

Best Practice – visdommen i dansk naturfagsformidling

Lars Domino Østergaard
Ph.d., Lektor i natur/teknik og fysik/kemi, University College Nordjylland

Jens Jakob Ellebæk
Cand. Pæd. Bio., Lektor i natur/teknik og biologi, University College Syd

Indholdsfortegnelse

INDHOLDSFORTEGNELSE	1
BEST PRACTICE - VISDOMMEN I DANSK NATURFAGSFORMIDLING	2
BEST PRACTICE I NATURFAGSFORMIDLING.....	3
ELEMENTER AF GOD PRAKSIS I DANSK NATURFAGSFORMIDLING	3
EKSEMPEL FRA BØRNEHAVE: FORMIDLING FOREGÅR BEDST I NATUREN	4
<i>Mesteren i aktion</i>	4
<i>Tavs viden</i>	4
<i>Naturen som læringsrum – som læringsmester</i>	5
EKSEMPEL FRA BØRNEHAVEKLASSE: NATURFAGSFORMIDLING I BØRNEHØJDE	6
<i>Rammerne er vigtige</i>	6
<i>Praktiske aktiviteter - NATURLigvis – både inde og ude</i>	7
<i>Dialogisk formidling</i>	8
EKSEMPEL FRA INDSKOLINGEN I FSK: ”MARTINS NATUR/TEKNIK UNDERVISNING”	9
<i>Dialogisk undervisning</i>	9
<i>Innovativ praksis og personligt ejerskab til stoffet</i>	10
<i>Variierende grad af elevselvstændighed i aktiviteten som motiverende faktor</i>	11
<i>Piger og naturfag</i>	12
<i>Fagfaglighedens betydning for undervisningsfaglighed</i>	12
SAMMENFATNING	14
PERSPEKTIVERING	15
THE WISDOM OF PRACTICE	15
BEHOV FOR YDERLIGERE FORSKNING / EKSEMPLER PÅ GOD PRAKSIS I NATURFAGENE.....	16
ELEMENTER AF GOD PRAKSIS SOM KILDE TIL ØGET NATURFAGSINTERESSE BLANDT LÆRER OG PÆDAGOGSTUDERENDE.....	16
REFERENCER:.....	17

Best Practice - visdommen i dansk naturfagsformidling

Undervisere på lærer- og pædagoguddannelsen fra University College Syd og University College Nordjylland har samarbejdet om projektet ”*Naturfag på kryds og tværs*”, som har været finansieret af undervisningsministeriet og har som formål at identificere og karakterisere udvalgte ”Best Practice” eksempler i dansk naturfagsformidling. Der har været fokuseret specielt på overgange i naturfagsformidlingen omkring indskolingen med nedslag i børnehave, børnehaveklasse (0.kl.) og folkeskolens første klasser.

Det er velkendt at danske skoleelever scorer lavt i naturfagsrelaterede tests i PISA undersøgelserne (Egelund 2006), og endvidere dokumenterer ROSE undersøgelsen, at specielt pigernes interesse for naturfagene i skolen er lavere end for andre fag (Busch 2005, Sølberg 2008). Desuden er rekrutteringen til de naturfaglige uddannelser på danske universiteter og læreruddannelser vigende. Specielt er de naturfaglige linjefagsvalg på læreruddannelserne styrtdykket siden implementeringen af sidste læreruddannelseslov fra 2007 (ref.). Det er velkendt at der allerede nu er mangel på lærere med formelle kompetencer i de naturfaglige fag (Dragsted 2003), og at gennemsnitsalderen i lærerstaben som har de naturfaglige kompetencer er høj. Det er altså under halvdelen af de lærere som underviser i natur/teknik der har naturfaglige kompetencer, og samtidig med at der er mange fysik/kemi-lærere, der går på pension i de kommende år (Ellebæk 2008), er der altså meget der tyder på, at der er behov for et skærpet fokus på to områder: Forbedre naturfagsformidlingen i børnehaver og folkeskoler, og forbedre rekrutteringen til og uddannelsen af lærere og pædagoger med naturfaglige kompetencer. Måske kunne de mange eksempler på god naturfagsformidling, som foregår rundt omkring i landet være inspiration til og give uddannelsesønsker om et liv som lærer eller pædagog, og dermed være en del af løsningen.

