

Claus Michelsen & Morten Rask Petersen (red.)

Fremtidens Naturfaglige Lærere



5 refleksjoner over praksis

Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet
Volume 7 • 2010



H.C. Ørsted Selskabet

Volume 7

Michelsen, Claus & Petersen, Morten Rask (red.)

Fremtidens Naturfaglige Lærere. 5 refleksioner over praksis

© 2010 Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet

Printed in Denmark, by Print & Sign, Odense

ISBN 978-87-92321-07-0

Udgivet af

Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik

Syddansk Universitet

Campusvej 55

5230 Odense M

www.sdu.dk/namadi

FREMTIDENS NATURFAGLIGE LÆRERE

5 REFLEKSIONER OVER PRAKSIS

REDIGERET AF

CLAUS MICHELSEN, Syddansk Universitet
MORTEN RASK PETERSEN, Syddansk Universitet

INDHOLD

1. Claus Michelsen & Morten Rask Petersen

Fremtidens naturfaglige lærere og masteruddannelse i naturfagsundervisning1-4

2. Elisabeth Dannesboe

Er fokus på faglig læsning og begrebsforståelse god naturfagsundervisning?5-17

3. Ahmad Hammoud

Et fagdidaktisk koncept for natur/teknik-undervisningen.....18-28

4. Peter Faarup

Det narrative i naturfagsundervisningen.....29-39

5. Ebbe Larsen

Undervisning i uformelle naturfaglige læringsmiljøer.....40-53

6. Simon Hempel-Jørgensen

Hvad er skolefaget matematiks identitet – set i lyset af Fælles Mål II?.....54-62

Fremtidens naturfaglige lærere og masteruddannelse i naturfagsundervisning

Med udgivelsen af publikationen *Fremtidens Naturfaglige lærere – 5 refleksioner over praksis* markerer Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik ved Syddansk Universitet, at de første 16 mastere i naturfagsundervisning i 2009 afsluttede deres uddannelse med eksamen i masterafhandlingen. Dette blev markeret med en dimissionsfest den 13. marts 2009 med deltagelse af bl.a. undervisningsminister Bertel Haarder.

Masteruddannelsen i naturfagsundervisning er på mange områder i både dansk og international regi et nyskabende projekt. For første gang har vi nu i Danmark en gruppe grundskolelærere i matematik og naturfag, der i et videreuddannelsesforløb har været i nærkontakt med den moderne naturvidenskab gennem mødet med universitetets forskere, og de bringer et helt nyt syn på naturvidenskab ud i skolerne.

Udviklingen af masteruddannelsen startede den 1. januar 2006, hvor Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik under overskriften *Fremtidens naturfaglige lærere* igangsatte et 2-årigt projekt med det formål at styrke den naturvidenskabelige uddannelseskultur i grundskolen ved at udbyde et forskningsbaseret videreuddannelsesstilbud til undervisere i matematik, fysik/kemi, biologi eller geografi. Projektet havde et samlet budget på 5,2 millioner kroner og blev finansieret af Den Europæiske Socialfond og projektets partnere, der var Syddansk Universitet, CVU Sønderjylland, CVU Jelling, Danfoss Universe, Odense Kommune, Kolding Kommune, Svendborg Kommune og Sønderborg Kommune.

Baggrunden for projektet var Undervisningsministeriets faglige rapporter i matematik *Matematiklæring og kompetencer* (Niss & Højgaard Jensen 2002) og naturfag *Fremtidens naturfaglige uddannelser* (Andersen et al 2003), hvori det bl.a. anbefales at lærerkompetencer skal styrkes gennem efter- og videreuddannelse med fokus rettet mod faglige lærerteam. I *Fremtidens naturfaglige uddannelser* anbefales det endvidere, at undervisere og ledelse skal se det som et succeskriterium at fastholde og øge elevers interesse i naturfagene. Anbefalingen fremsættes på baggrund af en moderne forståelse af naturfaglighed, som er mere vidtfavnende end, hvad der er praksis i dag. Den konkrete opfyldelse af projektets *Fremtidens naturfaglige lærere* mål blev derfor at omsætte anbefalingerne vedrørende grundskolen fra de faglige rapporter til undervisningspraksis i fagene biologi, fysik/kemi, geografi og matematik ved at tilbyde et videreuddannelsesstilbud, der giver lærere kompetencer til at:

- formulere og analysere problemstillinger knyttet til grundskolens naturfagsundervisning selvstændigt, systematisk og kritisk på grundlag af aktuel pædagogisk, matematik- og naturfagsdidaktisk forskning,
- perspektivere og udvikle egen undervisningspraksis gennem anvendelse af forskningsbaseret viden og deltagelse i fagdidaktisk forskning,
- formulere problemstillinger og –løsninger samt initiere og implementere udviklingsarbejde i forbindelse med naturfagsundervisning i grundskolen og

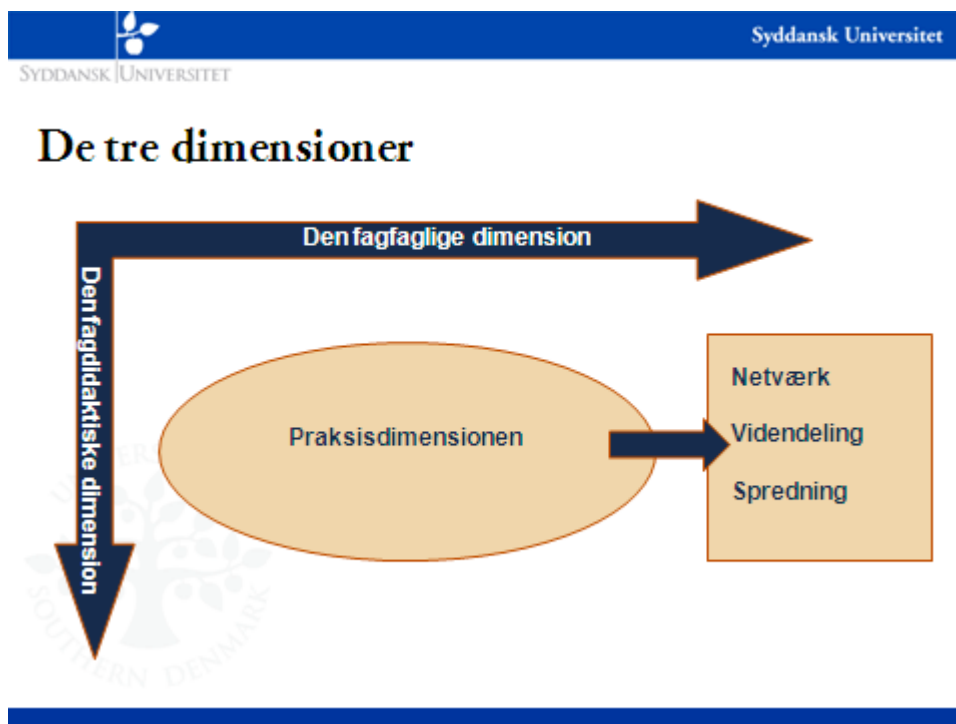
- formidle om den naturvidenskabelige virksomhed og naturvidenskabens kulturelle, historiske og samfundsmæssige betydning til en specifik målgruppe.

En arbejdsgruppe udarbejdede i løbet af den 2-årige projektperiode en beskrivelse af et 2-årigt undervisningsforløb bestående af 4 semestermoduler, som skaber rammerne for udvikling af de ovennævnte kompetencer. Arbejdsgruppen var sammensat med repræsentanter fra alle projektets partnere. Centrale aktører inden for det naturvidenskabelige uddannelsesområde bidrog således til projektet med en bred vifte af kompetencer, perspektiver og typer af ekspertise. Syddansk Universitet har ekspertise inden for naturvidenskabelig og fagdidaktisk forskning, og de to CVU'ere har mange års erfaring med læreruddannelse og videreuddannelse af praktiserende lærere. Danfoss Universe er en del af de såkaldte uformelle læringsmiljøer, hvor børn og unge møder naturfag i øjenhøjde med alsidige læringsformer. Kommunerne deltog med skolekonsulenter og stillede desuden 25 lærere til rådighed, som deltog i udvikling og afprøvning af uddannelsen. Herved fik projektet en direkte forbindelse til skoleverdenen både på forvaltningsområdet og i undervisningens praksis.

De 25 lærere deltog i udvikling og afprøvning af uddannelsens planlagte to første moduler. Det var derfor muligt i efteråret 2007 at indsende en uddannelsesansøgning til *ACE Denmark- Akkrediteringsinstitutionen*, som både omfattede en beskrivelse af den planlagte uddannelse og erfaringer fra afviklingen af uddannelsens første halvdel. *ACE Denmark* meddelte i januar 2008 Syddansk Universitet, at den foreslåede uddannelse var akkrediteret med henblik på udbydelse fra efterårssemestret 2008 under titlen *Masteruddannelse i naturfagsundervisning*. Lærerne, der havde deltaget i projektet *Fremtidens naturfaglige lærere*, blev tilbudt merit for uddannelsen to første moduler, og der blev i 2008 arrangeret undervisning i de to resterende moduler. Lærerne kunne således runde projektdeltagelsen af med erhvervelse af en mastergrad. 16 lærere gjorde brug af tilbuddet. Dette betød, at samtidig med at det første egentlige masterhold på 21 studerende startede op i september 2008, var de første masterafhandlinger ved at blive færdiggjort. Uddannelsen fik således fra starten et bæredygtigt optag.

Masteruddannelsen har et dobbelt sigte. De deltagende lærere skal på den ene side gennemføre et videreuddannelsesforløb, der udvider deres naturvidenskabelige og fagdidaktiske viden. Lærerne skal klædes på til at varetage undervisning inden for et område, der i dag udvikler sig med rivende fart. At kunne det, kræver både kendskab til hvordan naturvidenskaben anvendes i nutidens samfund og til moderne naturvidenskabelige metoder. Dette sikres ved, at universitetet stiller sine faglige forskningsmiljøer til rådighed for uddannelsen. På den anden side skal lærerne i forbindelse med uddannelsesforløbet selv igangsætte lokale udviklingsprojekter med fokus på design og implementering af nye innovative undervisningsforløb inden for den naturvidenskabelige faggruppe. Målet er at producere praktisk viden, som kan anvendes af praktikere. Det er hensigten, at der deles viden og erfaringer mellem folk, der allerede har erfaringer på området og at inddrage forskellige målgrupper i refleksioner over feltets problemstillinger. Det dobbelte sigte skal sikre, at lærerens tænkning omkring praksis udvikles gennem et samspil mellem praksisrelaterede erfaringer, fagdidaktisk teori og

fagfaglige input. Dette afspejles i uddannelsens opbygning i tre indbyrdes afhængige dimensioner:



Figur 1: Masteruddannelsens tre dimensioner

- Den fagfaglige dimension: Den moderne naturvidenskabelige virksomhed betragtes som en central aktør i samfundsudviklingen, som et spektrum af kollektivt organiserede erkendelsesprocesser, som det erkendelsesmæssige grundlag for de nutidige, vestlige kulturer og som en imponerende mængde veletableret viden.
- Den fagdidaktiske dimension: Naturfagernes og matematikkens didaktik betragtes som broen mellem fag og pædagogisk refleksion, som et internationalt forskningsområde og som et redskab til at reflektere over og udvikle egen undervisningspraksis.
- Praksisdimensionen: Didaktisk design som redskab til at initiere lokale udviklingsprojekter med det mål at udvikle, implementere og evaluere innovative undervisningsforløb inden for grundskolens naturvidenskabelige fagrække.

Praksisdimensionen skal medvirke til, at masteruddannelsen rækker udover det 2-årige uddannelsesforløb og bidrager til udvikle den naturfaglige kultur i grundskolen. Den viden, der er genereres i forbindelse med masteruddannelsesforløbet skal stilles til rådighed for grundskolens aktører gennem netværk, videndeling og spredning gennem publikationer, konferencer, kurser og lignende. Med henblik på opfyldelse af dette mål er der aktiviteter både i forbindelse med og i forlængelse af masteruddannelsen. Således skal der i forbindelse med evalueringen af Modul 3 afleveres en artikel udfærdiget efter det naturfagsdidaktiske tidsskrift MONA's forfatterskabelon. I artiklen skal læreren kombinere teoretisk viden med sin viden fra praksis til på et akademisk niveau at behandle en problemstilling relateret til udvikling af et konkret problemstilling knyttet til undervisningspraksis. Yderligere

arrangerer Syddansk Universitet et årligt seminar for grundskolens lærere og ledere, hvor nyuddannede mestre i naturfagsundervisning ved workshopper præsenterer og diskuteres deres erfaringer masteruddannelsen og egen praksis. Det første af disse seminarer afholdes den 1. marts 2010.

Den her foreliggende publikation indeholder fem artikler skrevet af lærere, der deltog i det første masterforløb. Artiklerne blev udfærdiget i forbindelse med den oven for omtalte evaluering af Modul 3. Artiklerne illustrerer, hvordan lærere i forbindelse med deres uddannelsesforløb forholder sig og handler i relation til naturfagsundervisningens mange elementer. Fokus er på udvikling af lærernes egen praksis gennem design, afprøvning og evaluering af konkrete undervisningstiltag. Med lærernes artikler foreligger der nu i tekstform en række fortællinger fra undervisningspraksis indlejret i pædagogisk og didaktisk teori. Hermed deler lærerne ud af deres erfaringer til matematik- og naturfagsundervisningen i den danske grundskole, og der skabes dermed en enestående mulighed for en spredning af aktuel pædagogisk og fagdidaktisk forskning koblet til praksiserfaring. Læserne af *Fremtidens Naturfaglige lærere – 5 refleksioner over praksis* vil forhåbentlig lade sig inspirere af de fem beretninger og dermed bidrage til udviklingen af den naturfaglige uddannelseskultur i grundskolen. God fornøjelse med læsningen.

Andersen, N.O., Busch, H., Troelsen, R. & Horst, S. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser*. Undervisningsministeriet, København

Niss, M. & Jensen, T.H. (red.) (2002): *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisningen i Danmark*. Undervisningsministeriet, København

Claus Michelsen
Institutleder, Institut for Matematik og Datalogi, Syddansk Universitet

Morten Rask Petersen
Ph.d.-stipendiat, Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik,
Syddansk Universitet

Er fokus på faglig læsning og begrebsforståelse god naturfagsundervisning?

Elisabeth Dannesboe

Abstract. Det er et erklæret mål hos et flertal i Folketinget, at danske elever i naturfag fremover skal klare sig bedre i internationale sammenligninger. I den uddannelsespolitiske debat tales meget om mere spændende naturfagsundervisning, tværfagligt samarbejde og særligt fokus på pigernes specielle interesser som det, der skal løfte naturfagsundervisningen. I artiklen argumenteres der for, at naturfagslærernes bevidste arbejde med begrebsforståelse og faglig læsning måske i lige så høj grad kunne have en positiv indvirkning på elevernes niveau i naturfag.

Hvad siger undersøgelserne?

Danmark har hidtil i alle PISA-undersøgelserne ligget under OECD's gennemsnit (500 point), når det gælder naturfag. I PISA-2000 lå vi på 481 point, i 2003 på 475 og i 2006 på 496. Disse utilfredsstillende resultater har selvfølgelig givet anledning til megen debat blandt skolefolk, politikere og andre med interesse for uddannelse. Nogle har kritiseret PISA for ikke at være retvisende, mens andre har brugt resultaterne som argument for uddannelsespolitiske tiltag, som de ønskede gennemført.

En gruppe forskere arbejder pt. med et projekt, de har kaldt Validering af PISA Science(VAP). Hensigten er at validere PISA 2006 Science i en dansk kontekst. I et af delprojekterne herunder har man lavet en undersøgelse af 114 elevers viden om begrebsområdet klimaforskelle i faget geografi. De 114 elever deltog i PISA 2006, som foregik som en testform, danske eleverne ikke er trænet i. I VAP har man testet eleverne igen men denne gang på en måde, som ligner vores mundtlige afgangsprøver. Resultatet af denne undersøgelse er publiceret af Ellen Berg Jensen i MONA 2008/1, og det viser sig endnu en gang, at det ikke står godt til med elevernes - især pigernes - niveau i naturfag.

			Drenge	Piger	Total
Samlet vurdering	Meget dårlig	Antal	2	18	20
		Procentdel af	3,7%	30,0%	17,5%
	Dårlig	Antal	15	22	37
		Procentdel af	28,8%	36,7%	32,5%
	Middel	Antal	13	11	24
		Procentdel af	24,1%	18,3%	21,1%
	God	Antal	12	7	19
		Procentdel af	22,2%	11,7%	16,7%
	Meget god	Antal	12	2	14

	Procentdel af	22,2%	3,3%	12,3%
Total	Antal	54	60	114
	Procentdel af	100,0%	100,%	100,0%

Tabel 1. Samlet vurdering fordelt på køn. (Jensen, 2008)

Når man læser tabellen, kan man ikke lade være med at undre sig over, at især danske piger scorer så dårligt, når de skal forklare om klimaforskelle. De begreber, de skulle gøre rede for, var f.eks. hydrotermfigur, nedbør, vejr og klima. At forstå middeltemperatur og forskellen på vejr og klima vil altid være svært for nogle, men at så mange ikke kan gøre rede for disse grundlæggende geografibegreber, som der i PISA undersøgelsen spørges ind til, er påfaldende og må vække til eftertanke. Ellen Berg Jensen påpeger oven i købet, at en del af de elever, som scorer godt, har deres viden fra andre sammenhænge end skolen. En havde været på Science Camp i ferien, og en anden havde været i erhvervspraktik på Danmarks Meteorologiske Institut.

Niels Egelund fandt en tilsvarende tendens i en undersøgelse om 15-16 årige elevers kundskaber i naturfag og teknik (Egelund, 2002). Her viste der sig en meget tydelig sammenhæng mellem faderens uddannelsesniveau og elevernes resultater i naturfag. Jo højere faderens uddannelsesniveau var, jo bedre klarede eleverne sig. Det er måske ikke den helt store overraskelse, at man kan finde en sådan sammenhæng, men det er alligevel bemærkelsesværdigt, at forhold med relation til skolen, som også blev undersøgt, ikke i nær samme grad havde indflydelse på elevernes kundskaber i naturfag. For dem, som er optaget af uddannelse og uddannelsespolitik, giver det stof til eftertanke, at det, der foregår i skolen, åbenbart har så ringe indflydelse på, hvordan eleverne klarer sig i naturfag.

I 2003 enedes et bredt flertal i Folketinget om retningslinier for den fremtidige udvikling af Folkeskolen. Om naturfag hed det i retningslinierne: "Danske elever skal i internationale sammenligninger klare sig bedre i naturfag. Det kan blandt andet ske ved at styrke sammenhængen i fagene inden for naturfagsblokken og arbejdet med tværgående naturfaglige problemstillinger." (UVM 2003)

Politikerne fremhæver her direkte enkelttiltag, som de mener, vil skaffe Danmark bedre resultater i internationale sammenligninger. Der kunne dog tænkes mange andre tiltag, som kunne forbedre resultaterne i Danmark. Lektor Frans Ørsted Andersen har undersøgt det i PISA sammenhæng succesrige finske skolesystem. I bogen "Finsk pædagogik – finsk folkeskole" konkluderes, at "Succesen findes i detaljen". Ifølge ham kan undervisningen i Finland bl.a. karakteriseres ved at være lærerstyret, at være fagorienteret, ved at lærebogen står centralt, og ved at man har en veludviklet evalueringskultur. Måske er det på disse områder, at danske lærere kunne udvikle/ændre deres praksis, så eleverne kunne opnå bedre resultater. Den finske skolelovgivning minder på mange måder om den danske, så det er ikke i de skriftligt formulerede politiske mål, at man finder den afgørende forskel på dansk og finsk skole. Forskellen ligger andre steder.

Man kan som lærer vælge at mene, at PISA-undersøgelserne ikke er retvisende, og at de derfor ikke giver anledning til kritisk gennemgang af egen undervisningspraksis. Der er dog efterhånden så mange overbevisende data på - jævnfør min indledning - at noget må kunne gøres bedre, at det i dag er de færreste lærere, der stadig vil påstå, at vi ikke har et reelt problem med unge danskers niveau i naturfag. Målet, at danske unges præstationer i naturfag fremover skal være bedre ved afslutningen af grundskolen, er der altså efterhånden bred enighed om – men hvad er midlet?

Meget af den offentlige debat omkring tiltag, der kunne forbedre naturfagsundervisningen, har drejet sig om bedre at udnytte elevernes motivation for naturfag (ROSE - undersøgelsen), om i højere grad at tage udgangspunkt i praktisk arbejde i naturfag, om at sætte fokus på de specielle forhold, der gør, at danske piger klarer sig ekstra dårligt i naturfag og om i højere grad at vægte tværfaglig undervisning i naturfag.

Et bidrag, der kunne forbedre situationen indenfor naturfag væsentligt, har dog været næsten fraværende i debatten. Bl.a. med udgangspunkt i Frans Ørsted Andersen's undersøgelser af finsk undervisningspraksis kunne man argumentere for, at god naturfagsundervisning i højere grad bør fokusere på elevernes forståelse af centrale faglige begreber og sammenhænge samtidigt med, at der sættes fokus på faglig læsning (Andersen, 2006).

Forforståelsens betydning for læring

Når man underviser med et konstruktivistisk syn på læring som udgangspunkt, bliver det vigtigt, at undersøge elevernes forforståelse inden man starter et undervisningsforløb. Også i litteratur om nyere pædagogisk neurovidenskab understreges forforståelsens betydning for elevernes læring. James E. Zull har i sin bog "The Art of Changing the Brain" omskrevet Ausubels berømte citat om forforståelsens betydning til: "The single most important factor in learning is the existing networks of neurons in the learner's brain. Ascertain what they are and teach accordingly" (Zull, 2002, s. 93).

Når man undersøger elevernes tænkning om naturvidenskabelige temaer, opdager man, hvor forskelligt de opfatter tingene både i forhold til hinanden og i forhold til voksne. Det bliver pludselig indlysende, at man for at blive en god underviser skal kende typiske elevopfattelser om et tema, før man kan undervise effektivt. Elevers forforståelse i forbindelse med et bestemt tema er præget af følelser, som de associerer med temaet, de praktiske erfaringer, de har gjort tidligere, oplevelser, de har haft og deres forståelse af relaterede begreber. Det, de ved, er ofte situeret viden, som er bundet til situationer uden for skolen.

Det, der er svært for børn at forstå, kan synes indlysende for en voksen fagligt skolet person. F.eks. har Gustav Helldén gennem sin forskning omkring børns tanker om økologiske processer fundet ud af, at (svenske) børn oftest tror, at planter "lever af/spiser" jord. (Helldén, 2004). Det er meget svært for dem at forstå, at det hovedsageligt er luftens kulstof, planten opbygges af. Skal denne almindelige hverdagsforståelse udfordres og måske "udryddes", er det en vigtig forudsætning, at læreren er opmærksom på den og bevidst arbejder med den. Helldén beskriver,

hvordan han arbejder med små modeløkosystemer, hvor planter gror i lukkede beholdere. Børnene forestiller sig at planten vil dø, når den har "brugt" ilten op og har "spist" jorden. Ved at iagttage beholderen gennem lang tid og gennem samtaler med den voksne udvikler børnene efterhånden den i naturvidenskabelige sammenhæng korrekte forestilling om, hvordan planten skaffer sig "stof" til at vokse af. Senere arbejde med at forstå fotosyntese, respiration og kredsløb i naturen bliver lettere for eleverne, når de grundlæggende forhold er rigtigt forstået.

