi och biologi och över 40 % i geografi (OPH 2007). I en lagstadgad, sampelbaserad utvärdering av inlärningsresultaten i fysik och kemi (Halkka 2003) deltog i sammanlagt 10 % av de studerande (55 % kvinnor, 45 % män) i gymnasiets tredje årskurs. Utvärderingsresultaten bygger på information som samlades in bland rektorer, fysik och kemilärare och studerande. Provet i fysik och kemi var lika för alla studerande oberoende av antalet fysik- och kemikurser, som deltagarna hade avlagt inom ramen för sina studieprogram. Resultaten berättar att skolornas obligatoriska fysik- och kemikurser hade i genomsnitt 26 deltagare. Cirka 80 % av gymnasierna erbjöd och genomförde en repetitionskurs i fysik och ca 45 % en repetitionskurs i kemi före studentexamen. I ca en tredjedel av skolorna var bristen på utrustning akut och bra var läget i endast ca 10 % av skolorna. Studiemängden syntes i resultaten så att resultaten var bättre ju mer fysik och/eller kemi deltagarna hade läst. De provdeltagare som hade studerat endast lite fysik och kemi hade i medeltal svaga resultat (männen löste 37 % och kvinnorna 38 % av uppgifterna). De studerande klarade bra av enkla rätt/fel-uppgifter och flervalstuppgifter. De behärskade enskilda saker, med redan t.ex. uppgifterna i anslutning till mekanikens grundlagar vållade problem. Studerande med en positiv attityd till läroämnena hade ett gott provresultat (Halkka 2003). I studentskrivningarna, som avslutning till gymnasiet är kemi inte så populärt. Bara 16 % av studenterna tar de valfria fördjupade kurserna och antalet har även minskat. Nästan 80 % av de som studerar fördjupade kemi tar del i kemi i studentskrivningarna (Montonen 2007). Över hälften av dem som endast hade studerat lite fysik och kemi hade svårigheter med de färdigheter som är kännetecknande för naturvetenskaperna, såsom t.ex. behandling av mättningsresultat och tolkning av figurer och tabeller. Av alla studerande hade 20 % studerat mycket fysik och kemi och 43 % endast lite av vardera ämnet (75 % av dem kvinnor) (Halkka 2003).

Gymnasiernas lokala läroplaner i kemi och i fysik följer de nationella grunderna och de finns få tillämpningar, som tar hänsyn till de lokala möjligheterna. På läroplansnivån betonar en tredjedel av gymnasierna temaområdet Teknologi och samhället (OPH 2007). Särskildt betonas det interaktiv växelverkan i samhället när den teknologiska utvecklingens inverkan på samhället avhandlas. Dessutom betonas skolans teknologiska utrustning. Samarbetet mellan skolan och de lokala företagen genom studiebesök, företagspresentationer och expertvisiter framhävs. Några valfria kurser under temat teknologi och samhället har planerats.

Ett stort problem i uppnåendet av målen i läroplansgrunderna (LPG 2003) är att fysikens och kemins nuvarande ställning i gymnasiet inte stöder de studerandes jämlika möjligheter till fortsatta studier. De obliga-

toriska studierna i gymnasiet, en kurs i båda ämnena, ger inte en tillräcklig grund för fortsatta studier inom områden där kunskaper i dessa ämnen förutsätts. Att det inte finns mera kurser i gymnasiet i kemi påverkar det till studenternas vilja att söka till vidareutbildning och ett val av fördjupade kurser påverkar direkt studiemöjligheterna i vidareutbildningen. De obligatoriska fysik- och kemistudierna garanterar inte för närvarande medborgarna en tillräcklig allmänbildning inom detta område. Å andra sidan genom att utföra de fördjupade kurserna och studentskrivningarna med goda vitsord kan man få studieplats i högskolor utan att ta del i ett inträdesprov (OPH 2007).

I de nationella grunderna för gymnasiet (LPG 2003) betonas biologi som empirisk vetenskap. Därför borde också på skolnivå betonas läroplaner i grundkurser i undersökande och laborativt arbetsätt. Några gymnasier nämner samarbetet mellan universiteten i sin egen läroplan och några har en tillämpad fältskurs med målet är att öva det undersökande arbetsättet. På grund av läroplanen kan man inte dra slutsatser om genom vilka åtgärder gymnasierna försöker väcka studenternas intresse för biologin, vilket påpekas i de nationella grunderna. Å andra sidan finns det olika temaområden i valfria fördjupande kurser: havsbiologi, mikrobiologi, biokemi, evolution, fysiologi, anatomi, neuropsykologi, biogeofysik och humanistisk naturvetenskap. De här kurserna betonar laborativa arbetsätt och naturkännedom. Gymnasierna erbjuder många repetitionskurser för studenterna (OPH 2007).

Geografins situation liknar biologin. Målen och innehållen i gymnasiernas läroplaner överensstämmer med de nationella grunderna (LPG 2003) men det är oklart med hurdana pedagogiska metoder förståelsen av geografiska företeelser och ämnesshelheten ska befrämjas. Fördjupande och tillämpade kurser finns i de lokala läroplanerna (OPH 2007).

#### *Realisering av läroplanerna ur lärarnas synvinkel*

I utvärderingen av naturvetenskapliga ämnen (Salmio 2006) betonade lärarna i sin undervisning förståelsen och tillämpningen av naturvetenskapliga fenomen. Dock framskred processen med de experimentella, funktionella gruppuppgifterna nöjaktigt (t.ex. Kaasinen 2007; Nurminen & Aksela 2007). Alla skolor kände inte till användningen av naturvetenskapliga processer i undervisningen. I skolorna borde också användas naturvetenskapliga begrepp noggrannare än i dag. Detta betyder att det inte räcker till att blivande lärare och lärare i fortbildningen utvecklar sitt didaktiska kunnande utan en ökning borde ske också i ämneskunskapen. Lärarens eget naturvetenskapliga tänkande borde förstärkas.

Undervisningen i miljö- och naturkunskap visade att alla skolor, utom steinerskolorna, använde läroböcker mera än andra läromedel. Lärarna behöver fortbildning i att praktisera de nya metoderna. Läroböckerna ger inte eleverna och studenterna tillräckligt med stöd för att utveckla det naturvetenskapliga tänkandet (Salmio 2006; OKM 2020).



Undervisningsstyrelsen finansierar fortbildningskurserna som ordnas av LUMA-centralen (fysik och kemi). Cirka 100–150 klasslärare tar del i fortbildningen (8 sp.) årligen. Dock räcker detta inte till därför att de studierna i kemi som en del av studier i olika ämnen och ämnesshelheter i klasslärarutbildningen inte ger läraren tillräckligt djupa studier i kemi. (Aksela & Montonen 2007). Brist på fysiska resurser i kemiundervisningen ses vara ett problem som minskar läroämnets uppskattning. Gruppstorleken kan också hindra empiriskt arbetssätt. (Aksela & Juvonen 1999; Aksela & Montonen 2007; OKM 2010). Empirisk och undersökande metod förutsätter nya undervisningsmetoder, utrymme att arbeta och undersöka och läromedel och arbetsredskap. Laborationer och arbete utanför klassrummet borde användas mera än i dag för att stärka elevernas naturvetenskapliga tänkande (Lavonen 2007; Salmio 2006). Lärarna anser att det i skolorna behövs mera lärare med kemi som huvudämnen för att öka kunnandet och resurser att utveckla kemiundervisningen på skolnivå (Montonen 2007). Dock finns det få tjänster i skolor med kemi som huvudämne.

#### *2.4.9 Utvecklingsarbete och exempel*

Inom naturvetenskapliga ämnen finns det många projekt för att befrämja kunnandet på olika utbildningsnivåer. Inom projekten samarbetar många partner: Undervisningsministeriet, Utbildningsstyrelsen, industrin, lärarförbunden (MAOL, BMOL) och LUMA-centeret med olika föreningar. Här presenteras olika exempel, vilka indelats i tre kategorier: utvecklingsprojektena, undervisning och tävlingar, som stödjer begåvning och särskilda förmågor samt läromaterial och lärarhandledning.

Projekter och exempel i billagan 1.

##### *Utvecklingsprojekt*

Olika utvecklingsprojekt sträver efter att stöda elevernas och studenternas intresse och öka möjligheterna att studera naturvetenskapligt innehåll. Det finns inga projekt som skulle påpeka endast naturvetenskaplig talang fast det har startats ett projekt för begåvade elever. Å andra sidan finns det projekt som strävar efter att öka flickornas intresse för naturvetenskaper. I stället för att främja naturvetenskaplig talang erbjuder olika projekt varierande möjligheter att studera naturvetenskaper.

##### *Undervisning och tävlingar som stödjer begåvning och särskilda förmågor*

För begåvade elever och studenter organiseras det många tillfällen att visa sitt kunnande i form av tävlingar och specialundervisning. Ett mål med tävlingarna är också att locka fram elevernas och studenternas intresse för naturvetenskapliga fenomen och tillämpningar.

*Läromaterial och lärarhandledning*

Inom naturvetenskapliga läroämnen finns det en massa olika slags digitalt material för undervisning samt själv studera. Det finns en del läromaterial som lärarna kan använda som stöd i sin undervisning. Eleverna kan använda materialet och studera sig själva. Det finns också en del digitalt material som är riktat mot barn och unga, t.ex. nättidning LUOVA-Kreativ. LUMA-center och dess svenskspråkig ”syster” Resurscenter för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan är de viktigaste aktörerna som främjar utvecklandet av virtuellt material.

## 2.5 Sammanfattning

Det är världsberömt att i PISA-forskningen år 2006 var de finska eleverna på toppen i det naturvetenskapliga kunnandet (Anon. 2009a; 2009b) fast det ur ett internationellt perspektiv syns finnas mindre resurser i t.ex. kemiundervisningen i Finland (Aksela & Montonen 2007). Finlands framhållande av jämlikhet i utbildningspolitiken betonar stöd och handledning för att alla elever skulle uppnå läroplanens mål. Forskningsattityder och implementering av teori och praxis i lärarutbildning ses vara en central förklaring för de goda resultaten.

I förskoleundervisningen betonas det att barnen lär genom sin egen verksamhet. Natur- och miljökunskap är en del av undervisningen, som på det naturvetenskapliga fältet skall hjälpa barnet att förstå sin miljö, stödja utvecklingen av tanke- och inlärningsfärdigheterna och förstärka barnets upplevelse-, erfarenhets- och emotionella förhållande till naturen och den övriga miljön. Utgångspunkten är barnets olika frågor i samband med företeelser och händelser i miljön. Det problemcenterade och utforskande sättet att närma sig naturvetenskapligt innehåll är viktigt tillsammans med lekens obestridliga egenvärde både i riket och på Åland.

I den grundläggande utbildningen och i gymnasiet har LUMA-projektets (1992–2002) och LUMA-centrets värde att utveckla undervisningen inom naturvetenskapliga ämnen varit betydelsefullt på nationell nivå. Den kan ses ha varit ett fenomen som bidragit till att finländska elever har så bra resultat i PISA-utvärderingen i naturvetenskapliga ämnen. På 1990-talet började man betona utvecklandet av naturvetenskapligt kunnande och undervisningen i den allmänbildade utbildningen. Det påpekades att alla elever bör få undervisning av hög kvalitet, även de begåvades möjligheter att få tillräckligt utmanande undervisning lyftes fram. Att stöda elevernas intresse för vetenskapliga frågor är betydelsefullt. I skolor med särskild betoning på naturvetenskapliga ämnen väljer eleverna kurser mera i naturvetenskapliga ämnen än i skolorna i övrigt (OPH 2005). För att stöda lärarna i att öka elevernas intresse för naturvetenskapliga ämnen och att utveckla undervisningen har man börjat med olika projekt: utvecklingsprojekt, undervisning och tävlingar, som stödjer begåvning

och särskilda förmågor samt läromaterial och lärarhandledning. De stöder skolans vardagsarbete inom naturvetenskaperna och ger alla elever, också de begåvade möjligheter att utveckla sitt kunnande förutsatt att lärarna har intresse att använda dem (Alakoski 2007). I riket betonas det i läroplaner att eleven lär sig känna och förstå, ökar kännedomen om, får en uppfattning, kunskaper och färdigheter om och tillägnar sig till de naturvetenskapliga fenomen (LP 2004; LPG 2003).

I Ålands läroplaner (LPÅ 2004–2007; LPGÅ 2007) betonas det elevernas och studenternas aktiv inställning till lärandet. På Åland bör undervisningen ge eleverna möjlighet att få observera olika fenomen och bekanta sig med fysiska och kemiska företeelser samt dagligen tillämpa det inlärd. Arbetssätt som bygger på elevernas egen aktivitet och samarbetet mellan eleverna prioriteras. Studerande ges möjligheter och uppmuntras i formulering av frågor, åsikter och kunskap. Naturvetenskapliga ämnen undervisas under rubriken naturkunskap. Miljölära är en ämneshelhet som skall genomsyra all undervisning och verksamhet i skolan. Läroämnet miljölära undervisas i årskurs 1–9 på Åland. Det skall vägleda eleverna att bli intresserade av naturen, att vilja lära känna den och att skydda den. Under lågstadiet skiljs inte de olika ämnena i årskurs 1–3 då det undervisas i omgivningskunskap. I årskurs 4–6 skiljs biologi, geografi och miljölära åt. En timram för årskurs 1–6 är 15 timmar (i riket 14 timmar). På högstadiet under årskurs 7–9 finns det 14 timmar (17 timmar i riket) som delas mellan fysik och kemi (6 lärotimmar) och biologi, geografi och miljölära (8 lärotimmar). Hälsokunskap är inte med som ett fristående ämne (LPÅ 2004–2007).

Det empiristiska arbetssättet och tillämpningen av den undersökande metoden betonar sammanhangen mellan teori och praktik i övrigt. Vid valet och formuleringen av de ämnesvisa målen bör man också beakta att undervisningen i alla naturvetenskapliga ämnen har många gemensamma mål. På handlingsnivån är det en fråga om en processororienterad arbetsstil, vilket i sig själv betonar elevers och studenters aktiva och ansvarligt individuella och kollaborativa arbete för att uppnå de uppställda målen. Denna slags arbetsstil som didaktiskt val skulle främja spontan och inre företagsamhet i sig själv samt social företagsamhet om eleverna undersöker naturvetenskapliga fenomen i grupper. Samarbetet med industrin och affärlivet syftar till yttre och funktionell företagsamhet. Den teoretiskt-praktiskt orienterade handlingen och inläringen motsvarar elevernas vilja att lära sig innehållet som är betydelsefullt i det framtida livet (se Lähdeniemi & Jauhiainen 2010).

Å andra sidan är eleverna inte väldigt intresserade av naturvetenskaper och ser inte den kunskapsgången som framtidsutmaning för sig själva. En orsak till detta kan vara att kreativitet och innovativitet inte betonas i läroplanen och tydligen inte heller i undervisningen. Om man söker med words sökverktyg ordet kreativ\* (kreativitet, kreativa m.m.) och innovat\* (innovation, innovativ, innovativitet) finns det inga träffar i den grund-

läggande utbildningens läroplan i naturvetenskapliga ämnen i riket eller på Åland. Skapa\* har nämnts i geografi två gånger i riket och på Åland i biologi en gång. På läroplansnivå uppmuntrar man inte eleverna att upfinna och hitta. I riket har i gymnasiets läroplansgrunder kreativ nämnts en gång i fysik och skapa en gång i biologi, i geografi och i kemi. Ålands lyceum är ett undantag i detta fall. Gymnasiet betonar i sin läroplan i bedömningen kreativ problemlösning och uttryckandet i vart och ett av de naturvetenskapliga ämnena.

Viktigt ur alla elevers synvinkel, är lärarens vilja och kunnande att använda web-baserat material. Det finns många resurser för lärare i webben och lärarhandledning finns också. Dock använder lärarna enligt undersökningar (Aksela 2009; Salmio 2006) mest läroböcker i undervisningen. Läroplanen är krävande och arbets sättet på timmarna är för teoretiskt för att den skulle ge eleverna tillräckligt med riktiga upplevelser av naturens processer och egenskaper. Detta berättar att läraren behöver stöd att lära sig att använda webbaserat material mera än nu. Det skulle vara en väg att öka användningen av den undersökande metoder och det laborativa arbetssättet. Det är inte brist på kunskapsinnehåll utan det är brist på att eleverna skulle lära sig naturvetenskapligt tänkande genom empiriskt arbete och egna undersökningar.

Det finns mycket olika projekt som stöder begåvade elever och deras lärare. T.ex. resultaten från Vetenskapsolympiaden verifierar att begåvade elever och studenter har fått stöd att utveckla sina förmågor. Om de vill, har de studenterna möjlighet att börja studera naturvetenskapliga ämnen vid universiteten utan att ta del i inträdesprovet. Tävlingarna plockar fram sådana elever, vars lärarna uppmuntrar dem att studera naturvetenskaperna mera vitsträckt än vanliga kurser.

## 2.6 Förslag til nya åtgärder

Det naturvetenskapliga kunnandet är elevens förmåga att använda naturvetenskaplig kunskap, hitta på och definiera frågor kreativt samt dra slutsatser på grund av empiriska observationer och laborationer för att förstå naturens grundfrågor och de ändringar som är resultat av människans handlande. För att nå de krävande läroplansmålen och öka kreativitet och innovativitet, borde man:

- syfta ännu kraftigare till att jämlikt stöda elever med olika individuella egenskaper, talanger och inlärningsmönster
- främja användningen av det undersökande metoder i undervisningen
- utveckla läroplanen för att den skall syfta elevers arbete mera till kreativt och innovativt riktning
- förena lärandet med vardagliga naturvetenskapliga fenomen som motiverande utgångspunkt i undervisningen

- ta hänsyn i undervisningen till flickornas och pojkarnas olika intressen som motivationskälla
- stärka integrering av naturvetenskapliga ämnen med konst- och färdighetsämnen
- främja samarbetet mellan olika aktörer: myndigheter, industrie, företagare, föreningar
- fokusera på lärare med olika behörighet i olika årskurser och deras ändamålsenlighet i skolorna
- satsa resurser på lärarnas fortbildning och satsa resurser i ämnesdidaktisk forskning

Typiskt för det finländska utbildningssystemet är att betrakta alla barn som unika individer med individuella egenskaper, talanger och inlärningsmönster. Man skall inte upphöja begåvade elever över andra utan trygga deras möjligheter att få undervisning och uppgifter som kan stöda deras fostran och kunnande (Uusikylä 1994). Jämlikhet och olikhet mellan flickor och pojkar i relation till naturvetenskapligt intresse och naturvetenskapsämnen är en specifik utmaning. Här är lärarens roll och betydelse oerhört viktig. Lärarna ska fortbildas och uppmuntras att använda olika slags läromaterial för att stöda och upmuntra olika elever med deras begåvningar och inlärningsmönster. Ett fenomen här är en kreativ och inspirerande inlärningsmiljö.

Empiristiska arbetsätt och undersökande metoder framhäver i sig själva en kreativ och inspirerande inlärningsmiljö, vilket skulle ha en stor betydelse i inlärandet av naturvetenskapliga ämnen. Undersökande naturvetenskaplig utbildning har visat sig vara effektiv i både grundskolan och gymnasiet för att öka elevernas intresse och kunskaper och på samma gång stimulera lärarnas motivation (Aksela & Montonen 2008). Det finns många ämnesdidaktiska undersökningar samt material i Internet som styr tillämpningen av metoden, men det behövs också utrustning i skolor. Lärarnas intresse att utveckla undervisningen och uppmuntra elevernas intressen bör stödas med traditionella fortbildningskurser samt med nätbaserade kurser och projekter. LUMA-centrets och Resurscentrets viktiga arbete bör stödas. Det är ett bra exempel även på internationell nivå om hur man styr lärarna och skolorna samt eleverna.

På läroplansnivå betonas inte kreativitet, innovation eller företagsamhet. Företagsamheten kommer fram i sig själv om den undersökande metoden och det laborativa arbetsättet används i lärandet. Samarbetet med industri och olika föreningar ger för skolorna resurser i naturvetenskapliga ämnen om lärarna är aktiva. För skolorna är det en potential, som inte finns i andra läroämnen och detta borde man utveckla och utnyttja mera. I alla naturvetenskapliga ämnen borde man betona kreativ tillämpning och användning av kunskap, också som en motivationskälla. Man kan inte vara kreativ utan att vara intresserad, men man kan vara så intresserad att tiden och rummet försvinner. Det har kraftigt betonats fram att kreativitet inte är bara ett

individuellt tänkesätt utan kreativitetet utvecklas i en dialektisk process mellan människor, med varierande kunskap, kunnande och praktisk orientering samt med förmågan att söka idéer, värdera möjligheter, testa möjliga lösningar och fatta beslut inom olika konceptuella rymder (Lindfors 2009b). Tillämpning av naturvetenskaplig kunskap förutsätter kreativitet. Kreativ verksamhet förutsätter en fri arbetsatmosfär, där man inte kritiserar andras idéer i idéskedet. Då man under lektionerna tar i bruk begrepp, storheter, principer, lagar och teoretiska modeller är utgångspunkten observationer, mätningar, försök eller undersökningar. Genom att följa den empiriska forskningsprocessen (att observera, att uppställa hypotes, att göra ett empiristiskt experiment och testa hypotesen i realiteten, att hantera resultat och dra slutsatser, att värdera forskningen och att skriva rapport) kan studenterna göra egna undersökningar, vilket stöder olika elever med olika intressen och talanger. Det skulle vara intressant att göra en djupare komparativ studie på gymnasiets läroplansnivå mellan riket och Åland samt i undervisningens praxis och elevernas kunnande för att se om undervisningen på Åland är mera kreativitetsbetonande.

En omfattande kunskapsbas och en mångsidig slutledningsförmåga är villkor för kreativ problemlösning och innovativt tänkande. Det förutsätter att lärare har ämnesdidaktiska färdigheter (ämneskunskap och kunnande samt didaktisk kunskap och kunnande) i ämnet hon/han undervisar. Om läraren inte förstår läroämnets vetenskaplig struktur och tänkesätt, är det omöjligt för henne/honom att kunna planera didaktiskt meningsfulla åtgärder och övningar samt att diskutera med eleverna om naturvetenskapliga fenomen. Det här är en viktig syn i lärarutbildningen, i lärarnas fortbildning samt hur olika lärarkompetenser riktas och användas i skolorna. Om lärarstudenter i klasslärarutbildningen har bara de obligatoriska kurserna från gymnasiet som bakgrund (38 lärotimmar i fysik och kemi eller 76 lärotimmar biologi och geografi) och sedan studerar 27 eller 52 timmars helheter som en del av studierna i olika ämnen och ämneshelheter (60 sp. som ger klasslärarbehörighet, tabell 2), är det svårt att tro på skapande av ämnesdidaktiska färdigheter för årskurs 1–6. Fortbildningen och alla utvecklingsprojekt har ett betydelsefullt ansvar i att stärka de ämnesdidaktiska färdigheterna. Man borde granska allvarligt om man borde uppmana åtminstone grundstudier (25 sp.) i naturvetenskapliga läroämnen som behörighet i femte och sjätte årskursens undervisning som garanti för lärarnas kunskapstrukturer och didaktiska färdigheter i vardera ämnet. Detta skulle stöda lärarnas kunnande och färdigheter att väcka och stöda elevers intresse för naturvetenskapliga ämnen i den grundläggande utbildningen.

Det finns olika projekt och mycket läromaterial och tävlingar i digital form. Dock är det brist på utrustning. Det är omöjligt att främja laborativt arbetsätt och undersökande metoder om det inte finns utrustning och arbetsredskap. Om regeringarna uppställer strategier (t.ex Nationella innovationsstrategi 2008), borde politiker se till att det finns möjligheter att nå

målen i utbildningen. Lärarna är initiativrika och företagsamma i att hitta på kreativa och innovativa lösningar. Dock är det omöjligt att nå mål med hög kvalitet om man i stället för att själv göra laborationer med eleverna måste titta på bilder därför att det inte finns utrustning. På läroplansnivån i skolorna och i realiseringen av undervisningen borde man ta bättre till hänsyn de lokala möjligheterna. De skulle öka elevernas möjligheter att lära sig utanför skolan i verkliga omgivningar, t.ex. lokala företag.

Det är viktigt att olika utvecklingsprojekt, undervisning och tävlingar samt läromaterial och lärarhandledning organiseras och ordnas i samarbete mellan myndigheter, olika föreningar och industrin. Inom naturvetenskapen är företagslivet och industrin samt deras organisationer initiativrika och försöker själva samarbeta med skolorna. Det händer inte i så stor utsträckning inom andra ämnesområden. Detta samarbete borde man utnyttja och utveckla mera i ämnesdidaktisk riktning än nu, t.ex. olika typer av företagsamhet på olika nivåer i utbildningen. Det behövs också mera ämnesdidaktisk forskning på olika utbildningsnivån och ur olika elevers synvinkel.

Enligt den grundläggande utbildningen 2020-arbetsgruppens förslag till allmänna riksomfattande mål och timfördelning för utbildningen i mai 2010 är i samhället nödvändiga kompetenser och färdigheter inordnade i fem kategorier: Tankeprocess, Arbetsprocess och interaktion, Uttrycksförmåga och handens färdigheter, Delaktighet och initiativförmåga, Självkänedom och ansvarstagande. För varje läroämneshelhet finns särskilt uppställda mål och innehåll som är gemensamma för de enskilda läroämnena som hör till läroämneshelheten och metoder som är specifika för respektive kunskapsområde. Naturvetenskaplig kunskap och kunnadet hör till läroämneshelheten Miljö, naturkunskap och teknologi. Helhetens uppdrag är enligt förslaget att eleven genom att bygga sin relation till naturen och omgivningen tillägnar sig attityder, kunskap och förmågor att bygga en hållbar framtid. Detta mål ska nås genom biologi, geografi, fysik och kemi. Timresursen, 29 veckotimmar under årskurs 1–9, sammanlagt ca 1100 lärotimmar, är lite större än den nuvarande resursen (OKM 2010).

Det är inte brist på kunskapsinnehåll utan det brist på att eleverna skulle vara kreativa och innovativa när de lär sig naturvetenskapligt tänkande genom empiriskt arbete och egna undersökningar. Tankarna kan vara kreativa men innovativitet kräver att tankarna testas i verkligheten. För att lära känna teknologins grundfrågor av funktionalitet och betydelse i livet behöver man integrera Miljö, naturkunskap och teknologi i alla andra ämneshelheter: Språk och interaktion, Matematik, Individ, företag och samhälle, Konst och hantverk och Hälsa och funktionsförmåga. Om Miljö, naturkunskap och teknologi inte integreras med andra ämneshelheten, blir de naturvetenskapliga ämnena isolerade och användningen och betydelsen av kunskaper och kunnade kastas tvivel över igen av elevernas syn. Om den ska integreras med andra temaområden och elevernas var-

dag ska naturvetenskaplig kunskapen och kunnadet bli någonting som man behöver förstå och utveckla i livet t.ex. tillsammans med Konst och hantverk och Miljö, naturkunskap och teknologi ska naturvetenskaplig kunskap och kunnande vara en del av design och teknologiska lösningar (se Lindfors 2009b; 2008; 2007), som är svaret på morgondagens utmaningar. Detta förutsätter projektbaserat kollaborativt arbete i skolan i vilket lärarnas samarbete är oerhört viktigt.

Att förstå globaliseringen förutsätter biologisk och geografisk kännedom om världen. Fysik och kemi är viktiga delar av bildningen i den teknologiska världen. Viktigt är att i utbildningen finns tid för konkret empiristiskt arbete och teoretiskt tänkande och att teknologin används och planeras och tillämpas innovativt. Lärarens djupa kunskap samt elevernas kunskap i olika ämnen är en viktig förutsättning för kreativitet. Dock är morgondagens utmaningar inte bundna till ett vetenskapsområde utom att kunna lösa problemen behovst.ex. etiskt värdering, förståelse av teknologin i form av funktion och användbarhet, konstnärlig inspiration osv. En lärare kan inte behärska allt detta. En förutsättning för att öka lärarnas didaktiska förmågor är att i lärarutbildningen och också i fortbildningen öka projektbaserat arbete inom olika läroämnesselheter.

## Referenser

- Ahtee, M. (1992). *Voisiko fysiikan opettaminen olla hauskaa?* Dimensio 3/92. 56 vuosikerta, 40–43.
- Alakoski, T. (2007). Ydinasiain verkko-oppimateriaalin käyttöönottoon vaikuttavat tekijät. Ingår i J. Lavonen (red.) *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006*. Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 153–162.
- Aksela, M. (2009). Higher-Order Thinking skills in Chemistry Learning through Computer-assisted inquiry. Ingår i K. Merenluoto & T.-R. Hurme (red.), *Matematiikan ja luonnontieteiden oppimista ja ajattelun taitoa tutkimassa*. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B:29, 9–27.
- Aksela, M. & Montonen, M. (red.). (2007). *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluhin*. Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 29.–30.3.2007 Helsinki. Osa I. Perusopetuksen vuosiluokat 1–9. Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksessa. (läst 25.05.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/oph/embeds/46479\\_osa1kemianopetusta2007.pdf](http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/46479_osa1kemianopetusta2007.pdf).
- Aksela, M. & Juvonen, R. (1999). *Kemian opetus tänään. (Kemi undervisning i dag)*. Opetushallitus. Undervisningsstyrelsen. Moniste 27/99. (läst 01.06.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/oph/embeds/49150\\_kemianopetus\\_tanaan.pdf](http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/49150_kemianopetus_tanaan.pdf).
- Aksela, M., Hemminki, K., Jauhiainen, P., Karjalainen, M., Karkela, L., Kortesoja M., (1993). *Tutki ja Kokeile*. Helsinki: Kemianteollisuus ry, Opetushallitus, Taloudellinen Tiedotustoimisto, FINISTE.
- Allen, A., Black, P. & Wallin, H. (2002). *An evaluation repport on the LUMA – programme*. Ministry of Education. (läst 05.08.2010). Hämtad från [http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2002/an\\_evaluation\\_report\\_on\\_the\\_luma\\_programme\\_prepared\\_for\\_the\\_mini](http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2002/an_evaluation_report_on_the_luma_programme_prepared_for_the_mini).
- Anon. (2010). *Esi- ja perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden toimitus //II väliraportti opetusministeriölle*. Koulutuksen arviointineuvosto. (läst 01.02.2010). Hämtad från <http://www.mine->



- du.fi/export/sites/default/OPM/Koulutus/yleissivistavae\_koulutus/Liitetiedostoja/VALIRAPORTTI\_II\_OPM.pdf
- Anon. (2009a). *Top of the Class High Performers in Science in PISA 2006. Programme for International Student Assessment.* (läst 05.08.2010). Hämtad från <http://www.oecd.org/dataoecd/44/17/42645389.pdf>.
- Anon. (2009b). *Green at Fifteen? How 15-year-olds perform in environmental science and geoscience in PISA 2006. Programme for International Student Assessment.* (läst 05.08.2010). Hämtad från <http://www.oecd.org/dataoecd/52/12/42467312.pdf>.
- Anon. (1993a). *Humanismin paluu tulevaisuuteen. Humanistis- Yhteiskuntatieteellisen komitean mietintö.* Komiteamietintö 1993:31. Helsinki: Opetusministeriö/ Valtion painatuskeskus.
- Anon. (1993b). *Yrittäväksi koulussa - kasvatus yrittäjyyteen.* Helsinki: Opetushallitus, Kirjayhtymä.
- Anon (1992). *Matematiikan ja luonnontieteiden perus- ja jatkokoulutus Suomessa vuosina 1971–90.* Luonnontieteiden koulutuksen arviointityöryhmän arvio.
- Antila, T. (1993). *Lähtökohtia peruskoulun fysiikan opetuksen suunnitteluun.* Dimensio 6/93. 57 vuosikerta, 14–19.
- Aroluoma, I. Montonen, M. Selvenius, S. & Tuomi, V. (1993). *Tutkimme kosmetiikkaa.* Helsinki: Teknokemian tiedotuskeskus.
- Bloom, B. S. (1985). *Developing talent in young people.* New York: Ballantine.
- Blom, H & Lehkonen, P. (1993). *Oppimisen mahdollisuuksia – kokemuksia matemaattisluonnontieteellisistä kokeiluisista.* Helsinki: Opetushallitus
- Boden, M. A. (1994). What is creativity. Ingår i M. A. Boden (red.) *Dimensions of Creativity.* Massahusetts: The Mit Press, 75–117.
- Borkowski, J.G. & Thorpe, P.K. (1994). Self-regulation and motivation: A life-span perspective on underachievement. Ingår i Schunk, D. H. and B.J. Zimmerman, B. J. (red.), *Self-regulation of learning performance: issues and educational applications.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Flow and the Psychology of Discovery and Invention.* New York: Harper Collins.
- Csikszentmihalyi, M. (1988). *Optimal Experience: Psychological Studies of Flow in Consciousness.* Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K., & Whalen, S. (1993). *Talented teenagers: The roots of success and failure.* Cambridge, England: Cambridge University Press.
- De Corte, E. (1995). Learning and high ability: A perspective from research instructional psychology. Ingår i Katzko, M. W. and Mönks, F. J. (red.), *Nurturing talent.* Assen: Van Gorum.
- Erätuuli, M., & Meisalo, V. (1991). *Luonnontutkimustehtävien analyysi fysiikan ja kemian opetuksen tavoitteiden näkökulmasta, teorian jatkokehittelyä ja peruskoulun oppilaiden saamien tulosten analyysi.* Helsinki: Helsingin yliopisto opettajankoulutuslaitos, Tutkimuksia, 93.
- Gardner, H. (1994). The Creators Patterns. Ingår i M. A. Boden (red.) *Dimensions of Creativity.* Massahusetts: The Mit Press, 142–158.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind.* New York: Basic Books.
- Glaser, R. (1996). Changing the Agency for Learning: Acquiring Expert Performance.
- GL 731/1999. Finlands grundlag 11.6.1999/731. Finlex. (läst 25.05.2010). Hämtad från <http://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1999/19990731>
- GUL 628/1998. *Lag om grundläggande utbildning* 21.8.1998/628. Finlex. (läst 25.05.2010). Hämtad från <http://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1998/19980628>
- Halkka, K. (2003). *Lukion fysiikan ja kemian oppimistulosten arviointi. (Utvärdering av inlärningsresultaten i gymnasiets fysik och kemi).* Oppimistulosten arviointi 2/2003. Utbildningsstyrelsen. (läst 25.05.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/oph/embeds/115521\\_lukion\\_fysiikan\\_ja\\_kemian\\_oppimistulosten\\_arviointi2001.pdf](http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/115521_lukion_fysiikan_ja_kemian_oppimistulosten_arviointi2001.pdf).
- Hopkins, D. (1989). *Evaluation for School Development.* Milton Keynes: The Open University.
- Howe, M. J. A. (1999). *The psychology of high abilities.* London: Macmillan Press Ltd.