Men kan vi overhovedet lære noget af sådanne eksempler fra praksis i naturfagene? Er den enkeltes undervisning eller formidling ikke så unik og specialiseret at andre ikke kan lære noget heraf? Kan sådanne eksempler overhovedet leve op til almene akademiske dyder som objektivitet og generaliserbarhed? Lee Shulman postulerer i sin essaysamling ”*The Wisdom of Practice*” (Shulman 2004), at vi måske er på et stadie i uddannelseshistorien, hvor der er mere og mere detaljeret visdom om at undervise blandt praktikere, end der er blandt akademikere og uddannelsesforskere. - Men at den visdom som praktikerne har, er isoleret, tavs og ureflekteret. Han argumenterer for at formidlingsarbejdets natur og konditioner er så ureflekterede, at vi endda selv som undervisere glemmer noget af den forståelse som vi har opbygget gennem vores arbejde. ”Hvem kender ikke til situationen hvor man underviser i noget som man har undervist i før, for så pludseligt at opdage, at man laver samme fejl som man gjorde sidste gang” (oversat af forfatterne, Shulman 2004, s.506). Shulman argumenterer for at kompleksiteten i underviserarbejdets praksis er så stor, at vi endnu ikke er i stand til at indfange kompleksitet i en samlet model eller teori om undervisning, og han argumenterer for at vi lader os inspirere af ”*The Wisdom of Practice*” og reflekterer herover for derigennem at kunne beskrive praksis indenfor mere akademiske og teoretiske kriterier.

Ifølge denne tankegang skal visdommen findes i praksis, men om en bedste undervisningspraksis i naturfagene kan identificeres som et generelt og gyldigt forhold for alle er yderst tvivlsomt. Nogle nordjydske naturfagsformidlere har dog udviklet undervisnings- og praksissekvenser med elementer af god praksis som muligvis kunne kandidere til betegnelsen ”Best Practice”.

Best Practice i naturfagsformidling.

I bogen "Best Practice: New Standards for Teaching and Learning in America's Schools" (Zemelman et. al, 1998) er der anført 11 punkter, der beskriver Best Practice indenfor naturfagsformidling (eng: Best Practice in science). Mange af de anførte punkter svarer til en liste over Best Practice in Teaching Science som Tucson Unified School District har opstillet (Tucson Unified School District, 2008), de genfindes også i vores egne Fælles Mål II for naturfagene (Undervisningsministeriet, 2008) og de kan ligeledes – måske i anden formulering - findes i anden litteratur, der omhandler naturfag og god læring.

Men er det så bare det, der er anført i Fælles Mål, i Zemelmans bog, på nettet og andre steder, der skal til for at præstere det, der kaldes "Best Practice" i naturfagsformidling? Hvad med underviserens personlighed, engagement og viden – både af faglig og didaktisk karakter – spiller det ikke også ind. Er det i øvrigt fair at snakke om "Best Practice" i en formidlingssituation? Med en "Best Practice" må der jo også være en "Worst Practice" – og er det så bare det modsatte eller...?