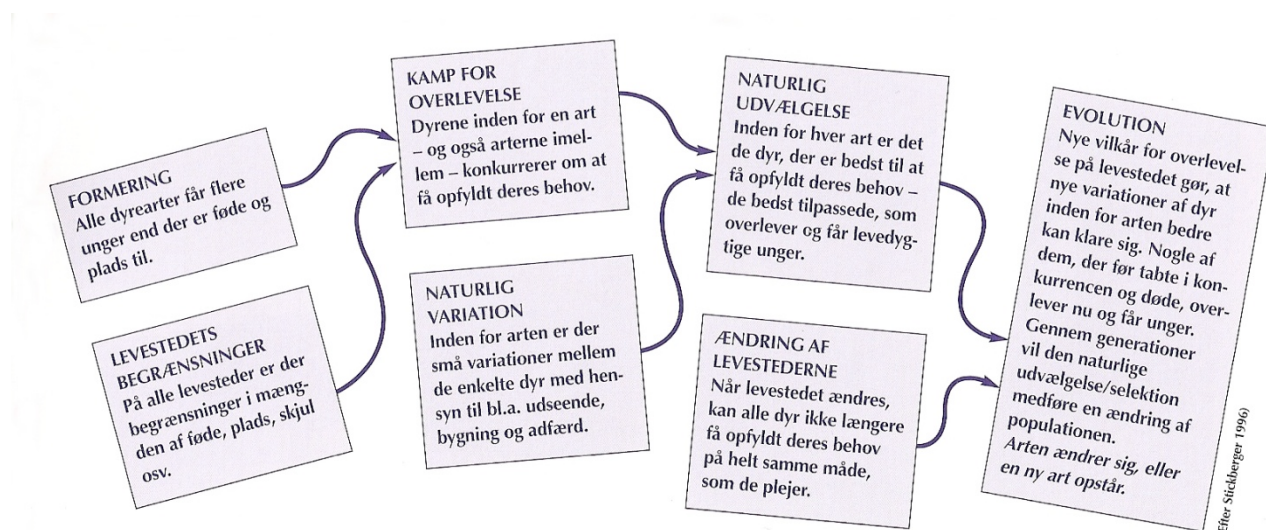
Selv har jeg iagttaget, at næsten alle elever i 9. klasse tror, at kun dyr har respiration, og at planter har fotosyntese men ingen respiration. Når vi laver fotosyntese forsøg, hvor en af vandpestplanterne ikke får lys, undrer de sig over, at planten alligevel udskiller CO₂. De forestiller sig, at når planten er i mørke, sker der bare ingenting. Før jeg blev opmærksom på elevers manglende forståelse af planters respiration, kunne ingen af mine elever forklare fænomenet, men nu hvor jeg løbende lægger vægt på at pointere, at planter selvfølgelig også har respiration for at klare deres livsprocesser, er der altid elever, der kan resonere sig frem til en forklaring, eller som kan forudse, at planten vil udskille CO₂ i mørke.

Helldén har studeret børns typiske forforståelse omkring økologiske processer. Andre har undersøgt andre naturvidenskabelige temaer. Der har længe været fokus på, at lærerens kendskab til elevernes forforståelse er af stor betydning for planlægningen og gennemførelsen af en effektiv undervisning. Når lærerne kender de typiske varianter af forforståelse indenfor et tema, kan de fokusere på de begreber, som er svære for eleverne at lære/forstå og samtidigt bedre holde øje med, om eleverne udvikler korrekt forståelse af centrale sammenhænge.

Begreber og generalisationers betydning for læring

Vi kan ikke lære eleverne alting. Derfor må undervisningen fokusere på, at eleverne får kendskab til og forståelse for centrale begreber og generalisationer, der gør det muligt for dem at bruge den tilegnede viden i nye sammenhænge. Begreber gør det muligt at se ligheder mellem enkelttilfælde, der på andre måder er meget forskellige, netop ved at se bort fra forskellighederne. Begreber samler en gruppe af fænomener ved at pege på noget fælles. Begreber kan være konkrete som f.eks. bøgetræ og blad, eller de kan være abstrakte som f.eks. fødekæde og økosystem. Begreber er "billeddannere".

Generalisationer er udsagn, der siger noget generelt om f.eks. biologiske forhold. Et eksempel kunne være "Planter, dyr og mennesker kan vokse og formere sig, når de befinder sig i et egnet miljø". Hvis biologilæreren bygger sin undervisning op over et passende udvalg af biologiske generalisationer, vil hun lettere kunne fremme en "sammenhængende" strukturering af elevernes viden om biologiske fænomener (Andersen et al., 1984). F.eks. er forståelse af generalisationerne "Planter, dyr og mennesker har særlige krav til deres levested", "Planter og dyrs formering er en forudsætning for bestandens beståen" og "Mange unger dør før de bliver voksne" en nødvendig forudsætning for at kunne forstå Darwins teori om evolution som vist nedenfor:



Figur 1: Eksemplet stammer fra en natur/teknikbog beregnet for 5. - 6. klasse. (Bjerrum et al., 2004)

Hvis eleverne i 6. klasse skal have en chance for at kunne gøre rede for denne model af Darwins teori om evolution, må læreren i de yngre klasser have sørget for, at de har gjort erfaringer med og har en viden om de generalisationer, der er en forudsætning for at forstå teorien. Det er ikke selve generalisationens formulering, som eleverne skal lære udenad. De skal i stedet arbejde med indhold, hvor de i forskellige sammenhænge undersøger eller får forklaret/fortalt/læser om det, generalisationen udtrykker. Forudsætningen for, at eleverne kan lære vigtige begreber og generalisationer, er, at læreren selv har et sammenhængende overblik over det faglige indhold, som undervisningen drejer sig om. Man kunne måske formode, at når eleverne i VAP undersøgelsen, som omtalt tidligere i artiklen, ikke kan gøre rede for forskellen mellem vejr og klima, så må en medvirkende faktor være, at der har været for lidt fokus på den præcise betydningen af disse begreber i den undervisning, som eleverne har været en del af.

Når man planlægger undervisning og udvælger indhold, er det væsentligt, at læreren er bevidst om, hvilken kategori af viden man arbejder med. Især mindre børn er afhængige af at "objekterne" er observerbare, når de skal lære et nyt begreb. Nedenstående skema illustrerer kategorier af viden med et eksempel fra biologi. Figuren læses nedefra - fra laveste til højeste abstraktionsniveau.

Hypoteser: (teori)	F. eks.: Planter og dyr får deres energi direkte eller indirekte fra solen gennem fotosyntesen, idet planter med klorofyl ved hjælp af energi fra solen kan omdanne uorganiske stoffer til organiske
Abstrakte begreber:	F.eks.: Fotosyntese, økosystem
Empiriske generalisationer:	F.eks.: Planter skal bruge vand
Konkrete begreber:	a) Navne på organismer (arts- og slægtsnavne etc.): f.eks. ært b) Termer for bygningstræk, organer m.m.: f.eks. blad, spalteåbning c) Termer for fænomener og hændelser:

	f.eks. spiring, vækst
Data:	a) Beskrivelser af observationer: f.eks. Efter en uge var ærterne 5 cm høje b) Beskrivelser af enkelte organismer og fænomener

Tabel 2: Biologiske eksempler på fem kategorier af viden. (Andersen, A.M., 1984)

Når undervisningen tager udgangspunkt i praktiske eksperimenter og iagttagelse af konkrete ting, får eleverne mulighed for at iagttage, gøre erfaringer og tale om deres observationer. Udnyttes eksisterende observationsmuligheder ikke, vil alle emner for eleverne være abstrakte. Det vil dog altid være sådan, at mange af de begreber, som eleverne skal lære f.eks. fotosyntese, er så omfattende i deres betydningsindhold, at eleverne i grundskolen – i bedste fald – kun kan lære dem i en foreløbig, ufuldstændig og ofte konkretiseret betydning. Det væsentligste er, at man undgår, at eleverne forlader grundskolen med en begrebsforståelse, der ”spærrer” for, at de senere kan udvikle en mere videnskabelig korrekt forståelse af et begreb eller en sammenhæng. Når man underviser tværfagligt, som man f.eks. gør i natur og teknik, eller hvis man ikke er faguddannet, kan det være meget svært for den enkelte underviser at have det nødvendige overblik. I Finland står lærebogen altid centralt i undervisning (Andersen, 2006). En god lærebog er skrevet af fagfolk indenfor området, og forfatterne har brugt tid på at gennemtænke f.eks. hvilke faglige begreber der er så centrale, at eleverne skal lære dem. Måske er brugen af den gode lærebog en del af den finske succes?

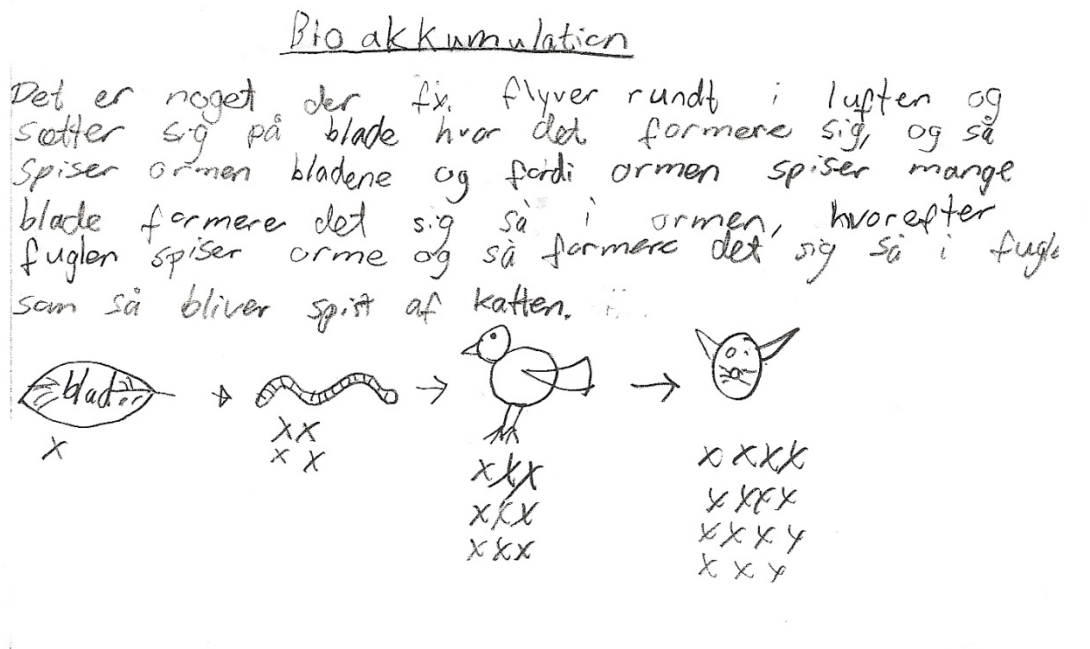
Hvordan kan man undervise med fokus på begreber?

Når man planlægger undervisning, må man starte med at klargøre for sig selv, hvilke generalisationer og begreber et givet tema giver anledning til at fokusere på. Det kan f.eks. gøres som i nedenstående skema, hvor trinmålene er opfattet som de ”hypoteser/generalisationer”, man fra centralt hold har ønsket, at eleverne skal kunne gøre rede for. Læreren må så selv udlede, hvilke centrale faglige begreber trinmålene giver anledning til at sætte fokus på.

Tema	Trinmål efter 9. klasse	Begreber	Trinmål arbejds måder og tankegange
Økosystemer	- gøre rede for hovedtræk af fotosynteseprocessen og dens grundlæggende betydning i økosystemerne (8. kl.) - forklare begrebet økosystem og kende til energistrømme samt udvalgte stofkredsløb i forskellige økosystemer - gøre rede for udvalgte græsnings- og nedbryderfødekæder	- økosystem - fotosyntese - solen - lysenergi - grønkorn - spalteåbninger - respiration - mitokondrier - CO₂, H₂O, - C₆H₁₂O₆, O₂ - glukose - kemisk energi - stivelse - fordampning - planteæder - rovdyr - organisk stof - uorganisk stof - nedbrydning - svampe - bakterier	- formulere relevante spørgsmål samt vælge relevante undersøgelsesmetoder og udstyr - indsamle og formidle relevante data

Figur 2: Eksempel på hvordan man kunne skabe overblik over trinmål og begreber i forbindelse med et tema om økosystemer.

Det er vigtigt ikke at tage for mange nye begreber med i et tema. Hvis eleverne skal lære dem, skal der nemlig bruges tid på at teste deres forståelse og på gentagelse. Testen kan bestå i helt simpelt, at eleverne skriftligt formulerer deres forståelse af et begreb – eller man kan lade dem forklare begreber for hinanden to og to. Pararbejde har den fordel, at eleverne "lærer højt", og læreren får en mulighed for at gå rundt og lytte til deres kommunikation og derved få indblik i deres tænkning. Det giver mulighed for at yde faglig støtte, når man opdager, at nogen har misforstået noget. Når man læser deres skriftlige forklaringer, kan man ofte genkende det, der foregik i undervisning, men det bliver også tydeligt, at eleverne konstruerer deres helt egen ofte uautoriserede forståelse, som f.eks. kan ses af nedenstående eksempel. Jeg havde forsøgt at forklare, hvordan PCB akkumuleres i fødekæden. Ud over, at det med de giftige stoffer i fødekæden er mangelfuldt forstået, så åbenbares det desuden, at eleven har problemer med forståelsen af begrebet formering.



Figur 3: Bioakkumulation

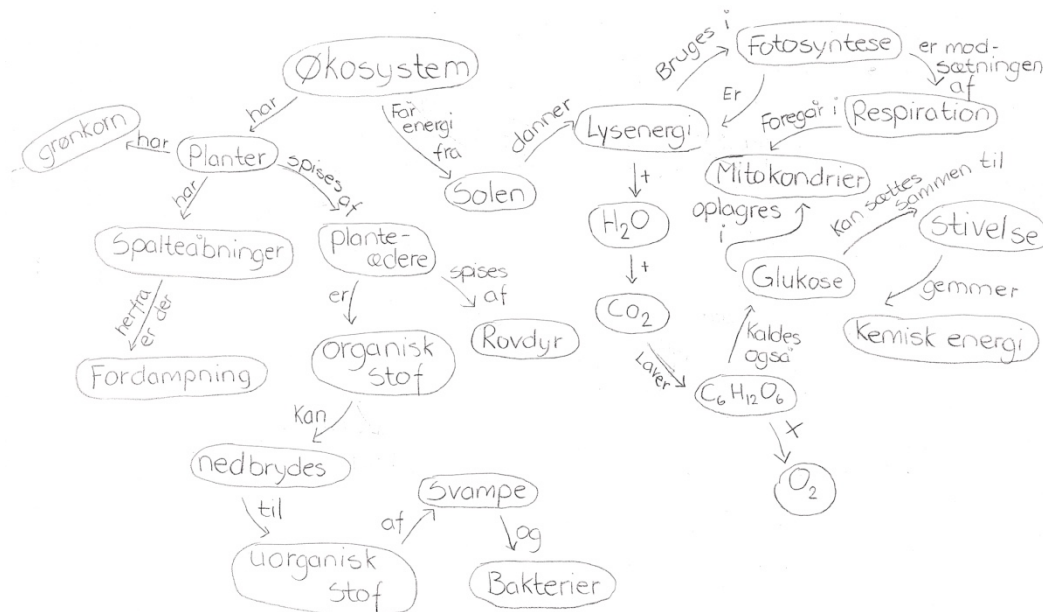
Arbejdet med at sørge for, at hovedparten af ens elever kommer frem til en korrekt paratforståelse af begreber, er blevet ekstra relevant nu, hvor det faktisk er det, der testes til folkeskolens afgangsprøve, hvad enten man kan lide det eller ej.

Rigtig mange skoler har Intranet, hvor der bl.a. findes et "værktøj", så læreren selv kan lave multiple choice tests til eleverne. Jeg har brugt sådanne tests til at tjekke elevernes paratforståelse af bestemte begreber. Når først man har fået lavet testen – og det er tidskrævende – kan man på den måde let få overblik over, hvilke begreber eleverne ikke har fået helt styr på.

At arbejde med begrebskortlægning

Man kan også lade sine elever lægge begrebskort. Ved hjælp af begrebskort kan eleverne vise, at de forstår sammenhængen imellem relevante begreber. Man kan

tage udgangspunkt i lærerens liste med centrale begreber, der er relevante i forhold til det tema, der arbejdes med. Det kan også være klassen og læreren, der i fællesskab udarbejder begrebslisten. Eleverne sidder derefter sammen to og to ved et bord. De skriver begreberne på post-it sedler. Post-it sedler er lette at holde styr på og lette at flytte rundt. Eleverne skal nu forsøge at lægge begreberne på bordet foran sig på en måde, så der skabes sammenhæng imellem dem. Øverst lægger de overbegrebet, som de andre ord skal sættes i relation til. Mellem begreberne skrives forbindelsesord på post-it sedler i en anden farve, så eleverne får lavet små sætninger, der binder begreberne sammen.



Figur 4: Klassen havde arbejdet med økosystemer generelt

De "sætninger", som eleverne får lavet, viser noget om deres forståelse og opfattelse af sammenhængene imellem vigtige begreber indenfor temaet. Man kan også lægge begrebsskort før arbejdet med et tema for at forsøge at afdække elevernes forståelse. Det kan så bruges som udgangspunkt for planlægningen af det videre forløb. Det kan være hensigtsmæssigt at lade eleverne skrive deres begreber og forbindelsesord over på A-3 papir, så man kan gemme deres forklaringer. Efter arbejdet med et tema kan man igen "lægge begrebsskort" eventuelt tilføjet de nye begreber, som er lært undervejs. Det gamle og det nye "mønster" sammenlignes. På den måde vil både lærer og elev kunne se, om nye begreber er lært og samordnet med det, eleven allerede viste på forhånd. Ofte vil det være svært i biologitimerne for læreren at finde tid til samtale med den enkelte omkring forståelsen af enkeltbegreber. Elevernes arbejde to og to giver læreren mulighed for at gå rundt og tale med dem og eventuelt få korrigeret nogle af deres misforståelser. Man kan lade eleverne lave "plakater" med deres begrebsskort, som hænges op i klassen, og man kan lade dem fremlægge deres forståelse af sammenhængene for hinanden. Det giver mulighed for gentagelse af begreberne, og for at den enkelte elev kan træne og udbygge sin forståelse af begreberne ved at høre de andre elevers fremlæggelse.

Første punkt er der intet nyt i, men teorier om f.eks. hukommelsens funktion er nok ikke klassisk naturfagslærerviden. Men det er relevant at vide, at man i korttidshukommelsen kun kan fastholde op til 7 elementer i ca. 20 sekunder, med mindre man gør noget aktivt for at fastholde dem. Hvis det, man arbejder med, derimod giver mening, kan det automatisk gemmes længere (Blakemore & Frith, 2005 s.152). Det betyder bl.a., at hvis en tekst giver mening i forhold til noget, man allerede ved, er det nemmere at huske indholdet.

I de senere år er teorier om arbejdshukommelsens funktion blevet udviklet. Forskerne mener, at denne del af hukommelsen hovedsagelig er lokaliseret i forbindelse med hjernens frontlapper. I arbejdshukommelsen kan informationerne fra korttidshukommelsen forblive i sekunder, minutter eller timer. Det er arbejdshukommelsen, man bruger, når man en kort tid skal huske de forskellige komponenter i det arbejde, man er ved at lave lige nu. (Poulsen, 2006. s 117). Når man lærer /forstår noget nyt - også i naturfag, bruger man sin arbejdshukommelse, men man kan ikke gemme den nye viden/forståelse der. Skal noget kunne huskes/genkaldes efter nogen tid, skal det gemmes i langtidshukommelsen, som bl.a. er lokaliseret på tindingelapperne.

Langtidshukommelsen er et tilsyneladende grænseløst opbevaringssted for viden, færdigheder og livserfaringer. Man kan trække på dens enorme lager gennem hele livet. Faktisk er langtidshukommelsen så uhyre stor, at der har været diskussion om, hvorvidt det er sådan, at når man glemmer noget, så er det tabt fra langtidshukommelsen, eller om det bare er blevet væk i langtidshukommelsen. Der er masser af beviser, der underbygger den sidste mulighed. Levine 2004.

Interessant er det, at forskerne mener, at man skal gøre noget aktivt for at kunne "flytte" viden/forståelse fra arbejdshukommelsen til langtidshukommelsen. K. Fredens skriver (2004)

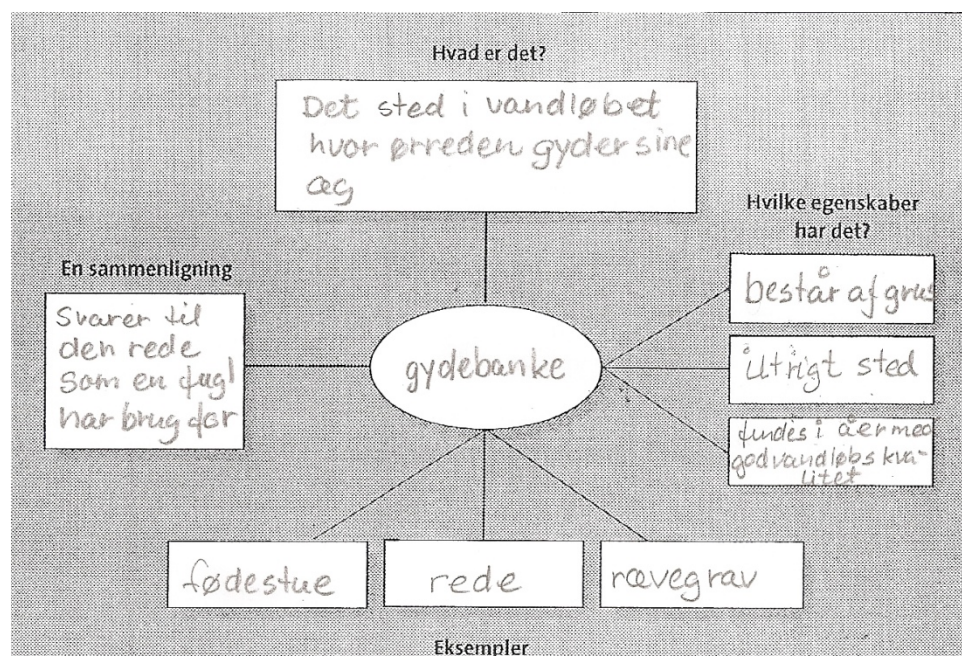
Ord kan lagres i en ordbog alfabetisk, men hukommelse lagrer bedst viden efter mening. Jo bedre en viden forarbejdes, jo mere man fordyber sig og skaber mening, desto bedre kan vi genkalde den. Repetition kan forankre viden i langtidshukommelsen, men hvis repetitionen samtidig sker med fordybelse for øje, styrkes anvendelsesmulighederne betydeligt, fordi der bliver opbygget en viden, der kan tilpasses nye udfordringer.

Det er altså vigtigt, at man som lærer får sine elever til at forstå, at det, de arbejder med i naturfagstimerne, ikke automatisk bliver inde i deres hjerner. De skal selv bearbejde det, så de får deres egen forståelse, som de ved aktiv og bevidst indsats kan lagre i langtidshukommelsen. Her kommer faglig læsning ind sammen med pararbejde og arbejde med begrebsforståelse. Når eleverne læser tekster, snakker med andre om, hvordan de forstår dem og samtidig forsøger at finde sammenhænge i de nye begreber, så er de i gang med at lægge deres nye viden/forståelse "på lager" i langtidshukommelsen. Det er så op til læreren at sørge for, at det lærte bliver repeteret med passende mellemrum. Der er nemlig også noget, der hedder glemselskurver. Ebbinghaus undersøgte i slutningen af det 19. århundrede, hvor hurtigt man glemte noget, man havde lært. Han registrerede, at der var forholdsvis størst glemsel i den første tid efter indlæringens afslutning, hvorefter glemslen blev

mindre og mindre. Han fandt desuden ud af, at glemslen var afhængig af, hvor meget man havde øvet sig (Poulsen, 2006).