- Howe, M. J. A., Davidson, J. W. & Sloboda, J. A. (1999). *Innate talents: Reality or myth? In The nature--nurture debate: The essential readings*. Ceci, Stephen J.; Williams, Wendy M.; Malden, MA, US: Blackwell Publishing, 257–289.
- Kaasinen, A. (2007). Kasvilajien oppiminen ja opettaminen Suomen kouluissa – oppimiseen ja opettamiseen liittyvien tuloksien esittelyyn. Ingår i J. Lavonen (red.) *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006*. Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 29–40.
- Karhuviita, T., Lähdeniemi, T. & Valkamo, V. (1993). *Yrittäen kasvuun*. Helsinki: Taloudellinen tiedotustoimisto, Esan Kirjapaino Oy.
- Karjalainen M. (1992). *Mitä tehdä kemialle*. Dimensio 9/92. 56 vuosikerta, 6–8.
- Kiviluoto, K. (1991). *Lukion projektiyöpöpas*. Helsinki: Suomen Teknillinen Seura.
- Korppas, A. (2008). *Aineenopettajakoulutuksen nykytila ja tarpeet. AINO-hankkeen loppuraportti 2008*. Turun yliopisto. Turun opettajankoulutuslaitos. Hämtad från [www.edu.utu.fi/laitokset/tokl/tutkimus/julkaisut/AINO.pdf](http://www.edu.utu.fi/laitokset/tokl/tutkimus/julkaisut/AINO.pdf).
- Lavonen, J. (2007) Luokanopettajaopiskelijat luonnontieteellisen toiminnan ja tiedon luonteen prosessoijina. Ingår i J. Lavonen (red.) *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006*. Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 134–143.
- Lavonen J. (1993). *Kokeellista sähköoppia*. Helsinki: Kemian Keskusliitto, Opetushallitus, Taloudellinen Tiedotustoimisto, Finiste.
- Lavonen J. (1991). *Kokeellinen mekaniikka*. Helsinki: Kemian Keskusliitto, Opetushallitus, Taloudellinen Tiedotustoimisto, Finiste.
- Lavonen, J., Juuti, K., Meisalo, V., Uitto, A. & Byman, R. (2009). *Luonnontieteiden opetuksen kiinnostavuus peruskoulussa*. Soveltavan kasvatustieteen laitos. Helsingin yliopisto. (läst 02.06.2010). Hämtad från <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/materiaalipankki/?categoryHeader=11>.
- Lavonen, J., Minkee, K. & Juuti, K. (2009). Finnish Students' Cognitive and Affective Performance in PISA 2006 Scientific Literacy Assessment: A structural equation model. Ingår i R. Kaasila (red.), *Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimuspäivät Rovaniemellä 7.–8.–11.2008*. Lappi: Lapin yliopiston kasvatustieteellisiä raportteja 9, 199–216.
- Lavonen, J. Minkee, K. & Masakata, O. (2009). Why did Finnish, Japanese and Korean students achieve high scores in PISA 2003 scientific literacy assessment. Ingår i K. Merenluoto & T.-R. Hurme (red.), *Matematiikan ja luonnontieteiden oppimista ja ajattelun taitoa tutkimassa*. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B:29, 45–66.
- Lavonen, J., Gedrovics, J., Byman, R., Meisalo, V., Juuti, K. & Uitto, A. (2008). *Students' motivational orientations and career choice in science and technology: A survey in Finland and Latvia*. Journal of Baltic Science Education 7 (2), 86–103.
- Lindfors, E. (2009a). Research-based Teacher Education – A Case of Finland. Ingår i *Education, Quality, Sustainable Development* (pp. 1–10). Teacher Training Department Valahia University of Targoviste & Faculty of Psychology and educational Sciences University of Bucharest. Targoviste: Valahia University Press.
- Lindfors, E. (2009b). Innovation och användarcentrerad design i pedagogisk kontext – begreppsliga funderingar. Ingår i J. Sjøvoll & K. Skogen (red.), *Pedagogisk entreprenørskap. Innovasjon og kreativitet i skoler i Norden*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Lindfors, E. (2008). How to teach innovation? – A case in teacher education. Ingår i M. Mäenpää & T. Rajanti (red.), *Creative Futures Conference Proceedings. Publication of Creative Leadership*. Taideteollisen korkeakoulun julkaisu, C 6, 256–267. Hämtad från [http://www11.uiah.fi/creativeleadership/cf07/cl\\_180608.pdf](http://www11.uiah.fi/creativeleadership/cf07/cl_180608.pdf).
- Lindfors, E. (2007). Technology Education – is it available equally for girls and boys in the future? Ingår i S. Karkulehto & K. Laine (red.), *Call for Creative Futures Conference proceedings*. Publications of the Department of Arts Studies and Anthropology. A Literature 15. Hämtad från

- [http://www.cream oulu.fi/documents/ccf\\_ebook1.pdf](http://www.cream oulu.fi/documents/ccf_ebook1.pdf).
- LP (2004). *Grunderna för läroplanen för den grundläggande utbildningen 2004*. Utbildningsstyrelsen. (läst 25.05.2010). Hämtad från [www.oph.fi/svenska/ops/grundskola/LPg\\_rundl.pdf](http://www.oph.fi/svenska/ops/grundskola/LPg_rundl.pdf).
- LPF (2000). *Grunderna för förskoleundervisningens läroplan*. (läst 16.04.2010). Hämtad från <http://www02.oph.fi/svenska/ops/forskola/esiopsve.pdf>.
- LPFÅ (2005). *Förundervisningsprogram för barnomsorgen i landskapet Åland. Ålands landskapsregering 2005*. (läst 22.06.2010). Hämtad från <http://www.regeringen.ax/.composer/upload/socialomiljo/forundervisningprogamweb.pdf>.
- LPG (2003). *Grunderna för gymnasiet läroplan 2003*. Utbildningsstyrelsen. (läst 25.05.2010). Hämtad från <http://www02.oph.fi/svenska/ops/gymnasiet/gymnlpg.pdf>.
- LPGÅ (2007). *Läroplansgrunder för utbildningen för gymnasialstadiet. Åländsk utredningsserie.2007:6*. (läst 15.04.2010). Hämtad från [http://www.skolnet.aland.fi/PDF/laroplan\\_sgrunder\\_gymnasialstadiet.pdf](http://www.skolnet.aland.fi/PDF/laroplan_sgrunder_gymnasialstadiet.pdf).
- LPÅ (2004–2007). *Landskapet Ålands Läroplan för grundskolan*. Fastställd av Ålands landskapsstyrelse 1996. Reviderad av Ålands landskapsregering 2004–2007. (läst 15.04.2010). Hämtad från [http://www.skolnet.aland.fi/PDF/Laropla\\_nrev2006.pdf](http://www.skolnet.aland.fi/PDF/Laropla_nrev2006.pdf).
- Montonen, M. (2007). *Kemian opetuksen tila*. Ingår i Aksela, M. & Montonen, M. 2007 (red.) *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluhin*. Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 29.–30.3.2007 Helsinki. Osa I. Perusopetuksen vuosiluokat 1–9. Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksessa. (läst 25.05.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/oph/embeds/46479\\_osa1kemianopetusta2007.pdf](http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/46479_osa1kemianopetusta2007.pdf).
- Montonen, M. (1993). *Kommentteja kemian opetukseen*. *Dimensio* 6/93. 57 vuosikerta, 24–27.
- Myllyniemi, S. (2009). *Taidekohtia. Nuorisobarometri 2009*. Nuorisotutkimusseura/ Nuorisotutkimusverkosto. Julkaisuja 97 & Nuorisosiain neuvotte-  
lukunta & Opetusministeriö. (läst 22.06.2010). Hämtad från [http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Nuoriso/nuorisoasiain\\_neuvottelukunta/julkaisut/barometrit/liitteet/Nuorisobarometri\\_2009.pdf](http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Nuoriso/nuorisoasiain_neuvottelukunta/julkaisut/barometrit/liitteet/Nuorisobarometri_2009.pdf).
- Myllyniemi, S. (2008). *Mitä kuuluu? Nuorisobarometri 2008 (Ungdomsbarometern 2008)*. Opetusministeriö. Nuorisotutkimusverkosto. Nuorisosiainneuvottelukunta. (läst 21.06.2010). Hämtad från [http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Nuoriso/nuorisoasiain\\_neuvottelukunta/julkaisut/barometrit/liitteet/Nuorisobarometri2008.pdf](http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Nuoriso/nuorisoasiain_neuvottelukunta/julkaisut/barometrit/liitteet/Nuorisobarometri2008.pdf).
- Nevanpää, T. (2007). Ilmaston lämpenemiseen liittyvien käsitysten ja tietojen muuttuminen oppimisjakson aikana. Ingår i J. Lavonen (red.) *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006*. Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 41–49.
- NIS (2008). *Nationella Innovationsstrategi (2008)*. Arbets- och näringsministeriet. Finland. (läst 23.04.2010). Hämtad från [http://www.innovaatiostrategia.fi/files/download/nationella\\_innovationsstrategi\\_12062008\\_sv-20080613.pdf](http://www.innovaatiostrategia.fi/files/download/nationella_innovationsstrategi_12062008_sv-20080613.pdf).
- Nurminen, E. & Aksela, M. (2007). Kemian opettajien käsityksiä ajattelutaidoista kemian oppimisen tukena. Ingår i J. Lavonen (red.) *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006*. Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 144–152.
- Näsäkkälä, E., Flinkman, M. & Aksela M. (2001). *Luonnontieteellisen tutkimuksen tekeminen koulussa. (Naturvetenskaplig forskning i skolan)*. Opetushallitus. (läst 01.06.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/oph/embeds/49174\\_luonnontieteellisen\\_tutkimuksen\\_teko\\_kooulussa.pdf](http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/49174_luonnontieteellisen_tutkimuksen_teko_kooulussa.pdf).
- OECD (2010). PISA 2006 – viitekehys 2010. *Luonnontieteiden, lukemisen ja matematiikan osaamisen arviointi*. Opetusministeriön julkaisuja 2010:4. Helsinki: Yliopistopaino.
- Onatsu-Arvilommi, T. (2003). *Pupils' achievement strategies, family background and school performance*. Helsingin yliopiston psykologian laitoksen tutkimuksia, 23. Helsinki: Helsingin yliopistopaino.

- OKM (2010). *Perusopetus 2020 – yleiset valtakunnalliset tavoitteet ja tuntijako (Den Grundläggande utbildningen 2020 – allmänna riksomfattande mål och timfördelning)* Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä (Undervisnings- och kulturministeriets arbetsgruppspromemorior och utredningar) 2010:1. (läst 10.06.2010). Hämtad från <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2010/liitteet/okmtr01.pdf?lang=fi>.
- OPH 2010. *Den grundläggande utbildningen 2020 – allmänna riksomfattande mål och timfördelning*. (läst 02.06.2010). Hämtad från [http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2010/perusopetuksen\\_tuntijako.html?lang=fi&extra\\_locale=sv](http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2010/perusopetuksen_tuntijako.html?lang=fi&extra_locale=sv)
- OPH (2007). *Lukion opetusuunnitelmanalyysi. (Analys av gymnasiets läroplan)* Undervisningsstyrelsen. 2007/6. (läst 01.09.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/download/46971\\_lukion\\_opsanalyysi\\_2006.pdf](http://www.oph.fi/download/46971_lukion_opsanalyysi_2006.pdf).
- OPH (2005). *LUMA-projekti tiedottaa 10. (LUMA-projekt nyheter) Indikaattorit 7. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämisohjelma vuonna 2004.* Opetushallitus/ Undervisningsstyrelsen 2005.
- PISA 06 (2008). *PISA 06 Finland. Analyses, reflections and explanations.* Ministry of Education Publications 2008/44. Helsinki: University Print.
- Rintala, S. (2005). *Lahjakkaat lukiolaiset. Matematiikan ja fysiikan kesäkoulu vuosina 2001–2005. Yhteenveto ja arviointi.* Opetushallitus. Moniste 25/2005. (läst 01.06.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/oph/embeds/47265\\_luma10.pdf](http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/47265_luma10.pdf).
- Rajakorpi, A. (2000). *Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämissankkeen toinen lähtötasoarviointi peruskouluissa ja lukioissa. Pidety luonnontieteiden kokeen tulokset. (Utvecklingsprojektet i matematik och naturvetenskapliga ämnen vid Utbildningsstyrelsen: den andra mätningen av utgångsnivån i de naturvetenskapliga ämnena i den grundläggande utbildningen samt i gymnasiet)* Arviointi 10/2000. Opetushallitus. (läst 02.06.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/oph/embeds/49178\\_matematiikan\\_ja\\_luonnontieteiden\\_opetuksen\\_kehittamishankkeen\\_toinen\\_lahtotasoarviointi.pdf](http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/49178_matematiikan_ja_luonnontieteiden_opetuksen_kehittamishankkeen_toinen_lahtotasoarviointi.pdf).
- Rasinaho, A. & Asunta, T. (2007). Luokanopettajat ja alaluokkien kemian opetus. Ingår i J. Lavonen (red.) *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006.* Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 172–181.
- Sahlberg, P., Meisalo, V. Lavonen, J. & Kolari M-L. (red.). (1993). *Luova ongelmanratkaisu koulussa.* Helsinki: Valtion painatuskeskus, opetushallitus, FINISTE.
- Sahlberg, P. (red.). (1990). *Luonnontieteiden opetuksen työtapoja.* Helsinki: Valtion painatuskeskus, Kouluhallitus, Finiste.
- Salmio, K. (2006). *Miksi jää sulaa (Varför smelter iset)? Ympäristö- ja luonnontiedon oppimistulosten arviointi vuonna 2006. (En utvärdering av inlärningsresultaten i miljö- och naturkunskap.)* (läst 03.06.2010). Hämtad från [http://www.oph.fi/download/46752\\_miksi\\_jaa\\_sulaa.pdf](http://www.oph.fi/download/46752_miksi_jaa_sulaa.pdf).
- Scheinin, P. ja Niemivirta, M. (2000). *Itsetunto, syrjäytymisuhka ja koulun toimintakulttuuri.* Opetushallituksen monisteita 4. Helsinki: Edita Oy.
- Sormunen, K. & Hartikainen, A. (2007). Luokanopettajaopiskelijat luonnontieteellisen toiminnan ja tiedon luonteen prosessoijina. Ingår i J. Lavonen (red.) *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006.* Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 134–142.
- Sternberg, R. J. (1999). *Intelligence as Developing Expertise.* Contemporary Educational Psychology, 24/ 4, 359–375.
- Tanskanen, H. & Aksela, M. (2007). Luokanopettajien käsityksiä kemiasta ja sen opettamisesta. Ingår i J. Lavonen (red.) *Tutkimusperustainen opettajankoulutus ja kestävä kehitys. Ainedidaktinen symposiumi Helsingissä 3.2.2006.* Helsingin yliopisto. Tutkimuksia 285, 163–171.
- Uusikylä, K. (1996). *Isät meidän. Luovaksi lahjakkuudeksi kasvaminen.* Atena.
- Uusikylä, K. (1994). *Lahjakkaiden kasvat.* Juva: WSOY.

Wellington, J. (red.). (1989). *Skills and processes in science education, A critical analysis*. London: Routledge  
Ålands lyceum. (2010). *Läroplan 2005. Inriktningar och kursbeskrivningar*.

(läst 02.10.2010). Hämtad från [http://www.lyceum.aland.fi/studier/amnesdel\\_aug10.pdf](http://www.lyceum.aland.fi/studier/amnesdel_aug10.pdf)

## Billaga 1. Utvecklingsarbete och exempel i att främja det naturvetenskapliga kunnandet

### *Utvecklingsarbete och exempel*

Inom naturvetenskapliga ämnen finns det många projekt för att befrämja kunnandet på olika utbildningsnivåer. Inom projekten arbetar många samarbetspartner: Undervisningsministeriet, Utbildningsstyrelsen, industrin, lärarförbunden (MAOL, BMOL) och LUMA-centeret med olika föreningar. Här presenteras olika exemplar, vilka är delats i tre kategorier: utvecklingsprojektena, undervisning och tävlingar, som stödjer begåvning och särskilda förmågor samt läromaterial och lärarhandledning.

### *1. Utvecklingsprojekter*

Olika utvecklingsprojekter sträver efter att stöda elevers och studenters intresse och öka möjligheter att studera naturvetenskapligt innehåll. Det finns inga projekt som skulle påpeka endast naturvetenskapligt talent fast det har startats ett projekt för begåvade elever. Å andra sidan finns det projekt som strävar efter öka flickornas intresse för naturvetenskaper. I stället att främja naturvetenskapligt talent offer olika projekt varierande möjligheter att studera naturvetenskaper.

- Projekt att utveckla talang – Lahjakkuus-hanke  
[http://www.oph.fi/utvecklingsprojekt/undervisning\\_som\\_stodjer\\_begavning\\_och\\_sarskilda\\_formagor](http://www.oph.fi/utvecklingsprojekt/undervisning_som_stodjer_begavning_och_sarskilda_formagor) och på finska  
<http://www.lahjakkuus.fi/page1.php>

Utbildningsstyrelsen har startat ett utvecklingsprojekt som redan inom småbarnsfostran stödjer begåvning och särskilda förmågor, stärker alla elevers möjlighet till lärande och främjar bl.a. kreativitet, annorlunda begåvning och innovativitet. Projektet är riktat speciellt mot grundutbildningen och gymnasiet. De viktigaste målen i utvecklingsprojektet är att

- förbättra möjligheterna att urskilja begåvningar och särskilda förmågor i skolor och daghem
- utveckla undervisningen och skolornas övriga verksamhet så att den beaktar begåvningar och särskilda förmågor samt producera stödmaterial till lärarna

- informera föräldrar om hur begåvningar och särskilda förmågor stöds i hemmet samt öka växelverkan mellan hem och skola
- hjälpa elever att själva upptäcka sina starka sidor och minska underprestationer samt
- öka toleransen i skolorna gentemot olika slag av begåvningar

Projektverksamheten är uppdelad i fem huvudområden: Kartläggning av forskningsinformation och befintlig praxis, skapande och upprätthållande av ett nationellt utvecklingsnätverk, lärarnas fortbildning, byggande och underhåll av webbtjänst samt nationellt samarbete.

#### *GISEL-projektet*

- <http://www.malux.edu.helsinki.fi/malu/tutkimus/gisel/>

Helsingfors universitet är med i underprojektet Mirror GISEL som finansieras genom EU-programmet Equal. Där undersöks och utvecklas sådana metoder i undervisningen i fysik och kemi som tar fram det intressanta i ämnena, stimulerar de ungas och i synnerhet flickornas intresse för fysik och således motiverar dem att studera fysik och i gymnasiet välja fördjupade kurser i fysik.

#### *Vetenskapsklubben*

- <http://www.kerhokeskus.fi/se/klubbverksamhet>

Klubbcentralen – stöd för skolan rf. organiserar olika projekt att utveckla klubbverksamheten. Vetenskapsklubben är en möjlighet att utveckla naturvetenskaplig klubbverksamhet i skolan.

#### *InnoApaja i tekniska museet*

- <http://www.tekniikanmuseo.fi/innoapaja.html>  
<http://www.tekniikanmuseo.fi/index.html>

InnoApaja erbjuder konkreta vägar att utforska utställningsvaror och olika läromaterial för skolorna.

## *2. Undervisning och tävlingar som stödjer begåvning och särskilda förmågor*

För begåvade elever och studenter organiseras det många tillfällen att visa sitt kunnande i form av tävlingar och speciell undervisning. Ett mål med tävlingar är också att locka fram elevers och studenters intresse för naturvetenskapliga fenomen och tillämpningar.

*Sommarskola för begåvade elever*

Undervisningsstyrelsen har ornat tillsammans med ryska Undervisnings- och vetenskapsministeriet och andra organisationer ornat en sommarskola i matematik och fysik för begåvade elever (n=25) sedan 1994 i Ryssland. Under sommarskolan ordnas det seminarier och ämnesläger för ämnesläraren och studenter. (Rintala 2005).

*Vetenskapsolympiad för gymnasiet*

- <http://www.maol.fi/kilpailut/lukio/>

Det finns nationella tävlingar i matematik, i kemi och i fysik för gymnasiestudenter. Tävlingarna är inte en del av skolsystemet utan de ordnas av Förbundet för lärarna i matematiska ämnen. Tio elever från varje ämnes-tävling får en möjlighet att få studieplats vid de finska universiteten utan att ta del i inträdesprov. Tävlingarna finansieras av undervisningstyrelsen och Teknologindustri förbundet.

*Vetenskapstävlingen VIKSU*

- <http://www.viksu.fi/sv/Fiksu/Till-larare/Guide-for-Viksu-handledare/>

Syftet med vetenskapstävlingen Viksu är att öka ungdomars intresse för vetenskap, forskning och forskarkyrket samt att skapa förutsättningar för att intresset för vetenskapande bibehålls i Finland. Med tävlingen vill Finlands Akademi framhålla att den kompetens som erhållits och påvisats i forskningsarbetet ger goda möjligheter att avancera i arbetsuppgifterna även i näringslivet och i samhällets tjänst.

De tio bästa Viksu-bidragen belönas med stipendier. Därtill premieras aktiva skolor och lärare. Till Viksu-vinnarna, skolorna och lärarna utdelas årligen sammanlagt 30 000 euro. Dessutom kan Finlands Akademi med fastställda intervaller bjuda den gymnasiegrupp som deltagit aktivast i tävlingen (t.ex. den grupp som lämnat in flest bidrag) samt den handledande läraren eller de handledande lärarna på ett besök till en europeisk forskningsanstalt, t.ex. partikelfysiklaboratoriet CERN.

Många universitet beviljar också elever, som haft framgång i Viksu, en studieplats inom det område som tävlingsbidraget gäller – utan inträdesprov. För närvarande gäller detta 15 universitet på olika håll i Finland. Vinnarna från tidigare år har fått studieplatser enbart på basis av sin framgång i Viksu.

*InnoKemi, Kemi idag- och Komppa-seminar*

- [http://www.chemind.fi/education\\_industry\\_partnership](http://www.chemind.fi/education_industry_partnership)  
<http://www.opetin.fi/koulujatyolama/yhteistyotapoja/84-innokemia.html>

Samarbetet mellan skolor och företag ses vara en viktig väg att introducera unga människor för kemiska industrin. Läroplansgrunderna (2004) ger goda möjligheter att ta hänsyn till de lokala möjligheterna och utmaningarna. Lokala företag kan erbjuda läromiljöer för att eleverna att studera i företagen. I Inno-Kemi-projektet konstruerades en skolföretagssamarbetsmodell för att presentera innovationer och innovationsförmåga. Föreningen Kemiindustrin utvecklar nya samarbetsmodeller med skolor i pilotprojekten.

För att läraren ska känna till nutida industri har Föreningen för Kemiindustrin ordnat *Kemi idag-seminarier* sedan 1998. *Komppa-seminar* ordnas årligen för gymnasie studenter (och lärare) som har lyckats i skoltävlingarna. Det ordnas tillsammans med föreningen Kemiindustrin och Finska Kemiföreningen. Målet är att studenterna skulle bli intresserade av akademiska studier i kemi.

#### *Samarbete med teknologi-industrin*

- <http://www.teknologiateollisuus.fi/openet/koulu-yritysyhteisty.html>  
<http://www.opetin.fi/innovaatiot-kouluun/tue-innovatiivisuutta.html>

Teknologiindustrin organiserar olika möjligheter för skolor att samarbeta med företagen: besök på företagen, expertbesök i skolorna och företagens material för skolorna.

#### *Detta fungerar-tävlingen*

- <http://www.teknologiateollisuus.fi/openet/tamatoimii.html>

Detta fungerar-tävlingen är avsedd för klasserna 1–6. Iden är att en elevgrupp konstruerar en rörlig leksak, annons och dagbok. Genom att delta i tävlingen är eleverna med i en innovativ process. Med dagboken evaluerar, värderar och utvecklar elevgruppen iden och konstruktionen vars ide ska komma från vardagen. Det krävs kunskap och kunnande åtminstone i matematik, fysik, modersmål, bildkonst, slöjd och musik.

### *3. Läromaterial och lärarhandledning*

Inom naturvetenskapliga läroämnen finns det en massa olika slags digitalt material för undervisning samt själv studera. Det finns en del läromaterial som lärarna kan använda som stöd i sin undervisning. Eleverna kan använda materialet och studera sig själva. Det finns också en del digitalt material som är riktat mot barn och unga, t.ex. nättidning LUOVA-Kreativ. LUMA-center och dess svenskspråkig ”syster” Resurscenter för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan är de viktigaste aktörerna som främjar utvecklandet av virtuellt material.



*LUMA-centret*

- <http://www.helsinki.fi/luma/svenska/index.shtml>

LUMA-centrets verksamhet sammanför olika ämnen, institutioner och utbildningsnivåer från grundläggande utbildning till högre utbildning. Detta bidrar också till en fostrande grund för tvärvetenskaplig samverkan. LUMA-centret styrs av en ledningsgrupp: Undervisningsministeriet, Utbildningsstyrelsen, Biovetenskapliga fakulteten, Beteendevetenskapliga fakulteten, Helsingfors stads utbildningsverk och det finländska samhället representeras av Finlands kemiska industri, Finska skogsindustriförbundet, Ekonomiska Informationsbyrån, Teknologiindustrin och Tekniska högskolan. Centrets aktiviteter finansieras av Helsingfors universitet och universitets institutioner samt samarbetande institutioner. Centrets aktiviteter planeras, leds och stöds av en arbetsgrupp bestående av sakkunniga medlemmar och en koordinator som verkar som ledare för gruppen. De flesta medlemmarna är professionella lärarutbildare.

*Resurscentret för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan*

- <http://www.skolresurs.fi/> Resurscentret

Resurscentret för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan startades år 2007. Resurscentret uppmuntrar och stöder speciellt lärarna i undervisningen inom dessa ämnesområden. Det är till för lär- och lärarresurser, diskussioner, recensioner, aktiviteter m.m. Resurscentrets vision är att skapa intresse för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan så att elevernas valmöjligheter i kommande utbildning breddas, främja växelverkan mellan skolor, näringsliv och högre utbildning för att öka elevernas förståelse för naturvetenskapernas och teknologins betydelse för hållbar samhällsutveckling och bidra till att stärka lärarnas ämneskunskaper och öka förutsättningarna för innovativ undervisning. Resurscentret startades på initiativ av Svenska tekniska vetenskapsakademien i Finland (STV). Samarbetspartner är Åbo Akademi, yrkeshögskolan Arcada och Svenska yrkeshögskolan, Helsingfors universitets svenskspråkiga avdelningar, särskildt LUMA-centret, Nationella centret för matematikutbildning vid Göteborgs universitet. Projektet finansieras från många olika håll, bland annat av Svenska kulturfonden, Teknologiindustrin rf:s 100-årsstiftelse, Undervisningsministeriet, Utbildningsstyrelsen, Walter Ahlströms stiftelse, Magnus Ehrnrooths stiftelse och STV.

*LUOVA/KREATIV – Naturvetenskaplig nättidning för ungdomar*

- <http://www.helsinki.fi/kreativ/>

LUOVA/KREATIV stöder de ungas intresse för naturvetenskap. Målet är att öka och stöda tonåringars intresse för naturvetenskaper och teknologi. Tidningen kan även användas som stöd i undervisningen i biologi, fysik,

geografi, kemi, matematik och teknologi. Tidningen skall bidra till en ökad samverkan och diskussion mellan skolor, universitet och näringsliv.

Kreativ är den första naturvetenskapliga webbtidningen som riktar sig till finlandssvenska ungdomar. Kreativ är en systertidning till webbtidningen LUOVA, som lanserades på finska hösten 2007. Kreativ är frukten av samarbetet mellan LUMA-centret, vars samordning sköts av matematisk-naturvetenskapliga fakulteten vid Helsingfors universitet, och Resurscentret för matematik, naturvetenskap och teknik i skolan.

Utbildningsstyrelsen producerar en del digitala läromedel. År 2010 ska publiceras en sökmaskin för finländska digitala läromedel på finska och svenska: [http://www.edu.fi/hitta\\_material](http://www.edu.fi/hitta_material).

#### *ASTEL*

- <http://www2.edu.fi/svenska/astel/>

I materialet, som är avsett för årskurserna 5 och 6 i den grundläggande utbildningen, görs eleven på ett motiverande sätt bekant med fysikens grundläggande fenomen och modeller. Med hjälp av en ramberättelse väcker man elevens intresse för de fenomen som förekommer i elevens omgivning. Berättelsen handlar om två vanliga ungdomar, som det är lätt för eleverna att identifiera sig med. Ungdomarna träffar i sitt dagliga liv på fenomen, som de söker förklaringar till. Ett spännande och skojigt inslag i handlingen är två främlingar som kommit till jorden från en avlägsen planet i rymden och hjälper våra huvudpersoner att förstå vardagslivets fenomen. Trots sina lustigheter är rymdvarelserna vetenskapsmän och innehar vetenskapligt kunnande – en världsbild enligt Newton som motvikt till ungdomarnas aristoteliska världsbild. Genom att undersöka och observera fenomenen lär man sig sedan i följande skede de fysikaliska begrepp som hör till ifrågavarande ämnesområde. Undersökningsuppgifterna hör till de saker som intresserar eleverna och ger dem på så sätt möjlighet att tillfredsställa sin naturliga nyfikenhet. Samtidigt får eleverna en föreställning om den naturvetenskapliga forskningen och dess natur. Det ges också möjlighet att ta en utskrift av uppgifterna med tillhörande teoridelar.