Udtrykket "Best Practice" stammer fra det merkantile område, hvor det i begyndelsen var et begreb, som virksomhederne anvendte når de skulle sammenligne sig med hinanden. Den virksomhed med det højeste udbytte, den mest effektive produktionsmetode eller andet fungerede som rollemodel – som havende den bedste praksis. Begrebet "Best Practice" anvendes mere og mere som et samleord for en teknik, en metode eller anden form for praksis, der anses for at være mere velegnet end anden til at opnå et givet mål. Det kan også anvendes, som denne artikel omhandler, om måder, hvorpå naturfag bliver formidlet. Begrebet er dog både misvisende og indskrænkende, da det i høj grad er et subjektivt bestemt begreb, der ene og alene måles i forhold til andre udvalgte teknikker eller metoder, og ikke er underlagt forskningsmæssige kriterier som pålidelighed og gyldighed. Det er rigtigt, at mange af de punkter, som Zemelman opstiller, kan være med til at øge børn og unges indlæring af naturfag, men foruden brug af hands-on, naturfaglige arbejdsmetoder og meningsfulde tiltag, som nævnes blandt "Best Practice" (Zemelman et. al, 1998), er der mere, der skal være med til at skabe "Best Practice". Det kræver også formidleren, der brænder for sit stof, eller læreren med den enorme faglige viden, der helt og holdent behersker sit fagområde. Det kan også være pædagogen der som mesterenlæreren jonglerer med naturfaglige begreber og metoder i sit virke, og dermed begejstrer og vækker faglig nysgerrighed og engagement hos de børn, der omkranser ham ved lejrålet. Det at udøve "Best Practice" er mere end blot metoder og teknikker.

Begrebet "Best Practice" som det ypperligste og klart bedste, er med andre ord ikke muligt at afgrænse. Derfor har vi i indeværende undersøgelse af formidlingspraksis i hhv. børnehave-, børnehaveklasse- og indskolingsregi set efter det bedste, som ansatte på de pågældende institutioner kunne præsentere, og har efterfølgende fremført det som "elementer af god praksis". Elementer, som også andre end blot de pågældende formidlere kan medtage i deres formidling.

Elementer af god praksis i dansk naturfagsformidling

I det følgende præsenteres resultaterne af tre forskellige nedslag i dansk naturfagsformidling. De tre områder: børnehave, børnehaveklasse og indskolingen i folkeskolen blev udvalgt med det formål at finde og karakterisere gode formidlere indenfor hvert af områderne. Institutionerne er således ikke alle indbyrdes forbundne.

Eksempel fra børnehave: Formidling foregår bedst i naturen

Børnene og pædagogerne er ude på institutionens åbne arealer. Der er masser af plads til at boltre sig på. Søren, en af børnehavens 'naturkompetente' pædagoger, begynder at lave et bål. Han samler brænde, stabler det op på bålstedet over en bunke kviste og stryger en tændstik, alt imens han fortæller hvorfor han gør de ting, han nu gør. Der er mange børn som aktivt hjælper til med at samle brænde, og som spørger nærmere ind til hans ageren. Enkelte børn får lov til at hjælpe Søren med at tænde bålet og være 'bålmester'. De har set hvad han gjorde, og forsøget at gøre det samme. Søren kommenterer og småsludrer imens.



Figur 1. Søren i gang med at 'male kalk' – en anden aktivitet, hvor han er 'mesteren' og børnene 'de lærende'

Mesteren i aktion

Som en sand mester arbejder Søren i felten (som det ses i figur 1), vel vidende at det er ham, der har bedst forstand og mest erfaring med fx at tænde et bål, og derfor er det også ham der 'går forrest'. Den form for læring, som Søren anvender sig af i sin formidling, er mesterlæring (Nielsen og Kvale, 2000). Ikke i den traditionelle håndværksmæssige forstand, men mere mesterlære forstået som legitim, perifer deltagelse i et praksisfællesskab (Nielsen og Kvale, 2000, Lave og Wenger, 1991). Ved at være tilstedeværende, aktiv i handlinger, formulerende om egen virksomhed, og igangsættende, skaber Søren et rum, et socialt praksisfællesskab, rettet mod det at tænde et bål, hvorved børnene sammen får mulighed for både at arbejde med naturfagsaktiviteten, og samtidig at lære færdigheden 'at tænde et bål', med alt hvad det indebærer. Dels ved blot at være der og se på hvordan 'mesteren' gør, som eksempel på situeret læring (Lave og Wenger, 1991), og dels ved at være aktiv med i processen som "deltagelse i igangværende social praksis" (Lave, 2000, s. 49).