Ud over kendskab til hukommelsesteorier skal naturfagslæreren som tidligere nævnt også kunne vurdere den indholdsmæssige og sproglige tilgængelighed af de tekster, der anvendes i undervisningen. Hvis de tekster, man har til rådighed, er for svære, og det er de meget ofte, har man som regel kun én mulighed, nemlig at hjælpe eleverne til at kunne læse dem alligevel. Det kan man f.eks. gøre ved gennem klassesamtale at aktivere den forforståelse, gruppen af elever har omkring temaet. Ifølge konstruktivistiske teorier om læring, forudsætter tilegnelse af ny viden (at lære sig noget) faktisk, at vi allerede ved noget om det pågældende emne, og elever er ofte ikke bevidste om den relevante viden, de allerede besidder (Zull, 2002, s. 109). Det er ganske krævende at sætte sig ind i et helt nyt emnefelt, fordi vi ikke har en etableret struktur, en mental model, som informationerne kan indføjes i.

I Elisabeth Arnbaks bog "Faglig læsning – fra læseproces til læreproces" gives



mange konkrete anvisninger på, hvordan man kan hjælpe sine elever med den faglige læsning. Eksemplet til venstre viser, hvordan man kan arbejde med

ordkendskabskort. Eleverne får her mulighed for at sammenkæde det nye begreb med noget, de kender i forvejen.

Der skal spilles på flere strenge

Når jeg i denne artikel har peget på, at naturfagslærere bør have fokus på faglig læsning og begrebsforståelse, er det ikke, fordi jeg mener, at dette arbejde i sig selv automatisk skaber den bedste naturfagsundervisning. Megen forskning viser, at man lærer bedre og mere effektivt, når man er motiveret, og derfor skal vi hele tiden gøre os umage med at gøre undervisningen så spændende og vedkommende som muligt. Som de skriver i "Fremtidens Naturfaglige Uddannelser" (2003) er ambitionen:

at skabe en naturfagsundervisning, hvor indholdet kan argumenteres at være væsentligt for alle, og at indholdet også opleves som vedkommende af i hvert fald et stort flertal.

Gennem ROSE - undersøgelsen har vi fået et grundigt indblik i, hvilket naturvidenskabeligt indhold eleverne opfatter som relevant for dem. Den viden må vi udnytte, når vi planlægger undervisning. Vi må hele tiden reflektere over, om vi gør det godt nok - om det kunne gøres bedre.

"Øer af intensitet i et hav af rutine" (Ziehe, 2007, s. 46) er Thomas Ziehes metafor, som beskriver den skolegang, han ønsker for nutidens børn. Metaforen er tænkt som et forestillingsbillede, der kan anspore lærerens praksis. For mig kunne rutine være, når jeg f.eks. forlanger af mine elever, at de med egne ord skal gøre rede for centrale faglige begreber, eller når de skal læse svære faglige tekster – og oven i købet huske dem! Det er faktisk min erfaring, at rigtig mange elever føler en stor tilfredsstillelse ved at mestre noget nyt – ved at opleve, at de klarer at lære noget, som de syntes var svært i begyndelsen.

Øer af intensitet – der hvor børnene for en tid glemmer, at de er i skole, kunne være, når vi i 1. klasse holder haletudser og følger dem, til de bliver frøer, når vi i 3. klasse ruger kyllinger ud og beholder dem i klassen et par uger, eller når eleverne i 9. klasse kommer fastende i skole og på egen krop ud fra blodprøver erfarer, hvordan blodsukkeret stiger eksplosivt efter indtagelse af cola. På mere jævnt dansk vil jeg hævde, at den gode undervisning også i naturfag er en passende blanding af stjernestunder og mere rutinepræget hverdagsundervisning.

Referencer:

Andersen, A.M. (1984). Om biologiske begreber og andre kategorier af viden. *Kaskelot – Pædagogiske særunumre 1984/47*, s. 10 – 12.

Andersen, A.M. & Breiting, S. & Christensen C.U. (1984). Biologiske generalisationer – en hjælp til planlægning af undervisningen i 3. – 5. klasse. *Kaskelot – Pædagogiske særunumre 1984/47*. s. 13 – 15.

Andersen, F.Ø. (2006), *Finsk pædagogik - finsk folkeskole*. Dafolo.

Andersen, N. & Busch, H. & Horst, S. & Troelsen, R.(2003) *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. Undervisningsministeriet.

Arnbak, E. (2003). *Faglig læsning – fra læseproces til læreproces*. Gyldendal.

Bering, L. & Bjerg Hansen, K. (1996), Tanker, sprog og begreber – Om brug af begrebskort i undervisningen. *Kaskelot PS 1/96*. s. 24.

Bjerrum, A. & Dannesboe, E. & Sandby Hansen, F. & Riis, M. (2006). *Evolution - Ind i biologien - Natur/teknik*. Alinea.

Bjerrum, A. & Dannesboe, E. & Sandby Hansen, F. & Riis, M. (2006). *Økosystemer – Ind i biologien 9. klasse, lærervejledning*. Alinea.

Blakemore, S.J. & Frith, U. (2005). *the learning brain – lessons for education*. Blackwell Publishing.

Dolin, J. & Busch, H. & Krogh, L.B. (2006). *En sammenlignende analyse af PISA 2006 science testens grundlag og de danske målkategorier i naturfagene” Rapport nr. 1 for projektet Validering Af PISA Science*. Center for Naturfagernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet.

Egelund, N. (2002). *Hvad er forskellen på 15-16 årige elever med gode og mindre gode kundskaber i naturfag og teknik? – En analyse af elevernes baggrundsforhold i skole og hjem*. DPU.

Egelund, N. (2002). Naturfag og den sociale arv. *Aktuel videnskab*2002/3, s. 38 – 39.

Helldén, G. (2004). *Børn og økologi – børns tanker om økologiske processer*. L&R Uddannelse.

Jensen, E.B. (2008). Klimaforskelle – gør evalueringsmetoden en forskel? *MONA 2008 – 1*, s. 6 – 23.

Popp Troelsen, R. & Sølbjerg, J (2008). *Den danske ROSE – undersøgelse – en antologi*. Institut for Curriculumforskning, DPU, Aarhus Universitet.

Poulsen, S.C. (2006). *Tilegnelse af boglige fagkundskaber*. MetaConsult Forlag.

Sjøberg, S. & Busch, H. (2005). *Ungdomskulturen: elevernes erfaringer, holdninger og interesser*.

Sjøberg, S. *Naturfag som almindannelse – en kritisk fagdidaktik* (s. 379-427). Didaktiske bidrag, Klim.

Ziehe, T. (2007). *Øer af intensitet i et hav af rutine*. Politisk Revy.

Zull, J.E. (2002). *The Art of Changing the Brain*. Stylus Publishing, LLC.

Et fagdidaktisk koncept for natur/teknik-undervisningen

Ahmad Hammoud

Abstract: Denne artikel henvender sig først og fremmest til de mange, som har spurgt sig selv og måske andre "hvad gør vi med natur/teknik", men naturligvis også generelt til naturfagslærere. Den giver et bud på et fagdidaktisk koncept for natur/teknikundervisningen, som kan udmøntes på den enkelte skole. Artiklens fokuspunkter er sprogindlæring, begrebskort, den eksperimenterende tilgang og lokale læseplaner. Hypotesen er, at man gennem udvikling af en lokallæseplan hvis to fundament er begrebskort og eksperimenter, kan de fornødne fagdidaktiske rammer samt redskaber være til stede for tilrettelæggelse af en undervisning hvor begrebsindlæring, kontinuitet i det faglige indhold og den eksperimenterende tilgang vægtes.

Indledning

Gennem artiklen prøver jeg at belyse, hvorledes man på den enkelte skole kan skabe et fagdidaktisk fundament for natur/teknik. Hvilke fagdidaktiske overvejelser man bør gøre sig, og hvilke valg man bør træffe i forhold til udviklingen af dette fag. Jeg er optaget af, hvorledes man kan udvikle didaktiske redskaber, så dagligdagen på den ene side bliver overkommelig for den enkelte lærer og på den anden side at undervisningen er eksperimenterende og kontinuerlig, så eleverne ganske enkelt får mulighed for at lære det, de har krav på ifølge faghæftet for faget. Min erfaring er, at faget trods dets enorme muligheder alligevel kan være træls for mange lærere, som underviser i det, og det er der flere grunde til, som vi kommer ind på i artiklen.

Natur/teknik kan efter min mening være et fantastisk fag, hvis undervisning tilrettelægges, så den er eksperimenterende og sætter den enkelte elevs praksis i centrum. Det kan også motivere boglige svage elever og give dem succeshistorier i skolens dagligdag. Men faget har brug for et kvalitetsløft og ganske enkelt nogle retningslinjer. Det er her, jeg prøver at give et bud på et fagdidaktisk koncept, som kan være det fundament faget bevæger og udvikler sig videre på.

Artiklen er bygget op, så vi først ser på forskellige undersøgelsesresultater og med udgangspunkt i det, gøres der nogle overvejelser og opstilles en hypotese. Derefter ser vi på 1) sproget, 2) begrebskort og 3) den eksperimenterende tilgang. Afslutningsvis perspektiveres over udbygningen af den lokale læseplan med mål og køreplan for udviklingen af dette.

Problemstilling, overvejelser og hypotese

Natur/teknik er et fag, som henter sit fagindhold fra en bredde af naturfag og er grundskolens mest omfattende naturfaglig fag. Flere undersøgelser har vist, at de eksisterende rammer for natur/teknikundervisningen på skolerne er langt fra optimale, og der påpeges flere problematikker, som karakteriserer natur/teknikundervisningen samt rammerne omkring. KALK (Kortlægning af lærernes kompetenceudvikling og efteruddannelsesbehov i natur/teknik), som var en

gentagelse af dele af LUNT undersøgelsen viser bl.a., at klasserne skifter hyppigt lærere i natur/teknik, at der ikke er kontinuitet i faget, at lærerne ikke føler at have baggrund for hele det område, som faget dækker, at lærerne oplever at have en mangelfuld uddannelsesmæssig baggrund - dette gælder også lærere med ét eller flere naturfaglige linjefag - og at faget ved fagfordeling bliver brugt som kit i skemaet. Egelund og Hulveis undersøgelse (Folkeskoleelevers holdninger til naturfag og teknik, 2002 DPU) påpegede endvidere gennem en kvantitativ undersøgelse af elevers holdninger til naturfag, at over 80 % af eleverne oplever, at undervisningen i natur/teknik tager udgangspunkt i tavlegennemgang, at hovedparten sjældent udfører forsøg eller praktisk arbejde, og at det ikke er hyppigt, at der evalueres efter et undervisningsforløb eller aktivitet.

Den sidste undersøgelse jeg vil hæfte mig ved er forskningsprojektet "Fra seminarium til skolepraksis i natur/teknik". Den understreger vigtigheden af forholdene på den første skole, de nye natur/tekniklærere bliver ansat på. Mange nyuddannede mister pusten, hvis rammerne ikke er optimale. Leder af projektet Annemarie Møller Andersen udtrykker det således: "... der skal ske ændringer på mange skoler, for at kvalitetsløftet slår igennem."

Alt i alt kan vi med udgangspunkt i det foregående konkludere, at faget naturteknik på de forskellige skoler har brug for et kvalitetsløft. Dette kvalitetsløft kan udmøntes på forskellige niveauer. Jeg vil i denne artikel beskæftige mig med, hvordan den enkelte skole lokalt eller i samarbejde med andre skoler kan udvikle natur/teknik, så mange af de foregående problemstillinger bliver løst.

Følgende er overvejelser, jeg har gjort mig i forhold til ovenstående;

- Hvordan udvikles en pædagogisk praksis med didaktiske redskaber, som giver den enkelte lærer de optimale muligheder for tilrettelæggelse af undervisningen?
- Hvordan skabes den røde tråd og således kontinuiteten i natur/teknikundervisningen?
- Hvordan afklares overgangen fra Natur/teknik til naturfagene i udskolingen?
- Hvordan gives de lærere, som påtager sig opgaven at undervise i Natur/teknik mulighed for at tilrettelægge en fornuftig og langsigtet undervisning, der er i overensstemmelse med kravene for faget?
- Hvordan skaber man en evalueringskultur omkring naturfagsundervisningen?
- Hvordan skaber man mulighed for tilrettelæggelse af en eksperimenterende undervisning?
- Hvordan sikrer man en kontinuerlig sprog og begrebsindlæring gennem natur/teknikundervisningen?

Min hypotese er, at man gennem udvikling af en lokallæseplan, hvis to fundament er begrebskort og eksperimenter, kan sikre ovenstående overvejelser. De fornødne fagdidaktiske redskaber, som skal til for tilrettelæggelse af en undervisning, som på den ene side vægter begrebsindlæring, progression og kontinuitet i det faglige indhold og parallelt med det den eksperimenterende tilgang, hvor empirien går forud for teorien vil være til stede.

Læringsteoretisk teoriramme for sprogindlæring

Indledningsvis kan vi med udgangspunkt i Jørgen Gimbel kategorisere ordforrådet i en undervisningssammenhæng som følgende;

- Kendte ord: de mest frekvente ord
- Fagord: faglige begreber
- Ikke-fagord: resterende ord

Gimbel betegner i sin artikel "Bakker og udale" "ikke fagord" som førfaglige begreber. Hans forskningsarbejde beskæftiger sig med dansk som andetsprog og konkluderer vigtigheden af, at læren er opmærksom på de førfaglige begreber ved undervisningen af tosprogede elever. Dette er umiddelbart ikke artiklens fokusområde, men blot en indskydning, som er relevant i forhold til naturfagsundervisningen.

I undervisningsvejledningen i faghæftet for Natur/teknik nævnes forholdet mellem fagsprog og dagligdagsprog som centralt i faget. Vejledningen lægger op til, at man forsigtigt skal indføre fagsprog, men klargøre, at fagsprog giver større mulighed for en præcis kommunikation. Det anbefales, at undervisningen veksler mellem 1) ordnede og styrede aktiviteter med en klar begrebslig og sproglige progression og 2) frie aktiviteter, hvor tanker og associationer afprøves gennem fortælling og dialog.

Gimbels "førfaglige begreber" kan ikke direkte oversættes som hverdagssprog, men hans undersøgelser viser, at langt de fleste elever har stødt på ordene i dagligdagen eller kan gætte sig frem til, hvad de betyder. I forhold til faghæftets vejledning for faget vil det betyde, at undervisningen skal veksle mellem på den ene side "de kendte ord" og "ikke fagord" og på den anden side "fagord", desuden skal førfaglige begreber (som en del af hverdagssproget) gå forud for begrebsindlæring (fagord). Begrebsskortene, som jeg forestiller mig dem blive brugt i undervisningen og som en del af den lokale læseplan, kan sikre 1) den sproglige, begrebslige samt indholdsmæssige progression i undervisningen, 2) en vekselvirkning mellem hverdagssproget og fagsprog, 3) forsigtigheden med indførelse af fagsprog og 4) en uhæmmet dialog, hvor tanker og forestillinger afprøves. Dette kommer vi naturligvis nærmere ind på senere i artiklen.

Teoriramme for sprogindlæring

Piaget er en af forgængerne inden for den konstruktivistiske retning, som danner grundlaget for nye erkendelses og undervisningsmetoder indenfor de naturvidenskabelige fag. Piagets teori bygger på to læringsformer; en operativ og en figurativ læring. Mens den operative læring sker gennem en aktiv handling, er den figurative læring kopiering eller imitation af omverdenen, således at man bevidst lærer symboler. David Elkind (1980) omtaler disse former som "praktisk intelligens" og "symbolsk intelligens". Og Jerlang formulerer det således: "først når barnet kan konstruere en lille del af sin virkelighed operativt, er det i stand til at lære denne del bevidst, dvs. figurativt". Han skriver endvidere, at man kan arbejde med blot den figurative læring (udenadslæren), men hvis dette ikke kobles med forståelsen, dvs. den operative læring, så bliver indholdet meningsløst for barnet. Således vil

mængden af de ord eleverne tilegner sig uden førstehåndsoplevelser ikke dække over forståede begreber. (Dette hænger i tråd med det, vi senere i artiklen kommer ind på; nemlig Ausubels meningsfuld læring og Deweys eksperimenterende tilgang).

Ganske enkelt betyder ovenstående, at ved indførelse af faglige begreber gennem det praktiske arbejde kan den figurative læring stimuleres eller opstå. Marit Højnes bruger begreberne "begrebsindhold" og "begrebsudtryk". Disse begreber afspejler den operative og den figurative læring. Opbygningen eller tilegnelsen af begrebsudtryk sker gennem begrebsindholdet. Hun udtrykker forholdet således: "begrebsindholdet er tankene, meningene og omgivelserne, om ting og individ og forhold mellem dem. Begrebsudtrykk er spåk som symboliserer tankene meningene". Man bevæger sig altså fra praktiske forhold til tanker, meninger, associationer og erfaringer ("begrebsindhold") og gennem dette udbygger man faglige begreber symboler, ord osv. ("begrebsudtryk").

Vygotskij og sproget

Hos Vygotskij (den kulturhistoriske skole) er det anvendelse af redskaberne herunder sproget, som har betydningen for menneskets udvikling. Vygotskij beskæftiger sig med tosproglighed ved arbejdet med den sproglige tilegnelse. Udgangspunktet er, at der er et dialektisk forhold mellem første- og andetsproget, og således har udviklingen af begge sprog et fælles fundament. Sproget bliver betragtet som noget, man bruger til at repræsentere objekter, handlinger, følelser, meninger, ideer og sammenhængen imellem dem. Således når man frem til, at de erfaringer man har på et sprog med fordel skal benyttes ved tilegnelsen af et andet sprog. Naturfagsundervisningens begrebsindlæring er tilegnelse af et nyt sprog (fagsprog), her skal tilegnelsen ske gennem brugen af elevernes allerede etablerede sprog, nemlig hverdagssproget.

Tilbage til Højnes, som arbejder med Vygotskijs teori om tilegnelse af to sprog. Vi har her med sprog af 1. og 2. orden; det, som tidligere blev betegnet som begrebsindhold og begrebsudtryk. Sproget af 1. orden er hverdagsbegreberne, som opbygges gennem interaktionen med omverdenen; disse beskrives som ubevidste og bruges spontant. Derimod er sproget af 2. orden de videnskabelige begreber, som er bevidste og systematiserede. Kernen er at gøre brug af sproget af 2. orden i en hverdagssprogkontekst. Således kan disse tilegnes meningsfuldt og blive en del af elevens hverdagssprog.

Parallelismeproblemet

Parallelismeproblemet i naturfagsundervisningen kan efter min mening opstå, når eleverne ikke kan se sammenhængen mellem de naturfaglige begreber og deres hverdagssprog. Svein Sjøberg beskæftiger sig en del med dagligdagens - og videnskabens sprog samt deres udvikling, han hævder og ser en problematik i, at elevernes hverdagssprog ikke bliver accepteret ved mødet med naturvidenskaben i folkeskolen. Han skriver endvidere, at lærerens foragt for elevernes sprog og daglige forståelse er en af hovedårsagerne til, at mange elever udvikler aversion mod naturfagene. Han mener, at de naturvidenskabelige begreber naturligvis skal læres,

men dette ikke i en sammenhæng, der er fag-imperialistisk og ser ned på elevernes eget sprog.

At tænke "ausubelsk" - Læringsteoretisk udgangspunkt for begrebskort

Den amerikanske piagetinspirerede psykolog David P. Ausubel er en af forløberne til vore dages konstruktivisme. Ausubel var ligesom Piaget optaget af den indholdsmæssige side af læringen og lagde stor vægt på det, han omtalte som før-forestillinger. Han beskæftigede sig med tilegnelse af viden på det kognitive område, og ligesom Piaget arbejdede han på tanken om kognitive strukturer, hvor viden ikke er organiseret tilfældigt, men i sammenhængende strukturer. Opfattelsen af strukturen er dynamisk, hvor strukturen er i ændring og udvikling, og hvor videnselementer er bundet sammen. Et af de centrale begreber i hans teori er "meningsfuld læring". Den går ganske enkelt ud på, at den meningsfulde læring opstår ved, at den nye viden, som skal tilegnes, kan forbindes med den allerede eksisterende viden i den kognitive struktur. Lærerstoffet skal således være opbygget logisk og sammenhængende med tidligere tilegnet stof, hvor eleven kan have mulighed for at relatere det nye stof til allerede eksisterende viden.

Ausubel opbygger en model for tilrettelæggelsen af undervisningen, vi skal ikke diskutere, hvorvidt den er hensigtsmæssig ved en ensidig brug af denne, men pointere at "at tænke ausubelsk" vil medføre, at den enkelte lærer skal ved tilrettelæggelsen af et undervisningsforløb overveje 1) hvilke begreber der er i det konkrete forløb, 2) hvilke begreber eleverne gennem undervisningen skal kunne nå frem til at forstå og anvende, 3) hvilke begreber der er overordnede og underordnede, 4) hvilken begrebsmæssige referenceramme eleven kan gøre brug af ved introduktionen af nye begreber. Dette fører os videre til det næste afsnit om begrebskort, hvor jeg tager udgangspunkt i bl.a. Nowak som karakteriseres som nærmest Ausubels arvtager.

Begrebskort

Nowak og Gowin er nogle af de første som introducerede og arbejdede med udviklingen af begrebskort som metode i undervisningen. I bogen "Learning how to learn", som var en af de første til at introducere begrebskort, definerer de begrebskortene således: "A concept map is a schematic device for representing a set of concept meanings embedded in a framework of propositions". Begrebskortene er for Nowak og Gowin til for at give lærere og elever et redskab til at se mening i det, som skal læres, således er det et værktøj til at organisere og repræsentere viden. Nowak præsenterede opbygningen af et begrebskort med en hierarkisk opbygning af begreberne hvor de generelle var i top og de specifikke arrangeret nedenunder. Den hierarkiske opbygning afhænger af konteksten, begrebskortene bliver konstrueret i, dvs. begrebskortene kan referere til en bestemt begivenhed, situation, eller problemstilling. Begreberne (faglige ord) i kortet bliver så forbundet til hinanden med linjer og forbindelsesord (almindelige ord), som specificerer relationen mellem de to begreber. Begreberne kan så efter hensigten igen forbindes på kryds og tværs med forbindelsesord.

Begrebskortene adskiller sig fra mindmaps, idet de har udsagn på forbindelseslinjerne. Denne hierarkiske opbygning er imidlertid ifølge Willams 1998 forskningsarbejde ikke nødvendig. Begrebskortene kan have facon som et edderkoppe-kort, hvor de centrale begreber står i centrum. Nowaks opbygningen kan have relation til sit læringsteoretiske udgangspunkt, nemlig Ausubels teori om meningsfuld læring herunder "overordnet begreb".

Begrebskort i undervisningen

Det er ikke meningen, at eleverne blot skal øve sig i at samle "et puslespil", hvor de opbygger et kunstigt univers, som holdes sammen af begrebernes logik. Begreberne skal vokse logisk frem fra virkelighedens univers og læres i en kommunikativ sammenhæng, hvor de giver naturlig mening. Der er forskel på brugen af begrebskort gennem et Piaget inspireret perspektiv på sproget og et Vygotsky inspireret perspektiv på sproget. Lemke 1990 definerer to grundsyn, som minder om forskellen; et mentalistisk og et socialsemiotisk. Mens mentalismen opfatter alle bevidstheder som fungerende på samme måde eller efter samme logik, prøver socialsemiotikken at afdække, hvorledes mennesker skaber mening - med sig selv, hinanden og verden, hvor ingenting har mening i sig selv. Meninger skabes gennem handlinger, hvor vi hver især og på hver vores måde kontekstualiserer praksis. Jens Dolin konkluderer i sin afhandling med udgangspunkt i,

- 1) en redegørelse af forskellen mellem den mentalistiske (Gagné, 1966) og sociokulturelle (Lemke, 1990) definition på begreber,
- 2) hvorledes den sociokulturelle videnskonsstruktion foregår gennem dialogens sproglige processer, hvor dialogens struktur og indhold er bærende for processen,
- 3) at den læringsteoretiske diskurs i dag er domineret af et sociokulturelt læringssyn, hvor man vil fokusere på, hvorledes begrebskort kan anvendes som et redskab i elevers sociale konstruktion af viden,
- 4) at det er i det tematiske mønster at forståelsen ligger, og læringen sker gennem udviklingen af det tematiske mønster, at begreber skal ses som svaret på et kommunikativt behov, hvor de læres gennem en kommunikativ sammenhæng, som giver naturlig mening, således nødvendiggør problemerne man arbejder med anvendelsen af begreberne. Arbejdet med at konstruere begrebskortene vil være at afbilde et net af betydninger og egne meninger, som ordene har til et bestemt emne, og det er her igennem, at meningerne opstår.