#### *Forskning i fokus*

- [http://www.edu.fi/laromedel/forskning\\_i\\_fokus](http://www.edu.fi/laromedel/forskning_i_fokus)

De obligatoriska och fördjupade gymnasiekurserna i naturvetenskaperna, som utarbetades i samband med 2005 års läroplansreform utgör ett brett spektrum av "etablerad" naturvetenskap. Naturvetenskaperna utvecklas dock snabbt samtidigt som nya viktiga och intressanta tyngdpunktsområden uppstår. Forskning i fokus som en tillämpad gymnasiekurs ger gymnasierna en möjlighet att erbjuda intresserade elever en insikt i aktuell forskning och aktuella teman inom naturvetenskaperna. Manus har skrivits av forskare vid Åbo akademi och Helsingfors universitet. Manusar-

betet har koordinerats av Fortbildningscentralen vid Åbo Akademi i samarbete med Resurscentrum för matematik, naturvetenskap och teknik och Utbildningsstyrelsen.

#### *FyKe-laborationer*

- <http://www2.edu.fi/svenska/fyke/>

FyKe-laborationerna vill undanröja de praktiska och tidsmässiga problem som uppstår då man undervisar i fysik och kemi. Tanken är att naturvetenskapligt inriktade lärare skall få tal del av ett utförligt läromedel bestående av 9 arbetsområden. I läromedlet ingår lärarhandledning, artiklar om undersökande arbetssätt, experiment med kommentarer och målsättningar samt teoridelar. Det är ett färdigt undervisningsmaterial i form av experiment (inklusive anvisningar), stordior och materiallistor.

#### *Plot-laborationer i fysik och kemi*

- [http://www.edu.fi/digitala\\_laromedel\\_plot\\_laborationer](http://www.edu.fi/digitala_laromedel_plot_laborationer)

Här finns laborationsmaterial för fysik och kemi i årskurserna 1–6, grundat på problembaserat lärande och tutorskap. Materialet har uppkommit i samband med Plot-projektet. Också lärarhandledning ingår.

#### *Zest – www-sidor för begåvade?*

- <http://www.zest.fi/>

Det ställs en massa krav på unga. I en oavbruten ström av impulser, förväntningar och växelverkan måste de unga kunna ständigt göra rätta val, fatta rätta beslut. För att kunna göra det behöver man stöd och uppmuntran från omgivningen samt talanger och egenskaper som hjälper var och en i livet, såsom kreativitet, tolerans, problemlösnings- och kommunikationsförmåga och allmän respekt för medmänniskorna. Zest vill hjälpa de unga att upptäcka sina specifika begåvningar och talanger, hjälpa dem att stå på egna ben. För att sprida det budskapet har det bildats ett särskilt Zest-lag. Det består av åtta finländare som alla har gjort bruk av sina respektive talanger och på så vis också uppnått framgång.

#### *Kemia.net-internetsidor*

- <http://www.chemind.fi/oppilaitosyhteistyö>  
[http://www.chemind.fi/education\\_industry\\_partnership](http://www.chemind.fi/education_industry_partnership)

Kemia.net-internetsidorna är avsedda för lärare tillsammans med Kemiindustrin och Undervisningsstyrelsen. Det är en samling av material för var och en som har intresse för vetenskap och teknologi. Kemins temaområden har ordnats så att de är kombinerade med pilotprojekts till nuvarande läroplanen.



# 3. Talentudvikling og kreativitet indenfor naturfag i Island

*Michael Dal, Islands Universitet*

## *Sammenfatning*

I dette kapitel gøres der rede for et kvantitativt studie af omfanget af naturfag i det islandske skolesystem, og hvordan naturfagene bliver beskrevet i forskellige styringsdokumenter på de forskellige skoleniveauer i Island. Endvidere henvises der til og beskrives forskningsresultater vedrørende emnet. I begyndelsen af kapitlet gøres der rede for forholdet mellem naturfag og begreberne didaktik, kreativitet og talentudvikling. I den forbindelse gøres der bl.a. kort rede for den didaktiske udvikling på området i retning af et (social)konstruktivistisk idegrundlag, hvordan kreativitet og naturfag hænger sammen, og ikke mindst hvordan begrebet talentudvikling hænger sammen med naturfag. I den forbindelse gøres der en særlig pointe ud af nødvendigheden af at formulere formålet med talentudvikling, og at talentudvikling kræver, at man går fra at fokusere på fagets indhold til i højere grad at fokusere på indholdet i eleverne.

Dokumentanalysen viser, at der i børnehaven ikke opereres med fag, men fagområder, og at fagområdet naturfag og miljø integreres i hele børnehaveforløbet. I grundskolen udgør naturfagene ca. 6,3 % af den samlede undervisning. Begreberne innovation og kreativitet er direkte inkoopereret i fagbeskrivelsen af naturfagene, men i styringsdokumenterne kommes der ikke direkte ind på begrebet talentudvikling. Derimod er der grundlag for at mene, at det ikke kun er fagets indhold, der står centralt i fagbeskrivelsen, men i lige så høj grad elevens arbejde og aktiviteter. På den måde kan man sige, at fagbeskrivelsen for grundskolen i høj grad bygger på et (social)konstruktivistisk idegrundlag. Heller ikke i fagbeskrivelsen af naturfagene for gymnasiet/ungdomsuddannelserne nævnes talentudvikling direkte. Derimod kan man sige, at strukturen i det modulintegrerede gymnasium er så forholdsvis fleksibelt, at det kan være med til at understøtte, at den enkelte elev har en reel mulighed for at udvikle sine særlige talenter på naturfagsområdet. Men der ligger ingen eksplicite motivationsfaktorer.

Når det kommer til at gennemføre innovation, kreativitet og talentudvikling i praksis indenfor naturfag, så sker det kun i begrænset omfang indenfor skolesystemet bl.a. via udendørsundervisning i grundskolen. Udenfor skolesystemet eksisterer der også kun enkelte tiltag, som understøtter talentudvikling på naturfagsområdet fx „Ad Astra“, som er et un-

dervisningsmiljø for talentfulde børn og unge på naturfagsområdet. I slutningen af kapitlet kan man finde forslag til fremtidige aktiviteter. Ét af dem går ud på, at der oprettes et naturvidenskabeligt videncenter, som dels kunne være et fagligt forum for efteruddannelse af naturfagslærere, dels være sted, hvor elever og andre interesserede kunne hente naturfaglig viden, og dels kunne være et centralt sted for naturfaglig forskning.

### 3.1 Introduktion

Det herværende studie indgår som et tillægsstudie til et større fælles nordisk komparativt studie om „Kreativitet, innovation og entrepreneurskab i de nordiske skoler“. Formålet med tillægsstudiet er at kortlægge, hvordan skolesystemet i Island arbejder med begreberne kreativitet og talentudvikling på det naturfaglige område. I studiet vil der summarisk blive gjort rede for naturfagernes stilling og betydning på de forskellige skoleniveauer. Der bliver særlig gjort rede for grundskolen og ungdomsuddannelserne.

Studiet bygger først og fremmest på en gennemgang af forskellige styringsdokumenter, læreplaner og interview med udvalgte interessenter. Det skal dog tilføjes, at studiet på ingen måde giver sig ud for at være fyldestgørende, men trods det gerne skulle give et prægnant billede af naturfagernes placering i skolesystemet på nuværende tidspunkt.

### 3.2 Problemområdet og problemstilling

Nøglebegreberne i dette studie er kreativitet, innovation, didaktik og naturfag. Ifølge princip- og strategierklæringer fra den islandske regering bør kreativitet og innovation gennemsyre og indgå som vigtige nøglebegreber i hele undervisningssystemet (Menntamálaráðuneytið, 2008, 2009 A). Eleverne skal blive bedre til løse og tage del i forskellige problemstillinger, tænke nye tanker, planlægge og strukturere sit arbejde, tage et eget ansvar for egen læring og kunne samarbejde med andre. Endvidere nævnes det, at eleverne skal have mulighed for at udvikle deres talenter indenfor forskellige fagområder. Alle disse ting er i dag nogle af forudsætningerne for, at man kan få sig et succesfyldt voksenliv. Således indebærer uddannelsen i dag, at skolen skal stimulere elevernes nysgerrighed, styrke deres selvtillid og at lære eleverne at tage beslutninger, som kan hjælpe dem til at nå særlige målsætninger. På det naturfaglige område indgår kreativitet og talentudvikling som særlige vigtige komponenter, og inden vi går over til selve dokumentanalysen, er det nødvendigt kort at gøre rede for disse begrebers sammenhæng med didaktik og naturfag.

### 3.2.1 Didaktik og naturfag

De naturfaglige fag og naturvidenskab har indenfor de sidste 10 år fået en relativ større og større betydning i skolen. Med gennemførelsen af PISA undersøgelserne i 2000, 2003 og 2006 er der i højere grad blevet fokuseret på naturvidenskabens placering i skolen. En af de ting, man har været interesseret i at finde ud af er, hvor interesserede eleverne generelt er i de naturvidenskabelige fag. Hvor PISA undersøgelserne i 2000 og 2003 afdækkede, at eleverne i grundskolen og på ungdomsuddannelserne generelt havde meget forskellige interesser i naturfagene, så fremgår det af PISA 2006, at eleverne nu generelt godt kan lide naturfagene, og et gennemsnit på 63 % af deltagerne i PISA undersøgelsen udtrykker, at de er både interesserede i at lære om naturvidenskab og samtidig synes, at det er sjovt (OECD, 2006; s. 139–147). Der er derfor grundlag for at sige, at naturfagene i løbet af de sidste 10 år generelt er blevet mere populære.

Af PISA 2006 fremgår det dog også, at resultaterne for de islandske deltagere ligger noget under middel i sammenligning af de øvrige OECD lande. Siden da har både myndigheder, lærere og forskere på området spurgt sig, hvad dette resultat betyder, og hvad man skal lægge i dette. Kan det være, at undervisningen i naturfag efterlader ingen eller kun ganske få spor blandt de islandske elever? Nogle vil mene, at det nok er tilfældet, og synspunktet understøttes da også af en hel del internationale undersøgelser og forskning på området. Af disse fremgår det, at elevernes forståelse og adgang til naturfag bliver vanskeliggjort af en række forhold i og udenfor skolen, og en majoritet af eleverne taber interessen for de naturfaglige fag i skolen, jo ældre de bliver og jo længere de er kommet i skoleforløbet (Bennett, 2003; Driver, 1994; Osborne, 2003).

En af de ting, som der specielt har været fokuseret på, er elevernes videnskabelige og faglige læsekompetence (e. *scientific literacy*). Meget tyder på, at eleverne i løbet af skoleforløbet først og fremmest lærer sig naturfagene receptivt. Det vil sige, at eleven hovedsageligt lærer naturfagene for at kunne sætte navn på de forskellige fænomener og begreber, men at de har svært ved at overføre sin viden til andre forhold og på virkeligheden/dagligdagen. Dermed er der en fare for at forståelsen af naturfagene bliver overfladisk med mangel på dybde og indsigt.

I et forsøg på at ændre situationen, har naturfagslærerne i flere år arbejdet med at udvikle en fagpædagogik og -didaktik, som i højere grad bygger på *en produktiv/aktiv læring*. Med dette menes, at eleverne i højere grad bliver opfordret til at se på naturfaglige problemstillinger i en mere konkret sammenhæng og ikke udelukkende i et abstrakt og teoretisk perspektiv.

Nu har naturfagene traditionelt næsten altid indeholdt en praksisside, specielt i de engelsktalende lande, hvor eleverne lærer at eksperimentere og opleve resultatet af forskellige forsøg. Praksissiden har siden 1960'erne også spillet en stor rolle i de nordiske skoler. Fra slutningen af 1960'erne er der sket betydningsfulde ændringer i forståelsen af naturfa-

genes didaktik. Hvor man i 1970'erne var optaget af at studere selve læringsprocessen, elevernes for-forståelse af naturfag og misforholdet mellem undervisningsmateriale og elevernes færdigheder (Anderson, 1990; Driver, 1994; Driver & Erickson, 1983), så blev det i løbet af 1980'erne aktualiseret at tale om læring som en konceptuel ændring, hvor der blev fokuseret på at eleven kunne forstå og acceptere nye begreber på grundlag af argumenter og logik. Det blev bl.a. pointeret, at det var vigtigt at differentiere mellem læring som en task (e. *learning-as-task*) og læring som præstation (e. *learning-as-achievement*) (Hewson & Hewson, 1988). Fra 1990'erne og frem til i dag, så kan man sige, at naturfagsundervisningen har været præget af konstruktivismen, som i sær bygger på ideer og tanker fra den svejtsiske udviklingspsykolog, biolog og filosof Jean Piagets (1896–1980) og den russiske psykolog Lev Vygotskij (1896–1934). Vygotskij's ideer er siden blevet endnu mere udviklet og har fået navnet, socialkonstruktivisme. Herved forstås i moderne sammenhæng, at alle former for erkendelse sker via en forståelsesramme, der ikke er medfødt, men snarere et resultat af den kultur og historiske fortid, som det enkelte menneske er en del af. Uden en social kommunikation er det derfor ikke muligt, at der sker en udvikling. I skolesammenhæng spiller læreren derfor en væsentlig rolle. Læreren har ansvaret for at eleverne når frem til et højere erkendelsesniveau om fx naturfag gennem kommunikation, diskussion, samtale og samarbejde. Således ændres fx naturfaglærerens rolle fra at fungere som og være en kilde til oplysninger til at være en person, som udarbejder opgaver, der kan få eleverne til at sætte spørgsmål til sine egen for-forståelse og dermed hjælpe eleverne til at få et revideret syn på tilværelsen og det emne, der er på dagsordenen (Hodson & Hodson, 1998; Holzman, 2009; Howe, 1996)

### 3.2.2 *Kreativitet og naturfag*

Den normale opfattelse af begrebet af „kreativitet“ er, at det betegner den proces at frembringe noget nyskabende, som frigør os fra etablerede synspunkter, holdninger og perspektiver. I daglig tale er det en løs betegnelse for menneskets evne til at skabe noget nyt, noget overraskende og noget hidtil uset. I flere studier om kreativitet påpeges det endvidere, at kreativitet ikke er et synonym for intelligens. Kreativitet kan snarere tolkes som en almen måde for individet at opleve sig selv og sin omverden. Det er ikke ualmindeligt, at begrebet i dag anvendes bredt om udformning af nye værdifulde præstationer indenfor kunst, videnskab, teknik erhverv og økonomi og tilmed også om livsstil (Gyldendal, 2010).

Når man taler om naturfag og undervisning, så sættes kreativitet oftest i sammenhæng med de ovenfor beskrevne didaktiske overvejelser. En kreativ naturfagsundervisning må i dag bygge på og tage sit udgangspunkt i at skabe et frirum for eleverne, så de kan få plads og mulighed til at sætte spørgsmål til verdenen omkring dem. Et rum, hvor de eventuelt



har mulighed for at udvikle nogle af de personlighedstræk, som er kendetegnende for kreative mennesker, nemlig at være åbne overfor indtryk af enhver art, at være fleksible, nysgerrige, engagerede, højt motiverede, udholdende og målbevidste.

### 3.2.3 Talentudvikling og naturfag

Begrebet talentudvikling stammer – som fx ordet entrepreneurskab – i sin moderne betydning oprindeligt fra erhvervslivet. Baggrunden for begrebet er den indbyrdes konkurrence og konkurrencen om arbejdskraften. I internationaliseringens og globaliseringens tidsalder er det nødvendigt, at en virksomhed eller en organisation anerkender de talenter, som den allerede sidder inde med og har mulighed for at få tilknyttet til dens produktion. Kendetegnet for alle talenter er, at de er fagligt dygtige og personligt særligt engagerede og vedholdende i deres forsøg på at gøre en meningsfuld forskel i hverdagene (Andersen, Grønbeck, Lindegaard, & Mortensen, 2007).

Talentudvikling handler i denne sammenhæng om, at virksomhedens leder opsøger den unikke præstation eller de særlige potentialer i folk for at styrke virksomhedens eller organisationens arbejde og konkurrence-dygtighed. Grundsynet er, at alle har et talent, men at der ikke er tradition for, at lede efter det. Det kan, ifølge Lisbeth Lollike, der har skrevet forordet til en artikelsamling om personlige erfaringer med talentudvikling, hvor bidragene kommer fra topchefer og markante ledere i staten, hænge sammen med, at vi har haft tradition for at se mere på indhold i jobs end på indhold i mennesker. Talentudvikling fokuserer i høj grad på det sidstnævnte (Lollike, 2005). I denne holdning ligger også en markering af, at talentudvikling ikke specifikt er tilknyttet udviklingen af ledelsestalenter. Hensigten er tværtimod at udvikle alle typer for talenter af strategisk betydning for virksomheden eller organisationen.

Et andet og vigtigt spørgsmål i forbindelse med talentudvikling er, hvad der er formålet med talentudvikling. I en pjece udgivet af Personalestyrelsen i Danmark nævnes det, at talentudvikling kan have flere forskellige formål. Derfor er det vigtigt at fastlægge, hvad det er man konkret vil opnå med talentudviklingen (Personalestyrelsen, 2008). Det gælder ikke mindst, når det drejer sig om skole og undervisning. Hvordan udviklingen af talenter i naturfag sker eller kan ske, afhænger i høj grad af, hvilke(t) formål man har med talentudviklingen. Udviklingen af talenter i forbindelse med de såkaldte Olympiader for naturfag bygger naturligvis på andre forhold, end hvis man ønsker at udvikle talenter til deltagelse i arbejdsrutiner, forskning osv.

Når der snakkes om talentudvikling i forbindelse med undervisning af naturfag i skolen, er det således vigtigt at have formålet for øje. Spørgsmålet er, hvad er det vi ønsker med at udvikle talenter indenfor naturfagene? Ønsker vi supertalenter, ønsker vi at alle leder efter deres egne

talenter på området eller er det noget helt tredje vi er på jagt efter? Talentudviklingen i naturfag afhænger i høj grad af, hvordan vi besvarer disse spørgsmål. Ligeledes skal man også være klar over, at hvis man vil udvikle talenter, så går man fra at fokusere på fagets indhold til i højere grad også at fokusere på indholdet i menneskene, dvs. eleverne.

### *3.2.4 Forskningsspørgsmål*

Det herværende studies overordnede formål er en kortlægning af, hvordan skolesystemerne i de nordiske lande arbejder med kreativitet og talentudvikling i naturfagene, og forskningsspørgsmålene ligger også i forlængelse af dette overordnede formål. I dette studie fokuseres der på følgende spørgsmål:

- Hvordan beskrives talent og kreativitet i forbindelse med naturfagene i de islandske læreplaner og styringsdokumenter?
- Findes der planer og strategier for, hvordan man skal udvikle talent og kreativitet i naturfagene?
- Hvordan arbejder lærerne i naturfag konkret med kreativitet i skolehverdagen?
- Hvilke tilbud findes der på talentaktiviteter på det naturfaglige område?
- Hvilke muligheder for efteruddannelse findes for naturfagslærerne inden for området kreativitet og talentudvikling?

## 3.3 Forskningsdesign og -metoder

Studiet er en kvalitativ undersøgelse af hvordan kreativitet og talentpleje i naturfagene kommer til udtryk i forskellige styringsdokumenter og kilder. Studiet former sig således som en indholdsanalyse, tolkning og vurdering af en række udvalgte dokumenter og beskrivelser af naturfagene i Island og hvordan talentudviklingen bliver plejet på området. Sigtet med fremstillingen er, at give læseren et indblik i det meningsbærende grundlag for de benyttede tekster med henblik på at afdække de antagelser og tanker der findes om naturfag og talentudvikling i uddannelserne.

Studiet bygger hovedsagelig på dokumentanalyser, feltstudier og telefoninterview med relevante interessenter i skolesystemet og ministeriet for undervisning, kultur og forskning. Endvidere bliver der beskrevet nogle eksempler på talentudvikling i naturfag og til slut gives der nogle bud på nye satsninger og forslag til kreative tiltag indenfor naturfagene.

## 3.4 Resultater

I det følgende vil der bliver gjort rede for omfanget af naturfag i skolesystemet, og hvordan naturfagene er beskrevet i styringsdokumenterne for de forskellige skoleniveauer.

### 3.4.1 Børnehave

I den islandske børnehave opereres der ikke med fag, men fagområder. Her indgår fagområdet natur og miljø som en integreret del af hele børnehaveforløbet. Fagområdet beskrives i forholdsvis almene vendinger, hvor det nævnes at menneskets liv og sundhed er afhængig af naturen og naturkræfterne. Naturen anses også at være „forundringsværdig“ og „varierende“, og det er nødvendigt at åbne børnenes øjne for naturens skønhed og særegenhed, så børnene på et tidligt tidspunkt i opdragelsen lærer at have respekt og tage et ansvar for naturen.

Det naturfaglige fagområde tænkes gerne integreret i leg og billedkunst. Af ministeriets rammeplan for børnehaven fremgår det desuden, at børnehavepædagoger bør tage på ekskursioner i naturen, med det formål at lade børn undersøge og op opleve naturens mange facetter og få øje på både små og store begivenheder i naturen.

Således gøres der i rammeplanen en pointe ud af, at børnene bør have mulighed for at få oplysninger om naturen og gøre iagttagelser ude i naturen. Derudover bør der i hver børnehave indrettes en form for minilaboratorium, hvor børnene dels kan udstille de ting, de har fundet ude i naturen og dels kan lave forskellige forsøg med diverse instrumenter (termometer, magneter, lup osv.), således at de efterhånden tilegner sig en forståelse for naturen og dens fænomener (Menntamálaráðuneytið, 1999 C).

På dette skoleniveau nævnes talentudvikling ikke som et særligt begreb, og kreativiteten i arbejdet med naturfag og miljø ligger først og fremmest i at arbejde med faget udendørs og i et tæt samarbejde med andre fagområder, som fx leg og billedkunst.

### 3.4.2 Grundskole

Grundskolen opdeles i tre trin, de yngste klasser (1.–4. klasse), mellemtrinnet (5.–7. klasse) og overbygningen (8.–10. klasse). Ifølge rammeplanen for grundskolen skal de yngste klasser tilbydes et minimum på i alt 1200 minutter om ugen. På mellemtrinnet skal eleverne tilbydes mindst 1400 minutter ugentligt og i overbygningen mindst 1480 minutter ugentligt. I Island varer en undervisningslektion 40 minutter, så omregnet til lektioner, er der tale om henholdsvis 30, 35 og 37 ugentlige lektioner. Naturfag undervises på alle grundskolens klassetrin. I rammeplanen forventes det, at naturfag bliver undervist 80 minutter ugentligt i de yngste klasser og 90

minutter ugentligt på mellemtrinnet og overbygningen. Således forventes det, at ca. 6,3 % af den samlede undervisningstid bruges på naturfag. Til sammenligning kan det nævnes at lige knap 15 % af den samlede undervisningstid forventes brugt på matematik. I tabellen nedenfor kan man mere nøjagtigt aflæse, hvor meget tid der forventes brugt på henholdsvis naturfag og matematik. Tallene angiver antallet af minutter per uge, mens procentsatsen angiver, hvor meget det udgør af den totale undervisningstid.

**Tabel 1: Omfanget af naturfag og matematik i grundskolen.**

Fag	1. – 4 klasse	5.–7. klasse	8.–10. klasse	I alt
Naturfag	80 (6,6 %)	90 (6,4 %)	90 (6 %)	260 (6,3 %)
Matematik	200 (16,6 %)	200 (14,3 %)	200 (13,5 %)	600 (14,7 %)
Undervisningsminutter i alt i alle fag	1200 (100 %)	1400 (100 %)	1480 (100 %)	4080 (100 %)

Tabellen viser os at naturfag optager næsten den samme procentvise del af undervisningstiden på alle klassetrin, mens det for matematik gælder, at den procentvise andel af undervisningstiden er faldende i løbet af skoletiden. Tabellen angiver det vejledende minutantal for de to fag. Hvordan minutantallet konkret bliver placeret og brugt i løbet af undervisningen i skolerne, er det op til den enkelte skole at afgøre. Det skal fremgå af den lokale skoles læreplan, som alle skoler ifølge loven har pligt til at udforme. Således kan én skole prioritere at bruge færre minutter på naturfag i 1. og 2. klasse, men i stedet lade eleverne få et mere intensivt forløb med dobbelt så mange timer i faget i 3. og 4. klasse.

#### *Naturfagenes indhold*

I rammeplanen fra 2007 (Menntamálaráðuneytið) for naturfag og miljøundervisning opereres med tre videnskabsområder, fysisk videnskab (e. *physical science*), biologisk videnskab (e. *bioscience*) og geologisk videnskab (e. *earth science*). Det gøres helt fra begyndelsen klart, at de naturvidenskabelige fag indgår som en ufravigelig del af det moderne samfunds kultur og har en vigtig rolle i befolkningens almene uddannelse. Der lægges vægt på

- at gøre eleverne mere nysgerrige og interesserede
- at gøre elevernes ansvarlige i forbindelse med en bæredygtig udvikling
- at eleverne deltager aktivt i naturfagsundervisningen
- at udvikle elevernes videnskabelig læsekompetence (e. *scientific literacy*)
- at udvikle metoder og elevernes kompetencer i naturfag
- innovation og praktisk kundskab

I rammeplanen gøres der således en pointe i straks at knytte an til en (social) konstruktivistisk tankegang, hvor eleven sættes i centrum, og udgangspunktet er, at eleven skal reproducere viden og fortolkning af verden i daglig interaktion med hinanden. Det er bl.a. det, der indirekte refereres til i de første tre punkter, hvor interesse og nysgerrighed tænkes at danne baggrund for undervisningen. Via samtalen, diskussionen og interaktion tænkes eleverne at udvikle et eget syn på forholdet mellem menneske og miljø. En anden vigtig ting er, at det forudsættes at eleverne aktivt kan bruge og overføre sin kundskaber til praktiske færdigheder. Det forudsættes endvidere, at eleverne via problemløsningsopgaver får mulighed for at afprøve forskellige metoder til at indsamle, behandle og præsentere data, og at dette er med til at opbygge elevens eget vidensgrundlag, som han kan bruge til at forstå sit eget miljø og samfund. Således opfattes undervisningen i naturfag ikke kun som forberedelse til videre uddannelse, men snarere som en almen støtte for unge mennesker i forsøget på at opnå fodfæste i det postmoderne informations- og videnskabssamfund. En sådan prioritering kan læses som et forsøg på at sætte mere fokus på indholdet i eleverne, samtidig med at der arbejdes med det faglige indhold.

Allerede fra starten nævnes elevernes videnskabelig læsekompetence som en vigtig bestanddel i undervisningen. Der gøres en pointe ud af, at eleverne skal erhverve sig kompetence til at forstå naturvidenskabelige begreber, så de erhverver sig almen kundskab i naturfag, men også så de er i stand til at overføre denne kundskab til fx at forstå naturvidenskabelige fænomener og til at forstå emner, som knyttes an til udnyttelse af naturlige ressourcer, natur- og miljøværn og en bæredygtig udvikling. Den videnskabelige læsekompetence anses således forudsætningen for, at eleverne får lyst og mulighed for at leve et miljøvenligt liv og deltage i at forme en økologisk verden.

Der er også en anden indirekte grund til, at den videnskabelige læsekompetence blandt eleverne bliver prioriteret. Den teoretiske ramme for PISA bygger i høj grad på begrebet „videnskabelig læsekompetence“ eller *scientific literacy*. I PISA 2006 lægges der vægt på at eleverne kan drage konklusioner og slutninger af den viden de sidder inde med. Det forventes, at eleverne kan bruge deres kundskaber og kompetencer under nye omstændigheder. Grundtanken i PISA 2006 er at eleverne skal være i stand til at analysere, argumentere og kommunikere sine tanker og ideer, når de skal tolke forskellige nye oplysninger (OECD, 2006; s. 20). Der er altså tale om en forventning om, at eleverne kan overføre sin viden og kompetencer på andre forhold, situationer og omstændigheder. Således er det ikke kun et spørgsmål om at kunne læse og forstå, men der er tale om et udvidet læsebegreb, hvor læsningen involverer forhold både indenfor og udenfor skolen. Læsning i denne forstand inkluderer kommunikation med familie, jævnaldrende, kollegaer og deltagelse i samfundets ritualer. Man kan sige, at en ting er at lære at læse – noget andet er at læse for at lære. I en verden præget af konstant forandring, er det vigtigt at kunne

tilegne sig ny viden. Hvis dette skal lykkes, så skal vi kunne (af)læse verden omkring os. I den sammenhæng spiller informationsteknologien en revolutionerende rolle, men trods det, så foregår hovedparten af undervisning og uddannelse – og det gælder også undervisning i naturfag – stadigvæk via et tekstmateriale. Faglig læsning, dvs. tilegnelse af viden gennem læsning, er derfor særlig vigtig i udviklingen af elevernes faglige kompetencer. Ikke mindst i nyere undervisningsformer og pædagogiske modeller, hvor det ofte kræves, at eleverne selv skal finde informationer, formulere projekter og være ansvarlige for deres egne læreprocesser (Arnbak, 2004, 2008).

Et afsnit i rammeplanen er helliget innovation og praktisk brug af viden. Her lægges vægt på at innovation og iværksættertanken henviser til, at eleverne aktivt skal deltage i udformningen af deres nærmiljø ved praktisk at gennemføre deres ideer til løsning af samfundsmæssige problemer. Det nævnes også, at naturfag egner sig udmærket til at pege på den praktiske værdi af de kundskaber og kompetencer, som eleverne får gennem undervisningen, og at de har en overførselsværdi til dagligdagen.

I kapitlet under læring og undervisning, så lægges der vægt på særligt at beskrive seks forhold.

- Eleven som konstruktør af viden
- Undervisningsmaterialet
- Arbejdsmetoder og kompetencer
- Udendørsundervisning
- Brodannelse mellem det daglige liv og naturvidenskaben
- Samarbejde med interessenter udenfor skolen

Det gennemgående træk ved alle forhold er, at beskrivelsen tager udgangspunkt i produktiv/aktiv læring. Det pointeres, at eleven ikke er passiv modtager af viden, men derimod aktiv og derfor hele tiden bør konfronteres med at tolke sine egne oplevelser af stof og emne, og på den måde selv være med til at konstruere sit vidensgrundlag. Der lægges vægt på variation i undervisningen, og det forventes, at eleven får et fagligt input, deltager i forskellige forsøg, projektarbejde, gruppearbejde og ikke mindst bliver præsenteret for praktiske opgaver og undersøgelser, hvor eleverne får mulighed for at undersøge forskellige fænomener i naturen.

Når det gælder undervisningsmaterialer, så er tekstbogen stadigvæk dominerende, men med den nye informationsteknologi er informationskilderne blevet mangfoldige. Bogen bliver derfor på lige fod med andre informationskilder snarere et værktøj end en samling af fakta, som „man skal lære udenad“. På den måde kommer undervisningsbogen til at spille en ny og anden rolle. Eleven læser den ikke blot for at lære forskellige ting, men snarere for at læse om noget, som har vakt hans/hendes nysgerrighed.

Arbejdsprocessen i naturfag forventes i rammeplanen at indeholde seks forhold, som læreren bør have med i planlægningen. For det første er der tale om definition og afgrænsning af stoffet. Siden tilrettelægges stof-

fet eller emnet ud fra de spørgsmål, som er opstået i forbindelse med definitionen. Eleverne tænkes så at arbejde med at finde data og materiale vedrørende det valgte emne og arbejder med informationerne på forskellige måder og gerne med hjælp af computer og internettet. Derefter tolkes og evalueres de resultater, eleverne har fundet frem til. Til sidst arbejdes der så med fremstilling og præsentation af de fundne informationer. Således kan man sige, at processen kan opfattes som en task, som består af en række før-aktiviteter, imens-aktiviteter og efter-aktiviteter.

Et helt afsnit er helliget udendørsundervisning. I dette begreb ligger, at eleverne får mulighed for at undersøge forhold, udenfor skolens vægge. I naturfagsundervisningen er det nødvendigt at afholde ekskursioner. Nogle skoler har desuden arbejdet målbevidst på at integrere forskellige fag i et helstøbt koncept, hvor eleverne lærer det nærmeste miljø at kende. Naturfagene indgår som en helt naturlig ting i sådanne undervisningsforløb, for det er næsten umuligt at forestille sig et bedre undervisningsrum i naturfag end naturen selv.