Arbejdet med begrebskort skal bidrage til elevernes begrebsforståelse ved brugen af deres hverdagssprog, som gennem dialogiske processer bringes i overensstemmelse med de naturfaglige begreber og viden. Jeg vil ikke ind i en længere diskussion omkring, hvorledes brugen af begrebskort er mest hensigtsmæssig, afhængigt af betragtningen af læringen som en personlig eller som en social proces. Men pointere, at jeg deler Dolins ovennævnte konklusion omkring hvorledes begrebskortene skal bruges.

Den eksperimenterende tilgang

Dewey, empiri forud for teori

Som nævnt tidligere skal den lokale læseplan have to fundamenter; begrebskort samt eksperimenter. I det følgende vil jeg teoretisere den eksperimenterende tilgangsberettigelse i natur/teknikundervisningen. John Dewey (1859-1952) levede i USA på en tid, hvor staten suverænt styrede undervisningen igennem statsbestemte læseplaner. Han overførte den pragmatiske filosofi til pædagogikken. Pragmatismen er en erkendelses- og videnskabsteoretisk position, som forbindes udover Dewey med navne som Charles Sanders og William James. Kort fortalt handler det om at teoriers og begrebers sandhedsværdi afgøres af deres nytte, af deres funktioner og praktiske konsekvenser. Vi har her tale om en empirisk forståelse af virkeligheden, hvor abstrakte og generelle propositioner og begreber er uinteressante, hvis de på forhånd anvendes til at konkludere på empiri eller erfaringer. Disse tanker kan nu for mange læsere virke som en selvfølge, men disse tanker kom frem i 1900 tallet, hvor den religiøse overbevisning var dominerende og gjorde således oprør mod denne. Deweys overførelse af denne pragmatiske erkendelses- og videnskabsposition til pædagogikken fik en stor undervisningskonsekvens. Helt grundlæggende skal empirien gå forud for teorien. Således skal eleverne gennem deres eksperimentelle erfaringer komme frem til eller blive introduceret for en teori.

Dewey - teoretisk ramme

Hans Dorf udnævner Dewey til at være et idol: "At udnævne Dewey til idol er i første omgang blot at konstatere den kendsgerning, at hans virkningshistorie som pædagogisk teoretisk reformator er meget omfattende både i hans hjemland og (især efter 1960'erne) i vores. Blandt grundene kan være, at han tog barnets eller den lærendes parti; at han kritiserede den traditionelle skole; at han formulerede et fornyende læringsbegreb og principperne for en aktiv undersøgelsespræget og problemorienteret arbejdsform i skolen; at han beskrev et pædagogisk demokratiideal; eller at han udtrykte en ny tids socialisationskrav".

Dewey så mennesket som en handlende og foranderlig organisme i stadig vekselvirkning med de omgivelser som mennesket forandrer og selv forandres af. Det var endvidere hele kroppen, som han så som en del af processen. Af dette udsprang, at den lærende skulle placeres i handlende, praktiske og problemløsende situationer. Overbevisningen om, at læringen hos det enkelte individ bedst sker gennem egen virksomhed og erfaringer var udgangspunktet for Dewey. Erfaringspædagogik er dermed nøgleordet og learning-by-doing det mest rammende og kendte udtryk for hans læringssyn. Bevidstheden er hos Dewey ikke et spejlbillede af virkeligheden, men et resultat af en gensidig tilpasningsproces med omgivelserne. Sandheden er således den foreløbige tilfredsstillende løsning, som dyrkes gennem erfaringsprocessen. Selve erfaringen har først forandringsværdi eller en erfaringsværdi når den bliver reflekteret og har en konsekvens. Inden for selve erfaringsdannelsen opererer Dewey med kontinuitet og samspil. Kontinuitet handler om, at hver erfaring viser tilbage til den forrige erfaring, og er forudsætning for de fremtidige. Erfaringer har således en foreløbig og uafsluttet karakter.

Erfaringsdannelsen hænger efter min mening sammen med hans syn på dannelsesprocessen som et mål i sig selv med underbetoningen af resultatet af

processen. Samspilsprincippet viser tilbage til samspillet mellem det ydre og det indre i barnet, altså de ydre, fysiske rammer omkring barnet og de indere, psykiske forhold i barnet. Hans Dorf skriver, at der er lighedspunkter i Deweys forståelse af erfaringsprocessen og den social-konstruktivistiske opfattelse af læring og henviser endvidere til bl.a. en sammenhæng med Piagets teorier. Dewey sætter individet i undervisningens centrum, og gør op med skolen som "terpe"-institution. Opgøret skyldes, at hvert individ har et naturligt ønske om at erfare over for det omgivende samfund. Samfundet bringer individet i situationer; som må løses, og definerer dermed erfaringsdannelsens betingelser. Da handling og erkendelse hænger tæt sammen, er personlig erfaring den bedste måde at lære på.

Undervisning skal have en aktiv undersøgelsespræget og problemorienteret arbejdsform. Her skal den lærende indgå i et fællesskab med både lærere og andre elever om intelligent læring, og være med til at skabe vækst for videre erfaring. Dette sker gennem kommunikation. En proces hvor man deler erfaring, så det bliver fælleseje. Inden der kan ske erfaring, må eleven lægge en stor del interesse, disciplin og retningsbestemthed i arbejdet. Undervisningens opgave er at lede denne erfaringsaktivitet ind i baner, som for individet resulterer i intellektuelle fremskridt. Dette fremskridt sker gennem en stadig udvælgelse, afprøvning og forkastelse af tanker, eleven har haft. Lærerens opgave er at opdage individets specielle behov og at kontrollere individets aktiviteter, så der ikke bliver tale om tilfældige eksperimenter.

I forhold til den indholdsmæssige progression og udvælgelse er det ifølge Dewey lærerens opgave at vælge det indhold, som kan "...føre de betydningsindhold, som konstituerer det sociale liv, og som bygger på forgangen kollektiv erfaring, ind i elevens aktuelle erfaringsverden". Endvidere anbefaler Dewey at; "...undervisningen af de yngste klasser begynder med...emner hentet fra hverdagsliv og praktisk aktivitet, og bevæger sig fremad til videnskabelig, fagligt organiseret indsigt i det stof og de love, som kan udbygge erfaringen". Dette hænger fint i tråd med Dolins konklusion på, hvorledes begrebskortene skal anvendes set i et sociokulturelt læringsperspektiv. Vi har midlertidigt fokus på den eksperimenterende tilgang og skal se det foregående i denne lejr.

Deweys teoriers undervisningskonsekvens

Vi kan opsummere det ovenstående som følgende;

- Mundtlig kommunikation og erfaringsudveksling
- Gruppedannelser og workshops
- Eksperimentel og problemorienteret tilgang
- Opstilling samt evaluering af hypoteser.
- Den praktiske dimension i højsædet
- Viden bygges på elevernes egen empiri
- Empirien forud for teorien
- Spiralprincippet i undervisningsplanlægningen

Undervisningen skal tilrettelægges med udgangspunkt i elevernes egne erfaringer og det værende dem fra skolen eller uden for skolen. Der skal skabes rum for gruppedannelser og workshops så den mundtlige kommunikation og erfaringsudveksling finder sted. Der skal understøttes en eksperimentel og problemorienteret tilgang med opstilling samt evaluering af hypoteser. Den praktiske dimension skal være i højsædet, og elevernes proces skal vægtes frem for det

endelige resultat. Eleverne skal opfordres til ny erfaringsdannelse, og der skal sikres, at der ikke bliver tale om tilfældige eksperimenter.

Eleverne skal altså gennem egne erfaringer og refleksion af denne i et kommunikativt samspil med hinanden og læreren, udvikle færdigheder som igen kan sætte dem i stand til at gøre sig nye erfaringer med udgangspunkt i opstillede hypoteser.

Perspektivering

Køreplan for udviklingen af den lokale læseplan

Først og fremmest skal naturfagsundervisningen på skolens udviklingsdagsorden. Arbejdet kan foregå gennem fagteamsarbejdet (hvis dette allerede er etableret på skolen) eller i en studiekreds; det er blot vigtigt, at der bliver taget højde for den tidsmæssig faktor, der spiller ind. Den lokale læseplan skal ses som et redskab, der kan hjælpe den enkelte lærer samt lærergruppen, som underviser i natur/teknik ved den fremtidig tilrettelæggelse samt udførelse af undervisningen. Den skal ses som et dynamisk værktøj, som altid kan justeres og således udvikles. Den skal udvikles af den gruppe, som beskæftiger sig med naturfagsundervisningen på skolen, således skal der udover natur/teknikundervisere være en repræsentant for geografi, en for biologi og en for fysik/kemi.

Målet for den lokale læseplan skal stå klart for alle udviklingsdeltagerne ved udviklingsarbejdets start. De fagdidaktiske diskussioner igennem arbejdet, altså selve processen, er vigtig. Dog skal det færdige produkt, altså målsætningen for den lokale læseplan, under hele processen være den milepæl, man arbejder imod.

Målet med den lokale læseplan

- At skabe en rød tråd og udvikle spiralprincippet for natur/teknikundervisningen, således at både elever og lærere kan gennemskue kontinuiteten i natur/teknikundervisningen.
- At afklare overgangen fra Natur/teknik til naturfagene i udskoling. Hvilke forventninger har fagene og således naturfagslærerne i udskoling til Natur/teknik undervisningen.
- At sikre, at eleverne får mulighed for at tilegne sig de indholdsmæssige samt begrebsmæssige forudsætninger, naturfagene i overbygningen tager udgangspunkt i.
- At give de lærere, som påtager sig opgaven at undervise i Natur/teknik mulighed for at tilrettelægge en hensigtsmæssig og langsigtet undervisning, der er i overensstemmelse med kravene for faget.

Handleplan

Forventningerne til Natur/teknik skal afklares og udskolingens naturfagsundervisning skal belyses for Natur/teknik lærerne. Så geografi-, biologi- og fysik/kemilæreren skal beskrive målene for deres fag, beskrive arbejdet med fagene i udskoling og gennemgå gennemgående emner i fagene.

Med udgangspunkt i de gennemgående emner i udskolingens naturfagsundervisning, faghæftet for natur/teknik og naturtekniklærernes erfaringer skal arbejdsgruppen finde ud af, hvilke gennemgående emner eleverne bør arbejde

med i natur/teknik. For hvert fagligt emne udarbejdes/samles flere undervisningsforløb for de forskellige årgange, som også har forskellige aspekter og vinkler på emnet. Der udarbejdes begrebskort, samt vælges og samles eksperimenter for de valgte emner. Dette samles i mapper og skal være tilgængeligt for lærerne i natur/tekniklokalet. Der udarbejdes en overskuelig skematisk læseplan, med udgangspunkt i de gennemgående emner. Udover mapperne, kan og bør udvalgte forløb fra undervisningsbøgerne på de forskellige klassetrin være en del af undervisningsmaterialet og indgå i den lokale læseplan, således at tingene supplerer hinanden.

Meningen er ikke at skabe den dybe tallerken igen. Således skal man gøre brug af samtlige kopimapper, bøger og alt hvad man kan få fat i ved arbejdet med undervisningsforløb samt valg af eksperimenter.

Forsimplet eksempel med Vand

Man bliver enige om, at vand er et gennemgående emne. Eleverne skal så beskæftige sig med emnet vand i Natur/teknik. Der skal derefter udvikles en rød tråd i undervisningen i Natur/teknik om emnet vand, fra første til sjette klasse. Der samles en mappe med de valgte eksperimenter, og der udarbejdes begrebskort til de forskellige undervisningsforløb. Vand indgår i den skematiske lokallæseplan.

Konklusion

Mit bud på det fagdidaktiske koncept skal ikke ses som et færdigt produkt, men det kan blive til det fundament som faget natur/teknik bevæger og udvikler sig videre på. Der er ingen tvivl om, at det ikke er en nem proces at udvikle progressionen i natur/teknikundervisningen gennem en lokallæseplan med begrebskort og eksperimenter som de bærende elementer. For selve den enkelte lærers forståelse af, hvorledes arbejdet med begrebskortene og eksperimenterne skal være i en undervisningssammenhæng, har enorm betydning for, om det fagdidaktiske koncept kan manifestes på skolen.

Lærergruppen skal være afklaret med, at sproget og begrebsindlæringen gennem arbejdet med begrebskort kan gøres til en bærende faktor i forhold til at skabe kontinuitet i naturfagsundervisningen, samt at arbejdet med begrebskort kan få en stor betydning for elevernes læring og kan blive til ideelle fagdidaktiske redskaber. Lærerne skal være bevidste om, hvorledes disse skal bruges, så vi hverken ender med, at eleverne laver puslespil, eller læreren blot står og præsenterer begrebskortene. Det er den mundtlige kommunikation, der skal være fokus på. Endvidere skal lærerne være afklaret med, at undervisningen skal tilrettelægges, så empirien går forud for teorien. Således skal elevernes eksperimenterende tilgang i en undervisning være et bærende element for den fagdidaktiske diskurs, der hersker blandt naturfagslærerne på skolen.

Referencer

Bente Elkær: "Når læring går på arbejde", Forlaget samfundslitteratur 2005

Espen Jerlang: "Udviklingspsykologiske teorier". Gyldendal 3. udgave 2003.

Svein Sjøberg: "Naturfag som almendannelse. En kritisk fagdidaktik". Klim 2005

John Dewey: "Demokrati og uddannelse". Klim 2005

John Dewey: "Erfaring og Opdragelse". Chr. Ejlers Forlag 1974

Hans Dorf: "Dewey- Det moderne samfunds pædagog" Pædagogiske grundfortællinger Kvan1999

Videncenter for tosprogethed og interkulturalitet. "Naturfag og tosprogede elever". www.uc2.dk. CVU København og Nordsjælland 2003

Thyge Winther-Jensen: "Dannelsesprocessen som et mål i sig selv". Voksenpædagogik

J.D. Nowak og D.B. Gowin: "Learning how to learn".

Jens Dolin: At lære fysik: kap. 11 "Dialogens læring i fysik" Undervisningsministeriet 2001

Jens Dolin: Phd. Afhandling: Fysikfaget i forandring, Læring og undervisning i fysik kap. 8

H.Nielsen og A.Chr.Poulsen: "Undervisning i fysisk - den konstruktivistiske idé". Gyldendal 1992

Højnes, Marit Johnsen: "Begynderopplæringen".

Gimbel, Jørgen: Tyrkiske børns fagrelevante danske ordforråd i femte klasse.

Gimbel, Jørgen: "Bakker og udale". Sprogforum 3/95 s.28-34.

Dragsted S, Horn F. og Sørensen H (2003): "Kortlægning af læreres kompetenceudvikling og efteruddannelsesbehov i natur/teknik". København. DPU

Dragsted S, Horn F. og Sørensen H (2005): "Får natur/teknik en fremtid?" Mona 2005 - 1

Birgitte Stougaard: "Natur/teknik undervisningen – set med børneøjne". Mona 2005 - 2

"Livline til linjefagslæreren" www.dpu.dk. Praksischok

Det narrative i naturfagsundervisningen

Peter Faarup

Abstract: *I nærværende artikel belyses muligheder og argumenter for at anvende narrative undervisningsformer i naturfagene. Ikke som et enten-eller i forhold til den traditionelle naturvidenskabelige tilgang og metode. Men snarere som didaktisk mulighed, der kan perspektivere og udvikle elevernes læringsmuligheder. Med udgangspunkt i Bruners teorier om brugen af narrativer i læringssituationer og den nyere neuroscienceforskning om hjernens strukturering af det lærte - repræsenteret ved Aadu Ott - præsenteres tre naturfaglige undervisningscases fra Folkeskolens ældste klasser. Ud fra erfaringerne fra de tre forløb om Leonardo da Vinci, H.C. Ørsted og Manhattanprojektet argumenterer artiklen for en øget brug af narrative virkemidler i naturfagsundervisningen.*

Indledning

Ifølge ROSE-undersøgelsen (Busch, 2004) og efterhånden en række PISA-undersøgelser, står det slemt til med elevernes viden om og forståelse af naturvidenskab. Sjøberg (2005) argumenterer for naturvidenskaben som et vigtigt element i den almindelse, Folkeskolen har ansvaret for, og nævner fire argumenter for naturfagernes tilstedeværelse i skolen og elevers almindelse: Økonomiargumentet, nytteargumentet, demokratiargumentet og kulturargumentet. Det er fire vigtige brikker, men ofte tænkes naturfagene kun i lyset af de to første. I følge Sjøberg bør de to sidste, som er mere dannelsesorienterede, være dem som bærer naturfagsundervisningen i Folkeskolen, da "naturfagene i højere grad kan begrundes ud fra, hvad de betyder for demokratisk medindflydelse og for et kulturelt helhedsperspektiv". (Sjøberg 2005, s. 201) Hvis den almindelse, som naturvidenskaben gennem begrebet "scientific literacy" skal iklæde elever i forhold til deres fremtidige virke som medborgere i et demokratisk samfund, forbliver en uinteressant og svært fremkommelig mængde fakta og naturvidenskabelige love, opnås der ikke en naturfaglig almen dannelse af befolkningen.

For at bryde denne udvikling må naturfagsundervisningen i Folkeskolen søge at ændre praksis og dermed sikre, at de naturfaglige kompetencer i højere grad opleves som værende i en sammenhæng og med relevans for eleven. Jerome Bruner argumenterer for, at der findes to måder eller vidensformer at se og forstå verden på:

Den "logisk deduktive" og den "narrative". Om disse to tilgange siger han: "Lad mig [...] udforske denne mulighed – at de to tilgange udgør to principielle, uforenelige metoder, som mennesker benytter sig af til at skabe mening i verden - gennem bevisførelse og universal logisk nødvendighed og gennem fortolkende rekonstruktion af relevante forhold." (Bruner, 1998, p. 320)

Set med Bruners øjne er den naturvidenskabelige tilgang derfor i modsætning til den narrative form. Man kan sige, at naturvidenskaben skaber viden via bevisførelse og ikke gennem subjektiv fortolkning af resultater. I de naturvidenskabelige fag oplever

eleverne derfor ofte, at den logisk-deduktive tankegang, som fokuserer på rationalitet, verificerbare metoder og forklaringer via kausale sammenhænge, er den eneste rigtige vej til naturvidenskabelig læring. Den naturvidenskabelige viden, der etableres, er objektiv og skal være kontekstafhængig, således at alle kan afprøve dens præmisser. (Wellington & Osborne, 2001)

En så stringent tilgang til læring er svær at etablere i Folkeskolen, og metoden er da heller ikke en entydig beskrivelse af tingenes tilstand i naturfagsundervisningen. Men som tidligere nævnt repræsenterer Jerome Bruner en anden tilgang til læring, hvor en måde at forstå verden på er den narrative måde. Bruner mener, at mennesker forstår verden ved at fortolke og skabe mening ud fra hverdagserfaringer og siger endvidere at "fortællingen er den tidligste og mest naturlige måde, mennesker former erfaringer og viden på". (Bruner 1998, s. 194)

Ovenstående er udgangspunktet for denne artikel og et centralt område som der vendes tilbage til i en uddybning, men overordnet set er det denne artikels sigte at præsentere eksempler på brug af narrative undervisningsforløb i naturfagsundervisningen som en forlængelse af Bruners teorier, Sjøbergs observationer og med en vinkling til Otts teorier omkring hjernens organisering af informationer. Slutteligt inddrages empiri omkring elevers oplevelse og ikke mindst vurdering af udbyttet af narrative undervisningsforløb.

Narrativ

Begrebet "narrativ" kommer af det latinske ord "narrare" og ifølge Gyldendals Fremmedordbog betyder det fortællende; handlingsmæssig; som vedrører en fortællings fremadskridende (reale el. fiktive) handling. Et narrativ eller en fortælling indebærer ifølge Bruner en række af begivenheder, som det er værd at berette om. Ikke alle fortællinger er lige gode eller lige anvendelige i forskellige situationer. Bruner sammenstiller fortællingen med diskurs, og diskursens første regel er, at der skal være en grund til den. En grund til, at den adskiller sig fra tavshed. (Bruner, 1998, p. 194) En fortælling retfærdiggøres eller begrundes netop ved, at den begivenhedsrække, den beretter om, er et brud på det vedtagne: Den fortæller om noget uventet eller om noget, tilhørerne har grund til at tvivle på. Med andre ord er det fortællingens opgave at afklare det "uventede", eller få tilhørernes tvivl til at lægge sig. Den tilbyder sig derfor som et redskab til at organisere eller forklare den "ubalance" som var årsagen til at fortællingen blev fortalt. Bruner skærer det ned til at "fortællingen har to sider: en rækkefølge af begivenheder og en indirekte vurdering af de begivenheder, der fortælles om." (Bruner, 1998, s. 195.)

Ifølge Bruner (1998) er fortællinger genstand for fortolkning og ikke forklaring af flere grunde. For det første skabes mening med historien ud fra dens helhed og ikke enkeltdele. Men eftersom helheden er skabt af enkeltdele, er den samlede betydning skabt ud fra, hvordan de enkelte dele forholder sig til helheden. Denne fortolkningsramme bliver kaldt for den hermeneutiske cirkel (Bruner, 1998). Den hermeneutiske forståelse af historien betyder, at læseren prøver at retfærdiggøre rigtigheden af sin fortolkning af en fortælling ved at afprøve alternative fortolkninger (ibid.)

Bruners andet argument for, at det er nødvendigt at fortolke historier, hænger sammen med den hermeneutiske forståelse af en fortælling. I fortællinger handler det ikke om at verificere påstande ligesom i naturvidenskab, men at skabe den mening, som er mest sandsynlig eller livagtig (Bruner, 1998). Historier handler især om humane aktører, som udfører en bestemt handling og ikke om naturens verden. Eftersom aktørernes handling er drevet af forskellige intentioner, såsom behov, tro og viden er det svært at forklare denne handling, fordi der kan være flere grunde til, hvorfor mennesker opfører sig som de gør, eller hvorfor de tænker på en bestemt måde. De menneskelige handlinger beskrevet i historier er genstand for mangfoldige fortolkninger, som alle kan være gyldige. Skarpt opstillet er det nødvendigt at fortolke historier for at forstå dem i modsætning til naturvidenskabelige fænomener, som kan forklares ved at henvise til bestemte teorier.