I et langt afsnit gøres der rede for, nødvendigheden af at danne bro mellem det daglige liv og naturvidenskaben. Der gøres en pointe ud af, at det er nødvendigt at danne bro mellem det almindelige sprog og naturfagernes videnskabelige sprog. Der opremses en række emnekategorier, som opfattes som særlig vigtige i forbindelse med naturvidenskaben, fx naturvidenskabens rolle og beskaffenhed, videnskabshistorie, forholdet mellem videnskab, teknik og samfund.

Til sidst opfordres skolerne til at etablere et samarbejde med parter udenfor skolen. Det kan fx være at besøge forskellige naturvidenskabelige museer, forskellige virksomheder eller institutioner og endda at deltage i at indsamle data i forbindelse med forskellige projekter. Ligeledes kan det også være en god ide at besøge turistattraktioner i lokalsamfundet og på den måde have mulighed for at skabe bevidsthed om friluftsliv og diskutere, hvad der ligger i at vise respekt for naturen.

Som det fremgår af ovenstående, så er begreber som innovation og kreativitet direkte inkoopereret i fagbeskrivelsen. Det særligt innovative bliver fremhævet i forbindelse med muligheden for at igangsætte iværksætterundervisning, og udendørsundervisning beskrives som en særlig kreativ undervisningsform. Fagbeskrivelsen kommer ikke direkte ind på talentudvikling. Derimod understreges det konstant, at der bør arbejdes differentieret med faget, og at man ikke kan se bort fra at grundskolen er for alle, hvilket betyder, at undervisningen i naturfag skal ske ud fra alles behov og forudsætninger. Omvendt kan man sige, at fagbeskrivelsen bygger på et social konstruktivistisk grundsyn, hvor den enkelte elev sættes i centrum. Det er ikke kun fagets indhold, der dominerer fagbeskrivelsen, men i lige så høj grad elevens arbejde og aktiviteter. Dermed bliver eleven synliggjort og indgår som en væsentlig faktor i læringsprocessen. Det må naturligvis anses for at være forudsætningen for, at der i det hele taget kan ske en udvikling af talentet. Der er derfor

grundlag for at mene, at der indirekte arbejdes med talentudvikling i fagbeskrivelsen – dvs. en udvikling af de enkelte elevers talenter i forhold til de forskellige emner.

I et bilag til fagbeskrivelsen følger en beskrivelse af, hvilke emner det er muligt at gennemgå indenfor de tre hovedområder i naturfag på de forskellige klassetrin. Her er tale om en forholdsvis ambitiøs emneliste, som umiddelbart ser ud til at være fuldt dækkende. Ideen er dog ikke, at de nævnte emneområder forventes gennemgået, men listen skal snarere opfattes som et idékatalog over mulige emner.

### *3.4.3 Gymnasiet*

Rammeplanen for gymnasiet er fra 1999 og har derfor nogle år på bagen. Hovedformålet med undervisningen i naturfag kan opdeles i to punkter, nemlig 1) at give eleven en særlig viden og forståelse af de enkelte fag, som udgør naturvidenskab og 2) at give eleven et overblik over fagområdet og erfaringer med, hvordan naturvidenskabelig viden fremstilles, udvikles og har en praktisk betydning indenfor alle kulturområder (Menntamálaráðuneytið, 1999 B).

Når det gælder beskrivelsen af undervisningen i naturfag på ungdomstrinnet, så lægges der især vægt på at eleverne lærer at bruge forskellige arbejdsmetoder, at integrere computer og informationsteknologi i undervisningen, samarbejde med parter udenfor skolen og undervisning uden-dørs. Undervisningen skal også tage hensyn til, at ungdomsuddannelserne i dag har en langt bredere karakter end tidligere. De sidste tal fra Reykjavik kommune viser, at ca. 97 % af en skoleårgang fortsætter på en ungdomsuddannelse eller i det modul integrerede gymnasium. På denne form for videregående skole, tilbydes både gymnasiale (boglige) og erhvervsfaglige uddannelser. Det stiller krav om differentiering og ikke mindst variation i undervisningen. Fagligt markeres det i rammeplanen ved, at der tilbydes almene moduler i naturfag, hvor der lægges vægt på at oplyse og formidle praktiske kundskaber, således at eleverne får et indblik i den praktiske værdi af naturvidenskaben og menneskets ansvar i den forbindelse. Ligeledes fokuseres på, at det er vigtigt at eleverne er bevidste om at naturvidenskabelig viden er en forudsætning og konsekvens af udviklingen af ny teknik. Parallelt med de almene fagmoduler udbydes der også specifikke moduler i biologi, fysik, kemi, geologi på forskellige niveauer. En elev, som ønsker at afslutte en studentereksamen på den naturfaglige linje vil typisk afslutte de specifikke moduler, mens elever på en erhvervsfaglig uddannelse eller på nogle af de andre linjer (fx den sproglige linje) vil vælge de almene moduler. Der er dog en del eksempler på elever, som både afslutter en sproglig og en naturfaglig linje. Disse elever, vil så afslutte både matematik, naturfag og sprogfag på højt niveau. Således kan man sige, at på det modulintegrerede gymnasium ligger en mulighed for at nedbryde de traditionelle faglige skel, idet sy-



stemet faktisk tillader, at eleven kan afslutte sin studentereksamen med mere end én specialisering.

I forbindelse med de almene fagmoduler opfordres skolerne så vidt muligt at integrere dem med andre fag. Det skal ske i skolens læreplan, som alle skoler på ungdomstrinnet ifølge loven er pligtige til at udgive. Desuden gives der mulighed for at oprette et tværfagligt valgmodul, som kan bestå af en integration af flere fag, så som økologi, filosofi, økonomi, litteratur, historie og samfundsfag. Dette valgfrie fag har fået betegnelsen „Økologi“. I dette fag kommer der ind på ideologien bag den bæredygtige samfundsudvikling, miljøspørgsmål og sammenhæng mellem den økologiske og økonomiske udvikling både globalt og lokalt.

Således kan man konkluderende sige, at begrebet talentudvikling ikke direkte kan findes i den officielle læreplan, og et tjek i forskellige skolers lokale læreplaner viser, at det heller ikke forefindes der. Derimod kan man sige, at strukturen bag det modulintegrerede gymnasium er forholdsvis fleksibelt, hvilket bl.a. betyder, at den enkelte elevs muligheder for at udvikle sine talenter er større end fx i det traditionelle klasseorienterede gymnasium, hvor eleven typisk følger klassen. Grundprincippet bag det modulintegrerede gymnasium bygger på den enkelte elevs valgmuligheder. Det afspejler sig fx i skemaplanlægningen, som i princippet bygger på den enkelte elevs ønsker. Således kan elever, der går på samme linje på samme tid, få tildelt vidt forskellige skemaer, og det er langt fra sikkert, at de følges ad i de forskellige kurser/fag. En sådan strukturel fleksibilitet giver større mulighed for den enkelte til at udvikle sig i den retning han/hun har de største talenter.

#### *3.4.4 Innovation, kreativitet og talentudvikling i praksis*

Udendørsundervisningen i naturfag er en af de ting, som kan kategoriseres som innovativ og kreativ i både børnehaven og folkeskolen. Udendørsundervisning bygger og fokuserer på at gøre naturfagsundervisningen mere konkret, og at børnene lærer at tilegne sig sociale færdigheder i naturen. Holdningen er, at børn anno 2010 har behov for kontakt med naturen, som modvægt til de mange indendørsaktiviteter, der tilbydes og fristes med fx computerspil, TV m.m. I udendørsundervisningen er der mulighed for at give lidt friere rammer til, at eleverne selv finder på at afprøve ting og aktiviteter. På den måde vækker udendørsundervisningen elevernes nysgerrighed og kan være en igangsætter for elevernes fantasi og kreativitet. I dag er udendørsundervisning en integreret del af skolearbejdet i en del skoler, og enkelte skoler kan anses for at være modelskoler på området. Det bedste er naturligvis, som det fx er tilfældet i Varmárskóli placeret i en forstadskommune til Reykjavik, at skolen finder og indretter et fast område til brug i udendørsundervisningen. På stedet findes forskellige rekvisitter så som bålplads, plads og værktøj til at snitte og hugge i træ osv., som eleverne kan bruge i undervis-

ningsøjemed. I Varmárskóli er der fx også et læskur, hvor eleverne kan søge i læ i tilfælde af dårligt vejr, og hvor de så har mulighed for at skrive i deres logbog eller deltage i andre lignende aktiviteter. Den del af udendørsundervisningen anses for at være essentiel, for en af de vigtigste ting ved udendørsundervisningen er at bevidstgøre eleverne om at de har lært noget, og ikke bare har været ude og „lege“ eller bare „har været på tur“. Udendørsundervisningen skal altså indtænkes som en del af det faglige arbejde og ikke bare være et appendiks til det, der ellers sker i undervisningen.

I Varmárskóli har man eksempelvis integreret udendørsundervisningen i flere end et fag. I skoleåret 2009–2010 lavede man fx udendørsundervisning i dansk og islandsk i 8. klasse. I 3. klasse udplantede man „klassens træer“ og i et aldersintegreret undervisningsforløb i historie byggede man tørvevægge efter ældgamle forskrifter. Også de yngste deltog i udendørsundervisning i forbindelse med trafiklære, og hele skolen deltog i et projekt om affaldssortering (Varmárskóli, 2010).

Af interviews fra 2007 med fem naturfagslærere i grundskolen (Meyvant Þórólfsson, Allyson Macdonald, & Eggert Lárusson, 2007) fremgår det, at de nationale tests, som indtil 2007 hvert år blev afholdt i 10. klasse, ser ud til at have haft en stor „backwash effekt“ på naturfagsundervisningen. Undervisningen har i naturfag i grundskolen på den baggrund i høj grad været underlagt kravet om at „komme igennem alt stoffet“. Kravet om at opnå gode resultater i forbindelse med de nationale test har igennem tiden haft en stor betydning både for skolen, eleverne og forældrene, og har desuden i undervisningen sandsynligvis haft en indflydelse på, hvorvidt der har været en ligelig vægtning mellem og fordeling af de mange forskellige komponenter, som udgør skolearbejdet i sin helhed. Nogle vil mene, at det er gået ud over kreativiteten i arbejdet med naturfag i klasserne i grundskolens overbygning, og har sat lærerne i et dilemma om, hvorvidt de har skullet opfylde de behov eleverne sidder inde med, eller de krav som systemet stiller om gode resultater. Forfatteren af interviewundersøgelsen konkluderer, at det er tydeligt at respondenterne udviser en stor glæde ved deres arbejde, og at de på mange måder deler Strikes og Soltis' (2009) ord om, at etisk tænkning og beslutningstagen ikke altid betyder, at man følger reglerne.

Rammeplanen og fagbeskrivelsen i naturfag på ungdomsuddannelserne fra 1999 betød store ændringer for både lærere og elever i naturfag. Der blev behov for nye prioriteringer og ny teknik og informationsteknologi kom til at spille en vigtig rolle. En af de store udfordringer var bl.a., at skolerne nu selv skulle formulere og udgive deres egne læreplaner. I en artikel fra 2007 med titlen „Et er at skrive en læreplan; noget andet er at aktivere den“ beskrives nogle af de mange problemer, der opstod på et modulintegreret gymnasium i Sydisland forbindelse med gennemførelsen af den ny rammeplan. En af konklusionerne er bl.a., at ved at inddrage informationsteknologien som en aktiv størrelse i undervisningen, så har

det en konsekvens for både elevernes og lærernes syn på læring. Det blev på et tidligt tidspunkt klart, at undervisningen i højere grad måtte bygge på selvstændige opgaveløsninger og informationssøgning (Björg Pétursdóttir & Allyson Macdonald, 2007).

En lignende undersøgelse blev året efter lavet på en af de største skoler på ungdomstrinnet i Reykjavik (Björg Pétursdóttir, Allyson Macdonald, Jónsdóttir, & Guðjónsson, 2008). Af den fremgår det bl.a., at lærerne synes, at der i kølvandet af ændringerne i rammeplanen for naturfag kan mærke, at eleverne er dårligere forberedte i faget end for bare 10–15 år siden. I den forbindelse nævnes, at eleverne generelt virker til at være dårlige forberedte på at tage hurtige tests. Ligeledes nævnes det, at lærerne synes, at de i meget høj grad står og docerer i timerne og praktiserer det man kunne kalde „en tankpasser pædagogik“. På samme skole har man oprettet moduler, hvor der specifikt undervises i innovation og iværksættari, hvor bl.a. naturfag indgår som en integreret del med andre fag.

De to eksempler viser, at skolerne på visse punkter har reageret meget forskelligt på de nye krav og den fagbeskrivelse, som udstikkes i rammeplanen fra 1999. I kølvandet på de nye fagbeskrivelser har nogle skoler bevidst forsøgt at gennemføre mere kreative undervisningsformer, mens der på andre skoler i visse sammenhænge ser ud til at være en tendens til at „se bagud“ og i højere grad at fastholde en mere receptiv undervisningsform.

Selvom begreberne kreativitet og talentudvikling ikke direkte står nævnt i hverken naturfagsbeskrivelsen for grundskolen eller ungdomsuddannelserne, så kan man altså visse steder spore udviklingstræk, som peger på, at kreativitet og udvikling af elevernes talent kan prioriteres. Vender man derimod blikket mod læringsforhold, som ligger udenfor skolens verden, så arbejdes der mere bevidst med kreativitet og ikke mindst talentudvikling indenfor naturfag. Et godt eksempel på dette er hjemmesiden „Ad Astra“, som mod brugerbetaling arrangerer diverse kurser for talentfulde børn og unge i 6.–10. klasse. „Ad Astra“ blev grundlagt i juni 2007, og målsætningen er at lave et undervisningsmiljø for talentfulde børn og unge i grundskolen. Projektet har etableret et samarbejde med det private universitet, Universitetet i Reykjavik, og ca. 30 forskellige grundskoler i hovedstadsområdet.

En anden af de type aktiviteter, som er med til at opmuntre talentudviklingen indenfor naturfag i og udenfor skolen både i et nationalt og internationalt regi, er de årlige olympiader i naturfagene, biologi, kemi og fysik. Konkurrencen er for elever på ungdomsuddannelserne. Det er dog ikke altid at islandske elever deltager i disse arrangementer, da der ikke altid er kvalificerede kandidater, men hvert år er der flere elever, som forsøger at blive deltagere i konkurrencen.

### 3.5 Diskussion

Kreativitet og talentudvikling indgår ikke som synlige komponenter i de islandske læreplaner og styringsdokumenter. Derimod har der i de sidste godt 10 år i skolesammenhæng været arbejdet på at modernisere naturfagene og gøre naturfagsundervisningen mere aktiverende og motiverende for eleverne. Ikke mindst i grundskolen, hvor læreplaner og fagbeskrivelserne eksplicit læner sig op af et socialkonstruktivistisk idegrundlag. Dette idegrundlag bliver tydeliggjort i fagbeskrivelsen fra 2007 og kan siges at være en faglig reaktion på at dæmme op for den forholdsvis lille og svindende interesse for naturvidenskab og teknik blandt eleverne i grundskolen. Internationale undersøgelser peger på, at eleverne nok ikke er uinteresserede i naturfagene, og i PISA 2006 peges der på, at der er en generelt stigende interesse for naturfagene, og at de i løbet af de sidste ti år er blevet mere populære blandt eleverne. Derfor ser det ud til at det snarere er den naturvidenskab, som eleverne bliver præsenteret for i skolen, som de har svært ved at se meningen med (Sjøberg & Schreiner, 2008).

Siden årtusindeskiftet har der været en del nye udviklingsforsøg indenfor det naturfaglige område i skolen. Det undervisningskoncept, som har slået bedst igennem, er udendørsundervisningen. Gennem udendørsundervisningen lærer eleverne i højere grad at forstå sammenhæng mellem teori og praksis i forbindelse med naturfagene. Også den mere målbevidste brug af informationsteknologi og computere har været med til at gøre eleverne mere motiverede for undervisningen i naturfagene.

Den generelle udvikling på skoleområdet har i de sidste 5–10 år gået i retning af en mere differentieret undervisning, og man kan opfatte differentieringen som et konkret forsøg på at skabe en innovativ pædagogik. Denne form for pædagogik er også synlig i fagbeskrivelsen af naturfag, men når man kigger på de konkrete tiltag i skolerne og ser på, hvad der sker i skolestuen, så synes der generelt endnu at være lang vej fra ordene i læreplanerne til praksis i skolestuen.

I skolesammenhæng findes næsten ingen tilbud på talentaktiviteter på det naturfaglige område. I enkelte skoler på ungdomstrinnet trænes nogle få elever op til enten at deltage i naturfagenes olympiader eller til at deltage i et populært quizprogram, hvor skoleelever dystet om at svare korrekt på diverse faktaspørgsmål. Udenfor skolen, men i samarbejde med diverse skoler, findes derimod fora, hvor der udbydes tilbud på at deltage talentaktiviteter på det naturfaglige område.

Der findes kun meget få efteruddannelseskurser for naturfagslærere på de forskellige skoleniveauer. Mange af disse er enten af almen pædagogisk karakter eller specifik faglige. Der ser ud til helt at mangle efteruddannelses tilbud, som specifikt omhandler kreativitet og talentudvikling i naturfagsundervisningen.

En af grundene til at kreativitet og talentudvikling ikke direkte er synlige komponenter i styringsdokumenterne ligger måske i, at man fra både faglig og myndighedernes side endnu ikke præcist har formuleret og defineret, hvad formålet er med talentudviklingen i skolesammenhæng. Er det meningen at skabe supertalenter på det naturvidenskabelige område, eller hænger begrebet talentudvikling snarere sammen med en bredere forståelse, som går ud på at alle elever, skal have mulighed for at udvikle deres talenter på området?

Udviklingen de seneste år peger på, at man i hvert fald på grundskoleniveau arbejder ud fra sidstnævnte. De analyserede dokumenter udtrykker radikale didaktiske ændringer, som på længere sigt kan få betydning for, at man i højere grad arbejder produktivt og aktivt med naturfagene, hvilket må anses for at have en motiverende og tilskyndende effekt på alle elever.

### 3.6 Forslag til aktiviteter

Innovation, kreativitet og talentudvikling indenfor naturfag og teknik må anses for at være af særlig betydning for Island, specielt i den økonomiske situation, som landet i dag befinder sig i. Det medgives bl.a. også i den rapport, der blev udarbejdet af en udenlandsk taskforce gruppe, som den islandske undervisnings- og kulturministeren nedsatte til bl.a. at kulegrave uddannelsessystemets innovative kvaliteter (Taxell, Yelland, Gillespie, Linna, & Verbeek, 2009). Gruppen foreslår bl.a. , at innovation og kreativitet bør være strategiske prioriteter i den nuværende økonomiske situation.

Det er af stor vigtighed, at unge mennesker bliver motiverede til at udvikle sine talenter på det naturfaglige område. Derfor er det vigtigt, at skolerne arbejder videre på at gøre undervisningen i naturfag mere aktiverende og motiverende. Men for at dette kan ske mere effektivt, så bør der oprettes flere muligheder for efteruddannelse på området. En sådan efteruddannelse bør ske i et tæt samarbejde med den pædagogiske universitetsskole.

I et samarbejde mellem grundskolerne og de modulintegrerede gymnasier arbejdes der på at udligne overgangen mellem de forskellige skoleniveauer. Det sker bl.a. ved, at eleverne kan tage enkelte moduler på de gymnasiale uddannelser inden de har endelig afsluttet deres grundskoleeksamen. Dette arbejde må ses som en bevidst støtte til talentudviklingen blandt de unge, og de foreslås at man også i fremtiden arbejder bevidst og målrettet på, at elever, der har udvist særlige talenter i fx naturfag i grundskolen, gives mulighed for at tage enkelte moduler på ungdomsuddannelserne mens vedkommende afslutter sin grundskoleeksamen. Det kræver et større samarbejde mellem de to skoleniveauer. Det samme gælder i forhold til elever, der har udvist særlige talenter i gymnasiet. Han/hun bør have mulighed for at starte sin uddannelse på det næste sko-

letrin (universitetet) tidligere end andre og uden krav om, at han/hun har afsluttet sin studentereksamen. En sådan fleksibilitet i uddannelsessystemet vil uden tvivl have en stor betydning for talentudviklingen.

Under den økonomiske krise er der en stor chance for, at de initiativer, der udelukkende etableres på et privat grundlag, dør hen. Det gælder fx projektet „Ad Astra“, som i dag udelukkende er afhængig af brugerbetaling, da næsten al anden økonomisk støtte er bortfaldet. Men det er vigtigt, at børn og unge også har mulighed for at udvikle deres talent på det naturfaglige område udenfor skolen.

Udover kursusaktiviteter for børn og unge, så bør der også være et fagligt samlingssted, hvor de på forskellige måder kan udvikle deres talenter. Det har nu i en del år været på tale at etablere et naturvidenskabeligt videncenter under ledelse af Islands Universitet. Et sådant center bør have flere funktioner. For det første skulle det være et forum, hvor naturfagslærerne kan blive efteruddannet og hente faglig inspiration til deres undervisning. En anden vigtig funktion er kontakten til elever og det almindelige publikum. Et sådant center kunne være et godt sted at arbejde med generelt at udbrede kendskabet til naturfagene i befolkningen. Det ville ikke udelukke muligheden for at arbejde med elevernes talentudvikling på området, hvilket også bør være en af hovedfunktionerne. Endvidere bør der være tilknyttet en række forskningsaktiviteter, som både retter sig mod specifikt faglige forhold og fagets didaktik.

### 3.7 Konklusion og opsummering

I løbet af 1990'erne og frem i det nye årtusinde så det ud til, at islandske skoleelever havde en begrænset interesse i det naturfaglige område, og at jo længere eleverne kom i skoleforløbet, jo mindre blev deres interesse for naturfag og teknik. Dette er en udvikling, som genkendes fra internationale sammenhænge, men efter PISA 2006 ser det ud til at flere og flere elever generelt synes at det både er interessant og sjovt at arbejde med det naturvidenskabelige område. Noget tyder dog på, at den naturvidenskab, som eleverne bliver præsenteret for i skolen, ikke altid svarer overens med elevernes forventninger, og de kan have svært ved at se meningen med undervisningen i naturfag.

I det sidste årti har myndigheder, forskere og lærere arbejdet på at gøre naturfagsundervisningen mere motiverende for eleverne. I styringsdokumenterne afspejles det ved, at fagbeskrivelserne fx for grundskolen bygger på et (social-)konstruktivistisk idegrundlag. Den didaktiske beskrivelse af naturfagene tager udgangspunkt i produktiv/aktiv læring. Det pointeres, at eleven ikke er passiv modtager af viden, men derimod aktiv og derfor hele tiden bør konfronteres med at tolke sine egne oplevelser af stof og emne, og på den måde selv være med til at konstruere sit vidensgrundlag. Der lægges vægt på variation i undervisningen og det forventes

at eleven får et fagligt input, deltager i forskellige forsøg, projektarbejde, gruppearbejde og ikke mindst bliver præsenteret for praktiske opgaver og undersøgelser, hvor eleverne får mulighed for at undersøge forskellige fænomener i naturen.

En af måderne skolerne i Island forsøger at opfylde rammeplanens og fagbeskrivelsens krav er ved hjælp af udendørsundervisning. Det er en undervisningsform, som bygger og fokuserer på at gøre naturfagsundervisningen mere konkret og hvor børnene lærer at tilegne sig sociale færdigheder i naturen. Holdningen er, at børn anno 2010 har behov for kontakt med naturen, som modvægt til de mange indendørsaktiviteter, der tilbydes og fristes med fx computerspil, TV m.m. I udendørsundervisningen er der mulighed for at give lidt friere rammer til at eleverne selv finder på at afprøve ting og aktiviteter. På den måde vækker udendørsundervisningen elevernes nysgerrighed og kan være en igangsætter for elevernes fantasi og kreativitet.

I ungdomsuddannelserne arbejdes der også på nogle skoler målbevidst med en aktiverende didaktik, hvor tværfaglighed og integration af naturfag i forskellige andre faglige sammenhænge prioriteres.

Udenfor skolesystemet er der kun få muligheder for at børn og unge kan deltage i talentaktiviteter, og de aktiviteter der findes, er alle placeret i hovedstadsområdet. Det ville være ønskværdigt, hvis man i fremtiden kunne samle disse aktiviteter i et naturvidenskabeligt videncenter for lærere, elever og befolkningen i helhed, gerne under ledelse af det naturfaglige fakultet ved Islands Universitet. På den måde vil man i højere grad kunne sikre, at viden, kundskab og innovative didaktiske tiltag kunne spredes til lærerne og eleverne over hele landet.

Man kan konkluderende sige, at selvom kreativitet og talentudvikling ikke direkte står nævnt i styringsdokumenterne, så er man i skolesystemet sig yderst bevidst om vigtigheden af at skabe nye rammer for undervisningen i naturfag. I mange skoler arbejdes kreativt med naturfag, men det er derimod lidt uklart, hvordan man konkret forholder sig til begrebet talentudvikling i naturfag i skolen. Der er ikke noget, der peger på, at man har opstillet nogle konkrete formål for talentaktiviteter i skolen. Hvordan udviklingen af talentaktiviteter i naturfag i fremtiden vil ske, afhænger i høj grad af, hvilke(t) formål man har med talentudviklingen.

## Referencer

- Andersen, B., Grønbeck, C., Lindegaard, H., & Mortensen, B. H. (2007). *Talentudvikling i praksis*. København: DJØF Forlag.
- Anderson, B. (1990). Pupils' Conceptions of Matter and its Transformations *Studies in Science Education*, 18(1), 53–85.
- Arnbak, E. (2004). *Faglig læsning – fra læseproces til læreproces*. København: Gyldendal.
- Arnbak, E. (2008). Faglig læsning – i alle fag. *Reflex*(1), 4–6.
- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science : a guide to recent research and its applications*. London: Continuum.

- Björg Pétursdóttir, & Allyson Macdonald. (2007). „Eitt er að semja námskrá; annað að hrinda henni í framkvæmd“ – Um glímu náttúrufræðikennara við Fjölbautaskóla Suðurlands við að þróa nýja náttúrufræðiafanga. *Netla*.
- Björg Pétursdóttir, Allyson Macdonald, Jónsdóttir, S. R., & Guðjónsson, H. ó. (2008). *Náttúrufræðimenntun vor 2007. Skýrsla um framhaldsskóla – Fjölbautaskólinn í Breiðholti*. Reykjavík: Háskóli Íslands – Menntavísindasvið.
- Driver, R. (1994). *Making sense of secondary science : research into children's ideas*. London New York: Routledge.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-Action: Some Theoretical and Empirical Issues in the Study of Students' Conceptual Frameworks in Science *Studies in Science Education*, 10(1), 37–60.
- Gyldendal. (2010). Den store Danske. Retrieved 01.09., 2010, from [http://www.denstoredanske.dk/Krop,\\_psyke\\_og\\_sundhed/Psykologi/Psykologiske\\_termer/kreativitet?highlight=kreativitet](http://www.denstoredanske.dk/Krop,_psyke_og_sundhed/Psykologi/Psykologiske_termer/kreativitet?highlight=kreativitet)
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. A. (1988). An appropriate conception of teaching science: A view from studies of science learning. *Science Education*, 72(5), 597–614.
- Hodson, D., & Hodson, J. (1998). From constructivism to social constructivism: a Vygotskian perspective on teaching and learning. *School Science Review*, 79(289), 33–41.
- Holzman, L. (2009). *Vygotsky at work and play*. London: Routledge.
- Howe, A. C. (1996). Developments of science concepts within a Vygotskian framework. *Science Education*, 80(1), 35–51.
- Lollike, L. (2005). *Talenttanker redaktion: Mads Egeskov Sørensen, Jørgen Jepsen, Johan Strøm Lagrelius foto: Rune Johansen*. Kbh.: Personalestyrelsen.
- Menntamálaráðuneytið. (1999 B). *Aðalnámskrá framhaldsskóla – Náttúrufræði*. Retrieved 02.05.2010. from <http://bella.mrn.stjr.is/utgafur/AFnatturufrædi.pdf>.
- Menntamálaráðuneytið. (1999 C). *Aðalnámskrá fyrir leikskóla*.
- Menntamálaráðuneytið. (2007 F). *Aðalnámskrá – Náttúrufræði og umhverfismennt*. Retrieved 25.04.2009. from [http://bella.mrn.stjr.is/utgafur/adalnamskra\\_grsk\\_natturufrædi-umhverfismennt.pdf](http://bella.mrn.stjr.is/utgafur/adalnamskra_grsk_natturufrædi-umhverfismennt.pdf).
- Menntamálaráðuneytið. (2008). *Uddanelse, kreativitet og entrepreneurskab i globaliseringens tid*. København: Nordisk Ministerråd.
- Menntamálaráðuneytið. (2009 A). *Stefna í menntun, vísindum og nýsköpun*. Reykjavík.
- Meyvant Þórolfsson, Allyson Macdonald, & Eggert Lárusson. (2007). Sýn fimm grunnskólakennara á nám og kennslu í náttúruvísindum *Tímarit um menntarannsóknir*, 4, 83–99.
- OECD. (2006). *PISA 2006 – science competencies for tomorrow's world, vol.1* Paris: Program for International Student Assessment.
- Osborne, J. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implication. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
- Personalestyrelsen. (2008). *Talentudvikling – Hvordan griber vi det an i praksis?* København: Personalebestyrelsen.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2008). Young People, Science and Technology. Attitudes, values, interests and Possible Recruitment. *Journal*. Retrieved from <http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/norway/eng/nor-sjoberg-ert2008.pdf>
- Strike, K. A., & Soltis, J. F. (2009). *The ethics of teaching* (5th ed.). New York: Teachers College Press.
- Taxell, C., Yelland, R., Gillespie, I., Linna, M., & Verbeek, A. (2009). *Education, research and Innovation Policy – a new direction for Iceland*. Reykjavík.
- Varmáskóli. (2010). 7. KÁ í útínámi í útikennslustofunni. Retrieved 13.08.2010, 2010, from [http://www.varmarskoli.is/7ka\\_utinamnov09.html](http://www.varmarskoli.is/7ka_utinamnov09.html)



# 4. Naturvitenskapelig talent og kreativitet – hva gjøres i Norge?

*Espen O. Henriksen, Høgskolen i Bodø*

## *Sammendrag*

I Norge drives det ikke organisert utvikling av spesielle talenter innen naturvitenskap. Det arrangeres imidlertid en rekke forskjellige konkurranser som til en viss grad stimulerer og engasjerer ungdom med naturvitenskapelige talenter. Utvidet satsning på talentutvikling ved å bruke ekstra ressurser på de aller mest talentfulle kan være vanskelig å gjennomføre i Norge fordi det strider i mot utbredte holdninger knyttet til det norske likhetsidealet. Kreativitet og innovasjon står ikke eksplisitt i fokus for naturfagopplæringas styringsdokumenter, men de nye læreplanene i Kunnskapsløftet inneholder elementer som åpner for økt vektlegging av naturvitenskapens kreative og innovative sider. Det burde vært undersøkt i hvilken grad dette potensialet faktisk utnyttes i skolen.

## 4.1 Innledning

Denne rapporten presenterer en kartlegging av satsning på talentutvikling og kreativitet innenfor naturvitenskap i norsk grunnsopplæring. Sammen med tilsvarende kartlegginger fra de øvrige nordiske land supplerer denne undersøkelsen en større nordisk undersøkelse om integrasjon av kreativitet, innovasjon og entreprenørskap i de nordiske utdanningssystem. Studiene utføres på oppdrag fra Nordisk ministerråd.

Talent, talentutvikling, kreativitet og innovasjon er begrep som kan oppfattes på forskjellige måter. For å kunne sette opp forskningsspørsmål om hvordan disse størrelsene er ivaretatt i den naturvitenskapelige grunnsopplæringa er det innledningsvis nødvendig å avgrense begrepenes mening i vår sammenheng.

## 4.2 Begrepsavgrensninger og forskningsspørsmål

### 4.2.1 Begrepsavgrensninger

#### *Talent og talentutvikling*

I følge Bokmålsordboka (ILN, 2009) brukes ordet «talent» på norsk både for å betegne det en person har av «medfødt begavelse av intellektuell el. kunstnerisk art, anlegg, evne», og som synonym for «person med talent». «Talent» er åpenbart et relativt begrep, det er noe man kan ha mer eller mindre av. Her skal vi avgrense oss til det man kanskje kan kalle «spesielle talenter», altså at vi bruker begrepet «talent» i betydningen av at begavelsen, anlegget eller evnen er sjeldent godt utviklet. Bokmålsordboka bruker ordet «medfødt», men her finner vi det ikke hensiktsmessig å ta stilling til forholdet mellom arv og oppvekstmiljø, altså i hvilken grad medfødte egenskaper er avgjørende for talentet (jf. uttrykket «født med ski på beina»). Hovedsaken er at det kommer til syne i form av enkeltelever med uvanlige evner og ferdigheter.

Hvis vi skulle ha tolket «talent» i vid betydning, altså som synonymt med anlegg/evne som alle i større eller mindre grad har, så ville «talentutvikling» bli synonymt med hele virksomheten innenfor utdanningssystemet. I den norske «Læringsplakaten» heter det for eksempel at alle skal ha «like muligheter til å utvikle sine evner og talenter» (Utdanningsdirektoratet, 2006a:2). I denne studien har vi imidlertid ikke mulighet til å gi en helhetlig vurdering av opplæringstilbudet i naturvitenskap, altså i hvilken grad alle får utviklet sine talenter. Vi skal derimot avgrense oss til spørsmål som har å gjøre med hvordan vi i det norske utdanningssystemet ivaretar utviklingen av *spesielle* naturvitenskapelige talenter.

#### *Kreativitet, kreativ og innovasjon*

Kreativitet omtales i Bokmålsordboka som «skapende evne, idérikdom» (INL, 2009). Hvis man slår opp på «kreativ» brukes også forklaringen «(ny)skapende», det antydes altså at for å omtales som kreativ så må man kanskje ikke bare skape, man bør også skape noe nytt. Kreativitet nevnes dessuten ofte (blant annet i mandatet for denne utredning) i sammenheng med innovasjon, som også viser til noe nytt, en «forandring (til det bedre)» (INL, 2009).

#### *Begrepe naturvitenskap og naturfag*

Som drøftet av Sjøberg (2009) kan det være problematisk å gi en kort og enkel definisjon av «naturvitenskap». Her tar vi med at naturvitenskap er et samlenavn på flere store fagfelt, som for eksempel fysikk, kjemi og biologi, og at naturvitenskapen i sin alminnelighet prøver å beskrive og forklare hvordan naturens fenomener, stoffer og organismer fungerer. Moderne naturvitenskap er tett knyttet og assosiert til moderne teknologi, men i utgangspunktet er vitenskap og teknologi to prinsipielt forskjellige

begreper (Sjøberg, 2009). I vitenskap er det først og fremst et mål å forstå hva som skjer, mens teknologi mer dreier seg om hvordan man kan løse et problem.

Det norske ordet «naturfag» er navnet på det faget i grunnopplæringa som har som formål å gi elevene kunnskaper om og i naturvitenskap, nærmere bestemt naturvitenskapens begreper og teorier, naturvitenskapens arbeidsmåter, og naturvitenskap som del av samfunnet.

#### 4.2.2 Forskningsspørsmål

Studiets overordnede spørsmål er i hvilken grad og på hvilke måter det arbeides med talentutvikling og kreativitet i naturvitenskap i norsk grunnopplæring. Vi har satt opp en rekke spørsmål som kan bidra til å kaste lys over den overordnede problemstillingen:

- Hvordan brukes begrepet «naturvitenskapelig talent» i Norge?
- Finnes det bestemmelser i læreplaner eller andre styringsdokumenter om spesielle tilbud til talenter?
- Hvilke tilbud av talentaktiviteter finnes, på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå?
- Hvilke typer aktiviteter, hvor mange får tilbud, og til hvilke skolenivå (barneskole, ungdomsskole, videregående skole)?
- Hva er de mest utbredte holdninger i forhold til det å gi spesielle tilbud til spesielle talenter?
- Hvilke etterutdanningstilbud for lærere finnes i forhold til arbeid med talenter?
- Hvordan inngår begreper som innovasjon og kreativitet i naturfagsundervisningens styringsdokumenter (læreplaner m.m.)?
- Hvilke etterutdanningstilbud finnes om kreativitet og innovasjon i naturfag?

### 4.3 Forskningsdesign og metode

Studien er i hovedsak en dokumentstudie basert på analyse av styringsdokumenter, offentlige utredninger og strategier, annen relevant faglitteratur og søk i søkemotoren Google. Informasjon om etter- og videreutdanningstilbud for lærere hentet fra nettsidene til de viktigste studiesteder med allmennlærerutdanning i Norge (Høgskolene i Bergen, Bodø, Buskerud, Finnmark, Hedmark, Nesna, Nord-Trøndelag, Oslo, Sogn og Fjordane, Stord, Sør-Trøndelag, Telemark, Vestfold og Volda, samt universitetene i Agder, Stavanger og Tromsø ).

### 4.3.1 Læreplaner i grunnopplæringa

I Norge tilbys naturvitenskap i grunnopplæringa først og fremst gjennom det gjennomgående fellesfaget naturfag. Dette faget tilbys gjennom grunnskolenes ti år, og i første år av videregående skole. I tillegg tilbys det fem valgbare naturvitenskapelige fordypningsfag i de to siste årene av studiespesialiserende utdanningsprogram i videregående skole (biologi, fysikk, geofag, kjemi og «teknologi og forskningslære»). Oppdatert oversikt over fag som tilbys og gjeldende læreplaner er publisert på nettsidene til Utdanningsdirektoratet (udatert a). Disse læreplanene ble i hovedsak innført i perioden 2006–2008, som del av opplæringsreformen Kunnskapsløftet (Isnes, 2005; KD, udatert). Etter reformen er det i prinsippet åpent for løpende justeringer av læreplanene (Utdanningsdirektoratet, 2009), men innholdet i de naturvitenskapelige fagene er til nå (2010) ikke endret (Utdanningsdirektoratet, udatert b).

I tillegg til læreplanene i de naturvitenskapelige fagene så må det tas med at opplæringen i alle fag er forpliktet til bidra til målene i den generelle delen av læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2005; KD, udatert), og at undervisninga er underlagt «Prinsipp for opplæringa i Kunnskapsløftet» (Utdanningsdirektoratet, 2006).

### 4.3.2 Strategiplaner for realfagssatsning

Siden 2002 har skiftende norske regjeringer med jevne mellomrom lagt fram nye strategiplaner for styrking av realfagene (UFD, 2005; KD, 2006a, 2010). Disse planene har i hovedsak vært begrunnet ut fra arbeidslivets behov for å rekruttere medarbeidere med riktig og tilstrekkelig kompetanse. Strategiplanene viser til hvordan næringsliv og framtidig velferd forutsetter at landet har tilstrekkelig tilgang på arbeidskraft med kompetanse innenfor teknologi og naturvitenskap. Realfaglig kompetanse sees dessuten som en forutsetning for reelt fungerende demokrati. I hele perioden har man også kunnet bruke norske elevers nokså middelmådige realfaglige prestasjoner i internasjonale undersøkelser som et argument for å styrke realfagene i norsk grunnopplæring.

## 4.4 Resultater

### 4.4.1 Begrepet naturvitenskapelig talent

Søk i norskspråklige sider i søkemotoren Google ([www.google.no](http://www.google.no)) ga per 5.3.2010 kun 1 treff på begrepet «naturvitenskapelig talent» (og ingen treff på «naturvitenskapstalent», «naturvitenskaptalent» el. «naturfagstalent»). Vi kan dermed slå fast at disse begrepene ikke kan være vanlige begrep i norsk utdanningsdiskurs. Hvis vi går inn på mer spesifikke fagretninger så finner vi at «Fysikktalent» gir tre treff, «kjemitalent» gir

seks treff (hvorav de fleste henviser til samme sak på nysgjerrigper.no), mens «biologitalent» ikke gir søketreff overhodet. Til sammenligning gir «matematikkentalent» og «mattentalent» til sammen over 100 treff, mens «musikkentalent» (som foreslås av Google hvis man søker på fysikkentalent!) gir ca. 6290 treff.

#### 4.4.2 Styringsdokumenter – hvilke føringer legges om tilbud til talenter?

I strategiplanene for realfag (UFD, 2005; KD, 2006a, 2010) beskrives i stor grad overordnede tiltak for å styrke kvaliteten på den realfaglige opplæringa og rekruttering til realfaglige studier. Planene går ikke inn på tiltak for å ivareta og utvikle spesielt talentfulle enkeltelever. Begrepet «talent» er ikke brukt i noen av strategiplanene.

I den generelle læreplanen er «talent» er kun nevnt i kapittelet om det skapende menneske, i forbindelse med det å få «teft for eget talent» (Utdanningsdirektoratet, 2005: 6).

I «Prinsipp for opplæringa i Kunnskapsløftet» (Utdanningsdirektoratet, 2006a) heter det i «Læringsplakatens» første punkt at skolen og lærebedriften skal «gi alle elever og lærlinger/lærekandidater like muligheter til å utvikle sine evner og talenter individuelt og i samarbeid med andre» (s. 2). Dette må kunne tolkes som at også elever med talent for naturvitenskap skal ha mulighet til å utvikle dette talentet. I fortsettelsen av «Prinsipp for opplæringa» fokuseres det først på «talenter» i den betydning at vi alle har våre talenter i forskjellige retninger. Dette ser man under «Motivasjon for læring og læringsstrategier» (s. 3), der det skrives om «... positiv og realistisk oppfatning av egne talenter og muligheter». Under «Elevmedvirkning» (s. 4) nevnes «... egne evner og talenter». I kontrast til dette finner vi under «Tilpasset opplæring og likeverdige muligheter» en henvisning til «særlige evner og talenter» (Utdanningsdirektoratet, 2006a: 4):

Alle elever skal i arbeidet med fagene få møte utfordringer de kan strekke seg mot, og som de kan mestre på egen hånd eller sammen med andre. Det gjelder også elever med særlige vansker eller særlige evner og talenter på ulike områder. Når elever arbeider sammen med voksne og med hverandre, kan mangfoldet av evner og talenter bidra til å styrke både fellesskapets og den enkeltes læring og utvikling. I opplæringen skal mangfoldet i elevenes bakgrunn, forutsetninger, interesser og talenter møtes med et mangfold av utfordringer.

Videreutvikling av talent nevnes også under «Samarbeid med lokalsamfunnet» (s. 6): «Samarbeidet mellom skolen, kulturskolen, lokale lag, foreninger og andre i lokalsamfunnet gir barn og unge muligheter til å videreutvikle sine evner og talenter gjennom aktiv deltakelse i et mangfold av sosiale og kulturelle aktiviteter.» Imidlertid er det ut fra sammenhengen kanskje mest nærliggende å tro at man her i første rekke tenker på utvikling av sportslige og/eller kunstneriske talenter.

I læreplanen for grunnskolefaget «Utdanningsvalg» åpnes det for at grunnskoleelever kan ta et fag fra førsteår på videregående skole mens de ennå går i ungdomsskolen. I følge en rapport fra 2009 er denne ordningen bare delvis implementert. I noen få undersøkte case nevnes det at tilbudet gjelder fagene engelsk og matematikk (Borgen og Lødding, 2009). Det bør undersøkes om denne ordningen er blitt tatt i bruk for naturfag.

#### 4.4.3 *Talentaktiviteter*

Med vårt fokus på hva som gjøres for å ivareta spesielle talenter så kan det være naturlig å tenke på talentaktiviteter som spesielle tilbud forbeholdt spesielle talenter. Likevel velger vi også å ta i betraktning tilbud som er basert på interesse, og tilbud som favner bredere. For det første kan generelle tilbud være særlig attraktive og interessante for elever med spesielle talenter. For det andre kan slike generelle tilbud være lagt opp på en måte som bidrar til at talent oppdages, både ved at eleven blir bevisst sitt eget talent, og at talentet kan bli synlig for omgivelsene.

Tabell 1 viser en oversikt over naturvitenskapelige talentaktiviteter Norge, hovedsaklig på nasjonalt nivå. Generelt ser man at tilbudene er preget av ulike konkurranser. Noen av konkurransene appellerer til elever/ungdommer med spesiell faglig fordypning, mens andre tilbud har en bredere målgruppe.

#### *Spesielle tilbud til spesielle talenter – fagolympiadene*

I kjemi og fysikk arrangeres hvert år såkalte «olympiader», i regi av Norsk Kjemisk selskap og Norsk Fysikklærerforening (Angell, 2009; Uio, udatert a, udatert b). Olympiadene er kunnskapskonkurranser der elever med fordypning i kjemi eller fysikk kan kvalifisere seg til finalekurs på Universitetet i Oslo. For deltakerne i kvalifiseringsrundene (ca 6–800 i hvert fag) består konkurransen i første runde i å besvare en prøve på egen skole. Deretter får de beste 10–20 % av deltakerne delta i en 2. kvalifiseringsrunde, der det tas ut 15–20 finalister fra hvert fag. Disse finalistene, som vel må kunne defineres som spesielle talenter, får så tilbud om en ukes kurs ved henholdsvis kjemisk og fysisk institutt ved Universitetet i Oslo. De 4–5 beste i de nasjonale finalene går videre til en internasjonal finale.

For noen år tilbake ble det gjort en undersøkelse om fag- og yrkesvalg blant finalister fra perioden 1982 til 2000 (Guttersrud og Angell, 2002). Her vil vi trekke fram noen synspunkter fra finalistene i forhold til olympiadenes betydning:

Flere nevnte at de kunne ønsket seg liknende konkurranser i lavere alderstrinn, slik at de gjennom dette ble oppmerksomme på denne type konkurranser på et langt tidligere tidspunkt. Svært mange savnet mer «blest» om konkurransene, og at de som deltakere i større grad burde bli fremhevet og premiært, noe de hevdet finalisdeltakere fra andre land ble. Både universitetene og næringslivet burde vise større interesse for de «flike» finalistene. (Guttersrud og Angell, 2002:20).

Det var også mange finalister som følte seg underlegne i forhold til nivået i de internasjonale finalene. I sammenheng med sitatet over så kan det kanskje virke som om våre norske talenter følte at vi i Norge satser mindre på våre talenter enn det man gjør i andre land.

Det finnes også en internasjonal biologiolympiade (IBO, 2010), men Norge deltar ikke.

#### *Spesielle tilbud – tilfellet Sunnland skole*

Trondheim kommune og skolelaboratoriet ved Norges teknisk naturvitenskapelige universitet (NTNU) har i perioden 2005–2009 gjennomført et prosjekt for «elever som trenger flere faglige utfordringer enn jevn-gamle medelever i realfag». Det er foreløpig ikke publisert noen sluttrapport for prosjektet, men Mathiesen m. fl. (2006) formidler noen foreløpige erfaringer i prosjektets første delrapport. De deltagende elevene har vært fornøyde med ordningen, men prosjektet har også møtt en del utfordringer, og da spesielt i forhold til utvalg av elever og holdninger i omgivelsene. Av forskjellige årsaker lot det seg ikke gjøre å velge ut elever ut fra nasjonale prøver og meldinger fra avgivende barneskoler. Tanken var at tilbudet skulle være rettet mot noen svært få elever med spesielle behov (ca. 6 av 135). Imidlertid måtte planene justeres: «Tilpasset opplæring for slike elever har ikke tradisjon i Norge og både foresatte, rektorer og lærerkollegiet stilte spørsmål ved ressursbruken på en så liten og sterk gruppe». Etter «demokratiske prosesser ved skolen» endte det med at *alle* foresatte til elever på 8. trinn fikk anledning til å melde sin interesse (35 meldte seg). I rapporten omtales utvelgelsen av 15 elever (hvorav tre takket nei) som en svært tidkrevende prosess, og at holdninger på alle nivå var en stor utfordring. Elevene har måttet tåle ubehaglige kommentarer både fra andre elever og i enkelte tilfeller fra lærere. I forhold til naturvitenskap var det også et problem at skolen i det første prosjektåret ikke klarte å organisere undervisningen på en slik måte at naturfag kunne være en del av prosjektet (men matematikken ble så langt som mulig satt inn i en naturfaglig kontekst).

#### *Spesielle tilbud – planer om toppgymnas*

NRK Rogaland (2010a) melder i august 2010 at det på to videregående skoler i Stavanger og Haugesund skal opprettes egne linjer for elever som er dyktige i matematikk og fysikk. Rektor ved St. Olav videregående skole i Stavanger sier til NRK at man ser for seg en egen linje med element av selvstendig forskningsarbeid. Administrasjonen ved de to skole- ne opplyser per telefon at dette tilbudet er på planleggingsstadiet, og at det altså ikke er startet opp per høst 2010.

En arbeidsgruppe nedsatt av Kunnskapsdepartementet leverte i juni 2010 et «idédokument» om fremtidens matematikkfag. En av arbeidsgruppens anbefalinger er at departementet bør «legge til rette for etablering av minst 5 realfaggymnas rundt i landet, slik at elever med spesiell

interesse og talent for realfag/teknologi kan få utvikle seg videre» (Botten-Verboven m.fl., 2010).

#### *Allment tilgjengelige talentfremmende tilbud på nasjonalt nivå*

Her omtales kort noen tilbud som kan være med på å bevisstgjøre, fremme og synliggjøre talenter, men som ikke er forbeholdt spesielt talentfulle elever.

Hvert år deltar ca. 2000 barneskoleelever i forskerkonkurransen «Årets nysgjerriger» (Jakobsen, 2009; Forskningsrådet, udatert). Konkurransen er åpen for all mulige forskningsprosjekter, ikke bare naturvitenskap. Ofte er det hele skoleklasser som samarbeider om å utvikle og undersøke en felles problemstilling. Det deles ut premier i flere kategorier, og prisvinnerne får ofte mye oppmerksomhet i media, ikke minst fordi det ofte er svært originale problemstillinger som undersøkes (eks. hvorfor pannekaker blir forskjellig på over- og underside). Åpenbart har lærer en viktig rolle i gjennomføring av prosjektene, og det er da også egen premiering av vinnernes lærere.

Litt eldre elever (12–21 år) kan delta i konkurransen «Unge forskere», i regi av Forskningsrådet (2009; Jakobsen, 2009). I konkurransen kan elevene vinne pengepremier og kvalifisere seg til diverse internasjonale forskerkonkurranser. Deltagerne er fordelt på klassene *Naturvitenskap og teknologi*, *Humanistiske fag* og *Klassen for ungdomsskolen*. Tittelen på vinnerprosjektet fra 2009 kan illustrere at denne konkurransen får inn rimelig avanserte bidrag: *Differentiation of mouse embryonic stem cells into neural tissues*. Med andre ord stamcelleforskning, utført av Anastasiya Dykyy (18) fra Trondheim Katedralskole.

Elever på realfaglig programområde i videregående skole kan også delta i en realfagskonkurranse som arrangeres av Statoil i samarbeid med de fire regionale vitensentrene (Bergen vitensenter, udatert). Elevene kan vinne stipender og en invitasjon til å besøke en oljeplattform i Nordsjøen. Konkurransen er basert på oppgaver (i motsetning til «Unge forskere», som er basert på deltakernes egne prosjekt).

Ungt entreprenørskap har siden 2008 samarbeidet med statsforetaket Enova om «Energi for framtida» som overordnet tema for sine «gründercamper» rettet mot elever på i videregående skole (Vg1) (Ungt entreprenørskap, 2008; Johnsen, 2009; Eilifsen, 2010). En gründercamp er «en treningsleir i kreativitet og nytenkning» (Johnsen, 2009). Elevene jobber i et døgn med et forslag til kreativ løsning på en problemstilling som har å gjøre med energi. En annen «gründercamp» har tittelen TeknoVisjon og arrangeres i regi av Ungt entreprenørskap Oslo og Naturfagsenteret. Her skal ungdomsskoleelever finne teknologiske løsninger ut fra problemstillinger gitt av samarbeidende bedrifter (Baune, 2009; Svendsen, 2010).

FIRST LEGO League er en teknologikonkurranse for lag av barn i alderen 10–16 år med robotbygging, robotprogrammering og problemløsning (FIRST Scandinavia, udatert). Det gjennomføres lokale turneringer



18 steder i Norge, og vinnerlagene går videre til Skandinavisk finale. I følge hjemmesiden har den skandinaviske turneringen 14000 deltagere (fordelt på Norge, Sverige og Danmark).

CanSat-konkurranse, NAROM (udatert), går ut på å konstruere en «satellitt» som får plass inne i en brusboks. Målgruppen er elever i videregående skole. I 2010 har 6 av 20 deltagende lag kvalifisert seg til opphold på rakettskytefeltet på Andøya, der de får prøvd ut sine design i praksis ved at «satellittene» skytes opp til 1 km høyde.

#### *4.4.4 Holdninger til det å gi spesielle tilbud til talenter*

Selv om skolene etter loven er forpliktet til å gi alle elever et tilpasset tilbud så vil det i virkelighetens verden være begrensede ressurser, og skoleeierne må dermed gjøre sine prioriteringer. Generelt utbredte holdninger kan antas å påvirke hvordan skoleeierne prioriterer. Man kan også anta at utbredte holdninger blant skoleledere og lærere vil påvirke i hvilken grad skolene makter å følge opp forskjellige pålagte prioriteringer. I en undersøkelse av tilpasset opplæring i Sandnes kommune (Rogaland Revisjon IKS, 2009) mente omtrent alle informantene (lærere og skoleledelse) at opplæringen ikke er godt nok tilpasset de faglig sterke elevenes behov. «Det finnes få spesielle tilpasnings- eller tilretteleggingsopplegg for faglig sterke elever. Flere lærere mener at mangelfull oppfølging av sterke elever fører til at de blir «underyttere»»

I forbindelse med lansering av planer om toppgymnas i Rogaland for elever som er flinke i matematikk og fysikk uttaler fylkesleder for Utdanningsforbundet i Rogaland at et slikt tilbud kan gå utover kvaliteten på tilbudet til de øvrige elevene, og at Utdanningsforbundet derfor er skeptisk til forslaget (NRK Rogaland, 2010b).

Mathiesen m. fl. (2006) opplevde holdninger i omgivelsene som en begrensende faktor i arbeid med å utvikle et tilpasset opplegg for elever med behov for spesielle utfordringer i realfag. Martin Ystenes skriver i en kronikk i VG (2007) at «I dag er det ikke lov å være flink på skolen». Ystenes og Ystenes (udatert) har opprettet nettsiden, «Barn i nød», med sitater, artikler og bokhenvisninger som skal underbygge at det norske skolesystemet ikke ivaretar spesielt begavede og intelligente barn, og at det rett og slett kan være veldig problematisk å være elev med spesielle evner og interesser i teoretisk retning.

#### *4.4.5 Begrepene kreativitet og innovasjon i styringsdokumentene*

##### *Kreativitet og innovasjon i strategiplaner for realfag*

Begrep avledet av «kreativ» har ingen sentral rolle i de tre strategiplanene for realfag som er lagt fram av norske regjeringer siden 2002. I «Realfag, naturligvis» (UFD, 2005), forekom kreativ bare én gang, og da bare i omtalen av mandatet til RENATE (Nasjonalt senter for kontakt med ar-

beidslivet om rekruttering til realfag). (s. 44: «Teknologi skal knyttes opp mot den nasjonale satsningen for å øke elevenes evne til kreativitet og utvikle kultur for entreprenørskap»).

«Et felles løft for realfagene» (KD, 2006a) inneholder ingen ord som begynner på «kreativ». I «Realfag for framtida» (KD, 2010a) finnes en tekstboks (s. 11) med omtale av et nytt saltkraftverk der det poengteres at «nysgjerrighet, kreativitet og gode realfagskunnskaper kan gi et bidrag til et bedre klima.» I samme tekstboks omtales ingeniører i Statkraft som «kreative».

I «Realfag, naturligvis» finnes ord som begynner på «innova-» (innovasjon, innovativ) kun i omtalene av Matematikksenteret (s. 40) og Naturfagsenteret (s. 41). I begge tilfelle skal sentrene «... ivareta behovet for innovasjon, debatt og erfaringsutveksling ...».

I «Et felles løft for realfagene» har «innovasjon» en litt mer fremtredende plass (seks forekomster). Realfaglig kompetanse omtales som grunnlag for innovasjon, og innovasjon assosieres med konkurransevne, omstilling, næringsutvikling og økt produktivitet. Også «Realfag for framtida» nevner realfaglig kompetanses betydning for «innovasjon og omstilling» (s. 9). I tillegg nevnes innovasjon som i de senere år har foregått innen marin bioprospektering (s. 38), og innovasjoner innen IKT, bioteknologi og materialvitenskap omtales i generelle vendinger (s. 40). De tre øvrige tilfellene av «innova-ord» finnes i en tekstboks med tittel «Oslo Cancer Cluster»(s. 24), som omtaler en planlagt innovasjonspark, der det blant annet skal inngå en videregående skole.

Strategiplanene gir imidlertid ingen konkrete føringer for hvordan grunnopplæringa skal ivareta innovasjon og kreativitet innenfor naturvitenskap. Det gjøres klart at innovasjon forutsetter realfaglig kompetanse, men strategiene drøfter ikke om realfaglig kompetanse automatisk styrker innovasjon, eller om det er spesielle forutsetninger som må innfris hvis realfaglig kompetanseheving skal kunne bidra til økt innovasjon.

#### *Naturvitenskapelig kreativitet og innovasjon i rammeplan for barnehagen*

I rammeplan for barnehagen (KD, 2006b) er begrepet «kreativitet» knyttet til kunst og kultur, i og med at rammeplanen definerer «Kunst, kultur og kreativitet» som ett av barnehagens 7 fagområder. Rammeplanen knytter også kreativitet til lek og humor (s. 26). Naturvitenskap kommer inn som fagområdet «Natur, miljø og teknikk». Under dette fagområdet nevnes ikke «kreativitet» eksplisitt, men barnehagen skal bidra til at barna «lærer å iaktta, undre seg, eksperimentere, systematisere, beskrive og samtale om fenomener i den fysiske verdenen.» Begrepet «innovasjon» er ikke brukt i rammeplanen for barnehagen.

### *Naturvitenskapelig kreativitet og innovasjon i læreplaner for grunnsopplæringa*

I den generelle læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2005), som opprinnelig ble innført i 1994 (videregående skole) og 1997 (grunnskole), er det et eget kapittel om «Det skapende menneske». Her legges det selvsagt vekt på kreative evner. I denne sammenhengen er vitenskapelig arbeidsmåte fremhevet i et eget avsnitt, og det poengteres at vitenskapelig arbeidsmåte bidrar til å utvikle kreative evner (s. 7). Ordet «innovasjon» forekommer ikke i den generelle delen av læreplanen.

I omtalen av det generelle formålet for faget naturfag (Utdanningsdirektoratet, udatert a) fremheves det hvordan erfaring med og kunnskap om naturvitenskapens metoder og tenkemåter kan bidra til utvikling av blant annet kreativitet. Når man så går inn på fagets hovedområder, så er det spesielt to som er aktuelle i forhold til vektlegging av kreative prosesser, nemlig *Forskerspiren* og *Teknologi og design*. Begge disse hovedområdene ble innført med Kunnskapsløftet, der de representerte en klar endring i forhold til tidligere læreplaner (Isnes, 2005).

Under hovedområdet *Forskerspiren* beskrives mål som har å gjøre med naturvitenskapelige arbeidsmåter, altså naturvitenskap som prosess. Her trekkes blant annet hypotesedanning og eksperimentering fram, to prosesser som opplagt krever kreativitet.

*Teknologi og design* er et flerfaglig emne som skal gjennomføres i samarbeid mellom naturfag, matematikk og kunst og håndverk. Læreplanen legger her vekt på planlegging, utvikling og framstilling av produkter, men også på at elevene skal bli kjent med forskjellige typer teknologier. I videregående skoles første trinn (Vg1) endrer hovedområdet navn til *Bioteknologi*, og som navnet antyder inngår ikke design her. Bungum (2006) gir en nærmere beskrivelse og drøfting av prosessen som ligger bak hva som skulle være innhold i *Teknologi og design*. Blant annet viser Bungum hvordan det norske emnet har vært inspirert av det engelske faget *Design & Technology*, men at de norske læreplanforfatterne i større grad har definert en kontekst for designprosessen som er relevant for naturvitenskap, og da spesielt fysikk.

For de naturvitenskapelige programfagene i videregående skole er det med Kunnskapsløftet utviklet hovedområder som representerer noe av det samme som «Forskerspiren» gjør i fellesfaget naturfag. Det å kunne planlegge naturvitenskapelige forsøk er tatt eksplisitt med i kompetansemål under hovedområder som «Den unge forskeren» (fysikk), «Geoforskning», «Den unge biologen» og «Metoder og forsøk» (kjemi). Det mest markerte tiltaket i forhold til å legge økt vekt på kreativitet og innovasjon er kanskje likevel innføring av et nytt programfag ved navn «Teknologi og forskningslære» (Utdanningsdirektoratet, udatert a). I følge Bungum (2009) var hensikten med å opprette faget at elevene skulle få møte realfagene i kreative og tverrfaglige sammenhenger. Læreplanen sier at faget skal «bidra til å vise at samspeillet mellom [kunnskapsområdene teknologi

og forskningslære] kan skape en arena for kreativitet og innovasjon»(Utdanningsdirektoratet 2006b:1). Mange av formuleringene og begrepene som brukes om fagets hovedområder viser også at dette er ment å være et fag der man må jobbe kreativt og skapende («utvikling av produkter», «utprøving», «teknologi i en kreativ og praktisk sammenheng», «problemformuleringer, planlegging og gjennomføring av vitenskapelige undersøkelser», «eksperimentering»). Læreplanen gir imidlertid relativt stor frihet, og en undersøkelse av Berit Bungum (2009) viser at lærers bakgrunn og kompetanse dermed får tilsvarende stor betydning for kontekst og innhold i elevenes prosjekter.

#### *Kreativitet og innovasjon i planer for naturfag i lærerutdanning*

I de nasjonale retningslinjene for grunnskolelærerutdanninga (KD, 2010b, c) er ordene «kreativ» og «kreativitet» nevnt i forbindelse med matematikk, kunst- og håndverk, kroppsøving og musikk og samfunnsfag, men ikke i forbindelse med naturfag. «Innovasjon» er nevnt i kroppsøving, mat og helse og samfunnsfag, men ikke i naturfag. Under læringsutbytte for naturfag heter det imidlertid at studenten «kan designe og lage teknologiske produkter, og vurdere produkter og prosesser» (KD, 2010b:66) og «kan planlegge, gjennomføre og vurdere teknologi- og designprosjekter med et flerfaglig perspektiv, med problemstillinger knyttet til...» (KD, 2010b:67, 2010c:67, 69). Disse formuleringene henviser åpenbart til et av de nye hovedområdene som ble innført i naturfag med LK06, «Teknologi og design» (omtalt i forrige avsnitt).

#### *4.4.6 Etterutdanningstilbud om talentutvikling, kreativitet og innovasjon i naturfag*

I en gjennomgang av norske læresteders utlyste tilbud lyktes det ikke å finne etter- eller videreutdanning i naturfag som markedsføres med eksplisitt vekt på talentutvikling, kreativitet eller innovasjon. Imidlertid må man regne med at generelle kurs i naturfag (som Naturfag 1 og Naturfag 2) også kommer inn på hovedområdene *Teknologi og design* og *Forskerspiren*, og at kreativitet og innovasjon dermed til en viss grad bør ivaretas. Hos ett av lærestedene utlyses det også et dedikert kurs til hovedområdet *Teknologi og design* (UiS, 2010). Et annet tilbud, «Undring i naturfag» (15 studiepoeng, Høgskolen i Nesna), vektlegger spesielt *Forskerspiren*. I kursbeskrivelsen for «Undring i naturfag» slås det også fast at «Kreativitet vil bli tillagt vekt i vurderingen» (Høgskolen i Nesna, 2010).

## 4.5 Sammenfattende diskusjon

### 4.5.1 Utvikling av naturvitenskapelig talent

«Prinsipp for opplæringa i Kunnskapsløftet» (Utdanningsdirektoratet, 2006a) levner ingen tvil om at norsk skole har som ambisjon at alle skal få utvikle sine særlige talenter. Det kan imidlertid se ut som om denne oppgaven i stor grad må ivaretas av den enkelte lærer, innenfor rammene av ordinær undervisning. Riktignok viser denne kartlegginga at det arrangeres diverse konkurranser der elever (stort sett i grupper) kan delta med sine prosjekter, men det forekommer nesten ikke at elever med spesielt talent for naturvitenskap kan få tilgang til spesielle tilbud over tid. Et prøveprosjekt i Trondheim er muligens et unntak, men der måtte man i første runde begrense tilbudet til faget matematikk, mens satsning på naturfag måtte utsettes (Mathiesen m.fl., 2006).