I modsætning til naturvidenskab leder fortællingen efter gyldige grunde og ikke præcise årsager eller årsagssammenhænge. Derfor er den rigtige fortolkning af en fortælling ikke bestemt ved logikkens love men derimod ved at henvise til alternative fortællinger, indtil en modsigelsesfri redegørelse af fortællingens mening kommer frem. (Bruner, 1998) Ud over at skabe sammenhæng mellem naturvidenskabelige koncepter, kan man forestille sig, at narrativer som kommunikationsredskab også kan spille en rolle i at kommunikere den naturvidenskabelige viden på en, for eleverne, mere forståelig måde. Narrativer benytter sig af dagligdagssprog, som er mere tilgængeligt for eleverne end det naturvidenskabelige, idet elever ikke er vant til at læse naturvidenskabelige tekster. (Wellington & Osborne 2001)

Narrative elementer

At præcist definere udformningen og opstille faste rammer for et narrativ er vanskeligt, eftersom et narrativ som nævnt ikke i sig selv bærer på en sand viden, og enhver historie eller narrativ virkelighed kan læses på forskellige måder. Men i en narrativ formidling skal en række elementer medtænkes, for at skabe den kontakt og indflydelse på tilhøreren, som er nødvendig, hvis narrativet skal "bringe" tilhøreren videre. Bruner angiver fem "universalier" der i større eller mindre grad skal være til stede i den gode fortælling:

Der skal være en agent/person der oplever eller skaber action. Agenten har nogle mål, som for modtageren er relevante at vide mere om. Slutteligt skal der være en ramme eller setting hvori begivenheder finder sted. Yderligere mangler der nogle problemer, som skal gennemleves før agenten når målet. (Bruner, 2006) Herudover bør den gode fortælling eller historie skabe en ejerskabsfølelse, da situationen ellers vil føre til passivitet og senere fravælgelse hos modtageren. (Hermansen, 2006)

Hvorfor overhovedet beskæftige sig med narrativer?

Inden vi ser nærmere på Aadu Otts teorier om hjernens læring, kan det være på sin plads at rette blikket mod den undervisningspolitiske debat i England. Her har debatten om den naturvidenskabelige formidling i skolen kørt i en årrække og i rapporten "Beyond 2000" fra 1998 af Millar & Osborne, som beskæftiger sig med metoder og indhold i den naturvidenskabelige formidling i skolen skrives der følgende:

Our proposal is that science education should make much greater use of one of the world's most powerful and pervasive ways of communicating ideas – the narrative form... Millar & Osborne, 1998.

Rapporten foreslår implementering af narrativer i den naturvidenskabelige uddannelse, idet den narrative form betegnes som verdens mest magtfulde og almene måde at kommunikere ideer på. Millar & Osborne påpeger, at den naturvidenskabelige uddannelse har tendens til at koncentrere sig mere om fagligt indhold i undervisning og mindre om at se dette indhold i større sammenhæng. For at gøre Folkeskolens elever engagerede og interesserede i naturvidenskab, bør naturvidenskaben eksempelvis også kunne fortælle om de mennesker som arbejdede ved Manhattanprojektet, hvad de tænkte og oplevede og ikke kun om atombombens virkning, således at de kan se den fysikfaglige viden i et større perspektiv. Her kan den narrative form med fordel benyttes til at kommunikere sammenhængende koncepter i modsætning til at fokusere for entydigt på detaljer inden for naturvidenskabelige teorier. På denne måde kan narrativitet som et kommunikationsværktøj være med til at skabe sammenhæng og give mening i naturvidenskaben, hvilket vil skabe mere engagement og interesse i faget. (Millar & Osborne 1998).

I forlængelse af Bruner, samt Millar & Osbornes argumentering for brug af narrativer i naturfagsundervisningen, finder vi hos Aadu Ott i artiklen "Nature of science and Nature off the Mind, should they be married?" fra 2006 yderligere belæg for implementeringen af narrativer. Ott gennemgår i sin artikel blandt andet hvordan vores hjerne registrerer og organiserer information, som den jo konstant bombarderes med. Vores hukommelse kan opdeles i nogle underafsnit hvor fx den eksplicite hukommelse kan styres af vores bevidsthed og vilje, mens den implicite hukommelse kan aktiveres af "kodeord" eller sensoriske impulser. Desuden findes en mere autonom hukommelsesdel, som er uden for vores bevidstheds kontrol. Det er den, som styrer os igennem mange dagligdagssituationer såsom at køre bil. Ifølge Ott kan man endvidere tale om en semantisk og en episodisk hukommelsesdel som den del, der lagrer episoder fra vores liv og er mere kontekstuel betinget. (Ott, 2006) I det hele taget skal hjernens måde at lagre informationer på ikke opfattes som en dvd, hvor informationer "brændes" fast, men som et system, hvor informationer hele tiden rekonsolideres og "omlagres" når de bliver aktiveret. Det betyder, at vores hukommelsessystem bliver flygtigt, og informationer kan gå tabt under rekonsolideringen. Et fænomen, som er velkendt og velbelyst omkring vidneudsagn, hvor tidsfaktoren og påvirkningen fra udefrakommende faktorer ofte kan udøve stor indflydelse på vidners udsagn. (Ibid.)

Ott argumenterer endvidere for en øget opmærksomhed på i undervisningen at sikre en kontekstuel tilgang til læring, således at faglig viden præsenteres og placeres i flere kontekster. I artiklen underbygges dette med "Our memory system has a preference for remembering narratives" (Ott, 2006, p. 6) og måske er det, jf. Ott, en arv fra vores forfædres fortællinger omkring bålet, der den dag i dag styrer vores hjernes måde at huske informationer. Der er givetvis ingen tvivl om at de unge tilhørere til de ældres fortællinger rundt om bålet, kunne bruge informationerne og erfaringerne når de skulle på jagt. I øvrigt en informationsform som er velkendt den dag i dag blandt naturfolk, som aboriginerne i Australien og eskimoerne på Grønland.

Brug af narrativer i naturfagsundervisningen; casestories

Vi har nu set en række argumenter for inddragelsen af narrativer i naturfagsundervisningen, men hvordan kan det så gøres? I det følgende præsenteres tre casestories fra Rudkøbing Skole, hvor fokus på inddragelsen af narrative elementer i naturfagsundervisningen har affødt disse tre undervisningsforløb.

Casestory 1: Manhattanprojektet

Rollespil til folkeskolens ældste klasser omkring udviklingen og kastningen af de første atombomber over Japan. Udviklet i perioden 2005 til 2007 i et samarbejde mellem Helle Hansen og Peter Faarup, (Rudkøbing Skole), Mikkel Heise Kofoed, (IMADA, SDU), Ida Tolbod, (PocoPio) og Center for kunst og videnskab ved SDU. Formatet findes nu på www.dr.dk/skole/manhattanprojektet

I et rollespil som Manhattanprojektet skal eleverne spille forskellige episoder og situationer som de kunne have taget sig ud under de beslutningsprocesser der fandt sted under afslutningen af 2. Verdenskrig i sommeren 1945. Derved kommer eleverne i situationer, hvor de skal anvende den viden, de har opbygget i den daglige undervisning, samt den ekspertviden de har forberedt sig på via DR/skole. På denne måde er eleverne med til at opbygge en fortælling som er virkelighedsnær, men udformet og formuleret af dem selv, inden for den ramme deres rolle giver dem.

Spilforløbet:

Rollespillet spilles i grupper af 6 til 9 deltagere og består af en forberedelsesfase til rollerne samt to spildele, der hver tager 45 til 60 minutter. Eleverne tildes eller vælger en rolle, som de skal sætte sig ind i og uddybe, inden selve spillet starter.

Rolle typer:

Der findes fire typer af roller, med hver to underpersoner, samt en sekretær, som er præsident Trumans "talerør" under spillet.

De fire typer:

- Forskerne: Robert Oppenheimer og Enrico Fermi
- Politikerne: Krigsminister Henry S. Stimson og udenrigsminister James Byrnes
- Militærfolkene: General Leslie Groves og forsvarschef William D. Leahy
- Lægerne: Edith Hinkley Quimby og professor Stafford Warren
- Sekretær: Gordon Arneson

Alle roller har fået en indkaldelse til møde i Det Hvide Hus udsendt af præsident Truman. Af indkaldelsen fremgår det, at de skal lave en kort redegørelse for deres fagområde ved mødet, samt at Truman har brug for dem som rådgivere. I løbet af spillerunderne bliver rollerne bedt om forskellige holdningstilkendegivelser, ligesom der søges både konsensusløsninger og flertalstilkendegivelser. Der inddrages desuden forskellige "rygtekort", efterretninger og emotionelle komplikationer, som danner grundlag for gruppens anbefaling til Truman.

Når alle dilemmaer, anbefalinger og overvejelser er bragt i spil og rollespillet er afsluttet, samles eleverne i plenum for at evaluere og diskutere rollespillets forløb, samt præsentere de enkelte gruppers beslutninger for de andre spillegrupper. Rollespillet "Manhattanprojektet" søger altså at inddrage den faglige viden fra flere fag og bringe den i spil gennem oplevelse, narrativer og indlevelse i rollespillet.

Casestory 2: H.C. Ørsted på Rudkøbing Skole

Udviklet i 2005 til 2006 i et samarbejde mellem Helle Hansen, Karen Lisbeth Steen og Peter Faarup på Rudkøbing Skole. Forløbet er tilgængeligt på http://www.emu.dk/event/emu_tavle/indsendte.html

Forløbets hovedformål er at bygge bro mellem de humanistiske og de naturvidenskabelige fag gennem brug af narrativer. Med udgangspunkt i H.C. Ørsted og hans samtid arbejdede fagene med forskellige vinkler på emnet, således at eleverne kunne opleve en større sammenhæng mellem den opnåede viden i de forskellige fag.



Figur 1: EMU-tavle om H.C. Ørsted

I forløbet blev der arbejdet med områder, som H.C. Ørsted beskæftigede sig med fx opdagelsen af elektromagnetisme, aluminium, digte og forholdet til H.C. Andersen. Tidsmæssigt strakte forløbet sig over fire-fem uger, hvor der anvendtes nogle få hele dage i starten af forløbet til optakt. Ellers blev det normale skema fulgt. Opgaverne, som eleverne lavede, blev dokumenteret elektronisk og uploadet til EMU-tavlen, der er den elektroniske opslagstavle eller mindmap, hvor eleverne kunne finde opgaver, uploade deres eget arbejde, samt få inspiration fra de andre. EMU-tavlen var med til at give elever og lærere et overblik over forløbet. Forløbet starter med en "øjeåbner", hvor eleverne får et fælles startsted via en Powerpointpræsentation af Ørsted og hans samtid. Herefter arbejder eleverne med opgaver i de enkelte fag, inden forløbet sluttet af med udarbejdelse af et selvstændigt kreativt produkt. Af slutprodukter kan blandt andet nævnes konstruktion og afprøvning af en luftballon efter inspiration fra Ørsteds digt "Luftballonen", rollespil om Ørsteds og Øhlenschlägers forelskelse i samme pige samt konstruktion af "hifi"-højttalere.

Casestory 3: Leonardo da Vinci

Udviklet i 2004 af Helle Hansen og Peter Faarup, Rudkøbing Skole, som et tværfagligt forløb i 8. klasse om Leonardo da Vinci. Materialet blev i 2006 til 2007 samlet, uddybet og redigeret af Karsten Bangsgaard og Thomas R.S. Albrechtsen (NAMADI, SDU) til undervisningsmaterialet "Leonardo da Vinci – Fortællinger om mennesket og naturen". Forløbet strækker sig over to til fire uger og sigter mod en funktionel tværfaglighed mellem naturfagene og de humanistiske fag, hvor de enkelte fag leverer viden på baggrund af Leonardo da Vincis liv og levned. Fortællingen er det kit, som binder fagene sammen, da den optræder undervejs i

forløbet som delprodukt på enkeltområder og slutteligt som et afsluttende skriftligt produkt. Kravet til den færdige fortælling var tydelige genremæssige træk, synligt indhold fra hver af de to faggrupper og brug af den i forløbet opbyggede viden fra flere fag.

Forløbet tager udgangspunkt i en fælles præsentation af Leonardo da Vinci, som person, kunstner og videnskabsmand. Et vigtigt element i det fælles anslag var at tydeliggøre for eleverne at Leonardo da Vinci var utrolig mangfoldig i sit virke og på mange områder banebrydende, ikke mindst set i lyset af den tidsalder han levede i. Ligeledes blev aspektet med "lange linier" frem til i dag tillagt stor tyngde, da relevansen for eleven ellers ville blive for diffus.

I kraft af sit mangetalentedede virke er da Vinci en person, der kan give inspiration til de fleste, hvilket arbejdet med elevfortællingerne også vidner om. Her fremkom der fortællinger på baggrund af fx tilblivelsen af maleriet Mona Lisa, da Vincis tegninger af flyvemaskiner, fugle, maskingeværer, katapult, sluseporte og studier af menneskets anatomi.

Alle fortællinger havde fagligt udgangspunkt i arbejdet med da Vinci, fx praktiske forsøg om fald, luftmodstand og aerodynamik i fysiklokalet eller biologis anatomistudier på baggrund af da Vincis dissekering af menneskekroppe og elevernes egne anatomitegninger i undervisningen. Matematik var blandt andet på banen i forløbet med arbejde om geometri og Det Gyldne Snit.

Figur 2: Model af da Vincis sluseport



Udover en skriftlig fortælling skulle eleverne skabe et artefakt med tilknytning til deres fortælling. Som eksempler på artefakter kan nævnes modeller af da Vincis faldskærm, en sluseport (figur 2) og malerier med Mona Lisa-lignende motiver.

Elevernes oplevelse af læringen i et narrativt undervisningsforløb

12 Hvilke af disse forløb husker du bedst fra 9. klasse? Sæt max 1 kryds.

Det, sure, det salte, det
basiske om ioner, pH mm

14%

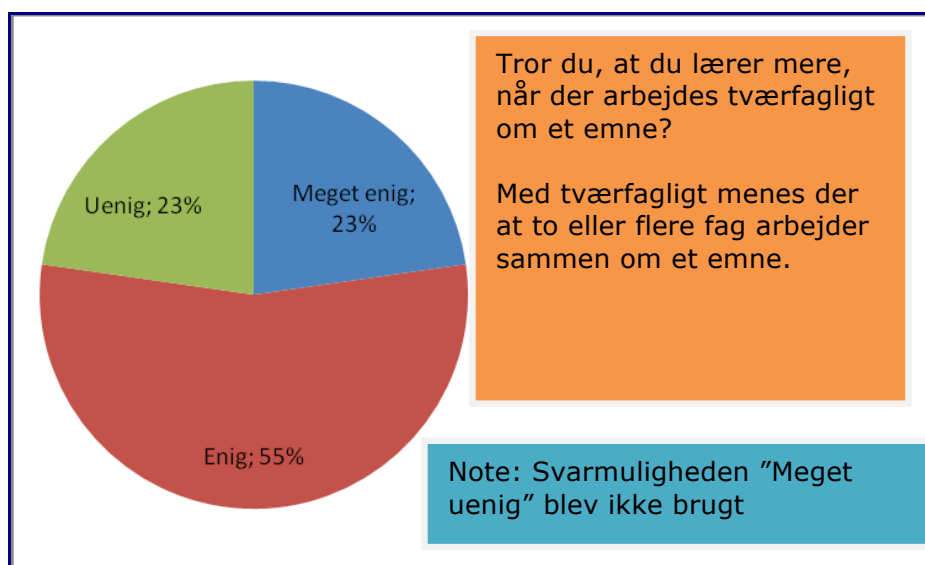
I foråret 2008 blev 52 tidligere afgangselever fra Rudkøbing skole i en spørgeskemaundersøgelse blandt andet spurgt om deres oplevelse af narrative undervisningsforløb. Ud af de 22 som responderede afsluttede 36 procent 9. klasse på Rudkøbing Skole i 2006, mens resten afsluttede sommeren 2007. Med forbehold for undersøgelsens validitet, som følge af for lavt antal respondenter og overvægt af besvarelser fra tidligere elever, som nu befinder sig på gymnasiale uddannelser, set i forhold til det antal som faktisk gik videre til gymnasiale uddannelser, giver undersøgelsen trods alt nogle indikationer i forhold til elevernes oplevelser om brugen af narrative undervisningsforløb. Undersøgelsens udgangspunkt var at få be- eller afkræftet en formodning om, at elevernes oplevelse af narrativt baseret undervisningsforløb er bedre end et forløb, der følger et kapitel i en fysik/kemibog, som i dette tilfælde "Ny Prisma 9". I spørgsmålet i figur 3, blev eleverne bedt om at angive hvilket forløb, de bedst kunne huske fra 9. klasse.

Når felter forandres, om magnetisme og elektricitet	5%
Partikler med fart på, herunder rollespil om Manhattanprojektet (atombomber)	27%
Den kemiske arv, om kemikalier som PCB i vores hverdag	36%
Der er noget i luften, om luftforurening	9%
Leonardo da Vinci	0%
Energien i vores hverdag, måling af elforbrug hjemme og forsøg	0%
H C Ørsted	9%
Sæbefremstilling og organiske syrer	0%
Arbejde med planeter og verdensrummet	0%
Total	100%
Base	22

Figur 3: Forløb fra 9. klasse

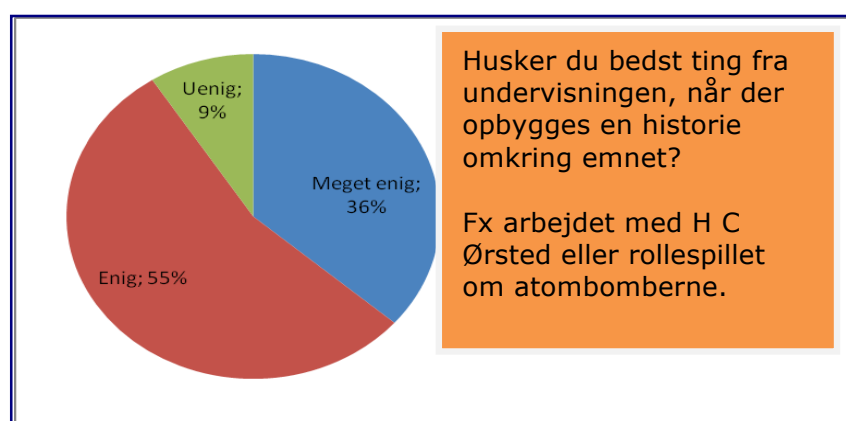
Her viser der sig et klart billede, hvor forløbet "Den Kemiske arv" (36 procent) og "Manhattanprojektet" (27 procent) er de to forløb som eleverne mener at kunne huske bedst. Forløbet "Den Kemiske Arv" er ligeledes at betragte som et narrativt funderet undervisningsmateriale, hvor eleverne opbygger viden som kritiske forskere og journalister. De med rødt markerede undervisningsforløb er de forløb, som eleverne har gennemført i 9. klasse.

På et spørgsmål om elevernes oplevelse af egen læring når tværfaglige forløb anvendes, fremkommer en markant positiv tilkendegivelse. (Figur 4)



Figur 4: Tværfaglighed og læring

Ovenstående går igen i spørgsmålet om elevernes holdning til inddragelsen af det narrative i undervisningen. De blev spurgt, om de mener, at de husker bedre fra undervisningen når der opbygges en historie/fortælling om det emne, som de arbejder med. Resultatet er igen en markant positiv respons, hvor 55 procent er enige i, at de husker mere når arbejdet i skolen bygges op omkring en historie eller fortælling. Se figur 5.

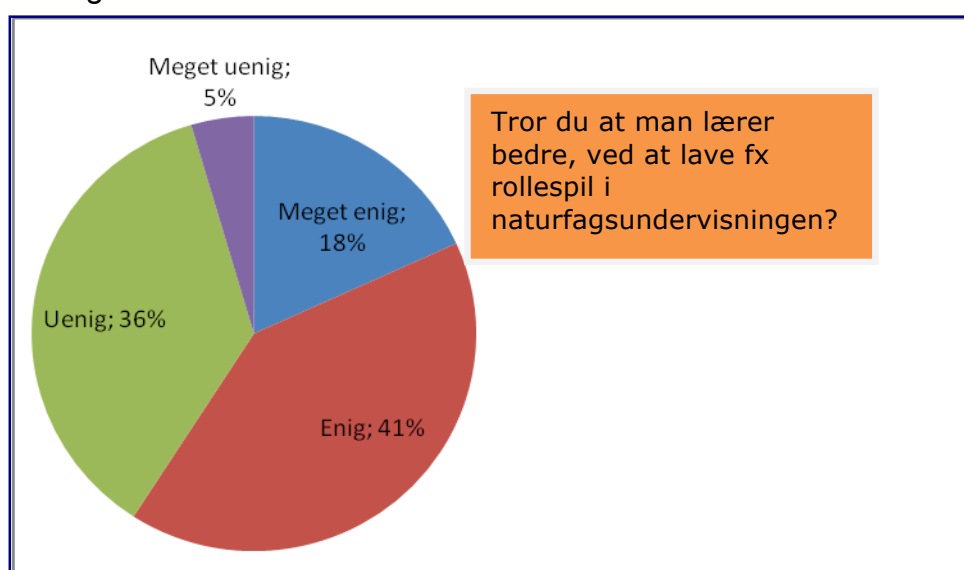


Figur 5: Holdning til brugen af fortællinger i naturfagsundervisningen

I artiklen "The Hiroshima and Nagasaki bombs: role-play and students' interest in physics" af Mikkel Heise Kofoed fra 2006, præsenteres en række resultater fra en undersøgelse om elevernes interesse for fysik, efter de har arbejdet med rollespillet "Manhattanprojektet". På dette tidspunktet havde rollespillet navnet "Dramatic Science Play" (DSP), men er ellers i store træk identisk med "Manhattanprojektet". Som det ses i figur 6, var eleverne positive over for brugen af rollespil i naturfagsundervisningen.

Dette billede går igen i undersøgelsen fra foråret 2008, hvor der tillige, for 36 procent af de adspurgte er et overlap, da de også deltog i undersøgelsen fra 2006. Nok så interessant er det derfor, at undersøgelsen, (figur 7) bekræfter elevernes oplevelse af rollespillets inddragelse og dermed det narrative i undervisningen som en positiv stimulering af undervisningssituationen.

Figur 7: Rollespil i undervisningen, 2008



Afslutning

I artiklen er der præsenteret en række argumenter for øget brug af narrative elementer i Folkeskolens naturfagsundervisning. Ikke som et ultimativt krav, men som et måske endnu ikke helt opdyrket land, hvor der findes en række potentialer, der kan give øget mangfoldighed og læring i skolens naturfag. Hjerneforskningen har vist at narrativer indgår som en lagringsmetode i vores hukommelse og med Wellington og Osbornes påpegning af, at en øget fokusering på formidlingssproget i naturfagene er påkrævet, kommer Bruners beskrivelse og argumentation for brugen af narrativer til sin ret. Artiklen påpeger en klar sammenhæng mellem Bruners argumenter og elevernes egen oplevelse af den værdi de oplever af undervisningen, når undervisningen baserer sig på narrativer eller ikke.

Tydelige narrative elementer ses bla i rollespillet "Manhattanprojektet", hvor narrativets fem universalier, som Bruner opstiller, fremstår klart og opleves af eleverne som meningsgivende. De oplever Manhattanprojektet, som agenter (fx forsker) med et klart mål (atombomben), der skal forklares og beskrives både teknisk og på et senere tidspunkt også moralsk over for nogle modtagere. Modtagerne er de andre deltagere, og det fælles, som bringer dem sammen, er den action (afslutte 2. Verdenskrig), der hele tiden holdes op mod etiske og moralske dilemmaer, der er til stede i den setting, rollespillet foregår i.

Netop etiske og moralske dilemmaer kan være med til at give eleverne den ejerskabsfølelse, som Hermansen påpeger som en vigtig brik i en læringssituation, og desuden kan narrativt funderede undervisningsforløb bringe elevernes følelser og empati i spil i naturfagsundervisningen. Den norske forsker i naturfagsundervisning Marianne Ødegaard pointerer, at enhver meningsfuld læring er knyttet til empati og bruger det flotte udtryk "å vite i hjertet", som en kort sammenfatning af det, et rollespil eller narrativ undervisning, gennem glæde og indlevelse kan bibringe, når det kobler det rationelle med det emotionelle. (Ødegaard, 2004)

Lad os slutte denne artikel med endnu et citat fra "Uddannelseskulturen" af Jerome Bruner, der i alt sin enkelhed samler op på denne artikels hovedsigte og præcist formulerer en læringssituations mangeartede, men alligevel forholdsvis enkle formål. "At opnå viden om et eller andet er en opdagelsesrejse i, hvordan man kan gøre rede for tilværelsens mangfoldighed af fænomener på så enkel og elegant måde som muligt" (Bruner, 1998, p. 187)

Referencer

Bangsgaard, K. og Albrechtsen, T. (2007). *Leonardo da Vinci – fortællinger om mennesket og naturen*. Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet

Bruner, J. (1998). *Uddannelseskulturen*. Hans Reitzels Forlag

Bruner, J. (2006). Culture, Mind and Narrative, i Hermansen, Mads, Red., *Narrative, Learning and Culture, New Social Science Monographs*. København

Busch H. (2004) 15-åriges interesse for naturvidenskab, teknologi og naturfag i skolen. De første resultater af den danske ROSE-undersøgelse.
[http://www.dpu.dk/everest/Publications/Medarbejdere/busch/20051213205037/CurrentVersion/DNF2004\[1\].pdf](http://www.dpu.dk/everest/Publications/Medarbejdere/busch/20051213205037/CurrentVersion/DNF2004[1].pdf)

Damgaard, Bo, m.fl (2000). *Ny Prisma 9*. Forlag Malling Beck.

Duus, T. (2006). Rollespil som læringsmedie, i Sandvik, Kjetil m. fl., Red., *Rollespil – i æstetisk, pædagogisk og kulturel sammenhæng*, Århus Universitetsforlag.

Kofoed, M. H. (2006). The Hiroshima and Nagasaki bombs: role-play and students' interest in physics. *Physics education* 41(6). IOP Publishing Ltd.

Millar R. & Osborne J. (red.) (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. King's College London, School of Education, London

Ott, A. (2006). Nature of Science and Nature of the Mind, should they be married?, artikel fra NNORSC, Nordic Network of Research in Science Communication, Conference 2 – 3 June 2006, på Dalarnas University, Falun, Sverige.

Sjøberg, S. (2005). *Naturfag som almendannelse*. Forlaget Klim.

Wellington J. & Osborne J. (2001). *Language and literacy in science education*. Open University press.

Ødegaard, M. (2004). Naturvidenskabelig almenndannelse til nytte og glede! Ved hjælp av dramatiske oplevelser i naturfag, i Henriksen, Ellen K og Marianne Ødegaard (red.), *Naturfagenes didaktik – en disiplin i forandring?*, Høyskoleforlaget A/S. 683 – 696.

Andet litteratur

Folkeskoleloven fra 2000,

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=23442#K1>

Undervisning i uformelle naturfaglige læringsmiljøer

Ebbe Larsen

Abstract: Artiklen beskriver karakteristiske træk ved undervisningen i uformelle naturfaglige læringsmiljøer. Overordnet diskuteres (1) hvordan undervisningen i uformelle naturfaglige læringsmiljøer kan fremme læring (2) hvordan undervisningen i uformelle naturfaglige undervisningsmiljøer kan skabe interesse for naturfagene (2) hvordan undervisningen i uformelle naturfaglige læringsmiljøer kan fremme den naturvidenskabelige dannelse og den demokratiske deltagelse. I diskussionen inddrages betragtninger over læring og læringsformer, interesse og almindelig dannelse. Udgangspunktet for artiklen er et konkret undervisningsforløb.

Introduktion

PISA-undersøgelserne i 2000, 2003 og 2006 tegner et billede af naturfag i krise i Danmark (DPU, 2008). I 2003 var den danske score 475 og lå noget under gennemsnittet i OECD på 500. Denne position blev forbedret i 2006, hvor scoren var 496. Vi er altså gået fra at ligge som nr. 26 ud af 30 OECD-lande til en placering som nr. 18. I Norden klarer svenske og finske elever sig bedre end de danske. ROSE-undersøgelsen har bl.a. vist at undervisningen i naturvidenskab ikke appellerer til 15-årige elever i almindelighed og piger i særdeleshed (Sjøberg & Busch, 2005). Både drenge og piger afviser i vid udstrækning et fremtidigt arbejde med naturvidenskab og teknologi. Både PISA- og ROSE-undersøgelserne må tages alvorligt af både politikere og lærere. Hvordan kan vi ændre den vigende interesse for naturvidenskabelige fag? Der er selvfølgelig mange områder, der skal sættes fokus på for at ændre interessen for naturfag. Jeg vil se på et enkelt område: undervisning i uformelle naturfaglige læringsmiljøer. Experimentarium, Danfoss Universe og zoologiske haver m.fl. har stor succes med deres formidling af naturvidenskab og forstår at engagere og begejstre publikum.

Kan undervisningen i disse uformelle læringsmiljøer bidrage til at skabe interesse og forståelse for naturvidenskab? Kan disse besøg være med til at højne den naturvidenskabelige dannelse og dermed fremme den demokratiske deltagelse? Med andre ord: hvilken effekt kan disse besøg have på eleverne? Som mangeårig biologilærer har jeg altid været god til at tage mine elever med ud af biologilokalet. Det kan være ned til det lokale vandhul eller den nærliggende skov. Det kan være et guidet besøg i Zoo eller på Naturama. Det kan være for lave et eksperiment eller en undersøgelse. Det kan være for at give eleverne en god oplevelse. Eller det kan være som introduktion til eller en afslutning på et forløb. Nogle besøg har været mere kendetegnet ved en vis underholdningsværdi end et egentligt fagligt udbytte. Andre besøg har givet et godt fagligt udbytte, men måske ikke været så underholdende. Men ind imellem har besøg været en stor succes, hvor eleverne har vist stor interesse og glæde ved besøget samtidig med, at det faglige udbytte har været højt. Både de gode og dårlige erfaringer med at besøge uformelle naturfaglige læringsmiljøer har fået både mig og andre til at reflektere over undervisningen i dette specifikke miljø. Jeg vil i denne artikel gengive nogle af de

erfaringer og tanker folk har gjort sig om undervisningen i uformelle naturfaglige læringsmiljøer og forholde mig til disse ud fra de erfaringer jeg har. Mit udgangspunkt er et konkret undervisningsforløb i en 7. klasse i biologi.

Bier og biavl – et undervisningsforløb

Forløbet strakte sig over en emneuge. Jeg havde en 7. klasse hver dag kl. 8.00 til kl. 13.00. I forløbet var der indlagt 2 besøg. Et besøg på Syddansk Universitet hvor Professor Axel Michelsen fortalte om biernes dansesprog. Axel Michelsen har bl.a. i sin forskning benyttet sig af robotteknologi. Axel Michelsen gennemgik både sin forskning og resultaterne af denne. Under besøget stiftede eleverne bekendtskab med

- et universitet
- en forsker
- forskning
- robotteknologi og anvendelse af denne
- insekter, sociale insekter i almindelighed og bier i særdeleshed
- biers kommunikation

Et andet besøg var hos Ebba og Ejvind Jørgensen, der er biavlere. Her stiftede eleverne bekendtskab med

- biavl historisk set
- biavl som arbejde
- biavl som hobby
- biernes pleje og pasning
- livet i bikuben
- produktion af honning mm.

Formålet med emneugen i bier og biavl var

- at eleverne lærer om bier og biavl
- at eleverne stifter bekendtskab med gruppen af sociale insekter
- at eleverne får indsigt i et/en biologisk funderet erhverv/hobby
- at eleverne får indsigt i en fødevarerproduktion
- at eleverne får en viden om biens rolle for vor føde og naturmedicin
- at skabe interesse for biologi.

Inden de to besøg var eleverne blevet undervist i insekter og sociale insekter.

Almindelige begreber omkring emnet var blevet gennemgået og indlært. Eleverne kendte formålet med besøgene. Efter de to besøg på havde vi en opsamling på skolen, hvor vi drøftede, hvad vi havde oplevet og lært. Senere på ugen havde vi et robotværksted med temaet: biernes dans. Elevernes opgave var at få robotter til at opføre biernes forskellige danse. Endelig afsluttedes ugen med en evaluering. Her kunne eleverne vælge mellem at skrive et essay eller producere en video eller lave en PowerPoint fremlæggelse. Efter denne evaluering havde vi en samtale dels om hele forløbet som sådan og dels om de enkelte elementer i emneugen. Hvad havde været spændende og hvad havde været mindre spændende? Hvad var godt og hvad var skidt? Omkring de to besøg fremkom bl.a. følgende udsagn:

Besøg på SDU

"Jeg troede at dyrene døde eller led, når man lavede forsøg med dem." "Det må være spændende at forske." "Det med robotten var spændende, men det med bierne var lidt kedeligt." "Det er mærkeligt at bierne kan snakke med hinanden i mørke uden

at sige noget. At de kan fortælle hvor der er blomster og få andre bier til at finde vej hen til blomsterne."

Lærer: Kunne I tænke jer at blive forskere? Pige: "Ja, jeg kunne godt tænke mig at arbejde med dyr fx aber, men uden at de kommer til skade. At undersøge dyr der hvor de lever." Dreng: "Ikke lige med bier eller dyr, men det med robotterne var sjovt. Det man kan få en robot til!"

Lærer: Var det spændende at se universitetet? Kunne I tænke jer at studere sådan et sted? "Jeg troede ikke det var så stort." "Der var mange lækre cafeer og spisesteder." "Det må være spændende at studere sådan et sted." "Jeg vil være læge, så jeg skal jo studere sådant et sted." "Jeg troede ikke der var så mange unge mennesker der ude."

Besøg hos biavler

"Det var sjovt at prøve at lave honning." "Det var lidt uhyggeligt med alle de bier omkring én, men efter 5 minutter tænkte jeg ikke på det mere." "De var gode til at fortælle om bier. De vidste bare alt." "Jeg kunne godt tænke mig at blive biavler. Lave sin honning selv og sælge lidt til vennerne."

"Først syntes jeg, at det var uhyggeligt med alle de bier, der fløj omkring mig, men så vænnede jeg mig til det."

Generelt om det at være væk fra skolen

Lærer: Hvordan er jeres vurdering af besøgene? Kunne vi ikke ligeså godt have fået Axel Michelsen og de to biavlere, Ebba og Ejvind, til at komme her på skolen og fortælle om deres forskning eller biavl fx med et PowerPoint-foredrag? "Nej, der var så meget at se begge steder." "Det havde været mere kedeligt, hvis de var kommet her på skolen." Hvis de var kommet her på skolen, var det jo bare som at have dig, Ebbe! Vi oplever meget mere, når vi er ude."

Min vurdering af besøgene

Eleverne var spændte inden besøgene. De havde aldrig været på universitetet eller besøgt en biavler. Alt var nyt for dem. Begge steder fik vi en fantastisk god behandling og eleverne var meget spørgende. Spørgsmålene viste også, at de havde en viden om emnerne. Det gjorde nok, at de blev taget alvorligt af værterne. Der var en god stemning ved begge besøg. Både vores debat (er insekter nytte- eller skadedyr?) og evalueringen samt eftertest viste, at eleverne har fået en god viden som de kan forholde sig til og bruge i forskellige sammenhænge. Besøgene er efterfølgende flere gange dukket op i undervisningen. Ingen tvivl om at besøgene har været en god oplevelse for langt de fleste og givet dem en grundlæggende viden om bier og biavl. Det er ikke en viden de lige glemmer, da de kan relatere den til noget oplevet!

Hvad karakteriserer undervisningen i uformelle naturfaglige undervisningsmiljøer?

Uformel læring er den læring, der finder sted udenfor uddannelsessystemet. "I hverdagen lærer vi meget uden at planlægge det på forhånd og ofte uden at være os bevidste, præcis hvilke kundskaber vi tilegner os. En aften hvor man "zapper" foran TV, er både et godt eksempel og en illustration af dette. Der er ingen planlægning, tilfældigheder afgør, hvilke informationer man ender med at modtage og er dermed også styrende for, hvad man lærer." (Busch, 1999). Vi lærer hver dag og læringen foregår i vidt forskellige omgivelser. Den læring der knytter sig til hverdagen kaldes

ofte uformel i modsætning til den læring, der finder sted i skolen og som betegnes formel læring. (Busch, 1999). Museer og teknik – og naturvidenskabscentre er gode eksempler på uformelle læringsmiljøer. Deres primære sigte er ikke undervisning og uddannelse, men i vidt omfang oplevelse. Når en familie en søndag eftermiddag besøger et museum, så er det for at få en god oplevelse – at blive underholdt. Formålet er sjældent at lære noget. Men det er selvfølgelig en tillægsgevinst, at man går fra besøget med en ny viden.

Wellington stiller de to læringssituationer overfor hinanden i et skema:

Informel learning	Formal learning
Voluntary	Compulsory
Haphazard, unstructured, unsequenced	Structured and sequenced
Non-assessed, non-certificated	Assessed, certificated
Open-ended	More closed
Learner-led, learner centred	Teacher-led, teacher-centred
Outside of formal settings	Classroom and institution based
Unplanned	Planned
Many unintended outcomes (outcomes more difficult to measure)	Fewer unintended outcomes
Social aspect central, e.g. social interactions, between visitors	Social aspect less central
Low "currency"	High "currency"
Undirected, not legislated for	Legislated and directed (controlled)

Tabel 1 (Wellington, 1990)

Når en lærer underviser i de vante omgivelser på skolen, har han tilrettelagt/struktureret undervisningen, så eleverne kan få en fælles indsigt i et givent emne. Undervisningen er lærerens valg. Læreprocessen er underlagt love og årsplaner. Den inkluderer kun en bestemt udvalgt flok elever fx 20 elever i 7.b. Der bliver stillet krav til eleverne om et konkret udbytte af undervisningen. De bliver stillet til regnskab i form af test, evaluering og evt. eksamen. I et uformelt læringsmiljø er den enkelte besøgende i centrum. Den besøgende opsøger frivilligt det uformelle læringsmiljø og det personlige valg præger læreprocesserne. Hun bestemmer selv, hvilke ting hun vil opsøge og evt. afprøve. Der forelægger oftest ikke en fuldstændig struktureret plan for besøget. Tilfældigheder kan bestemme om hun stopper op ved en opstilling, planche eller lignende. Hun skal selv forsøge at skabe orden i det kaos et uformelt læringsmiljø kan udgøre. Det sociale aspekt kan være prioriteret højt, hvis hun fx er på museum med sine forældre eller venner. Ingen er ekskluderet fra at besøge det uformelle læringsmiljø. Det primære sigte med besøget er oftest oplevelse. Der stilles ikke krav til den besøgende. Hun skal ikke dokumentere et egentligt udbytte af besøget. Har hun haft en god oplevelse, så er det fint. Er hun yderligere blevet interesseret i at fordybe sig i et af udstillingens emner, så er der muligheder for andre oplevelser og måske mere målrettet søgning efter konkret viden.

En ekskursion kan være et bindeled mellem et formelt – og et uformelt læringsmiljø. Man bringer undervisningen over i et uformelt undervisningsmiljø for at profitere på nogle af dette miljøes muligheder. Det er selvfølgelig ikke ligegyldigt, hvordan et besøg foregår. På baggrund af undersøgelser af skolebesøgstyper opstiller Helene Sørensen 5 besøgstyper (Sørensen & Kofod, 2004). Jeg vil kort beskrive af de 5 besøgstyper:

Sodavandsbesøget. Ved besøgets start får eleverne kun en besked: at møde ved spiseområdet på et givent tidspunkt. Her gives endnu en besked: At de skal mødes ved udgangen på et givent tidspunkt.

Klasseværelset. Der arbejdes med arbejdsark eller klassen føres rundt sammen med en lærer eller medarbejder.

Appetitvækkeren. I forbindelse med et bestemt emnearbejde besøges et museum som introduktion til emnet. De forskellige grupper kan få ideer til det videre arbejde.

Undervisningsressourcen. Et emnearbejde bringer klassen til museet. Besøget er planlagt af lærer og elever i samarbejde. Under besøget indsamler eleverne oplysninger og erfaringer, der bruges i det videre arbejde og ved fremlæggelsen ved emnearbejdets afslutning.

Laboratoriet. Et emnearbejde bringer klassen til et sciencecenter som laboratorium for forskellige forsøg.

Det gode besøg. I 2002 gennemførtes en undersøgelse af lærernes planlægning af besøg på teknik- og naturvidenskabscentre (Sørensen & Kofod, 2004), med henblik på at beskrive "det gode besøg". Følgende forhold skal være tilgodeset for at et besøg kan betegnes som et godt besøg:

Et godt besøg kræver god forberedelse fx kan man lade eleverne

- lave små eksperimenter og andre "hands-on" aktiviteter
- undersøge emner gennem bøger, internet eller film
- formulere relevante spørgsmål, de vil arbejde med under besøget
- formulere undersøgelser, de vil arbejde med under besøget
- deltage i planlægningen af besøget (praktiske forhold, fastsætte læringsmål/formål med besøget)

Et godt besøg kræver en god efterbehandling fx

- skal oplevelserne sættes ind i en større sammenhæng for eleverne
- kan besøget bruges som afsæt til videre fordybelse af emnet
- diskutere hvad eleverne har lært i forhold til den viden de havde før besøget
- dele resultater og undersøgelser med hinanden (vidensdeling)
- bruge besøget i fremlæggelsen (foredrag, udstillinger, video m.m.)

Under besøget skal

- læreren indtage en deltagende og faciliterende rolle
- eleverne arbejde i små grupper
- aktiviteterne være styrede af eleverne selv

Min erfaring med besøg i uformelle læringsmiljøer underbygger beskrivelsen af "det gode besøg". Et godt besøg kræver en god forberedelse. Eleverne skal være bekendt med besøgets formål og det bedste er selvfølgelig, hvis de selv er med til at opstille formål og læringsmål for besøget. Eleverne skal også have forhåndskendskab til de ting, der skal arbejdes med under besøget. Dette forhåndskendskab er en væsentlig betingelse for at skabe en forhåndsinteresse.

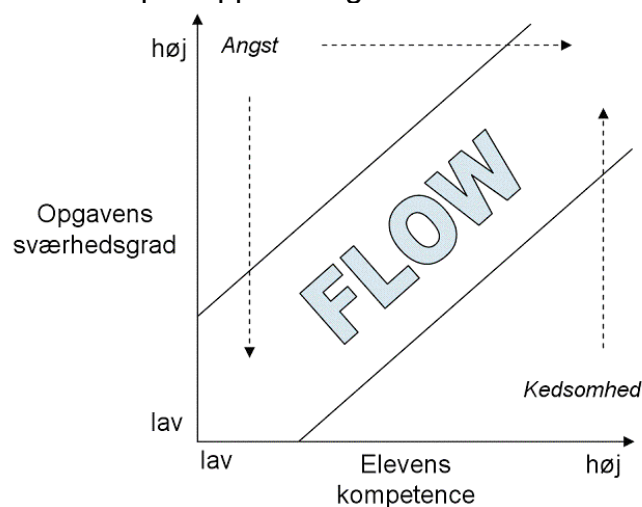
De betingelser der skal være opfyldt under selve besøget for at det kan karakteriseres som "et godt besøg", er jeg generelt enig i, men mener, at man godt kan afvige fra "modellen" og alligevel få et godt besøg ud af det. Ideelt set skal aktiviteterne være styret af eleverne selv. Det er godt, at eleverne oplever friheden til at tage ansvar for egen læring. Men forskellige faktorer kan selvfølgelig indskrænke friheden uden at det nødvendigvis gør besøget dårligere. De to besøg hos hhv. forsker og biavlere jeg har beskrevet, foregår i et givent omfang på værternes betingelser. Jeg har forelagt eleverne mulighederne for besøg. De har tilkendegivet, at disse to besøg lød spændende. Jeg har givet eleverne en teoretisk baggrund for besøget. Eleverne har udarbejdet spørgsmål og bestemt sig for, hvordan besøgene skulle efterbehandles. Nogle elever valgte at medbringe kamera og lave en efterfølgende PowerPoint fremlæggelse. Andre et digitalt videokamera og lave en lille "Tv-udsendelse". Andre lavede en radiodokumentar ud af besøget. Jeg havde drøftet besøget med værterne. Jeg havde fortalt dem om, hvad vi gerne ville have ud af besøget. Værterne kom med forslag, og vi blev enige om besøgets struktur under hensyntagen til elevernes ønsker. Under besøget forløber tingene selvfølgelig aldrig som man kunne forvente. Her oplever man hurtigt det ukontrollerede ved det uformelle undervisningsmiljø. Fx oplevede vi selv et "kaotisk" element i undervisningen hos de to biavlere. Det skete da jeg blev stukket på hånden af en bi, selvom jeg var iført reglementeret påklædning. Straks sværmede en række andre bier omkring mig på særdeles aggressiv vis. Hurtigt fik værten min handske af og presset giften ud med en flad metalplade. Derefter fik vi en snak om hændelsen. Eleverne fik en indsigt i biens lugtesans samt biernes forsvarssystem. De fik oplevet bien som et socialt insekt, hvor en bi med sit selvmord ofrer sig for boet. Biene har også andre måder at forsvare sig på. Fx ved at sværme aggressivt omkring en fjende eller hvis fjenden er pansret at omklamre den og motionere kraftigt, så det pansrede dyr dør af varme. Alle disse oplysninger var en ekstragevinst ved lærerens uheldige rolle. Samtidig husker eleverne ikke bare hændelsen, men også "redningsaktionen" og de efterfølgende oplysninger om biernes forsvarssystem. Det kaotiske element blev en gevinst.

Kan undervisningen i uformelle undervisningsmiljøer fremme læring?

I bogen "Undervisningens Mirakel" beskæftiger Birthe og Lars Qvortrup sig bl.a. med læringsbegrebet. "Vi definerer læring som den proces, i hvilken elevens bevidsthed gennem sine egne operationer ændrer sin forventningsstruktur" (Qvortrup & Qvortrup, 2007). Man kan sige, at læring er elevens arbejde med at konstruere sin omverden på nye måder, mens undervisning er en overførsel af kundskaber. Der er tre elementer i undervisningen: eleven, læreren og stoffet. Undervisning er en kommunikativ proces mellem lærer og elev. God kommunikation kræver aktive elever. Læring er en psykisk proces, der kræver tænkning. Læring handler om selvforandring. Læreren kan hjælpe eleverne med at lære, men hun kan ikke lære på deres vegne eller "overtage" deres læring" (Qvortrup & Qvortrup, 2007). Der findes selvfølgelig mange teorier om læring. Jeg har valgt at sætte fokus på to teorier, der sagtens kan kombineres og som begge passer fint sammen med undervisning i uformelle læringsmiljøer.

Flow

Ophavsmanden til flowteorien er Mihaly Csikszentmihalyi, der i 1990 udgav bogen "Flow – the Psychology of Optimal Experience". Jeg stiftede bekendtskab med teorien gennem Hans Henrik Knoop's bog "Leg, læring og kreativitet". Flow kan defineres som en tilstand, hvor mennesket er så opslugt af en opgave/leg så tid og sted glemmes, og hvor læringspotentialer udnyttes helt ud. Når mennesket befinder sig i denne tilstand, bevirker det stærke positive følelser, der er kroppens måde at belønne os med, når vi lærer noget vigtigt. Disse stærke positive følelser beskriver Knoop som "En af de vigtigste drivkræfter i såvel børns som voksnes udvikling. Kroppen bruger positive følelser for at tilskynde os til at lære det, som er vigtigt for os, fordi effektiv læring siden stenalderen har styrket os i vor kamp for at overleve" (Knoop, 2002). Med andre ord tilskynder kroppen os til at lære det, der er vigtigst. I nedenstående model er flow-princippet vist grafisk.



Flowdiagram (Emu 2008).

Det ses af modellen, at flow-tilstanden opnås, når elevens kompetencer og opgavens sværhedsgrad er afstemt i forhold til hinanden. Der er en balance mellem udfordringer og kompetence. Når udfordringerne overstiger færdighederne skaber det angst. Hvis færdighederne overstiger udfordringerne skaber det kedsomhed. "Det er sjovest, mest lærerigt, og mest kreativt, når det er tilpas svært, fordi hele vor organisme i den situation forstår, at den opfylder sit formål: at udvikle sin duellighed, sin levedygtighed, sin kompleksitet – og reagerer med positiv følelsesmæssig feedback, for at få os til at fortsætte med det" (Knoop, 2002).