Mangelen på tilbud som ivaretar utvikling over tid står i kontrast til hvordan det i Norge drives talentutvikling i for eksempel musikk. Det norske talentutviklingsprogrammet for unge musikere (NMH, 2010) er et tilbud der «spesielt talentfulle ungdommer i aldersgruppen 13 til 19 år» samles i regionale samlinger ca. hver tredje uke (et nasjonalt program der talentene samles på seks læresteder). I følge programmets brosjyre (NMH, 2010) er målet å gi elevene «ekstra utfordringer og muligheter utover det kulturskolen, den videregående skolen eller privatopplæringen tilbyr.» Det kan selvsagt diskuteres i hvilken grad det er relevant å sammenligne musikk og naturvitenskap, men det tydeliggjør i alle fall hva en større satsning på talentutvikling eventuelt kan innebære i praksis.

Muligens kan forskjellen mellom satsning på talentutvikling i musikk og naturvitenskap forklares av utbredte holdninger i det norske samfunnet, som igjen har opphav i rådende politiske idealer om like muligheter og sosial utjevning. I denne kartleggingen ser vi at prøveprosjektet til Mathiesen m.fl. (2006) ble begrenset av holdninger i omgivelsene, og vi har også trukket fram Ystenes (2007), som hevder at det i Norge er akseptert å være god på ski, eller flink til å synge, men problematisk å være flink på skolen. I en PhD-avhandling med tittel «Lik rett til kunnskap» skriver Kristiansen (2007) om hvordan vi i Norge har hatt en likhetsideologi som tilstreber resultatlikhet, og som dermed kan ha gått utover oppfølgingen av talentfulle elever:

Vi har imidlertid også hatt en likhetsideologi som tilstreber resultatlikhet. Har denne tenkningen gått på bekostning av de talentfulle og begavede i skolen? Altså at det å være skoleflink ikke er noe en bør snakke høyt om. Det er kanskje mer akseptabelt å være dyktig i idrett enn i matematikk? Vi har jo toppidrettsgymnas, skilinjler, fotballinjler og andre idrettslinjer i videregående skole der elever med talent kan få tid til å utvikle en spisskompetanse innen en bestemt idrettsgren. Men vi har ikke tilsvarende tilbud innen de tradisjonelle skolefagene, det er ikke i tråd med norske tradisjoner at man kanskje kan ha videregående skole for elitematematikk, eliteengelsk, elitefysikk osv. De samme argumenter man bruker for å ut-

vikle eliteutøvere innen idrett, kunne muligens anvendes på akademiske disipliner, forutsatt at idrettens argumenter er gyldige. Idrettsledere hevder blant annet at toppidrettsutøvere er viktige for breddeidretten eller idrett på grasrotnivå. Kan vi tenke oss at flere nobelpriser innen matematikk, fysikk, kjemi og litteratur ville bidra til et høyere nivå innen de ulike områdene for landet som helhet? Hvis så er tilfelle ville man med utgangspunkt i Rawls tese om differens kunne hevde at et rettferdig skolesystem i større grad burde satse på en akademisk elite.

Dette ville imidlertid være en noe unorsk måte å tenke på». Vender vi oss mot det norske utdanningssystemet så har det vært en innarbeidet tankegang å ta vare på de svakeste ved å sette ekstra ressurser inn mot disse gruppene (det vil si en omfordeling av undervisningsressursene) (Kristiansen, 2007:99–100).

Så kanskje er det «den norske tenkemåten» som begrenser vår satsning på naturvitenskapelige talenter. Undersøkelsen blant tidligere finalister i fagolympiadene (kjemi og fysikk) (Guttersrud og Angell, 2002) tyder i alle fall på at talentene selv hadde ønsket seg «talentaktiviteter» på et tidligere tidspunkt. Problemet kan selvsagt være å avgjøre hvem og hvor mange som bør få delta i et naturvitenskapelig talentprogram.

#### 4.5.2 *Kreativitet og innovasjon i styringsdokumenter*

Begrepene «kreativitet» eller «innovasjon» kan ikke sies å være spesielt fremtredende i styringsdokumentene for naturfag i grunnopplæringa. At ordene mangler betyr imidlertid ikke nødvendigvis at det kreative og innovative ikke er tillagt vekt. Kunnskapsløftets innføring av hovedområdene *Forskerspiren* og *Teknologi og design* i læreplanen for naturfag innebærer jo en større vekt på utforskende og skapende arbeid. Det samme kan sies om det nye faget i videregående skole, *Teknologi og forskningslære*. Uansett vil imidlertid lærernes tolkning av læreplanen ha betydning for i hvilken grad elevene får jobbe kreativt og innovativt. I *Forskerspiren* skal elevene lære om naturvitenskapelige arbeidsmåter. Den naive oppfatningen om disse er at forskerne følger en fastlagt metode, og at de naturvitenskapelige forklaringene (svarene) blir «oppdaget». Hvis man ikke er åpen for at vitenskapelige teorier er kreative produkter (og ikke direkte logisk utledet av observasjoner), så vil trolig kreativitetens betydning ikke komme fram. Og undervisning om *Teknologi og design* må balanseres mellom målsettinger om å lære om forskjellige typer teknologi, og det å få være med på teknologiutviklingsprosesser, det vil si innovasjon. Det foreligger foreløpig ingen evaluering av i hvilken grad den nye læreplanen har ført til vektlegging av kreativitet og innovasjon i naturfag.

## 4.6 Forslag til nye tiltak

Et mulig nytt tiltak er å utvikle en forsøksordning med 4–8 helgesamlinger for elever på videregående skole med spesielle interesser og talenter i naturvitenskapelig retning.

I forhold til kreativitet burde det vært undersøkt i hvilken grad norske elever faktisk får arbeidet kreativitet og innovativt i naturfag i forbindelse med hovedområdene *Forskerspiren, Teknologi og design* og faget *Teknologi og forskningslære*.

## 4.7 Oppsummerende konklusjon

I Norge drives det ikke organisert utvikling av spesielle talenter innen naturvitenskap. Det arrangeres imidlertid en rekke forskjellige konkurranser som til en viss grad stimulerer og engasjerer ungdom med naturvitenskapelige talenter. Utvidet satsning på talentutvikling ved å bruke ekstra ressurser på de aller mest talentfulle kan være vanskelig å gjennomføre i Norge fordi det strider i mot utbredte holdninger knyttet til det norske likhetsidealet. Kreativitet og innovasjon står ikke eksplisitt i fokus for naturfagopplæringas styringsdokumenter, men de nye læreplanene i Kunnskapsløftet inneholder elementer som åpner for økt vektlegging av naturvitenskapens kreative og innovative sider. Det burde vært undersøkt i hvilken grad dette potensialet faktisk utnyttes i skolen.

## Referanser

- Angell, Carl (2009) Olympiader i fysikk, kjemi og matematikk skoleåret 2009/2010. [Informasjonsbrev til videregående skoler datert juni 2009.] Nedlastet 11.3.2010 fra <http://www.fys.uio.no/skolelab/fysikkol/Plan0910.pdf>
- Baune, Runar (2009) TeknoVisjon Gründercamp 2009. *Naturfag.no*. Nedlastet 12.3.2010 fra <http://www.naturfag.no/nyhet/vis.html?tid=1101521>
- Bergen vitensenter (udatert) Statoils realfagpris for videregående skole 2010. Nedlastet 11.3.2010 fra <http://www.vilvite.no/index.php?action=static&id=92>
- Borgen, J. S. og B. Lødding (2009) *Implementering av faget utdanningsvalg på ungdomstrinnet*. NIFU STEP Rapport 39, NIFU STEP, Oslo. Nedlastet 6.10.2010 fra <http://www.nifustep.no/Norway/Publications/2009/NIFU%20STEP%20Rapport%2039-2009.pdf>
- Botten-Verboven, C. m. fl. (2010) *Matematikk for alle, ...men alle behøver ikke kunne alt*. Idédokument fra arbeidsgruppe nedsatt av Kunnskapsdepartementet. Nedlastet 6.10.2010 fra [http://www.udir.no/upload/Rapporter/2010/Matematikk\\_for\\_alle\\_2.pdf](http://www.udir.no/upload/Rapporter/2010/Matematikk_for_alle_2.pdf)
- Bungum, Berit (2006) Teknologi og design i nye læreplaner i Norge: Hvilken vinkling har fagområdet fått i naturfagplanen? *NorDiNa*, 4: 28–38.
- Bungum, Berit (2009) Teknologi og forskningslære i videregående skole: Hvem er lærerne og hvordan former de faget?. *Acta Didactica Norge* [Online] 3:1. 14 s. Tilgjengelig: <http://adno.no/index.php/adno/article/view/65>
- Eilifsen, O (2010) Klart for årets gründercamp. *Avisa Nordlands nettutgave* 27.1.2010. Nedlastet 12.3.2010 fra <http://www.an.no/job/article4829128.ece>
- FIRST Scandinavia (udatert) FIRST LEGO League Scandinavia [Hjemmeside]. Nedlastet 12.3.2010 fra <http://hjernekraft.org/>
- Forskningsrådet (udatert) *Konkurransen Årets Nysgjerrigper*. Norges forskningsråd, Oslo. Nedlastet 9.3.2010 fra <http://nysgjerrigper.no/Artikler/aaretsnysgjerrigper>
- Forskningsrådet (2009) *Konkurransen «Unge forskere»*. Norges forskningsråd, Oslo. Nedlastet 9.3.2010 fra <http://www.forskningsradet.no/servlet>

- /Satellite?c=Page&cid=1240290393629&pagename=proscientia%2FHovedsidemal
- Guttersrud, Øyvind og Angell, Carl (2002) Fagolympiadens finaledeltakere – hvor blir de av? Rapport, Universitetet i Oslo. Nedlastet 11.3.2010 fra <http://www.fys.uio.no/skolelab/pdf/rapportoldeltakere.pdf>
- Høgskolen i Nesna (2010) *Undring i naturfag*. Studiebeskrivelse, Høgskolen i Nesna. Nedlastet 4.5.2010 fra <http://www.hinesna.no/node/3377>
- IBO (2010) International Biology Olympiad – Official Information Website. Nedlastet 11.3.2010 fra <http://www.ibo-info.org/>
- ILN (2009) *Bokmålsordboka og Nynorskordboka*. Institutt for lingvistiske og nordiske studier (ILN) ved Universitetet i Oslo. Publisert på <http://www.dokpro.uio.no/ordboksoek.html>
- Isnes, Anders (2005) Nye læreplaner i norsk skole – hva og hvorfor? *NorDiNa* 2: 86–90. Tilgjengelig fra [http://www.naturfagsenteret.no/tidsskrift/Nordina\\_205\\_Isnes.pdf](http://www.naturfagsenteret.no/tidsskrift/Nordina_205_Isnes.pdf)
- Jakobsen, S. E. (2009) Vil ha flere forskningssupportere. *Bladet Forskning* 2/09:6–7. Nedlastet 9.3.2010 fra <http://www.forskningsradet.no/servlet/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadernam1=Content-Disposition%3A&blobheadervalue1=+attachment%3B+filename%3DBF0209Lowresnyest.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1243463718728&ssbinary=true>
- Johnsen, A. M. L. (2009) Gründercamp 2009, «Energi for framtida». Enova, Trondheim. Nedlastet 12.3.2010 fra <http://www.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=2474>
- KD (udatert) *Hva er Kunnskapsløftet?* Kunnskapsdepartementet, Oslo. Nedlastet 4.3.2010 fra <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/tema/grunnopplaring/kunnskapsloeftet/hva-er-kunnskapsloftet.html?id=86769>
- KD (2006a) *Et felles løft for realfagene*. Kunnskapsdepartementet, Oslo. Nedlastet 14.5.2007 fra [http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/rapporter\\_planer/planer/2006/Et-felles-loft-for-realfagene.html?id=271539](http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/rapporter_planer/planer/2006/Et-felles-loft-for-realfagene.html?id=271539)
- KD (2006b) *Rammeplan for barnehagens innhold og oppgaver*. Kunnskapsdepartementet, Oslo. Nedlastet 24.3.2010 fra <http://www.regjeringen.no/upload/kilde/kd/reg/2006/0001/ddd/pdfv/282023-rammeplanen.pdf>
- KD (2010a) *Realfag for framtida. Strategi for styrking av realfagene 2010–2014*. Kunnskapsdepartementet, Oslo. Nedlastet 1.3.2010 fra <http://www.regjeringen.no/upload/KD/Vedlegg/Realfag%20for%20framtida.pdf>
- KD (2010b) *Nasjonale retningslinjer for grunnskolelærerutdanningen 1. – 7. trinn*. Kunnskapsdepartementet, Oslo. Nedlastet 24.3.2010 fra [http://www.regjeringen.no/upload/KD/Rundskriv/2010/Retningslinjer\\_grunnskolelaererutdanningen\\_1\\_7\\_trinn.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/KD/Rundskriv/2010/Retningslinjer_grunnskolelaererutdanningen_1_7_trinn.pdf)
- KD (2010c) *Nasjonale retningslinjer for grunnskolelærerutdanningen 5. – 10. trinn*. Kunnskapsdepartementet, Oslo. Nedlastet 24.3.2010 fra [http://www.regjeringen.no/upload/KD/Rundskriv/2010/Retningslinjer\\_grunnskolelaererutdanningen\\_5\\_10\\_trinn.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/KD/Rundskriv/2010/Retningslinjer_grunnskolelaererutdanningen_5_10_trinn.pdf)
- Kristiansen, A. (2007) Lik rett til kunnskap – En epistemologisk studie av tilpasset opplæring og sosial seleksjon i utdanning. PhD-avhandling, Universitetet i Tromsø. Nedlastet 4.5.2010 fra <http://munin.uit.no/munin/bitstream/10037/1400/1/thesis.pdf>
- Mathiesen, S. W., Holte, M. og Mehli, H. (2006) *Evalueringsrapport – Tilpasset opplæring i realfag for elever med særskilt behov for utfordringer*. Trondheim kommune. Nedlastet 11.3.2010 fra [http://www.skole.trondheim.kommune.no/sunnland/Hjemmesid1/infovenstre/satsningsomrader/Delrapport\\_1\\_versjon\\_5\\_2\\_%5B1%5D.doc](http://www.skole.trondheim.kommune.no/sunnland/Hjemmesid1/infovenstre/satsningsomrader/Delrapport_1_versjon_5_2_%5B1%5D.doc)
- NAROM (udatert) CanSat Competition. Norsk senter for romrelatert opplæring, Andenes. Nedlastet 12.3.2010 fra <http://www.narom.no/artikkel.php?aid=2&bid=56&oid=944>
- NMH (2010) Talentutviklingsprogrammet unge musikere. Norges Musikkhøgskole, Oslo. Nedlastet 4.5.2010 fra <http://www.ungemusikere.no/>
- NRK Rogaland (2010a) Toppgymnas for matte-genier. Nedlastet 3.9.2010 fra <http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/rogaland/1.7252890>
- NRK Rogaland (2010b) Nå rasar debatten om eliteskular. Nedlastet 3.9.2010 fra <http://www.nrk.no/nyheter/distrikt/rogaland/1.7254214>



- Rogaland Revisjon IKS (2009) *Kvalitet i skolen – tilpasset opplæring*. Rapport desember 2009 til Sandnes kommune.
- Sjøberg, Svein (2009) *Naturfag som allmenndannelse – en kritisk fagdidaktikk (3. utg.)* Gyldendal, Oslo.
- Svendsen, P. M. (2010) Elever imponerte med sine ideer. *Utdanning (nettutgave) 21.01.2010*. Nedlastet 12.3.2010 fra [http://www.utdanningsnytt.no/templates/ufdf20\\_\\_\\_\\_22430.aspx](http://www.utdanningsnytt.no/templates/ufdf20____22430.aspx)
- UFD (2005) Realfag, naturligvis! Redigert versjon januar 2005. Undervisnings- og forskningsdepartementet, Oslo. Nedlastet 14.5.2007 fra <http://www.regjeringen.no/upload/kilde/ufd/rap/2002/0013/ddd/pdfv/235427-realfag.pdf>
- UiO (udatert a) Hva er kjemi-OL? Universitetet i Oslo. Nedlastet 10.3.2010 fra <http://www.kjemi.uio.no/kjemiolympiaden/bakgrunn.html>
- UiO (udatert b) Fysikk-OL. Universitetet i Oslo. Nedlastet 11.3.2010 fra <http://www.fys.uio.no/skolelab/fysikkol/>
- UiS (2010) Teknologi og design. Kursbeskrivelse fra Universitetet i Stavanger. Nedlastet 3.5.2010 fra [http://www.uis.no/kurs/evu/skole\\_og\\_barnehage/?courseID=TEKNOH2010&timeCode=2010H](http://www.uis.no/kurs/evu/skole_og_barnehage/?courseID=TEKNOH2010&timeCode=2010H)
- Ungt entreprenørskap (2008) 200 Gründerspirer inntar Trondheim. Nedlastet 12.3.2010 fra [http://sor-trondelag.ue.no/pls/apex32/f?p=16000:1003:1461729587042944:::1003:P1003\\_HID\\_ID:6425](http://sor-trondelag.ue.no/pls/apex32/f?p=16000:1003:1461729587042944:::1003:P1003_HID_ID:6425)
- Utdanningsdirektoratet (udatert a) Kunnskapsløftet – fag og læreplaner. Utdanningsdirektoratet, Oslo. Nedlastet fra 1.3.2010 fra <http://www.udir.no/grep>
- Utdanningsdirektoratet (udatert b) Endringer i læreplanene. Utdanningsdirektoratet, Oslo. Nedlastet 4.3.2010 fra <http://www.udir.no/Tema/Lareplaner/Endringer-i-lareplanene-for-Kunnskapsloftet/>
- Utdanningsdirektoratet (2005) Den generelle delen av læreplanen. Utdanningsdirektoratet, Oslo. Nedlastet 1.3.2010 fra [http://www.udir.no/Artikler/\\_Lareplaner/Den-generelle-delen-av-lareplanen/](http://www.udir.no/Artikler/_Lareplaner/Den-generelle-delen-av-lareplanen/)
- Utdanningsdirektoratet (2006a) Læreplanverket for Kunnskapsløftet - Prinsipper for opplæringen. Utdanningsdirektoratet, Oslo. Nedlastet 1.3.2010 fra [http://www.udir.no/upload/lareplaner/Fastsatte\\_lareplaner\\_for\\_Kunnskapsloftet/prinsipper\\_lk06.pdf](http://www.udir.no/upload/lareplaner/Fastsatte_lareplaner_for_Kunnskapsloftet/prinsipper_lk06.pdf)
- Utdanningsdirektoratet (2006b) Teknologi og forskningslære – programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram. Utdanningsdirektoratet, Oslo. Nedlastet 4.10.2010 fra [http://www.udir.no/upload/lareplaner/Fastsatte\\_lareplaner\\_for\\_Kunnskapsloftet/Studieforberegende/Studiespesialiserende/Programomrade\\_for\\_realfag/teknologi\\_og\\_forskningslare.rtf](http://www.udir.no/upload/lareplaner/Fastsatte_lareplaner_for_Kunnskapsloftet/Studieforberegende/Studiespesialiserende/Programomrade_for_realfag/teknologi_og_forskningslare.rtf)
- Utdanningsdirektoratet (2009) Rutiner og prosedyrer for endring av læreplaner. Utdanningsdirektoratet, Oslo. Nedlastet 4.3.2010 fra [http://www.udir.no/Artikler/\\_Lareplaner/Rutiner-og-prosedyrer-for-endring-av-lareplaner-fastsatt-av-Utdanningsdirektoratet/](http://www.udir.no/Artikler/_Lareplaner/Rutiner-og-prosedyrer-for-endring-av-lareplaner-fastsatt-av-Utdanningsdirektoratet/)
- Ystenes, Martin (2007) Roser, ros og jantelov. *Kronikk i VG 5.7.2007*. Nedlastet 12.3.2010 fra <http://www.nt.ntnu.no/users/ystenes/vitenskap/kronikk/Roser.html>
- Ystenes, M. og Ystenes, B. (udatert) Barn i nød – om intelligente barns problemer i skolen og ellers. Nedlastet 12.3.2010 fra <http://www.nt.ntnu.no/users/ystenes/vitenskap/barn/>

**Tabell 1. Oversikt over talentaktiviteter**

Kilde(r)	Forskningsrådet (udatert); Jakobsen (2009).	FIRST Scandinavia (udatert)	Forskningsrådet (2009); Jakobsen (2009).	UIO (udatert a); Angell (2009)	UIO (udatert b); Angell (2009)	Bergen vitensenter(udatert)	Ungt entreprenørskap (2008); Johnsen (2009); Eilifsen (2010)	NAROM (udatert)	Svensden (2010); Baune (2009)
Ca. antall deltagere (2009/10)	2000 elever	Skandinavia: 14000	200 prosjekt (1-3 per prosjekt)	626 (1. runde) 160 (2. runde) 16 (finalekurs) 4 (inter-nasj.finale)	722 (1. runde) 70 (2. runde) 17 (finalekurs) 5 (inter-nasj.finale)	?	2000 (lokale) 100-200(finale)	20 lag, 6 til finale	425 elever
Ansvarlig	Norges forskningsråd	FIRST Scandinavia	Norges forskningsråd	Norsk Kjemisk Selskap	Norsk Fysikkforening	Statsti i samarbeid med regionale vitensentre	Ungt entreprenørskap og ENOVA	NAROM	Ungt entreprenørskap Oslo og Naturfagsenteret
Beskrivelse	Nasjonal forskningskonkurranse for klasser/elevergrupper (alle fag)	Nasjonal teknologikonkurranse	Nasjonal forskningskonkurranse (alle fag). Kan kvalifisere til internasjonale konkurranser.	Nasjonal/internasjonal kunnskapskonkurranse i kjemi	Nasjonal/internasjonal kunnskapskonkurranse i fysikk	Nasjonal konkurranse, inndelt i fire regioner. Oppgaver i kjemi og fysikk.	Elevgrupper foreslår løsninger på problemer på problemstilling knyttet til energi	Konkurranse om beste design av "satellit". Finale på raketskytefelt.	Elevene får oppdrag fra bedrift om teknologisk design. Må presentere løsninger innen få dager.
Målgruppe	Barneskole, alle	Barn 10-16 år	Ungdom 12-21 år	Kjemi, Vg3	Fysikk	Vg2, realfaglig programområde	Vg1	Videregående skole	Ungdomsskoler i Oslo
Navn	Årets nysgjerrigper	FIRST LEGO League	Unge forskere	Kjemiolympiaden	Fysikkolympiaden	Statstis realfagspris for videregående skole	Gründercamper	CanSat Competisjon	TeknoVisjon

# 5. Naturvetenskaplig talang och kreativitet i det svenska utbildningssystemet

*Christina Ottander, Umeå Universitet*

## *Sammanfattning*

Denna rapport presenterar hur man arbetar med kreativitet, innovation och talangutveckling inom naturvetenskaplig undervisning i Sverige. Studien är i huvudsak baserad på dokumentanalys av skolans styrdokument, offentliga utredningar, och webbinformation som identifierats med hjälp av sökningar med sökmotorn Google. Begreppen talang, kreativitet och naturvetenskap används inte särskilt mycket i svenska läro- och kursplaner, publikationer och websidor. Om däremot om sökningen utökas till att gälla skrivningar om ”stärka tillit till sin förmåga, öka självförtroende, utveckla förmågor och utifrån förutsättningarna stimulera till utveckling och lärande” blir antalet träffar mycket högt. I svenska styrdokument talar man i termer av att med utgångspunkt i elevernas bakgrund, tidigare erfarenheter, språk och kunskaper främja elevernas fortsatta lärande och kunskapsutveckling. Hänsyn skall tas till elevernas olika förutsättningar och behov och skolan har ett särskilt ansvar för de elever som av olika anledningar har svårigheter att nå målen för utbildningen. Under de senaste åren framkommer förslag om att satsa resurser på elever med särskilda färdigheter. Det pågår många utbildningssatsningar t ex profilklasser, spetsutbildning i naturvetenskap samt olika initiativ för att öka ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik. Det låga intresset för naturvetenskap och teknik medför att det är svårt att fylla gymnasieskolans och högskolans utbildningsplatser i dessa ämnen. Det gäller även till viss del de spetsutbildningar som införts på gymnasienivå. Det verkar som det största hindret för utvecklingsarbete och talangutveckling i naturvetenskap och teknik är den negativa image som ämnena har hos både ungdomar och vuxna.

## 5.1 Inledning

Denna rapport presenterar en kartläggning av hur man arbetar med kreativitet, innovation och talangutveckling inom naturvetenskaplig undervisning i Sverige. Studien ingår i en nordisk kartläggning och utförs på upp-

drag av Nordiska ministerrådet och ingår i en större studie kring kreativitet, innovation och entreprenörskap inom utbildningsområdet.

I uppdraget frågas efter en kartläggning av ”talentutvikling og kreativitet i relation til naturvidenskap”. För att genomföra och beskriva denna kartläggning behövs både en beskrivning av naturvetenskap i det svenska utbildningssystemet och elevers intresse för och kunskap i naturvetenskap samt en översättning och tolkning av begreppen talang och kreativitet.

### *5.1.1 Begreppsförklaringar*

I maj 2009 publicerades regeringens strategi för entreprenörskap inom hela utbildningsområdet (Regeringskansliet, 2009). De menar att entreprenörskap ska genomsyra hela utbildningssystemet eftersom mycket av det som utmärker en bra entreprenör – förmågan att lösa problem, tänka nytt, planera sitt arbete, ta ansvar och samarbeta med andra – är egenskaper som studerande på olika nivåer behöver utveckla för att klara sina studier och för att bli framgångsrika i vuxenlivet. Att utbilda entreprenörer innebär alltså att stimulera nyfikenhet, inspirera till kreativitet, självförtroende, förmåga att fatta beslut och till viljan att ta eget ansvar för att nå ett mål.

#### *Talang och talangutveckling*

I svenska akademins ordlista förklaras ordet talang med ”person med begåvning eller fallenhet”. Synonymer till ordet begåvad är intelligent, talangfull, utrustad med gott förstånd, klok och skärpt. Wahlström (1995) beskriver begåvade barn och vuxna som individer med ovanliga kunskaper och hög inlärningsförmåga och som kan tillgodogöra sig högre utbildning och lyckas väl i det yrke de väljer. Begreppet begåvning är allmänt men det finns en grupp individer som på olika sätt är exceptionella till sin anpassnings- eller prestationsförmåga. Dessa beskrivs som elever med särbegåvning (Persson, 1997). När det gäller talanger för sportaktiviteter, t ex bollsinne, pratar man mer om medfödda anlag men även om förmågor som kan utvecklas. I ett specialnummer av *Pedagogisk Forskning i Sverige*, 2002, är temat ”Individuella förutsättningar för utbildning” och där diskuteras relationen mellan begåvning och utbildning av olika författare. Detta med särbegåvningar, exceptionella förmågor ligger utanför fokus för denna kartläggning och presenteras inte vidare.

#### *Kreativitet*

I Nationalencyklopedin, som är Sveriges största faktagranskade uppslagsverk, beskrivs ordet kreativitet (bildning till latin *cre'o* ”skapa”, ”frambringa”) som förmåga till nyskapande, till frigörelse från etablerade perspektiv (NE 2010). Där beskrivs också att flera studier inom området visar att kreativitet inte är synonym med intelligens och att man kan ge termen en mer allmän tolkning som syftar på individens sätt att uppleva

sig själv och omvärlden. Kreativitet sätts ofta samman med förmåga till nyskapande av värdefulla produkter på konstnärliga, vetenskapliga eller tekniska fält.

## 5.2 Naturvetenskap i det svenska utbildningssystemet

Denna delstudie ingår tillsammans med två andra studier i den svenska kartläggningen av ”talentutveckling”, kreativitet och entreprenörskap. Här koncentrerar vi oss på att redovisa ”talang inom naturvetenskap” även om man i många fall pratar om naturvetenskap och teknik och/eller matematik tillsammans. Eftersom teknik är ett eget ämne i svensk grundskola har vi valt att beskriva teknik i den svenska delstudien kring ”analys av praktisk musiska fag”. De aktiviteter som både innehåller naturvetenskap och teknik redovisas här.

### 5.2.1 Naturvetenskap i svenska läro- och kursplaner

I Sverige finns det tre läroplaner – en för förskolan (Lpfö 98; Skolverket 2009a), en för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet (Lpo 94; Skolverket 2009b) och en för de frivilliga skolformerna (Lpf 94; Skolverket 2006). I läroplanerna beskrivs verksamheternas värdegrund och uppdrag samt mål och riktlinjer för arbetet i den skolformen. Läroplanerna är uppbyggda på likartat sätt och uttrycker samma syn på kunskap, utveckling och lärande.

Förskolans verksamhet skall främja leken, kreativiteten och det lustfyllda lärandet samt ta till vara och stärka barnets intresse för att lära och erövra nya erfarenheter, kunskaper och färdigheter. Barnen ska utveckla en förståelse för sig själva och sin omvärld. Utforskande, nyfikenhet och lust att lära skall utgöra grunden för den pedagogiska verksamheten. Det finns mål formulerade för olika ämnen, däribland naturvetenskap. I augusti, 2010, fattade regeringen beslut om nya och tydligare mål för barnens språkliga och kommunikativa utveckling, matematiska utveckling, samt utveckling i naturvetenskap och teknik i förskolans läroplan (SKOLFS 1998:16).

I både grundskolans läroplan (Skolverket, 2009b) och läroplanen för de frivilliga skolformerna Lpf 94 (Skolverket, 2006) föreskrivs att undervisningen skall anpassas till varje elevs förutsättningar och behov. Den skall med utgångspunkt i elevernas bakgrund, tidigare erfarenheter, språk och kunskaper främja elevernas fortsatta lärande och kunskapsutveckling. Utbildningen skall vara likvärdig, oavsett var i landet den anordnas, och normerna anges genom de nationella målen. En likvärdig utbildning innebär inte att undervisningen skall utformas på samma sätt överallt eller att skolans resurser skall fördelas lika. Hänsyn skall tas till elevernas olika förutsättningar och behov och skolan har ett särskilt ansvar för de

elever som av olika anledningar har svårigheter att nå målen för utbildningen. Även i grundskolans läroplan framgår att nyfikenhet, lust att lära, förmågan att arbeta både självständigt och tillsammans med andra ståndpunkter ska utvecklas i skolan.

Utöver läroplanerna finns det kursplaner och betygskriterier för grundskolan och gymnasieskolan. Kursplaner kompletterar läroplanerna och anger målen för undervisningen i varje enskilt ämne. Kursplanerna ska visa hur ett ämne eller en kurs kan bidra till att eleverna utvecklas i enlighet med de värden och mål som anges i läroplanen. Kursplanerna är utformade så att de lämnar stort utrymme för en lokal och professionell tolkning. I grundskolan finns mål formulerade för det femte och det nionde skolåret.

I grundskolans kursplan beskrivs mål för naturorienterande ämnen och för biologi, fysik och kemi (Skolverket 2000). Den gemensamma kursplanetexten som är utformad i ett naturorienterande perspektiv, utgör tillsammans med kursplaner för de olika ämnena en helhet vars delar skall stödja och komplettera varandra. De olika delarna bildar tillsammans det nationella uppdraget för utbildningen i de naturorienterande ämnena. I kursplanen beskrivs mål för de naturorienterande ämnena under tre olika rubriker; natur och människa, den naturvetenskapliga verksamheten och kunskapens användning (Skolverket, 2000). I den svenska grundskolans senare år undervisas ämnena biologi, fysik och kemi både separat och integrerat. Lärarna undervisar ofta i alla ämnen och därför benämns dessa som NO-lärare. Benämningen betyder inte att de bedriver en integrerad NO-undervisning. I skrivande stund föreligger nya kursplaner för grundskolan på utbildningsdepartementet. I dessa kursplaner föreskrivs mål för biologi, fysik och kemi för skolår 3, 6 och 9.

Gymnasieskolan ska med den obligatoriska skolan som grund fördjupa och utveckla elevernas kunskaper som förberedelse för yrkesverksamhet och studier vid universitet och högskolor. Gymnasieskolan erbjuder både studieförberedande och yrkesförberedande program. I de olika programmen erbjuds kurser i kärnämnen och kurser i karaktärsämnen som är gemensamma för ett nationellt program. Samtliga nationella program innehåller en kurs i naturkunskap, NkA om 50 p. I samhällsvetarprogrammet ingår ytterligare en kurs i naturkunskap, NkB om 100 p. Naturvetarprogrammet och teknikprogrammet erbjuder kurser i biologi (Bi A, 100 p, Bi B, 50 p), fysik (Fy A, 100 p, Fy B, 150 p) och kemi (KeA 100 p, Ke B, 100 p). Samtliga A kurser är obligatoriska i naturvetarprogrammet. Fysik och kemi A är obligatoriska för teknikprogrammet. Båda dessa program erbjuder även kurser i miljökunskap. Samtliga program innehåller även en kurs "Projektarbete, 100 p" som syftar till att tillämpa och fördjupa kunskaper inom ett kunskapsområde inom ett program eller en studieinriktning. Projektarbetet syftar till att utveckla förmågan att planera, strukturera och ta ansvar för ett större arbete och ge erfarenhet av att arbeta i projektform. I projektarbetet är arbetsprocessen lika viktig som slutprodukten. Med ar-

betsprocess menas att eleven skall välja ett kunskapsområde, avgränsa det, formulera ett problem eller ställa en fråga. Dessutom ingår att eleven undersöker och beskriver vad som krävs för att kunna lösa detta problem eller besvara denna fråga i form av exempelvis arbetsinsats, material och kunskaper. Även för gymnasieskolan pågår ett reformarbete och de kursplaneförslagen är ute på remiss till 16 augusti.

Det pågår en försöksverksamhet med riksrekryterande gymnasial spetsutbildning i matematik eller naturvetenskapliga, samhällsvetenskapliga eller humanistiska ämnen (Skolverket, 2009c; Förordning 2008:793). Med spetsutbildning avses en gymnasial utbildning som innehåller gymnasiekurser med särskild fördjupning och breddning inom det ämne eller ämnesområde som gör det möjligt för en elev att vid sidan av viss del av sina gymnasiestudier läsa kurser vid ett universitet eller en högskola (Skolverket, 2009d). Försöksutbildningen påbörjades 1 juli 2009 och pågår till juni 2014.

### 5.2.2 Elevers intresse för och kunskap i naturvetenskap

Ungdomar är intresserade av naturvetenskapliga frågor men inte av skolans NO-undervisning (Lindahl, 2003; Sjøberg & Schreiner, 2008). Många elever uppfattar naturvetenskap i skolan som svårt och utan relevans samt att ämnena framställs som vore de fria från värderingar (Lindahl, 2003). Eleverna upplever att man i naturvetenskap ska lära sig ett givet innehåll och att det inte som i samhällsvetenskapliga ämnen finns utrymme för diskussion. Under grundskolans senare årskurser avtar både flickor och pojkars intresse för naturvetenskap samtidigt som de känner sig mindre duktiga i dessa ämnen (Lindahl, 2003). Också i ROSE (Relevance of Science Education) – projektet visas att det finns ett gap mellan det som intresserar tonåringar och det som undervisas i skolan (Jidesjö & Oskarsson, 2005). Sjøberg och Schreiner (2008) pratar om ”naturvetenskapens kris i västvärlden”.

Nationella utvärderingar visar att elevers kunskaper i naturvetenskap inte svarar mot de uppställda kursplanemålen och att de andra aspekterna, kunskap om naturvetenskaplig verksamhet och förmågan att använda sig av kunskaperna för att ta ställning i värdefrågor, får litet utrymme i undervisningen (Skolverket, 2004; Skolverket, 2005).

Ovanstående två faktorer har lett till att det pågår väldigt många nationella projekt för att öka barn och ungdomars intresse för och kunskap i naturvetenskap. Teknikdelegationens rapport 2009:1 redovisar en kartläggning av de olika initiativ som pågår och i Teknikdelegationens rapport 2009:3 presenteras flaskhalsar och framgångsfaktorer för de olika projekten. En flaskhals är att skolorna har svårt att sälla bland projekten och det är inte enkelt att se hur de olika projekten bäst kompletterar undervisningen.

### 5.3 Forskningsfrågor, forskningsdesign och metod

Studiens överordnade uppdrag är att kartlägga de nordiska ländernas arbete med att inom det naturvetenskapliga området utveckla talang och kreativitet. För att belysa svenska förhållande fokuseras framför allt arbete inom utbildningssektorn. Studien är i huvudsak baserad på dokumentanalys av skolans styrdokument, offentliga utredningar, och webbinformation som identifierats med hjälp av sökningar med sökmotorn Google.

Frågor som fokuseras i denna studie är:

- Hur används begreppet talang i svensk skola?
- Hur beskrivs ”utveckling av talang i naturvetenskap” i styrdokument som läroplaner och kursplaner? Ingår begrepp som innovation och kreativitet i styringsdokument för naturvetenskaplig undervisning? Hur beskrivs dessa?
- Finns strategiplaner för utbildningssatsningar för utveckling av talang och kreativitet inom det naturvetenskapliga området?
- Hur arbetar naturvetarläraarna konkret med kreativitet i skolvardagen?
- Vilket utbud av särskilda satsningar på talangutveckling i naturvetenskap finns på nationell, regional och lokal nivå? Hur utbrett är det? Hur många får möjlighet att delta? Vilka får möjlighet att delta? Vilken skolnivå sker satsningarna på?
- Vilken genomslagskraft får eventuella satsningar?
- Hur förhåller sig allmänhet och elever till att skolan erbjuder särskilda satsningar på talangutveckling? Vilka uppfattningar finns?
- Erbjuds lärarfortbildning/kompetensutveckling för att arbeta med särskilda talanger, kreativitet och innovation i naturvetenskap?

#### 5.3.1 *Naturvetenskap, talang och kreativitet*

Sökord har varit talang\*, kreativitet och naturvetenskap i olika kombinationer. Även ord som begåvning, fallenhet, tilltro till sin förmåga har utnyttjats i sökningarna. Svenska läro- och kursplaners skrivningar om talang, kreativitet och innovation har analyserats.

#### 5.3.2 *Utbildningssatsningar inom det naturvetenskapliga området*

Även under denna rubrik har sökorden varit talang\*, kreativitet och naturvetenskap i olika kombinationer. Även ord som begåvning, fallenhet, tilltro till sin förmåga, öka självförtroende, utveckla förmåga, har utnyttjats i sökningarna.

#### *Teknikdelegationen*

Regeringen tillsatte under sommaren 2008 en delegation för att kartlägga behovet av välutbildad arbetskraft inom matematik, naturvetenskap och



informations- och kommunikationsteknik samt lyfta fram, förstärka och utveckla arbetet med att öka intresset för högskoleutbildningar inom detta område. Teknikdelegationens undersökningar och strategiförslag samt förordningar som rör naturvetenskap har granskats med avseende på skrivningar om talangutveckling, kreativitet och innovation.

#### *Spetsutbildning i naturvetenskap*

Försöksverksamheten med spetsutbildning i naturvetenskapliga ämnen har studerats. Websidor med information om utbildningarna har granskats från alla skolor med naturvetenskaplig spetsutbildning. Namn på godkända spetsutbildningar och vilka skolor som erbjuder dessa finns beskrivet under 4.3.2. Dessutom har några skolor studerats närmare angående söktryck till spetsutbildningarna och för att få en beskrivning av om det genomförs särskilda satsningar på arbetssätt och/eller andra tillfällen till att utveckla nyfikenhet, talang, självförtroende och kreativitet. Fysikprogrammet, Polhemsskolan, Lunds kommun och Scienceprogrammet – naturvetenskaplig spetsutbildning vid Europaskolan Strängnäs, Europaskolan Strängnäs AB, har mycket av informationen kring frågeområdena presenterade på sin hemsida. En skola har studerats närmare genom telefonintervju av ansvarig lärare. Skolan är NV med spetskompetens mot biomedicin, Härnösands gymnasium, Härnösands kommun.

Frågeområden: Hur ser söktrycket till utbildningen ut? Lägsta intagningspoäng? Har ni andra urvalsförfaranden?

Är det särskilda förmågor man är ute efter? Både när det gäller vilka man antar till utbildningen och vilka förmågor vill man utveckla.

Hur många klasser har ni? Hur många kommer från andra orter än studieorten? Hur stor del av undervisningen sker på universitetet? Vilka delar sker där?

Gör man något särskilt för att utveckla nyfikenhet, kreativitet, lösa problem, tänka nytt, planera sitt arbete, ta ansvar och samarbeta, självförtroende och förmåga att fatta beslut? Vad och hur, isåfall?

## 5.4 Resultat

En Google-sökning på svenska på olika kombinationer av orden talang och naturvetenskap, t ex ”talang i naturvetenskap”, ”naturvetenskapliga talanger” eller ”talang för naturvetenskap” gav väldigt få träffar. Vissa kombinationer gav inga träffar och andra mellan 5–10 träffar. Av dessa var några sidor exempel på verksamheter som olika science center byggt upp i andra länder, några var personliga berättelser och diskussionsforum där privatpersoner diskuterar behov av utbildning. Även sökningar på de näraliggande orden begåvning, fallenhet har genomförts och redovisas också.

Sökning av orden talang\* och naturvetenskap på Skolverkets hemsida gav 240 träffar, varav 214 var inom Skolverkets publikationer, 17 inom

författningssamlingar och 9 inom kursplaner. De flesta av dessa träffar handlade enbart om naturvetenskap och var om olika publikationer som beskriver elevers kunskaper inom området, dvs resultat från nationella (t ex NU 03) och internationella (t ex TIMMS och PISA) kunskapstester. En träff där enbart ordet talang fanns med var inom ämnet idrott och hälsa "Ämnet syftar också till att utveckla såväl den idrottsliga talangen som uppgiften att vara idrottsledare". Begreppet begåvning gav 4 träffar på Skolverkets sidor varav tre handlade om begåvning i matematik och en om att det inte är på grund av bristande begåvning som pojkarna halkar efter i skolan utan det beror på att det sociala spelet har stor betydelsen för pojkarna.

Begreppen talang, kreativitet och naturvetenskap används inte särskilt mycket i svenska publikationer och websidor. Begreppet kreativ har inte heller någon central roll i läro- och kursplaner i svensk skola. Fortsättningsvis kommer jag att under rubriker om talang, kreativitet och innovation även att redovisa skrivningar om "stärka tillit till sin förmåga, öka självförtroende, utveckla förmågor och utifrån förutsättningarna stimulera till utveckling och lärande". När sökningen utökas på detta sätt ökar antalet träffar dramatiskt. Resultaten redovisas under följande underrubriker: skrivningar i läro- och kursplaner, sammanställning av hur lärare arbetar och hur de skulle kunna arbeta med kreativitet, utbildningssatsningar som redan genomförs eller är i startgroparna, aktiviteter för att utveckla talanger, syn på särskilda satsningar, samt kompetensutvecklingssatsningar.

#### *5.4.1 Naturvetenskap, talang och kreativitet i svenska läro- och kursplaner*

I svenska läro- och kursplaner används inte ordet talang eller begåvning och det är vid ett fåtal tillfällen som orden kreativitet och innovativ används. Istället används uttryck som "utifrån varje elevs förutsättning stimulera till utveckling och lärande" och "stärka barns tillit till den egna förmågan". Syftet med utbildning inom skolväsendet är:

Utbildningen inom skolväsendet ska syfta till att barn och elever ska inhämta och utveckla kunskaper och värden. Den ska främja alla barns och elevers utveckling och lärande samt en livslång lust att lära. Utbildningen ska också förmedla och förankra respekt för de mänskliga rättigheterna och de grundläggande demokratiska värderingar som det svenska samhället vilar på. I utbildningen ska hänsyn tas till barns och elevers olika behov. Barn och elever ska ges stöd och stimulans så att de utvecklas så långt som möjligt. En strävan ska vara att uppväga skillnader i barnens och elevernas förutsättningar att tillgodogöra sig utbildningen. Utbildningen ska också syfta till att i samarbete med hemmen främja barns och elevers allsidiga personliga utveckling till aktiva, kreativa, kompetenta och ansvarskännande individer och medborgare. (Skolverket 2009a).

I förskolans uppdrag (Skolverket, 2009a) står att barnen skall kunna växla mellan olika aktiviteter under dagen och verksamheten skall ge utrymme för barnens egna planer, fantasi och kreativitet i lek och lärande såväl inomhus som utomhus. Förskolans verksamhet skall präglas av en pedagogik, där omvårdnad, omsorg, fostran och lärande bildar en helhet. Den pedagogiska verksamheten skall genomföras så att den stimulerar och utmanar barnets utveckling och lärande. Verksamheten skall främja leken, kreativiteten och det lustfyllda lärandet samt ta till vara och stärka barnets intresse för att lära och erövra nya erfarenheter, kunskaper och färdigheter.

Några av förskolans målformuleringar som kan tolkas på liknande sätt som formuleringen ”talentutveckling og kreativitet i relation til naturvidenskap”. Dessa mål är till exempel att förskolan ska sträva efter att alla barn:

- utvecklar självständighet och tillit till sin egen förmåga
- utvecklar förståelse för sin egen delaktighet i naturens kretslopp och för enkla naturvetenskapliga fenomen, liksom sitt kunnande om växter och djur
- utvecklar sin förmåga att bygga, skapa och konstruera med hjälp av olika material och tekniker
- utvecklas efter sina förutsättningar och samtidigt stimuleras att använda hela sin förmåga
- ta vara på barns vetgirighet, vilja och lust att lära samt stärka barns tillit till den egna förmågan (Skolverket, 2009a)

I grundskolans kursplaner för de naturorienterande ämnena återfinns tre aspekter, nämligen kunskap om natur och människa, kunskap om naturvetenskaplig verksamhet samt förmåga att använda sig av dessa kunskaper för att ta ställning i värdefrågor, exempelvis miljö- och hälsofrågor (Skolverket, 2000). De mål som kan tolkas falla inom ramen för denna studie är strävansmålen för NO, beträffande aspekten natur och människa är att eleven tilltror och utvecklar sin förmåga att se mönster och strukturer som gör världen begriplig samt stärker denna förmåga genom muntlig, skriftlig och undersökande verksamhet.

I målen beträffande aspekten kunskapens användning finns också en skrivning som visar på vikten av kreativitet och innovation inom naturvetenskap. Där står att eleven ska ha kunskap om hur människans nyfikenhet inför naturvetenskapliga fenomen lett till samhällsliga framsteg (mål för skolår 5).

När det gäller bedömning och betygskriterier för bedömningen av elevens kunnande i biologi, fysik och kemi skall det ske med utgångspunkt dels i de för ämnena gemensamt utformade texterna, dels i respektive ämnestexter. Rubrikerna för bedömningsanvisningarna är Naturveten-

skaplig förståelse av omvärlden, Naturvetenskapens karaktär och Naturvetenskapen som mänsklig och social aktivitet.

Bedömningen inom Naturvetenskaplig förståelse av omvärlden gäller elevens förmåga att beskriva och förklara omvärlden ur naturvetenskapligt perspektiv, dvs förståelse av begrepp, modeller och teorier från biologi, fysik och kemi. För Naturvetenskapens karaktär gäller bedömningen elevens förtrogenhet med olika sätt att arbeta och utveckla kunskaper inom naturvetenskaplig verksamhet. I bedömningen ingår elevens medvetenhet om hur den naturvetenskapliga kunskapen förändras genom historien och hur den bidragit och bidrar till att forma människans uppfattning om sig själv och sin omvärld. Det är främst inom bedömningsområdet Naturvetenskapen som mänsklig och social aktivitet som det finns skrivningar som visar på vikten av kreativitet och innovation inom naturvetenskap. Där står att elevens insikter i växelspelet naturvetenskap-teknik-samhälle och hur detta växelspel leder till ny kunskap, nya uppfinningar och produkter som på olika sätt används av människan och därvid påverkar naturen, lokalt och globalt ska bedömas.

Liknande skrivningar finns även för gymnasieskolans naturkunskaps-, biologi-, fysik- och kemiundervisning även om de i högre grad är koncentrerade på det naturvetenskapliga innehållet (Skolverket, 2010a). Ett exempel från naturkunskapskursen (NkA) som alla elever på gymnasieskolan läser är eleven skall ha kunskap om den naturvetenskapliga världsbildens framväxt samt universums och jordens historia.

På gymnasieskolans naturvetarprogram poängteras att det naturvetenskapliga förhållningssättet också utvecklas i det experimentella arbetet. I detta utvecklas förmågan att planera och genomföra experiment och fältstudier, göra iakttagelser på ett objektivt och systematiskt sätt samt att tolka och redovisa resultat. Utbildningen skall också ge tillfälle att tillämpa och värdera kunskaper, reflektera över egna erfarenheter och över fenomen i natur och samhälle samt träna förmågan att argumentera. Att öva kreativitet, initiativförmåga och förmåga att lösa problem är väsentliga inslag i utbildningen. En samverkan mellan kärnämnen och karaktärsämnen är en förutsättning för att utbildningen skall uppfattas som en helhet.

#### *5.4.2 Hur arbetar lärare med kreativitet inom det naturvetenskapliga området i skolvardagen och hur skulle de kunna arbeta?*

Det finns en tro på att undervisning i kreativitet har en betydelse för barn och ungdomars förmåga till flexibilitet och att möta olika krav och utmaningar i framtiden. Den svenska grund- och gymnasieskolans naturvetenskapliga undervisning har inte gjort sig känd för att lägga tonvikt på kreativitet. Svenska barn och ungdomar har svårt att se meningen med den naturvetenskap de möter i skolan trots att de är intresserade av naturvetenskap och teknik i samhället. Kind och Kind (2007) har skrivit en översiktsartikel om perspektiv och utmaningar för att utveckla kreativitet

inom naturvetenskaplig undervisning. Enligt artikeln finns mycket litteratur som hävdar att det finns ett samband mellan kreativitet och en utbildning som ger begåvade, talangfulla elever men det finns inte mycket bevis för detta samband. En viktig aspekt för att utbilda för naturvetenskaplig kreativitet är att undervisningen måste baseras på ”vad riktiga naturvetare” gör samt ”som naturvetare gör”, dvs verksamheten måste innehålla autentisk naturvetenskaplig forskning med relevans för skolans undervisning samt innehålla undersökande, experimentella inslag. Enligt författarna är det viktigt att motverka bilden av att naturvetenskap är rationellt tänkande och istället föra fram det kreativa arbetet.

Undervisning om naturvetenskaplig kreativitet innehåller arbete om undersökande arbete och naturvetenskapens karaktär (Kind & Kind, 2007). Ett undersökande arbete, gärna experimentellt och med öppna frågor, genomförs i skolan för att härma naturvetenskaplig verksamhet. Projekt som stimulerar undersökande arbete, dvs innehåller ”inquiry based teaching” är mycket vanliga världen över. Att upptäcka och undersöka (inquiry, investigate, discovery) är ord som alla har ansetts träna kreativitet men det finns för få studier genomförda för att veta om det stämmer. Satsningar där elever arbetar i större undersökningsbaserade projekt har visat sig stimulera kreativitet. Kunskap om naturvetenskapens karaktär, t ex att naturvetenskapen utvecklats genom experiment som kritiskt granskats, anses öka förmåga till problemlösning genom kreativa lösningar. Att kombinera estetiska ämnen, t ex konst och drama med naturvetenskap har varit framgångsrikt för att få elever att utnyttja sin kreativitet och fantasi för att nå begreppsförståelse osv.

#### *5.4.3 Utbildningsatsningar för talangutveckling inom det naturvetenskapliga området*

##### *Förslag distansundervisning*

Ytterligare en träff på ordet ”talanger” återfinns i Skolverkets redovisning av regeringsuppdrag U2009/3411/G, kring distansundervisning för sameskolan och specialskolan. Det handlar om att elever med särskilda talanger ska kunna erbjudas distansundervisning (Skolverket, 2009c). Med särskilda talanger menas elever som vill och, i ökad studietakt, kan fördjupa och bredda sina kunskaper under sin tid i grund- respektive gymnasieskolan. Den handlar om elever i specialskolans årskurs 7–10 som inte följer särskolans kursplaner och som har förutsättning att bredda eller fördjupa sin utbildning genom att läsa språk, matematik eller naturvetenskapliga ämnen i ökad studietakt bör erbjudas undervisning på distans inom dessa ämnen samt kärnämnen och gemensamma karaktärsämnen i gymnasieskolan. Skolverket föreslår även att elever med särskilda talanger, dvs elever som vill och, i ökad studietakt, kan fördjupa och bredda sina kunskaper, t.ex. inom matematik, språk och naturvetenskapliga ämnen ska få genomföras. Skolverket har tidigare föreslagit att en försöks-

verksamhet bör genomföras för elever i grundskolans årskurs 6–9. Skolverket föreslår även att elever i sameskolans årskurs 6 som har förutsättningar att bredda eller fördjupa sin utbildning genom att läsa språk, matematik eller naturvetenskapliga ämnen i ökad studietakt bör erbjudas undervisning på distans inom dessa ämnen. Skolverket redovisar förslag till författningstext för förordningen om distansundervisning. Denna förordningstext återfinns inte i svensk författningssamling så denna försöksverksamhet för särskilda talanger har inte påbörjats ännu. Förslaget i sin helhet återkommer dock i proposition 2009/10:165, dvs förslag till ny skollag ”Den nya skollagen – för kunskap, valfrihet och trygghet” (Regeringskansliet, 2010a). I den framkommer att även elever som lätt når kunskapskraven eller har speciella talanger har rätt att få en individanpassad undervisning och uppmuntran att nå ännu längre i sin kunskapsutveckling. Regeringens förslag under kapitel 7 Barns och elevers utveckling mot målen lyder:

Alla barn och elever ska ges den ledning och stimulans som de behöver i sitt lärande och sin personliga utveckling för att de utifrån sina egna förutsättningar ska kunna utvecklas så långt som möjligt enligt utbildningens mål. Elever som lätt når de kunskapskrav som minst ska uppnås ska ges ledning och stimulans för att kunna nå längre i sin kunskapsutveckling. (Regeringskansliet, 2010a)

### *Profilklasser*

I förslaget till ny skollag föreslås även att det ska bli möjligt att anordna profilklasser i högstadiet (Regeringskansliet, 2010a). Dessa särskilda profilklasser ska kunna anordnas från årskurs sju i grundskolan. Det föreslås även vara tillåtet att anordna antagningstester för elever med speciella färdigheter i ett ämne. Det framkommer tydligt att även fortsättningsvis ska utgångspunkten vara att alla elever ska få möjlighet att nå målen för utbildningen och att särskilt stöd ges till de elever som av olika anledningar har svårt att nå målen för utbildningen. För grundskolan innebär förslaget att eleven ska ges särskilt stöd på det sätt och i den omfattning som behövs för att eleven ska ha möjlighet att nå de kunskapskrav som minst ska uppnås för grundskolan. Detsamma gäller för sameskolan och specialskolan. I grundsärskolan ska eleven i likhet med elever i grundskolan ges möjlighet att nå de nationella målen för utbildningen. Elevens resultat ska dock relateras till de individuellt uppställda målen. Även barn i förskolan och elever i fritidshemmet ska ges den ledning och stimulans som behövs för deras optimala utveckling utifrån de nationella målen för verksamheten. Förslaget innebär att alla elever, även de som utvecklas snabbt, har rätt att få stimulans och utmaningar i skolarbetet. Vid resursfördelning måste hänsyn tas till detta.

### *Statsbidrag*

Förordning (2009:90) innehåller bestämmelser om statsbidrag för insatser inom matematik, naturvetenskap, teknik samt informations- och kommu-

nikationsteknik. Statsbidrag får lämnas om insatserna syftar till att stärka intresset för ovanstående områden (2 §). Det har även förekommit förordningar om statsbidrag inom det naturvetenskapliga området tidigare. Förordning (1997:153) om statsbidrag till teknik- och naturvetenskapscentrum beskriver att bidrag får lämnas till ett teknik- och naturvetenskapscentrum där

- i väsentlig utsträckning vänder sig till allmänheten
- uppvisar bredd och mångfald när det gäller naturvetenskap eller teknik
- syftar till att öka intresset för och insikterna om naturvetenskap och teknik med till största delen interaktiva metoder, och
- har bedrivits under minst ett år och huvudsakligen finansieras på annat sätt än genom statsbidrag, till exempel genom ekonomiskt stöd av universitet, högskola, museum, kommun, landsting eller näringsliv (2§).

De båda förordningarna gav alltså rätt till statsbidrag för arbete med att öka intresset för naturvetenskap. En skillnad mellan de två omgångarna var att tidigare var medlen i högre grad styrda till förutbestämda aktiviteter. I den senaste omgången fokuserades insatser för att öka intresset.

#### *Spetsutbildning i naturvetenskap*

Förordning (2008:793) beskriver den försöksverksamhet med riksrekryterande gymnasial spetsutbildning i matematik eller naturvetenskapliga, samhällsvetenskapliga eller humanistiska ämnen som pågår mellan 2009–2014. Med spetsutbildning enligt denna förordning avses en gymnasial utbildning som innehåller gymnasiekurser med särskild fördjupning och breddning inom det ämne eller ämnesområde som spetsutbildningen är inriktad mot, utöver vad som får förekomma på det nationella program och den inriktning som närmast motsvarar spetsutbildningen, och gör det möjligt för en elev att vid sidan av viss del av sina gymnasiestudier läsa kurser vid ett universitet eller en högskola (Skolverket, 2009d). Nedan kommer en sammanställning av information om denna försöksverksamhet.

I den första ansökningsomgången var det totalt 101 ansökningar. Skolverket beslutade, efter samråd med Högskoleverket, att 10 gymnasieutbildningar beviljades riksrekrytering och deltagande i försöksverksamheten med gymnasial spetsutbildning. Idag ingår totalt 20 spetsutbildningar, varav 10 är inom naturvetenskap och matematik. Utbildningarna är även utvalda efter regeringens direktiv om en jämn fördelning över landet och mellan ämnena, dvs. naturvetenskap och matematik respektive samhällsvetenskap och humanistiska ämnen. De skolor som erbjuder spetsutbildning inom naturvetenskap är: Fysikprogrammet, Polhemsskolan, Lunds kommun; Matematik- och naturvetenskapsprogrammet, Luleå Gymnasieby, Luleå kommun (ger spetsutbildning i matematik); NV med spetskompetens mot biomedicin, Härnösands gymnasium, Härnösands kommun; Scienceprogrammet – naturvetenskaplig spetsut-

bildning vid Europaskolan Strängnäs, Europaskolan Strängnäs AB; Bioteknisk spetsutbildning, Katedralskolan, Uppsala; Forskar-Nv, Älvkullgymnasiet, Karlstad; Marinbiologisk spetsutbildning, Gullmarsgymnasiet, Lysekil; Spetsutbildning inom Hållbar utveckling, Specialutformat samhällsvetenskapligt program, Folkungaskolan Gy, Linköping.

För att få tillstånd att genomföra spetsutbildning räcker det inte att erbjuda en allmänt bra utbildning eller att ha ett allmänt samarbete med universitet eller högskola. I beskrivningen av spetsutbildningen står att utbildningen måste fokusera på ett ämnesområde med anknytning till vetenskaplig forskning och att arbetssätt, ämnesintegrering och skolans resurser ska bidra till en sammanhållande idé. Denna idé ska komma till uttryck i programålet som ska vara specialutformat för en grupp elever. Innehållsanalysen av spetsutbildningarnas programål visar att det som är utmärkande för dessa utbildningar är att de visar mycket hög kvalitet och en tydlig spets i utbildningen med vetenskaplig anknytning. De beskriver även att utbildningen kan tillvara elevens kompetenser, även om de inte uttryckligen beskriver hur detta ska gå till.

Enligt förordning 2008:793 får vid urval bland behöriga sökande, förutom betyg, även hänsyn tas till ett prov som underlag för bedömning av den sökandes färdigheter eller kunskaper inom det ämne eller ämnesområde som spetsutbildningen är inriktad mot (6 §). En granskning av informationen på spetsutbildningarnas skolor visar att några av utbildningarna anger att de kommer att ha speciella antagningsprov till utbildningarna och andra skriver att betyg i matematik, biologi, kemi och fysik kommer att vara urvalsgrundande. De flesta har även en skrivning om att eleverna ska ha kunskaper, förmågor och intresse för utbildningen.

Inför första antagningsomgången var söktrycket till utbildningarna mycket svagt och åtta av de tio programmen hade inte tillräckligt med ansökningar för att fylla alla platser (Stenberg & Olsson, 2009). Utbildningarna är riksrekryterande och har platser för 30 elever per år. De allra flesta utbildningarna har lyckats få 17–20 platser fyllda den första antagningsomgången.

Som beskrivning på hur spetsutbildningar kan se ut exemplifieras verksamheten för några försöksutbildningar. Hösten 2009 startade spetsutbildningen ”Scienceprogrammet” på Europaskolan Strängnäs. Vid urvalsförfarandet till utbildningen läggs stor vikt vid betyg i de naturvetenskapliga ämnena samt engelska. Särskilda antagningsprov anordnas inte. Utbildningen fördjupar och breddar inom kemi, biologi och delvis fysik bland annat genom avancerade laborationer och högskolekurser. Vissa kurser kommer att läsas i samverkan med KTH och Södertörns högskola och andra kurser kommer att läsas mer komprimerat. Scienceprogrammet samverkar med AstraZeneca genom företagsbesök, föreläsningar och laborationer. Matematik utgör en röd tråd i programmet, även det med större bredd och djup än det nationella naturvetenskapliga programmet. Scienceprogrammet ska inspirera till fortsatta avancerade högskolestudier med forskningsanknytning. Utbildningen riktar sig till den som redan är



specialintresserad av naturvetenskap och som kan tänka sig en framtid som forskare.

Vid spetsutbildningen mot biomedicin, Härnösands gymnasium anordnas antagningsprov trots att man inte fyller utbildningsplatserna. Antagningsprovet genomförs främst för att se elevens förutsättningar för att klara att läsa nv-programmet med högre tempo. Även antagningsintervjuer genomförs för att försöka bedöma motivation, självinsikt, analytiskt tänkande och självständighet. För de elever som kommer från andra delar av landet frågas även kring problematiken att bli inackorderingselev. Mycket av undervisningen genomförs i projektform där elevernas initiativförmåga, kritiska och analytiska tänkande ska tränas. Detta genomförs både med teoretiska och praktiska inslag t ex med öppna laborationer där eleven själv får förbereda en hypotes och ett handlingsförslag.

Den 17 augusti 2010 kom ett pressmeddelande från Utbildningsdepartementet (2010) där de beskriver att regeringen även avser att införa försöksverksamhet med spetsutbildning inom teoretiska ämnen på grundskolan.

#### *Aktiviteter som uppmärksammar kreativitet och naturvetenskap*

Google-sökningen på kombinationen naturvetenskap och kreativitet plockade upp information om att EU:s ministerråd varje år väljer ett område som särskilt ska uppmärksammas. År 2009 vart utsett till det europeiska året för kreativitet och innovation. Syftet var att tydliggöra vikten av kreativitet och innovation för utveckling – såväl för individer som för samhället i sin helhet. Områden som uppmärksammades särskilt i Sverige var:

- Barn och unga bör ges möjlighet att uttrycka sig i en rad kreativa former under sin utbildning
- Kreativitet, innovation och entreprenörskap ger personlig utveckling liksom ekonomisk tillväxt och högre sysselsättning
- Satsningar på utbildningar inom matematik, naturvetenskap och teknik främjar tekniska innovationer
- Regeringens satsningar – Innovativa Sverige och Teknikdelegationens betänkande

Regeringskansliet (2010b) har tillsammans med Näringsdepartementet och Utbildningsdepartementet publicerat en tillväxtstrategi ”Innovativa Sverige – En strategi för tillväxt genom förnyelse” som handlar om det långsiktiga tillväxtarbetet för bevarad och förbättrad välfärd. Strategin Innovativa Sverige inriktas på fyra prioriterade områden för åtgärder och satsningar: Kunskapsbas för innovation, Innovativt näringsliv, Innovativa offentliga investeringar, Innovativa människor. Inom området ”Kunskapsbas för innovation” ges förslag på vad som behövs för att säkerställa att svensk utbildning och forskning håller hög kvalitet. Förutom att främja livslångt lärande, säkerställa internationellt konkurrenskraftiga univer-

sitet och högskolor, stimulera internationell student och forskarrörlighet, fortsätta satsa på forskning och forskarutbildning och stärka industri-forskningsinstituterna skrivs det fram specifika insatser för naturvetenskap, teknik och matematik. I tillväxtstrategin slås fast att ytterligare insatser behövs för att få fler att studera teknik och naturvetenskap. Dessutom föreslås att intresset för matematik bör stimuleras i hela utbildningssystemet, från förskolan till högskolan, och matematikundervisningen utvecklas så att dess praktiska betydelse i arbets- och vardagslivet tydliggörs. Grundskolor bör uppmuntras att profilera sig inom naturvetenskap och teknik och lärare ges möjlighet till kompetensutveckling. Mer av nyskapande och attraktiva utbildningar behöver komma fram i gränslandet mellan områden som teknik, design, samhällsvetenskap, humaniora och naturvetenskap.