Knoop begrundet bl.a. flow-teorien i den nyeste hjerneforskning, som han bl.a. hægter på evolutionen. Vores hjerne har udviklet sig over 350 mio. år og der er evigheder mellem vores tre hjerner. For at anskueliggøre vores udvikling kalder han hjernestammen (længst "anciennitet") for krybdyrhjernen, det limbiske system for ældre pattedyrhjerne og neo-cortex for yngre pattedyrhjerne. Alle tre hjerner er udviklet med det samme formål – men benytter forskellige "midler". Hjerne har hver deres intelligens og kan sagtens modarbejde hinanden. Fx er det vigtigt i undervisningen at skabe nogle positive følelser i det limbiske system så informationerne kan nå frem til hjernens neo-cortex, hvor vi opbygger det som Knoop kalder for vores "mentale verdenskort". Det er i neo-cortex indtrykkene forstås i en dybere sammenhæng. Knoop henviser også til evolutionen, når han taler om den

naturlige måde at lære på, nemlig ved at være i bevægelse. Fra tidlige tider har mennesket lært når det har været i bevægelse – brugt sine hænder, fødder – krop. Udviklingshistorisk er der en begrundelse for, at det er folk der nyder at lære og som har mulighed for at koncentrere sig, der når længst – har de bedste overlevelsesmuligheder. "De, der nyder, overlever" (Knoop, 2002)! Nydelse får os til at søge hen imod det, der gav nydelsen igen. Angst får os til at søge væk. For at føre Knoop's tanker over i undervisningen: Kedsomhed er et alarmsignal. Hjernen flygter når den keder sig. Elever der keder sig lærer ikke noget. Glade børn lærer mere. Der er en klar sammenhæng mellem glæde, leg, læring og kreativitet. I legen glemmer barnet sig selv, tiden og rummet. Her opstår læring og kreativitet. Fx at lære en leg at kende, men også udvikle dens regler når den begynder at blive kedelig. Dette bør selvfølgelig overføres til undervisningen.

Forudsætninger for flow:

- muligheder for at tage selvstændige initiativer og for at styre sig selv – under ansvar for omgivelserne
- konkrete, energigivende mål
- håndterbare, ubureaukratiske regler
- mulighed for at tilpasse udfordringerne til færdighederne
- tydelig, ikke-ydmygende, information om, hvor godt man klarer sig
- at distraherende faktorer kan fjernes, så det er muligt at koncentrere sig

Som det ses af forudsætningerne, kan der være mange blokeringer for at skabe flow. Men der er fx også en kønsmæssig blokering i samfundet: væsentlig flere piger end drenge læser videre. Måske fordi vi ikke tilgodeser drengenes behov for kropslig udfoldelse i den måde vi indretter skoler og undervisning på. Undervisning i uformelle læringsmiljøer indeholder jo stort set alle forudsætningerne for at opnå flow.

Jeg har valgt at sætte fokus på flow-teorien, fordi den er godt underbygget af både evolutionsteorien og hjerneforskningen og har skabt et paradigmeskift i vor tænkning og praksis i forhold til leg, læring og læringsmiljøer. Knopp er meget optaget af hvad det gode liv og lykken er. Tre aspekter skal være med: Det rare liv, det engagerede liv og det meningsfulde liv. Flow opstår i det engagerede liv og er sammen med det rare liv betingelsen for det meningsfulde liv. Vores undervisning er en væsentlig forudsætning for kunne leve det gode liv.

Wellington opdeler de undervisningsmæssige mål i tre områder: det kognitive, det affektive og det motoriske domæne (Wellington, 1990).

- Det kognitive domæne inkluderer viden om og forståelse af naturen. Man lærer at bruge naturfagernes begreber til at beskrive og forstå naturen. Man får en fornemmelse af naturvidenskabens metoder fx gennem opstillinger, forsøg o.l. "Der er ganske gode forudsætninger for at opnå denne type læring på et teknik - og naturvidenskabscenter. Det interaktive arbejde med eksperimenter og opstillinger på centret kan træne de praktiske evner" (Busch, 1999).
- Det affektive domæne står stærkt i det uformelle læringsmiljø. Her skabes og udvikles nysgerrighed og interesse – en væsentlig forudsætning for at tilegne sig viden. Når noget er sjovt eller spændende åbner man op for læring.
- Det motoriske domæne er også en væsentlig faktor i forbindelse med læring. Særlig drenge har et stort behov for bevægelse, og kropslig udfoldelse er et element der kan fremme læring. I skolen er vi nok tilbøjelige til at fokusere på

"brains-on", mens undervisningen i uformelle miljøer i højere grad også inddrager "hands-on".

Konstruktivisme

Flow-teorien spiller godt sammen med konstruktivistisk læringsteori. "Når vi lærer, vil vi aldrig blot overtage andres kundskaber eller færdigheder, vi må selv være aktive konstruktører. Det er netop det vi kalder for konstruktivisme. Denne aktive konstruktion af mening sker hos ethvert individ, men det er en proces, der finder sted i en social, historisk, sproglig og kulturel sammenhæng" (Sjøberg, 2005). Konstruktivismen ser tvivl som en motiverende faktor: "Fravær af "rigtige svar" vil måske forvirre en og anden. I så fald er det godt. For en grundtanke i et konstruktivistisk syn på læring er, at det først og fremmest er, når man er i tvivl og i en vis indre konflikt, at man aktivt søger at finde ud af ting" (Sjøberg, 2005). Teknik- og naturvidenskabscentre lader jo netop de besøgende lege med naturvidenskabens metoder: iagttagelse, hypotese, efterprøvning og evt. revision af antagelsen. Den besøgende får mulighed for at finde frem til de rigtige svar. Undervisning i uformelle læringsmiljøer skal ikke ses som en modsætning til undervisning i formelle undervisningsmiljøer, men som et supplement til denne undervisning. "Målet med at bruge det uformelle læringsrum skal nok i højere grad være at få belyst et tema på flere måder i en erkendelse af at læring tager tid – "lærdom" stykkes sammen på baggrund af den personlige forudsætning og læres bedst ved at blive belyst på mange måder"(Ahton, 2008). Observationsstudier viser, at naturvidenskabscentre danner fortræffelige rammer for affektiv læring (Wellington, 1990). Særlig hvis eleven selv kan kontrollere læringssituationen. Kognitiv læring kræver god tid og ro til at fordybe sig. Ofte kan de uformelle læringsmiljøer være så spændende, indeholde så mange muligheder, at eleverne har svært ved at holde fokus. Men med den rigtige forberedelse og efterbehandling kan det uformelle læringsmiljø være en kraftig motiverende faktor til efterfølgende fordybelse. Mange vil nok også opleve, at man er tættere på den "virkelige" verden, når man fx besøger et uformelt læringsmiljø. Langtidserindringen bliver også bedre, når man har et sådant besøg at relatere en viden til.

Kan undervisningen i uformelle naturfaglige undervisningsmiljøer fremme interessen for naturvidenskab?

"Interesse er karakteriseret ved den tætte relation mellem positive følelser og værdsættelse. Værdsættelsen refererer til hvilken betydning interesseobjektet har for individet. Følelsen af lyst, glæde, fornøjelse, velværd etc. er de typiske emotionelle aspekter ved interessebaserede aktiviteter" (Dohn, 2007). Overalt i samfundet er vi omgivet af ting og mennesker, der forsøger at fange vores interesse. Det kan være reklamen, der vil gøre os interesseret i et bestemt opvaskemiddel. Eller når vi zapper foran TV'et og ser starten på en film. De fleste film prøver tidligt at fange vores interesse og føre os til et "Point of no return", så vi ser filmen til ende. I skolen forsøger lærerne at fange elevernes interesse og gøre dem interesserede i dansk, idræt osv. I naturfagene forsøger man jo også at fange elevernes interesse, men det kan være svært. Hvis vi ser på den danske ROSE-undersøgelse er der fx store forskelle på pigers og drenge's interesse. Busch og Sjøberg (2005) konkluderer: "Det mest markante resultat herfra (ACE-kategorien) er den overvældende kønsforskel, der karakteriserer interesseområderne. Pigerne er således meget interesserede i

spørgsmål, der kan påhænges overskrifterne "Sundhed", "Helse og kropskultur", "Videnskabens grænseland". For drengenes vedkommende er det især de dramatiske aspekter af fysikken og kemien, spørgsmål om, hvordan teknologien fungerer, og i mindre grad spørgsmål om kroppen, der er attraktive. Omvendt kan man pege på, at piger bestemt ikke finder de "rene" teknologiemner og klassisk fysik/kemi-emner interessante." I mit undervisningsforløb "Bier og biavl" viste denne kønsforskel sig også. Det der i høj grad fangede drengenes interesse var professors Axel Michelsens arbejde med en såkaldt bi-robot i forbindelse med hans forskning i biernes dansesprog. Efterfølgende arbejdede klassen på et robotværksted i skolen, hvor opgaven var at få en robot til at foretage en 8-talsdans og en runddans. Drengene var top motiverede, mens pigerne var moderat interesserede. Under forløbet havde vi også besøg af en farmaceut, der fortalte om naturmedicin med hovedvægt på biernes produkter. Hun havde pigernes fulde opmærksomhed, mens drengene her kun var moderat interesserede. Men evalueringen viste alligevel, at både pigerne og drengene vurderede forløbet i sin helhed til at være sjovt, spændende og interessant. Ikke mindst besøgene. De har alle haft positive oplevelser med emnet, og det er dem de fokuserer på frem for de knap så positive elementer i undervisningen. Du kan ikke forvente at fange alles interesse samtidig, men du bør planlægge din undervisning, så du har gode muligheder for at tilgodese både piger og drenge samt svage og stærke elever.

En ting er dog at fange interessen. En anden ting er at fastholde interessen. Ifølge Krapp (2002) er det vigtigt, at man prøver at fastholde en spontant opstået situationel interesse, for at den kan føre til en mere vedholdende positiv attitude og individuel interesse. Derfor er det særdeles vigtigt, at man i efterbehandlingen af besøget i det uformelle læringsmiljø er meget opmærksom på, hvad de enkelte elever har fundet interessant – hvilke gode oplevelser de har haft. På skolen bestræber man sig selvfølgelig på at skabe læringsmiljøer, der kan stimulere den situationelle interesse, men vi kan ikke konkurrere med de fleste uformelle læringsmiljøer som fx naturvidenskabscentre. De er eksperter i at fange elevernes spontane situationelle interesse. Niels B. Dohns (2007) undersøgelse viser bl.a. "at situationel interesse kan fanges af hands-on- og ahaoplevelser – ikke mindst når de samtidig knytter sig til autentiske objekter". Endvidere viser undersøgelsen "at læringsmiljøer der stimulerer den situationelle interesse, kan virke motiverende på elevers deltagelse" (Dohn, 2007). Undersøgelsen baseres på en 3.g på A. niveau i biologi, der havde et forløb i populationsbiologi. Undervisningen foregik dels i klassen og dels i naturen. Henriksen og Frøylund (1998) har undersøgt en række spørgsmål i forbindelse med museumsbesøg og fremhæver det måske vigtigste aspekt ved undervisningen i uformelle læringsmiljøer: "Museumsbesøget kan ses som en investering i fremtiden: Elever som har en positiv indstilling til temaet, vil senere være mere åbne for information om det samme tema, enten de finder denne information på skolen, i bøger massemedier eller egen erfaring. På denne måde kan udstillingsbesøget sætte en lang læringsproces i gang" (Henriksen, & Frøylund, 1998). Et besøg i et uformelt læringsmiljø kan altså både skabe og fastholde en interesse. Det giver både eleven og skolen noget at bygge videre på. Vi må være opmærksomme på den situationelt opståede interesse og bruge den i undervisningen for at fastholde og udvikle den.

Kan undervisningen i uformelle naturfaglige undervisningsmiljøer fremme den demokratiske deltagelse?

Svein Sjøberg (2005) fremhæver fire gode argumenter for naturfagene:

- Økonomiargumentet: kundskaber i naturfag kan give et godt lønsomt arbejde, da vores erhvervsliv er rettet mod.
- Nytteargumentet: i et moderne samfund hjælper kundskaber og færdigheder inden for naturfag dig til at mestre dagliglivet.
- Kulturargumentet: naturvidenskab er en meget vigtig del af menneskets kultur - både videnskabens produkter og dens metoder.
- "Demokratiargumentet: naturvidenskabelig kundskab er vigtig for oplyst meningsdannelse og ansvarlig deltagelse i demokratiet" (Sjøberg, 2005).

Mange store politiske udfordringer som fx klimaændringer, genteknologi, kloning, atomkraft osv. fordrer en naturvidenskabelig viden. For at et demokrati kan fungere, kræver det at folk kan forstå eller sætte sig ind i de emner, der er til debat. Hvis man ikke har det fornødne grundlag for dette, kan man ikke spille en aktiv rolle i den demokratiske proces og bliver let et offer for manipulation.

Sjøberg knytter demokratiargumentet sammen med den naturvidenskabelige almindendannelse. Dannelse og demokratisering er to sider af samme sag. Ifølge Sjøberg har den naturvidenskabelige almindendannelse tre sider, der alle er vigtige, når man skal forholde sig til problemstillinger som fx klimaændringer, genteknologi o.l.:

1. Vi må beherske en del grundlæggende begreber, love og teorier for at kunne følge med i diskussionen.

2. Vi må kende lidt til videnskabens metoder og processer for at kunne vurdere, om argumentationen virker gyldig og troværdig, eller om vigtige data bliver undervurderet.

3. Vi må vide lidt om videnskabens og teknologiens forhold til samfundet for at kunne gennemskue skjulte alliancer, se mulige interessekonflikter, vurdere troværdighed osv. (Sjøberg, 2005).

Den naturvidenskabelige dannelse er et væsentligt element hos teknik- og naturvidenskabscentre. "Museerne ser det typisk som deres hovedopgave at bidrage til den naturvidenskabelige dannelse, til at vække interesse for tekniske og naturvidenskabelige emner og til en vis grad at virke som uddannelsescentre" (Busch, 1999).

I et videnssamfund, hvor livslang læring er en nødvendighed, vil vi opleve at teknik- og naturvidenskabscentre kommer til at spille en stadig vigtigere rolle som en demokratisk ressource. "I en verden i rask ændring, siger det sig selv at skolesystemet alene ikke kan give mennesker den ballast de trænger til for at tage stilling til alle sager som må dukke op i fremtiden. Behovet for livslang læring fremtræder stadig stærkere, og i denne sammenhæng kan og bør museerne indtage en vigtig rolle. Moderne museer bør påtage sig at være ressourcecentre, som kan hjælpe folk med at tackle udfordringer i deres eget liv" (Henriksen, & Frøylund, 1998). Erfaringer fra mit eget forløb Bier og biavl er, at besøgene fremmer almindendannelse og dermed demokratiaspektet. Fx har eleverne stiftet bekendtskab med en hobby, der har stor samfundsmæssig betydning samt oplevet en forsker, der har fortalt om sin forskning dvs. gennemgået forskningsprocessens mange elementer fra de første spørgsmål til en egentlig empirisk viden om emnet. Eleverne

har både fået en viden og oplevet hvordan viden bliver til. Eleverne formår at perspektivere den opnåede viden.

Konklusion og perspektivering

Jo flere elementer fx fortælling, drama, eksperimenter, ekskursioner o.l., man kan lægge ind i undervisningen i et givent emne, jo større mulighed har man for at fange interessen hos den enkelte elev. Man må vurdere betydningen af undervisning i uformelle læringsmiljøer meget højt. Et besøg fx på et teknik- og naturvidenskabscenter kan have en række positive følgevirkninger. Det kan vække en nysgerrighed som kan gøre den besøgende interesseret i et givent fænomen. Er interessen vakt så er det ikke længere den ydre motivation ("vi skal snart have test eller karakter") der styrer elevens indsats, men den indre motivation ("jeg beskæftiger mig med det, fordi jeg har lyst") der tager over. Skal man skabe flow i undervisningen, skal eleven være drevet af en indre motivation. Så er muligheden for engagement, begejstring og lyst til at lære til stede. Både andres og mine egne erfaringer med besøg i uformelle læringsmiljøer peger på, at det dels giver eleverne gode oplevelser, der stimulerer langtids-hukommelsen - man kan relatere en viden til det gode besøg. Dels kan besøget fastholde og udvikle en interesse. "One often meets successful adults, professionals and scientists who recall that their lifelong vocational interest was first sparked by a visit to a museum. In these accounts the encounter with a real, concrete object from a different world – an exotic animal, a strange dress, a beautiful artifact – is the kernel from which an entire career of learning grew. For others with an already developed curiosity about some field such as zoology, anthropology, or art, the museum provided an essential link in the cultivation of knowledge – a place where information lost its abstractness and became concrete. In either case, many people ascribe powerful motivation to a museum visit, claiming that their desire to learn more about some aspect of the world was directly caused by it" (Csikszentmihalyi & Hermanson, 1995).

Undervisning i skolen skal udvikle det enkelte barn som individ, samfundsborger og arbejdstager. Hvis min undervisning fx i Bier og biavl, bevirker at en af eleverne (individet) senere bliver biavler – så har undervisningen været en succes. Hvis en af eleverne (samfundsborgeren) senere fx i et læserbrev kan argumentere for, at det er i orden, at en borger i lokalområdet har etableret sig med 10 bistader i baghaven trods protester – så betragter jeg det som en gevinst for demokratiet. Hvis en af eleverne (arbejdstageren) senere begynder at læse biologi, måske endda med hovedinteresse i entomologi, så er det også et udtryk for succesfuld undervisning. Den højteknologiske samfundsudvikling med stigende velfærd giver både mange muligheder og mange udfordringer. Vi får stadig bedre muligheder for undervisning i uformelle læringsmiljøer – ikke mindst naturvidenskabelige. Det er også vigtigt, hvis vi skal klare de mange nye udfordringer samfundsudviklingen giver fx forurening, genspøjsning osv. Her har vi med de uformelle læringsmiljøer en enestående mulighed for at skabe interesse, viden og kompetencer indenfor naturvidenskab og teknologi, så vi kan klare disse udfordringer.

Referencer

Achton, O. (2008): *Når læreren er turist*. Mona nr. 1 2008 Matematik- og Naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere.

Busch, H. (1999): *Teknik- og naturvidenskabscentrenes rolle i naturfaglig undervisning*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Busch, H. & Sjøberg, S. (2005): *Ungdomskulturen: elevernes erfaringer, holdninger og interesser* kap. 10 i Sjøberg, S. *Naturfag som almindannelse: En kritisk fagdidaktik*. Århus: Forlaget Klim.

Csikszentmihalyi, M. & Hermanson, K. (1995): *Intrinsic motivation in museums: Why does one want to learn?* I Falk, J. & Dierking, L.D. (eds.): *Public institutions for personal learning: Establishing a research agenda*. Washington DC: American Association of Museums.

Dohn, N.B. (2007): *Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv*. Mona nr. 3 2007 *Matematik- og naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere*.

Flowdiagram (Emu, 2008) – fundet på design.emu.dk/billeder/artik/05/17.flow.gif maj 2008.

Henriksen, H.K. & Frøyland, M. (1998): *Hva vet vi om læring i museer?* Oslo: Norsk Museumutvikling 7.

Knoop, H. (2002): *Leg, læring & kreativitet. Hvorfor glade børn lærer mere*. København: Aschehoug Dansk Forlag.

Krapp, A. (2002): *Structurel and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective*. *Learning and Instruction*, 15, s. 383 – 409.

Mikkelsen, L.B. & Tunebjerg, T. (2008): *Efteruddannelse af naturfagslærere – med inddragelse af uformelle læringsmiljøer*. Mona nr. 2 2008 *Matematik- og naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere*.

PISA – *resultater af undersøgelsen hhv. 2000. 2003 og 2006* (DPU, 2008): Lokaliseret i maj 2008 på: <http://www.dpu.dk/site.aspx?p=6151>.

Qvortrup, B. & Qvortrup, L. (2007): *Undervisningens mirakel. Om læring i et vidensperspektiv*. Frederikshavn: Dafolo Forlag.

Sjøberg, S. (2005): *Naturfag som almindannelse: En kritisk fagdidaktik*. Århus: Forlaget Klim.

Sørensen, H & Kofod, L. (2004): *Experimentarium og skole*. I Henriksen, E & Ødegaard, M. (red.): *Naturfagenes didaktik – en disciplin i forandring?* Det 7. nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen (side 517 – 5329). Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Csikszentmihalyi, M. & Hermanson, K. (1995): *Intrinsic motivation in museums: Why does one want to learn?* I Falk, J. & Dierking, L.D. (eds.): *Public institutions for*

personal learning: Establishing a research agenda. Washington DC: American Association of Museums.

Hvad er skolefaget matematiks identitet – set i lyset af Fælles Mål II?

Simon Hempel-Jørgensen

Mathematics is the language with which God wrote the universe. Galileo Galilei

Abstract: Folkeskolen har fået nye undervisningsmål. For matematik gælder det, at kompetencebegrebet har fået en central placering i Fælles Mål II. Matematikkompetencerne kendes fra Kompetencer og matematiklæring fra 2001, men også OECD og EU opererer med begrebet. I denne artikel undersøges fagets nye identitet og hvilke konsekvenser denne har for forholdet til skolens naturfag. Slutteligt gives et bud på hvor udviklingen fra faglige kundskabs- og færdighedsområder til kompetencer kan bevæge sig hen i fremtiden.

Nye mål

Allerede i slutningen af 1990'erne begyndte arbejdet med at ensrette en kommunalt forankret national folkeskole, der var på vej i alle mulige retninger. Det var Margrete Vestager (R), der var undervisningsminister, da læseplansudvalgene til "Klare Mål" blev nedsat. Der cirkulerer en anekdote om, at hun fortalte udvalgsmedlemmerne, at de nye mål skulle være alt andet end klare, da de i så fald kunne danne grundlag for nationale test, som hun ikke ønskede indført nogensinde. Ved systemskiftet til en borgerlig regering i 2001, var faghæfterne med de nye Klare Mål blevet trykt, men alle hæfterne var ikke blevet distribueret. Det blev de heller aldrig, da den nye undervisningsminister, Ulla Tørnæs (V) straks gik i gang med at gøre de Klare Mål klare. De kom til at hedde Fælles Mål, da de kom til at gælde for hele Folkeskolen uden undtagelse. Der var ikke nogen stor forskel på Klare Mål og Fælles Mål, men der blev strammet op på formuleringer, så det tydeligere fremgik, hvilke faglige emneområder, der skulle arbejdes med i skolen. Efter en række internationale undersøgelser, der antydede, at danske elever ikke kunne ligeså meget som deres udenlandske modparter, lancerede undervisningsminister Bertel Haarder (V) en ny Folkeskolelov i 2006. Den nye lov skærpede evalueringen af undervisningen blandt andet med indførelsen af nationale test. I samme ombæring skulle Fælles Mål ændres, så de var i overensstemmelse med folkeskolelovens nye formålsparagraf.

Didaktisk baggrund

Der er i det sidste århundrede sket et skifte matematikkens didaktik. Fra et fagsyn hvor det centrale er oparbejdelsen af kognitive funktioner gennem indlæring af matematik. I dette fagsyn er målene udelukkende af matematikfaglig art. I næste paradigme får anvendelsen den centrale plads i fagsynet, samtidig med, at samfundet udvikler sig på en sådan måde, at matematikken indfinder sig overalt. Det nuværende paradigmeskifte, der beskrives af Niss (1996) som bestående af nogle ydre mål indbefattende dannelsesaspektet i et demokratisk samfund og løbende evaluering af en undervisning baseret på forståelse og nogle indre mål indbefattende livsduelighed, elevaktivitet, matematisk tankegang, vurdering af matematiske modeller, brug af hjælpemidler osv., som kan sammenfattes i begrebet *kompetence*.

Fra Fælles Mål til Fælles Mål II

Den største udvikling i generationsskiftet fra Fælles Mål til Fælles Mål II for matematik må anses for at være indførelsen af kompetencebegrebet. Kompetencerne fra Kompetencer og matematiklæring (KOM) var nævnt i undervisningsvejledningen til Fælles Mål, men de var ikke indarbejdet i hverken formål eller slut- eller trinmålene. Allerede i det nye formålet hedder det: "Formålet med undervisningen er, at eleverne udvikler matematiske kompetencer og opnår viden og kunnen således, at de bliver i stand til at begå sig hensigtsmæssigt i matematikrelaterede situationer vedrørende dagligliv, samfundsliv og naturforhold." Denne paragraf er todelt. Først slås det fast, at formålet med undervisningen er udviklingen af kompetencer. Dernæst en beskrivelse af omsætning af viden og kunnen til praksis. Denne todeling kan også forstås som et udsagn om, at de matematiske kompetencer er formålet med undervisningen, og omsætningen af viden og kunnen til praksis er en uddybelse af, hvad det vil sige, at være kompetent. Hvis man ser på hvad kompetencer er, er det nok den sidste mulighed, der er den rigtige.

I KOM defineres matematisk kompetence som "at have viden om, at forstå, udøve, anvende og kunne tage stilling til matematik og matematiskvirksomhed i en mangfoldighed af sammenhænge, hvori matematik indgår eller kan komme til at indgå." Her ser vi en parallel en formålet med matematik. For det første er der en faglig forudsætning og dernæst en anvendelseskontekst. Helt elementært kan man sige, at kompetence er faglighed i anvendelse. Det er en vigtig pointe, at fagligheden er en forudsætning for anvendelsen.

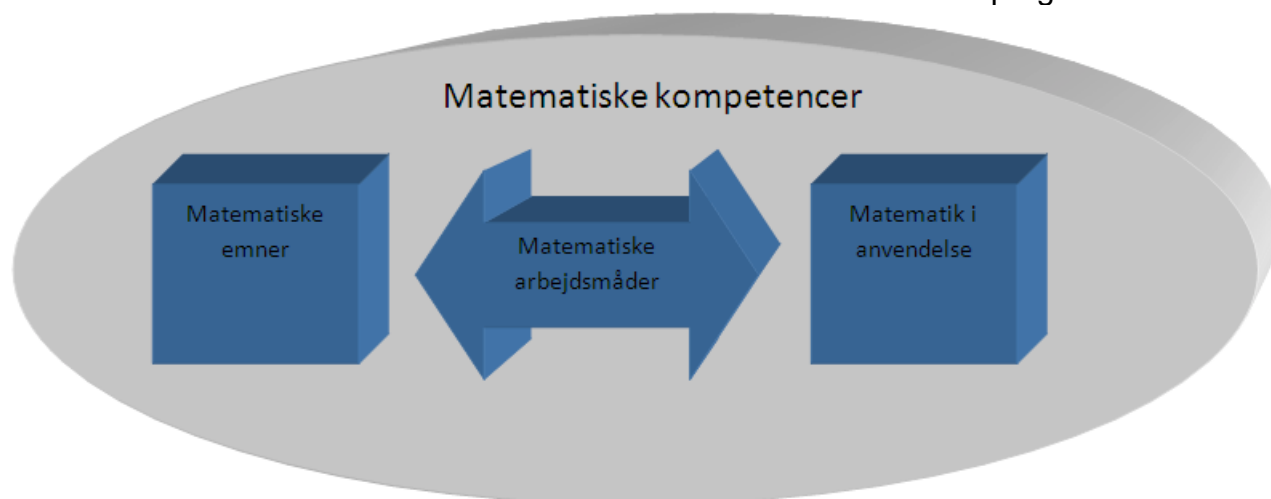
Fælles Mål	Fælles Mål II
Arbejde med tal og algebra	Matematiske kompetencer
Arbejde med geometri	Matematiske emner
Matematik i anvendelse	• tal og algebra • geometri • statistik og sandsynligheder
Kommunikation og problemløsning	Matematik i anvendelse
	Matematiske arbejdsmåder

Figur 1. Fælles Mål og Fælles Mål II

Bevæger man sig et skridt nedad i teksthierarkiet til slutmålene, ser man, at strukturen med fire centrale kundskabs- og færdighedsområder er bevaret (se figur 1), men at de har fået et andet indhold. I Fælles Mål var der de to egentlige kundskabs- og færdighedsområder tal og algebra og geometri. De er erstattet af matematiske emner, der rummer de tre underemner tal og algebra, geometri og statistik og sandsynligheder. Et andet af de fire tidligere kundskabs- og færdighedsområder der er nogenlunde uforandret er matematik i anvendelse. Sandsynlighedsregning og statistik er væk, da de nu er underemner i matematiske emner. Det gennemgående tema i de nye punkter er modellering. "Arbejde med grafiske fremstillinger" og "vælge hensigtsmæssig regningsart i givne situationer" er

udgået til fordel for to nye punkter om henholdsvis modellering og problemløsning i "dagligdag, samfundsliv og natur". Her ses en direkte forbindelse til kompetencerne. De to bestående punkter om "at forudsige en udvikling" og "at erkende matematikkens muligheder og begrænsninger ved anvendelse af matematiske modeller" er tydeligvis også nært forbundet med modelleringskompetencen. De andre to kundskabs- og færdighedsområder er helt nye. Matematiske kompetencer optræder som det første kundskabs- og færdighedsområde i Fælles Mål II og er ganske enkelt de otte matematiske kompetencer fra KOM. Det sidste kundskabs- og færdighedsområde er matematiske arbejds måder, der har lighedspunkter med det tidligere kundskabs- og færdighedsområde kommunikation og problemløsning. Her er betragtninger om undervisningens organisering og forløb. Eleverne skal "læse faglige tekster"; "undersøge, systematisere, ræsonnere"; "deltage i udviklingen af strategier og metoder"; "arbejde individuelt og sammen med andre" ... "i en proces der bygger på dialog" og "kommunikere om fagets emner".

I figur 2 foreslås en måde at sammentænke de fire kundskabs- og færdighedsområder. Kompetencerne er rammen om hele undervisningen og fungerer som selve skolefagets identitet: Når du i kan anvende matematiske emner, er du kompetent. De matematiske arbejds måder bruges til at få emnerne i anvendelse. Anvendelsen bliver i denne anskuelse det sidste led i en progression.



Figur 2

Man kan f.eks. "deltage i udvikling af metoder" til at "foretage beregninger i forbindelse plane ... figurer" og derefter "anvende faglige redskaber ... til løsningen af matematiske problemer i forbindelse med dagligliv". Dette eksempel kunne handle om, hvordan man tilegner sig faglig viden om arealbegrebet, som anvendes til at beregne hvor meget gulvtæppe, der skal bruges til at dække et givent gulv. Hvis man som elev kan følge denne række gennem, er man ifølge den her beskrevne opfattelse kompetent. Såfremt man tilslutter sig denne opfattelse, skal den danne udgangspunkt for den løbende evaluering, hvor der skal spørges: "Bliver eleverne kompetente af den aktuelle undervisning?". For at svare dette spørgsmål er det ikke nok at teste elevernes matematikfaglige færdigheder. Som lærer skal man derimod danne sig et overblik over elevernes vekselvirkning mellem matematiske emner, arbejds måder og anvendelser.

Da anvendelsesperspektivet er centralt i undervisningsmålene, er det nærliggende at undersøge muligheder for anvendelse af matematik. Allerede i formålet udpeges kontekster med anvendelsesmuligheder: "situationer vedrørende dagligliv, samfundsliv og naturforhold". Da disse tre områder omfatter det meste af verden, er der muligheder nok. Ser man i slutmålene under kundskabs- og færdighedsområdet matematik i anvendelse nævnes samme remse to gange. Et skridt længere nede i teksthierarkiet – i trinmålene – står der, at efter 2. klasse skal elever kunne "bruge matematik i relevante hverdagssituationer." Her skelnes altså ikke mellem hvilken fagfaglig kontekst, det skal foregå i. Herudover skal eleverne "vælge og benytte regningsart i praktiske sammenhænge" og slutteligt "erhverve en begyndende forståelse for matematik brugt i hverdagssituationer." Umiddelbart er der ikke stor forskel på at bruge matematik i hverdagssituationer og forstå matematik brugt i hverdagssituationer, men det fortolkes sådan, at der er tale om to forskellige pædagogiske "angrebsvinkler". I det første tilfælde tages der udgangspunkt i et matematisk emne, som så perspektiveres i virkeligheden. I det andet tilfælde tages udgangspunktet i virkeligheden, som så kan gøres til genstand for matematiske eksperimenter, undersøgelse og kommunikation. Her anes det induktive princip i en virkelighedsnær kontekst. I trinmålene til efter 6. klasse ses samme to perspektiver, men nu introduceres den tredelte kontekst fra slutmålene dog uden at være yderligere beskrevet. Herudover skal eleverne "se matematikkens muligheder og begrænsninger som beskrivelsesmiddel". Dette kan betragtes som optakt til det at forholde sig kritisk til matematiske modeller i de større klasser. I trinmålene efter 9. klasse bliver der for alvor præsenteret kontekster til matematikkens anvendelse. Dagligdagen bliver foldet ud til "bl.a. privatøkonomi, bolig og transport" og den samfundsmæssige udvikling til "bl.a. økonomi, teknologi og miljø". Begreberne teknologi og miljø, som er de eneste af de fagfaglige begreber, der har åbenlyse naturvidenskabelige perspektiver, befinder sig dermed i en samfundsmæssig kontekst. Dette er i overensstemmelse med Klafkis teori om kategorialdannelse (1983). I formålet og slutmålene for faget ligestilles de tre begreber dagligliv, samfundsliv og naturforhold, men det bliver de ikke i trinmålene.

Matematiks forhold til naturfagene

Ser man på Fælles Mål II for naturfagene ser mange ligheder fagene i mellem. For det første har deres kundskabs- og færdighedsområder (se figur 3) en ensartet opbygning.

Biologi	Fysik/kemi	Geografi	Matematik
De levende organismer og deres omgivende natur	Fysikkens og kemiens verden	Regionale og globale mønstre	Matematiske kompetencer
Miljø og sundhed	Udvikling i naturvidenskabelig erkendelse	Naturgrundlaget og dets udnyttelse	Matematiske emner
Biologiens anvendelse	Anvendelse af fysik og kemi i hverdag og samfund	Kultur og levevilkår	Matematik i anvendelse

Arbejds måder og tankegange	Arbejds måder og tankegange	Arbejds måder og tankegange	Matematiske arbejds måder
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------

Figur 3

Fagene har hver 2-3 kundskabs- og færdighedsområder med faglige emner. Biologi og fysik/kemi har hver et anvendelsesperspektiv og alle fag har området Arbejds måder og tankegange, der i indhold er tilpasset til de forskellige fag. Naturfagene har ikke inddraget kompetencebegrebet i Fælles Mål II på trods af at rapporten Fremtidens naturfaglige uddannelser (FNU) (2003), som udkom kort tid efter KOM, anbefaler, "at naturfaglige kompetencer skal være grundlag for sammenhængende beskrivelser af naturfagene på langs, på tværs og på alle uddannelsesniveauer". Elmoose (2007) anbefaler da også tålmodighed med indførelse af kompetencebegrebet, så der oparbejdes erfaring med det, og det kan operationaliseres. Denne anbefaling skal imødegå tendensen med, at nye tiltag i forhold til undervisningen har så høj en frekvens, at interessen for dem og implementeringen af dem bliver overfladisk. En lignende betragtning kunne gøres i forhold til matematik, men matematik har i højere grad end naturfagene haft kompetencerne med i det sidste faghæfte, så landets lærere har stiftet bekendtskab med dem. På dette punkt udvikler matematik og naturfagene tilsyneladende i forskellige retninger eller i forskellige tempi.

Efter det mislykkede forsøg på at fremme tværdagligheden mellem naturfagene ved at afholde en fælles naturfagsprøve for få år siden, er der i Fælles Mål II en ny udvikling hvad tværfaglighed angår. Et mindre antal mål går igen i to eller tre af fagene. For eksempel er trinmålet "forklare fødens sammensætning, dens energiindhold og sundhedsmæssige betydning, herunder proteiner, kulhydrater og fedtstoffer" fælles mellem fysik/kemi og biologi.

Fra Fødevarestyrelsens hjemmeside:

Anbefalinger

Voksne danskere spiser i gennemsnit en kost, hvor 33 % af energien kommer fra fedt, 48 % fra kulhydrat, 13 % fra protein og 6 % fra alkohol (2001). Det anbefalede indhold i den sunde kost er højst 30 % af energien fra fedt, 50-60 % fra kulhydrat og 10-20 % fra protein. Indtaget af alkohol bør begrænses og ikke overstige 5 %.

For at slanke sig, siges det af kendte kokebogsforfattere, skal man holde fedtenergiprocenten under 30 %. Her er tale om et emne, der virkelig kan få piger til at interessere sig for naturfag. (se f.eks. Sjøberg & Schreiner, 2005).

På en pakke økologiske havregryn fremgår det, at 100g havregryn indeholder 1450kJ og 13g protein, 58g kulhydrat og 6,5g fedt. 1g fedt indeholder 38kJ. Fedtenergiprocenten økologisk havregryn kan udregnes ved:

$$FEP = \frac{6,5g \cdot 37 \frac{kJ}{g}}{1450kJ} \cdot 100 \% \approx 17 \%$$

Almindeligvis spises havregryn ikke alene. Hvad sker der med fedtenergiprocenten når der hældes letmælk på? Sødmælk? Skummetmælk? Hvad sker der med fedtenergiprocenten, når man drysser sukker på sine havregryn? Bliver retten mere slankende ved, at der tilsættes sukker? Hvad sker der med fedtenergiprocenten på måltid fra McDonald's, hvis colaen udskiftes med en cola light?

For at kunne besvare disse spørgsmål kræves for det første en grundlægende forståelse af procentbegrebet – ellers giver det ingen mening at gå fra kJ til %. For det andet kræves matematisk kompetence at nå fra en formel til et brugbart facit. For det tredje skal facit kunne perspektiveres. Det er først ved perspektiveringen, at man ophører med at bruge matematik. Pointen er, at ovenstående eksempel viser, hvorledes matematik er et uundværligt redskab for naturfagene. Man kan spørge sig selv om, hvorfor der ikke findes fælles Fælles Mål, hvori matematik indgår.

Hvor kommer kompetencerne fra?

At naturfagene ikke har taget kompetencerne til sig på samme måde som matematik, kan skyldes selve kompetencebegrebets baggrund. Begrebet kendes i almindelighed fra politiske manifeste udgivet af politiske organer som OECD og EU. OECDs kompetencer er delt i tre områder. Her er kun det første område foldet ud:

- 1) Use tools interactively (e.g. language, technology)
 - A. Use language, symbols and text interactively
 - B. Use knowledge and information interactively
 - C. Use technology interactively
- 2) Interact in heterogeneous groups
- 3) Act autonomously

Det er kompetence 1A, der danner grundlag for PISA. Den indbefatter begreberne "reading literacy" og mathematical literacy".

EU har også et sæt kompetencer:

- 1) Communication in the mother tongue;
- 2) Communication in the foreign languages;
- 3) Mathematical competence and basic competences in science and technology;
- 4) Digital competence;
- 5) Learning to learn;
- 6) Interpersonal, intercultural and social competences and civic competence;
- 7) Entrepreneurship; and
- 8) Cultural expression.

Her er det tydeligvis kompetence 3, der er aktuel.

Den danske KOM-rapport kan altså forstås inden for rammerne af OECD og EU's kompetencetænkning. Udarbejdelsen af begrebet har altså ikke rødder i naturvidenskaben selv og passer derfor ikke ind i et naturvidenskabeligt verdenssyn. Man ville fra et naturvidenskabeligt synspunkt kunne spørge: "Hvilke empiriske undersøgelser ligger til grund for, at kompetencebegrebet kan betragtes som nyttigt i undervisningssammenhænge?" eller "Er der forskning, der tyder på, at elever lærer mere, hvis undervisningen tilrettelægges ud fra en kompetencetænkning?". Ligeledes kan naturfagsdidaktikere argumentere med, at der intet nyt er i

kompetencebegrebet, da undervisningen altid har indbefattet en teori i anvendelse i form af praktiske forsøg, der bringer teori i anvendelse.



Figur 4

Elmose (2007) argumenterer for, at kompetence ikke er et mål i sig selv. Det er derimod dannelsen, der er det endelige mål for al undervisning. Kompetencer kan derfor betragtes som et trin i en dannelses-taksonomi som vist i figur 2. Samtidig er kompetencer højere end kundskaber, da kundskaber så at sige ikke er elevernes egne men noget, som er blevet dem kundgjort og dermed ikke beror på deres forståelse. Nederst i taksonomien (og dermed mest grundlæggende) er undervisningsparathed, som er elevernes villighed til overhovedet at indgå i en læringssituation. Denne villighed kan læreren i større eller mindre grad facilitere, men som ved det andre niveauer er der ikke nogen entydige fremgangsmåder til at opnå det ønskede. Det gælder i høj grad for kompetencerne, der alt andet lige er en mere abstrakt størrelse end matematisk færdigheder i traditionel forstand. Der er en overhængende fare for, at lærerne får endnu et mål for deres undervisning, som de ikke ved, hvordan de skal nå.

Et videnskabeligt fundament

James Zull antyder i sin bog om bog om at undervise på hjernens præmisser "The Art of Changing the Brain" fra 2002 en mulig videnskabelig begrundelse for kompetencerne. Han beskriver hvordan der tydelige forbindelser på langs af hjernen. Disse "tråde" forbinder de dele bagerst i hjernen, der del indeholder kundskaber, der er lagret i hukommelsen med de dele forrest i hjernen, der kan tænke abstrakt og dermed kan få organismen til at handle på en bestemt måde. Her har vi altså en klar parallel med kompetencebegrebet. At være kompetent er netop at kunne bringe sine kundskaber og færdigheder i anvendelse på en hensigtsmæssig måde. Hvis vi ser på de langsgående forbindelser i hjernen fra det perspektiv, kan man sige, at det er vigtigt at undervisningen tilrettelægges så eleverne kommer i situationer, hvor de udfordres på en sådan måde, at de opbygger forbindelser mellem deres kundskaber og færdigheder og deres abstraktionsevne. Hvis man følger denne tankegang er

man naturligvis også nød til at se på hjernens udvikling hos eleverne. Det viser sig, at børns abstraktionsevne ikke er færdigudviklet. Faktisk tyder forskning på, at hjernen først er færdigudviklet efter 20årsalderen (OECD, 2007, s. 45), da børn oplever myelinforøgelse i 6årsalderen og igen i den tidlige pubertet. Selvom det først er for nylig, at man har kunnet fremvise denne hjerneforskning, har pædagogikken altid indbefattet viden om børns (manglende) abstraktionsevne. Piagets berømte stadieteori er et godt eksempel herpå (se f.eks. Jerlang et al). På den anden side viser ny forskning, at børn har en medfødte matematiske evner til for eksempel kunne antalsbestemme og foretage simple regneoperationer. (OECD, 2007, s. 99)

Hvis man følger denne naturvidenskabelige argumentation, har det den konsekvens, at man må spørge om ikke kompetencetænkningen er for ambitiøs i forhold til elever, som faktisk ikke er i stand til at tænke abstrakt, da denne del af deres hjerne ganske enkelt ikke er færdigudviklet. Man vil med god ret kunne hævde, at undervisningen i folkeskolen skal fokuseres på kundskaber og færdigheder, som kun perspektiveres i anvendelse i den udstrækning, eleverne rent faktisk magter.

Hvad kommer efter kompetencerne?

OECD, som stået fadder til kompetencerne, har i de seneste år beskæftiget sig med paradigmeskiftet fra udviklingspsykologisk læringsteori til en forenet udviklingspsykologisk og neurovidenskabelig læringsteori og med de didaktiske konsekvenser et sådant paradigmeskift vil medføre. OECD enhedens (Centre for Educational Research and Innovation) arbejde har indtil videre kulmineret med udgivelsen *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science* i 2007. Udgivelsen erkender de udfordringer, der er i denne forening. Der står i forordet, at "the number of discoveries from brain research that have been exploited by the education sector remain relatively few so far". Bruer manede 1997 til besindighed omkring potentialet for en forening af de to diskurser. Hans argumenter er for nylig analyseret på ny af Varma et. al, som har et anderledes positivt syn på foreningen. De peger blandt andet forskning af Eden et al (2004), der viser hvordan hjernen bruges forskelligt af almindelige læsere i forhold til ordblinde. Ved skanninger af hjernen ses ganske enkelt manglende aktivitet visse steder hos de ordblinde. Ved efterfølgende intensiv kursusvirksomhed kan de ordblinde fremvise hjerneaktivitet, der ligner den, som de almindelige læsere har. Her er altså tale om en hel ny form for evaluering af læringsudbyttet af en given undervisningsform. Her kan alle vel blive enige om, at der er store perspektiver. Der er tegn på, at noget tilsvarende vil kunne lade sig gøre indenfor matematik. Der kan isoleres områder af hjernen, der beskæftiger sig med forskellige matematiske virkefelter.

Konklusion

Faget matematik er med Fælles Mål II og dermed kompetencebegrebet blevet moderniseret i overensstemmelse med tendenserne indenfor OECD og EU. Hvorved faget træder ind i et nyt paradigme. Elementer af det gamle paradigme findes endnu, men man kan opfatte kompetencebegrebet på en sådan måde, at forholdet mellem emner og anvendelse bliver klart.

De matematiske emner skal som led i undervisningen finde anvendelse i dagligdagssituationer og perspektiveres i det samfundsmæssige. Videnskabsfaget matematiks nære forhold til naturvidenskabsfagene er nedtonet. Matematikfaget går her glip af mange muligheder for induktiv læring og brobygning til ungdomsuddannelserne.

Skolens naturfag (natur/teknik, biologi, geografi og fysik/kemi) har ikke fået indført kompetencebegrebet, som det eller er kendt fra Fremtidens Naturvidenskabelige Uddannelser. Fagene biologi, geografi og fysik/kemi har fået indført nogle fælles Fælles Mål. På disse to punkter bevæger skolefaget matematik sig væk fra skolens naturfag.

OECD peger allerede nu på, hvor udviklingen kan bevæge sig hen. Der er tegn på, at vi i fremtiden vil få en større forståelse af, hvordan vi når målene for vores undervisning – hvis de mål vi har sat os overhovedet kan nås.

Referencer

Nils O. Andersen, Henrik Busch, Sebastian Horst (2003) *Fremtidens naturfaglige uddannelser*, UVM

G. F. Eden et al (2004) Neural Changes Following Remediation in Adult Developmental Dyslexia *Neuron*, 44, pp. 411–422

EU (2005) Key competences for lifelong learning

Jerlang (2008) *Udviklingspsykologiske teorier*. Hans Reitzels Forlag

Klafki W (1983) *Kategorial dannelse og kritisk-konstruktiv pædagogik*. Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.

Mogens Niss og Tomas Højgaard Jensen (red.) (2002) *Kompetencer og matematiklæring*. UVM

OECD (2005) The definition and selection of key competencies – Executive Summary

OECD (2007) Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science

Svein Sjøberg & Camilla Schreiner (2005) Elevenes forhold til naturfag og teknologi: Et Nordisk og internationalt perspektiv basert på ROSE-prosjektet. I Lisbeth Berring, Jens Dolin, Lars Brian Krogh, Jan Sølberg, Helene Sørensen & Rie Troelsen (red.) *Naturfagsdidaktikkens mange facetter*. Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag

Zull, J. E. (2002) *The Art of Changing the Brain*. Stylus