I Teknikdelegationens betänkande (Statens offentliga utredningar, 2010) föreslås en nationell kompetensstrategi för matematik, naturvetenskap, teknik och IKT som syftar till att öka intresset och höja kunskapsnivåerna inom ämnesområdena.

#### *5.4.4 Aktiviteter för att utveckla talanger*

Under denna rubrik presenteras aktiviteter för att utveckla elevers intresse för naturvetenskap och elevers talanger för naturvetenskap. Många elever har dåligt självförtroende när det gäller att lära sig naturvetenskap (Lindahl, 2003). Förhoppningsvis är många av aktiviteterna som genomförs för att stimulera intresse också en inkörsport för att utveckla talanger eftersom många aktiviteter som ökar intresset för naturvetenskap också ökar möjligheten för eleverna att se att de kan lära sig naturvetenskap. Tabell 1 visar en översikt över olika aktiviteter som stimulerar intresse och uppmuntra talanger i naturvetenskap. Några av aktiviteterna riktar sig till elever med speciella kunskaper medan andra aktiviteter riktar sig till en bredare publik.

#### *Initiativ för att öka ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik*

I Teknikdelegationens rapport Nyfiken på naturvetenskap och teknik (Teknikdelegationen, 2009:1) presenteras en kartläggning av initiativ som syftar till att öka barns och ungdomars intresse för teknik och naturvetenskap. Rapporten presenterar projekt och verksamheter där eleverna är målgrupp (ca 60 stycken), där näringslivet deltar (ca 60 stycken), tävlingar, evenemang och festivaler (ca 40 stycken), aktiviteter på science centra och museum (ca 30 stycken) samt verksamheter där lärare är den primära målgruppen (ca 40 stycken). Aktiviteterna är riktade mot olika åldrar och finns spridda i olika delar av landet. En sökning på orden ”talang, begåvning, tilltro, självförtroende, kreativitet, innovation, entreprenör\*” genomfördes för att se om det var några aktiviteter som specifikt syftade till att utveckla och stimulera kreativitet och talang. Det var 9 olika pro-

jekt som specifikt använde sig av något av orden kreativitet, självförtroende eller entreprenör\*. Ett exempel på beskrivningar där orden ingår är från en nationell tävling för skolår 8: Teknikåttan är en frågetävling i naturvetenskap och teknik för elever i klass åtta. Det huvudsakliga syftet med tävlingen är att väcka intresset för naturvetenskap och teknik bland både flickor och pojkar, stimulera deras fantasi, kreativitet och uppfinningsförmåga samt stärka deras självförtroende. Inget projekt lägger in ordet talang eller innovation i sina beskrivningar.

I tabell 1 presenteras en översikt över aktiviteter för att stimulera intresse och uppmuntra talanger i naturvetenskap. En typ av aktivitet är kunskaps tävlingar som genomförs både på nationell och internationell nivå. Till exempel arrangeras varje år olympiader i biologi, kemi och fysik och astronomi för elever i gymnasieskolan (IBO, 2010; Svenska fysikersamfundet, 2010; Svenska kemistsamfund, 2010; ICO, 2010). Tanken med dessa tävlingar är att man genom att låta duktiga elever träffas och utmana varandras kunskaper ska stimulera och utveckla elevernas talanger och intresse för att göra en forskarkarriär. Det genomförs årligen nationella kvattävlingar där hela klasser tävlar i en lagtävling. De bästa eleverna i varje klass går vidare till en nationell finaltävling. De fyra bästa eleverna går vidare till en internationell tävling. På biologiolympiadens internationella websida (IBO, 2010) beskrivs att tävlingen innehåller frågor som prövar förmåga att lösa biologiska problem och genomföra experiment samt att det krävs både kunskap, kreativitet och uppfinningsrikedom för att klara uppgifterna. Liknande tävlingar i de tre NO-ämnena genomförs för elever i grundskolans år 9, så kallade European Union Science Olympiad (EUSO). Tävlingen lockar ca 2000 elever i grundomgången och 24 elever möts i den svenska finalen. Sex elever representerar Sverige i Europeiska finalen.

Skolverket fördelar bidrag till internationella tävlingar inom teknik, naturvetenskap och matematik. Syftet med bidraget är att stödja tävlingar som stimulerar samarbete och utbyte mellan elever och lärare i Sverige och andra länder, stimulera elevers lärande och intresse för vidare studier samt öka organisationers och allmänhetens intresse och bidra till pedagogisk utveckling (Skolverket, 2009e).

Berzeliusdagarna är ett av Svenska Kemistsamfundets åtaganden (Svenska kemistsamfundet, 2010). Då arrangeras två dagar med föredragshållare från såväl industrin som universitet/högskolor för att locka kemiintresserade gymnasister på naturvetenskapsprogrammet att studera vidare vid universitet och högskolor. I föredragen presenteras resultat både från forskningsfronten och den praktiska verkligheten. Ett mycket uppskattat inslag har varit när tre unga kemister berättar om sin vardag i arbetslivet. Dagarna avslutas med en paneldiskussion vid vilken bl.a. föredragshållarna besvarar elevernas frågor. På programmet finns även en utställning där universitet och högskolor visar upp sig. Berzeliusdagarna

är också ett utmärkt forum för kemilärarna. Senast deltog 320 elever och 40 lärare.

FIRST LEGO League är ett internationellt projekt som bygger på ett tävlingsmoment som riktar sig till elever i åldersgrupp 10–16 år. Syftet med tävlingen är att skapa ett intresse för naturvetenskap och teknik. Elverna ska i lag lösa ett uppdrag under loppet av åtta veckor. De behöver en dator och ett First Lego League robot-set. Projektet har inte utvärderats men enligt teknikdelegationen (2009:3) är en reflektion från en arrangör är att det är en viktig tävling för att eleverna får uppmärksamhet för vad de gör och de vuxna tycker att det är spännande och intressant.

Umeå universitet, teknisk naturvetenskaplig fakultet, erbjuder 25 elever en forskarlägervecka i naturvetenskap för elever i årskurs 7 (<http://www.teknat.umu.se/forskarlager>). Försöket genomförs för första gången i juni, 2010.

#### *5.4.5 Uppfattningar om särskilda satsningar på talangutveckling*

För två år sedan diskuterades försöksverksamhet med distansundervisning för elever med särskilda talanger i språk, matematik och naturvetenskap i grundskolans år 6–9 i Skolverkets nyhetsbrev (Skolverkets nyhetsbrev, 2008). Där förordas en försöksverksamhet eftersom det saknas kunskap om hur mycket eleven orkar, vad som är en rimlig studietakt och hur distansundervisningen fungerar med exempelvis handledaren. Distansundervisningen skulle ge fler elever tillgång till kurser efter behov, intresse och möjligheter att erbjuda elever att läsa i den studietakt de vill som ett sätt att öka likvärdigheten. Men det finns också farhågor eftersom det finns en risk för att det medför ökad segregering mellan elever. Sådana frågor föreslogs att man skulle titta på i försöksverksamheten. Förslaget om satsningar på särskilda talanger återkommer i ny tappning i förslag till ny skollag. I den framkommer att även elever som lätt når kunskapskraven eller har speciella talanger har rätt att få en individanpassad undervisning och uppmuntran att nå ännu längre i sin kunskapsutveckling. Där finns inte längre någon skrivning om försöksverksamhet trots att Skolverkets i sin kunskapsöversikt om vad som påverkar resultaten i svensk grundskola visar att differentiering inom skolan har en negativ effekt på kunskapsresultaten (Skolverket, 2009f). I Skolverkets remissvar till ny skollag framgår att de inte är negativa till att tillåta profilklasser så länge alla elever ges samma möjlighet att utveckla sina kunskaper (Skolverket, 2009g). De ställer sig också tveksam till en reglering som tillåter en omfattande möjlighet till tester för antagning och urval då de anser att en tidig selektion av eleverna kan få oönskade segregeringseffekter.

Kring millenniumskiftet var det en intensiv politisk diskussion om elit-skolor och begåvade elever och vad som ska göras för att stimulera denna grupp av elever. Debatten har varit synlig för allmänheten genom Internet, pedagogiska magasin samt dags- och kvällstidningar. Bland annat hade

Aftonbladet.se en webfråga om vi ska ha elitskolor för väldigt begåvade elever. Av 711 svarande var det 75 % som svarade ja och 23 % som svarade nej. Under samma period genomfördes ett examensarbete som undersökte lärares intresse för elitskolor (Blomdahl, 2001). Studien genomfördes på tre grundskolor. Slutsatsen var att intresset för en uttalad elitskola inte är särskilt stort bland lärarkåren. Därmed inte sagt att de intervjuade lärarna inte vill att de begåvade eleverna ska stimuleras. Det verkar vara så att de resurser som finns hellre används till de elever som har större problem med att nå kunskapsmålen i läroplanen (Blomdahl, 2001).

En annan viktig fråga är ju om elever med särskilda talanger är intresserade av specialkurser och att läsa i annat tempo än sina medkamrater. I Svenska Dagbladet 2005 redovisades att Danderyds gymnasium som bedrivit specialutbildning i matematik sedan 1986, hade svårt att fylla platserna. Om det förändrats under de senaste fem åren är oklart. Tydligt är i alla fall att diskussionen om satsningar på särskilda talanger inte är särskilt aktiv idag.

#### *5.4.6 Kompetensutveckling, lärarfortbildning och högskoleutbildning med inriktning mot kreativitet, innovation eller talangutveckling?*

Teknikdelegationens rapport redovisar en kartläggning av initiativ som syftar till att öka barns och ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik. I den rapporten finns ett 40-tal projekt och verksamheter som har lärare som primär målgrupp. Ett exempel är E.ON:s klimatstipendium för lärare. Stipendiet kan användas till egen kompetensutveckling eller utveckling av skolans arbete med klimatfrågan. Ingen av de projekt som redovisas i rapporten är speciellt inriktade på att ta tillvara talanger eller öka kreativitet och innovationer.

Berzeliusdagarna som anordnas av Svenska Kemistsamfundet (Svenska kemistsamfundet, 2010) fungerar som lärarfortbildning för gymnasielärare i kemi även om dagarna främst är inriktade mot gymnasieelever. Två dagar med föredragshållare från såväl industrin som universitet/högskolor presenterar resultat både från forskningsfronten och den praktiska verkligheten. Senast deltog 40 lärare.

Sveriges Pedagogiska Universitetslärare anordnar konferenser i kemi (SPUCK, adress till websidan presenteras i referenslistan). SPUCK har sedan dess start varit en naturlig mötesplats för Sveriges universitetslärare i kemi och/eller kemididaktik. Programmet på konferensen varierar och speglar de problemställningar som för närvarande dominerar kemi- och kemiteknikutbildningarna både nationellt och internationellt.

I rapporten "Entreprenörskap i skolan – en kartläggning" redovisas uppnådda resultat av utbildningar som syftar till att främja entreprenörskap och ett entreprenöriellt förhållningssätt (Skolverket, 2010b). Där framgår att även inom naturvetenskap och teknik har satsningar för att realisera utbildning för att stimulera entreprenöriella kompetenser pågått.

Utvärderingen redovisar att ”Under det senaste året har arbetet med NTA (Naturvetenskap och Teknik för alla) vid samtliga år 1–5 skolor metodiskt lyft de kunskapsbegrepp som ligger till grund för undersökande och kreativa arbetsformer” och ”Inom de relativt begränsade insatser som gjorts tycker vi oss se att eleverna söker teknik- och naturvetenskapliga inriktningar inför gymnasiet.” Kartläggningen redovisar också hur skolor valt att tolka läroplanernas skrivningar omkring entreprenörskap i skolan. Det finns varken i grundskolans nuvarande läroplan (Lpo94) eller i gymnasieskolans (Lpf 94) nämns entreprenörskap eller entreprenöriellt lärande. Däremot återfinns kompetenser som problemlösningsförmåga, kreativitet, samarbetsförmåga, analysförmåga som kännetecknar entreprenöriellt lärande, t.ex. att ge förutsättningar att utveckla förmågan att arbeta självständigt och lösa problem, utveckla tillit till den egna förmågan och att samverka med arbetslivet. Vissa skolor/kommuner har sedan länge valt att sätta likhetstecken mellan de övergripande målen i läroplanerna och entreprenörskap.

## 5.5 Sammanfattande diskussion

Sammanfattningsvis kan man säga att begreppet talang inte används tillsammans med naturvetenskap i svenska publikationer eller på svenska websidor. Ordet talang används inte heller särskilt mycket inom svensk skola. Man talar inte om att barn och elever har olika talanger som ska tas tillvara och vidareutvecklas. Istället talar man i termer av att man med utgångspunkt i elevernas bakgrund, tidigare erfarenheter, språk och kunskaper främja elevernas fortsatta lärande och kunskapsutveckling. Hänsyn skall tas till elevernas olika förutsättningar och behov och skolan har ett särskilt ansvar för de elever som av olika anledningar har svårigheter att nå målen för utbildningen. En skola för alla har varit ett honnörsord och återspeglar en sorts likvärdighetsideologi. Det är bara under de senaste två åren som det framkommer förslag om att satsa resurser på elever med särskilda färdigheter. Inte heller i läro- och kursplaner för de naturvetenskapliga ämnena talar man om att ”utveckla talang i/för naturvetenskap”. Hittills har det alltså inte funnits några krav på särskilda satsningar för talangutveckling i naturvetenskap inom utbildningssektorn.

Det låga intresset för naturvetenskap och teknik medför att det är svårt att fylla gymnasieskolans och högskolans utbildningsplatser i dessa ämnen. Det gäller även till viss del de spetsutbildningar som införts på gymnasienivå. I och med att dessa spetsutbildningar inte ger några extra meritpoäng eller andra fördelar så tvekar många inför steget att välja en utbildning, kanske på annan ort än hemorten, som dessutom är mer krävande än ett vanligt naturvetenskapligt program.

Det största hindret för utvecklingsarbete och talangutveckling i naturvetenskap och teknik är den negativa image som ämnena har hos både

ungdomar och vuxna. De många satsningar som har gjorts för att öka intresset för, samt kunskaperna i naturvetenskap och teknik bland ungdomar har varit viktiga i arbetet med att förändra attityden till dessa ämnen. Förhoppningsvis kan en fortsatt satsning på att få fler elever att studera naturvetenskap, teknik och matematik och på elever med särskilda talanger/färdigheter hjälpa till att vända den negativa trenden. Resultaten ifrån en internationell studie om ”Relevance of science education” visar att eleverna inte är ointresserade av naturvetenskap i sig utan det är skolans naturvetenskap som eleverna har svårt att se meningen med (Sjøberg & Schreiner, 2008). Grundskolans undervisning bör i högre grad ”utbilda alla för allmänbildning”. Det är också viktigt att undervisningen utvecklas så att dess praktiska betydelse i arbets- och vardagslivet tydliggörs. Ett närmare samarbete mellan skola och industri och näringsliv behövs så att eleverna får mer kunskap om vilken typ av kunskap som behövs inom de olika yrkeskategorierna.

## 5.6 Förslag till nya initiativ

Myndigheten för skolutveckling tillsatte hösten 2007 en nationell strategigrupp med ett uppdrag att initiera kompetensutveckling och andra utvecklingsinsatser inom naturvetenskap och teknik (Myndigheten för skolutveckling, 2009). Strategigruppen har i sitt arbete utgått från Science Education in Europe: Critical Reflections (Osborne & Dillon, 2008). Strategigruppen har redovisat förslag till åtgärder inom områdena, lärarutbildning, fortbildning, forskning och skolutveckling, digitala resurser, samverkan med arbetslivet samt rekrytering och vägledning. Dessa förslag är framtagna för att intressera en bredare skara elever genom att utveckla undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena så att de upplevs relevanta. Här presenteras några förslag som har betydelse för utveckling av talang och kreativitet. Lärarutbildningen och lärarfortbildning: För utbildning till samtliga lärarkategorier behöver lärarstudenterna både djup och bredd inom ämnesområdet integrerat med didaktik. Detta är viktigt för att kommande lärare ska få en stor verktygslåda med mångfacetterade arbetssätt som skapar intresse och motivation, t.ex ett dialogiskt klassrum, drama, kollaborativt lärande, undersökande arbete samt tvärvetenskapligt arbete. Ett sätt att skapa ett ökat intresse, anknyta till vardagen och ge en naturvetenskaplig allmänbildning kan vara att ämnesintegrera genom att arbeta med samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll. För att nå detta är det viktigt att innehållet i kurser för lärarutbildning/fortbildning styrs utifrån läraryrkenas behov, precis som i ingenjör- och läkarutbildningen och inte utifrån traditionellt innehåll i de akademiska grundkurserna. Förutom fortbildning i ämne/ämnesdidaktik behövs en kontinuerlig uppdatering om vilka karriärvägar som finns inom naturvetenskapliga och tekniska yrken. Digitala resurser: En digital nationell

plattform i naturvetenskap och teknik inriktad mot integration mellan och bildning i ämnena behöver skapas. Denna plattform kan både innehålla digitala lärarresurser kopplade till målen i styrdokumentet samt en uppdragsbank med stimulerande och lärorika utmaningar i närsamhället. Det kan gälla vatten, livsmedel, avfall, energi, transporter, hälsa och vård, underhållning, hem och bostad, IKT m m. Samverkan med arbetslivet: Alla utvecklingsresurser för att öka intresset för naturvetenskap och teknik bör så långt möjligt samordnas och vara insatta i ett långsiktigt perspektiv. Arbetslivet kan bidra med kunnskap och kompetensutveckling samt skapa nya lärandemiljöer som är viktigt för att öka intresset och skapa autenticitet i utbildningen men även för rekrytering och vägledning. Av samma skäl bör arbetslivet också kunna bidra med digitala resurser, som t ex beskriver produktutveckling, produktionsteknik och forskningsinsatser på ett för eleverna begripligt sätt.

I dagens utbildningssystem finns en spänning mellan att ”utbilda för att bli specialist” och att ”utbilda alla för medborgarskap”. Vårt lands ekonomi och välfärd är starkt knuten till framsteg inom naturvetenskap och teknik. Vi behöver därför specialister som är uppdaterade på det senaste och förstår de nya förutsättningarna, som bland annat skapats genom globaliseringens effekter. Vi behöver också en allmänbildad allmänhet för delaktighet, medborgarskap och demokrati och som förstår samhällets behov av utveckling av teknik och naturvetenskap. Nationella och internationella undersökningar visar att svenska elevers kunskapsnivå har försämrats. Enligt nationella utvärderingen 2003 och PISA är elevers kunskaper i naturvetenskap något högre när det gäller begreppsförståelse men de svarar inte mot de uppställda kursplanemålen när det gäller kunskap om naturvetenskaplig verksamhet och förmågan att använda sig av kunskaperna för att ta ställning i värdefrågor (Skolverket, 2004; Skolverket, 2005). Även resultaten i de nyligen införda nationella ämnesproven i biologi, fysik och kemi pekar på att dessa aspekter får litet utrymme i undervisningen. Vi har att göra med en innehållsproblematik och inte en ämnesproblematik. Det finns alltså mycket som pekar på att det första perspektivet dominerar undervisningen i skolan och många av de satsningar som görs i landet är för att öka andelen som väljer att gå vidare med naturvetenskaplig och teknisk utbildning. För att nå fler av de som kan tänka sig bli specialister måste vi nå en förändrad attityd till naturvetenskap och teknik hos barn och ungdomar. De behöver kunskap om naturvetenskap och teknik som är viktig för dem själva och för samhället. Den stereotypa bilden av naturvetaren och naturvetenskapen behöver bytas ut. Ett sätt är genom undervisning om naturvetenskapens karaktär, dvs det naturvetenskapliga arbetssättet och hur naturvetenskapen utvecklas samt naturvetenskapen som mänsklig och social aktivitet, för att förmedla tankar om att naturvetenskap är ett ämne där de flesta elever har tillräckliga talanger för att klara en framtida karriär inom, samt att det är fördelaktigt med kreativitet och innovativt tänkande för att bli en god



naturvetare. Dessa aspekter har inte varit synliga i den svenska skoldebatten. Den centrala frågan blir alltså hur utbildningssystemet ska kunna förena de två perspektiven.

## Referenser

- Blomdahl, L. (2001). Den begåvade eleven och dess behov. Examensarbete, lärarprogrammet, Linköpings universitet.
- IBO (2010) International Biology Olympiad – Official Information Website. <http://www.ibo-info.org/> [2010–05–14]
- International Chemistry Olympiad (2010). <http://www.icho.sk/> [2010–05–14]
- Jidesjö, A. & Oskarsson, M. (2005). Students attitudes to science and technology – First results from The ROSE-project in Swede. I R. M. Janiuk & E. Samonek-Miciuk (Red.). Science and Technology Education for a Diverse World. Di-lemmas, needs and partnerships. Marie Curie-Sklodowska University Press 2006.
- Kind, P. M. & Kind, V. (2007). Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science. *Studies in Science Education*, 43, 1–37
- Lindahl, B. (2003). Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Myndigheten för skolutveckling. (2009?) Utbildning i naturvetenskap och teknik för framtiden. Delrapport från Nationella strategigruppen i naturvetenskap och teknik.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008) Science Education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield foundation. [http://www.nuffieldfoundation.org/fileLibrary/pdf/Sci\\_Ed\\_in\\_Europe\\_Report\\_Final.pdf](http://www.nuffieldfoundation.org/fileLibrary/pdf/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf) [2008, 03–08]
- Persson, S. R. (1997). Annorlunda land – särbegåvnings psykologi. Liber/Almqvist & Wiksell.
- Regeringskansliet (2009). Regeringens strategi för entreprenörskap i hela utbildningssystemet <http://www.regeringen.se/content/1/c6/12/69/09/22b6e680.pdf> [2010–04–21]
- Regeringskansliet (2010a). Den nya skollagen – för kunskap, valfrihet och trygghet. Prop. 2009/10:165 <http://www.sweden.gov.se/sb/d/12489/a/142368> [2010–05–11]
- Regeringskansliet (2010b). Innovativa Sverige. En strategi för tillväxt genom förnyelse. <http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/02/66/52/a6e1190a.pdf> [2010–05–16]
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2008). Young people, science and technology. Attitudes, values, interests and possible recruitment. <http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/norway/eng/nor-sjoberg-ert2008.pdf> [2010–05–16]
- Skolverket (2000). Kursplaner och betygskriterier. Grundskolan. Stockholm: Fritzes.
- Skolverket (2004). PISA 2003 – svenska femtonåringars kunskaper och attityder i ett internationellt perspektiv. (Rapport 254) Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2005). Nationella utvärderingen av grundskolan 2003. Naturorienterande ämnen. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2006). Läroplan för de frivilliga skolformerna Lpf 94. Stockholm: Fritzes.
- Skolverket (2009a). Läroplan för förskolan Lpfö 98. Stockholm: Fritzes.
- Skolverket (2009b). Läroplan för det obligatoriska skolväsendet, förskoleklassen och fritidshemmet Lpo 94. Stockholm: Fritzes.
- Skolverket (2009c). Redovisning av ett regeringsuppdrag – Distansundervisning i sameskolan och specialskolan. Dnr U2009/3411/G <http://www.skolverket.se/sb/d/193/> [2010–05–13]
- Skolverket (2009d). PM Information om försöksverksamhet med riksrekryterande gymnasial spetsutbildning. <http://www.skolverket.se/content/1/c6/01/48/64/Informationsmaterial%2020090706.pdf> [2010–05–13]
- Skolverket (2009e). Kompetensutveckling och andra utvecklingsinsatser

- inom naturvetenskap och teknik (U2005/8130/S Slutrapport
- Skolverket (2009f). Vad påverkar resultaten i svensk grundskola? Kunskapsöversikt om betydelsen av olika faktorer. Stockholm: Fritzes.
- Skolverket (2009g). Yttrande över departementspromemorian Den nya skollagen – för kunskap, valfrihet och trygghet. Dnr U2009/4049/S [http://www.skolverket.se/content/1/c6/01/74/06/09\\_549\\_skollagen.pdf](http://www.skolverket.se/content/1/c6/01/74/06/09_549_skollagen.pdf) [2010-05-13]
- Skolverket (2010a). Gymnasieskolans kursplaner och betygskriterier. <http://www.skolverket.se/sb/d/2974#paragrafAnchor4> [2010-05-14]
- Skolverket (2010b). Entreprenörskap i skolan – en kartläggning. <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2392> [2010-06-04]
- Skolverkets nyhetsbrev (2008). Lärare på distans ökar elevernas valmöjligheter. <http://www.skolverket.se/sb/d/2425/a/13316> [2010-05-11]
- SPUCK (2009). Sveriges Pedagogiska universitetskemisters centrala konferens. [http://www.chemsoc.se/sidor/KK/SPUCK\\_2009/index.htm](http://www.chemsoc.se/sidor/KK/SPUCK_2009/index.htm) [2010-05-16]
- Statens offentliga utredningar (2010:28). Vändpunkt Sverige – ett ökat intresse för matematik, naturvetenskap, teknik och IKT. Betänkande från Teknikdelegationen. SOU 2010:28 <http://www.teknikdelegationen.se/Bazment/teknikdelegationen/sv/publikationer.aspx> [2010-05-10]
- Stenberg, E. & Olsson, H. (2009). Elitklasser i uppförssbacke. Dagens Nyheter 2009-05-30. <http://www.dn.se/nyheter/sverige/elitklasser-i-uppforsbacke-1.880468> [2010-06-07]
- Svenska Fysikersamfundet (2010). Wallenbergs fysikpris och Fysikolympiaden <http://www.fysikersamfundet.se/fysiktavlingen.html> [2010-05-16]
- Svenska kemistsamfundet (2010). Kemiolympiaden <http://www.chemsoc.se/index.php?main-cat=Verksamhet&subcat=Kemiolympiaden&language=sv/> [2010-05-14]
- Svenska kemistsamfundet (2010). En presentation av Berzeliusdagarna. <http://www.chemsoc.se/sidor/KK/berz/berzpres.htm> [2010-05-16]
- Teknikdelegationen (2009:1). Nyfiken på naturvetenskap och teknik – en kartläggning av initiativ som syftar till att öka barns och ungdomars intresse för ämnena. Rapport 2009:1 <http://www.teknikdelegationen.se/Bazment/teknikdelegationen/sv/publikationer.aspx> [2010-05-06]
- Teknikdelegationen (2009:3). Samverkan mellan skola och arbetsliv – flaskhalsar och framgångsfaktorer. Intervjustudie av Emelie Eliasson Hövmöller, Emppression PR & kommunikation. Rapport 2009:3 <http://www.teknikdelegationen.se/Bazment/teknikdelegationen/sv/publikationer.aspx> [2010-05-10]
- Teknikdelegationen (2009:4). Hur gör man i andra länder? En internationell kartläggning av nationella satsningar för att öka intresset för naturvetenskap och teknik. Rapport 2009:4 <http://www.teknikdelegationen.se/Bazment/teknikdelegationen/sv/publikationer.aspx> [2010-05-10]
- Utbildningsdepartementet (2008). Förordning (2008:793) om försöksverksamhet med riksrekryterande gymnasial spetsutbildning. [http://62.95.69.15/cgi-bin/thw?%24{HTML}=sfst\\_lst&%24{OOHTML}=sfst\\_dok&%24{SNHTML}=sfst\\_err&%24{BASE}=SFST&%24{TRIPSHOW}=format%3DTHW&BET=2008%3A793%24](http://62.95.69.15/cgi-bin/thw?%24{HTML}=sfst_lst&%24{OOHTML}=sfst_dok&%24{SNHTML}=sfst_err&%24{BASE}=SFST&%24{TRIPSHOW}=format%3DTHW&BET=2008%3A793%24) [2010-05-13]
- Utbildningsdepartementet (2010) Pressmeddelande 17 augusti 2010. Spetsutbildningar på högstadiet. <http://www.sweden.gov.se/sb/d/12468/a/150578> [2010-08-18]
- Wahlström, O. G. (1995). Begåvade barn i skolan. Duglighetens dilemma? Stockholm: Liber utbildning AB.

**Tabell 1. Översikt över aktiviteter för att stimulera intresse och uppmuntra talanger i naturvetenskap.**

Namn	Målgrupp	Beskrivning	Ansvarig	Ca. antal deltagare (2009/10)	Finansiär Källa
European Union Science Olympiad (EUSO)	Grundskolan år 9	Tävling i de tre NO-ämnena (biologi, fysik och kemi)	Arrangemang av LMNT- riksförbund för lärare i matematik, naturvetenskap och teknik, Fysikersamfundet, Kemistsamfundet Biologiläraarnas förening	2000 elever i grundomgången. 24 elever i den svenska finalen. Sex elever representerar Sverige i Europeiska finalen.	Ideellt arbete <a href="http://www.euso.se/?page_id=25">http://www.euso.se/?page_id=25</a>
Teknikåttan	Grundskolan år 8	Frågetävling i naturvetenskap och teknik. Väcka intresset för naturvetenskap och teknik, stimulera fantasi, kreativitet och uppfinningsförmåga samt starka elevernas självförtroende .	Tävlingen arrangeras gemensamt av tolv högskolor och universitet i landet.	40 000 deltagare i uttagningsävlingar. Tävligen sker i tre etapper med både region- och riksfinal. Tävlilar om åra och prispengar.	
Förbundet Uniga Forskare	Grundskola och gymnasium	Medlemmarna är nyfikna på hur världen fungerar, är kreativa och vill lära sig mer om naturvetenskap och teknik. FUF ger ett unikt tillfälle till kontakt med folk i vetenskapens frontlinje, såväl som sakkunniga inom ens eget intresseområde.	Förbundets styrelse	ca 100 lokala avdelningar ca 3 000 medlemmar	Statsbidrag; Överskott från Svenska spel; Företagspartners; Stiftelser och fonder; Sponsorer; Donationer; Deltagaravgifter
Kemiolympiaden	Gymnasieskolan	Nationell/internationell Kemitävling	Kemistsamfundet	Kvalprov =skolorna tävlar i lag där bästa eleverna går vidare till teoretiskt och experimentellt finalprov . 4 deltagare från Sverige deltar i internationell tävling	
Wallenbergs fysikpris Fysiolympiaden	Gymnasieskolan	Nationell/internationell Fysiktävling	Fysikersamfundet	67 deltagande skolor 386 deltagare Fem elever uttagna till internationell tävling	Ekonomiskt stöd från Stiftelsen Marcus och Amalia Wallenbergs Minnesfond.
Biologiolympiad	Gymnasieskola	Nationell/internationell Biologitävling	Biologiläraarnas förening		Myndigheten för skolutveckling, Uppsala universitet, Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik
RAYS – sommarforsarskola inom naturvetenskap och teknik	Gymnasieelever	Uppmärksamma unga talanger inom naturvetenskap och hjälpa dem att nå sin fulla potential, både som forskare och som ledare.			Europaskolan Strängnes Astra Zeneca Förbundet unga forskare
Berzeliusdagarna	Gymnasieelever	Två dagar för att inspirera och locka gymnasieelever att studera kemi på högskola.	Svenska kemistsamfundet	Ca 320 elever och 40 lärare	Stipendier från företag och föreningar