Tavs viden

Mennesket synes at besidde viden, selvom denne viden er af ikke-sproglig karakter, og mennesket synes at kunne gøre noget - på en professionel og kompetent måde - uden at deres handlinger og færdigheder er baseret på regler (Wackerhausen, 1999)

Historisk set var Michael Polanyi en af de første, der for alvor markedsfører begrebet "tavs viden", som et begreb der refererer til det forhold, at mennesket kan være i besiddelse af viden, selvom denne viden ikke har eller kan gives sproglig form (ibid). Siden er tavs viden blevet et samlebegreb for forskellige fænomener, der forholder sig til hvordan det tavse skal fortolkes. Nogen bruger begrebet tavs viden om viden, der ikke er erkendt i indlæringsøjeblikket, mens andre lægger vægt på, at den tavse viden kun kan formidles, når den kommer i spil (handlingsviden). Det kan fx være det at kunne cykle. Denne viden er tavs, fordi den ikke har et sprogligt udtryk og principielt ikke

kan formuleres. Endelig opfatter andre tavs viden, som en vide, der med de rigtige værktøjer godt kan formuleres. Altså en viden der endnu ikke er blevet sprogliggjort (Gourlay, 2002).

For pædagogen Søren i eksemplet ovenfor, der igennem hele hans liv aktivt har beskæftiget sig i og med naturen, er der oplageret en mængde tavs viden, der afspejles ud fra hans handlinger. Både som viden, der endnu ikke er formuleret, og som handlingsviden. Det træ Søren fx bruger til sit bål skal være tørt – men hvordan finder man ud af om et stykke træ er tørt? Det kan ikke formidles verbalt og afhænger bl.a. af den kropslige viden, når han står med et stykke træ i hånden. Han ved, hvordan det føles at holde tørt træ i hånden – og ditto fugtigt. Og har sikkert en indgroet viden om hvor fugtigt et stykke træ kan være, før det er uanvendeligt som brænde. En viden han ikke kan formulere, men som han kan anvende, når han finder et velegnet stykke brænde. Ved gentagne gange at have tændt bål, har Søren opbyggede erfaringer været med til at skabe en viden, en lærdom, der indeholder mere end blot viden om selve den fysiske handling, det er at samle tørt træ til et bål (Kolb, 1984).

Som pædagog skal Søren, ud over sin konkrete og sprogliggjorte viden om naturen og dens fænomener, også forsøge at videreformidle sin erfarede tavse viden, og dermed er vi igen tilbage ved mesterlæren, for kun ved at børnene selv med Søren som 'mester' arbejder med og i naturen, kan de lære af hans erfaringer, og selv erfarer fx hvordan knastørt træ føles i hånden. En læring, der så at sige, finder sted igennem kroppen, og som de har glæde af i rigtig mange år, for: kroppen husker som en elefant! (Jantzen, C. og Østergaard, P., 2008; Rasmussen, 1999).

Naturen som læringsrum – som læringsmester

Det, at pædagogerne tager børnene med ud på engen, græsplænen eller i skoven, når de skal lære dem noget om naturen og dens fænomener, er noget naturligt og indgroet i den pædagogiske praksis. Men at børns naturfaglige læring faktisk har bedre betingelser ude i "naturen" frem for inden i en institution eller i et klasselokale, er først for nyligt blevet fastslået. Blandt andet har Rødkildeprojektet (Mygind, 2005) og ligeledes det svenske projekt "Ute på dagis" (Grahn, 1997) vist, at både børnenes motivation for at lære noget nyt øges, de er mere koncentrerede i arbejdet med deres opgaver og endelig får de dels en bedre forståelse af naturen og dens fænomener og dels en større ansvarlighed:

[børn] der regelmæssigt iagttager, undersøger og arbejder i naturen, får en grundlæggende viden om natur og miljø der bygger på deres egne erfaringer. Nogle af dem vil måske også udvikle øget ansvarlighed overfor natur og miljø. (Bendix, 2003, s. 4)

Det er også i andre forbindelser vist, at de rammer, de læringsrum, som børnene færdes i, og hvori de skal erhverve sig naturfaglig viden, har stor betydning for børnenes motivation til at arbejde med naturfag, deres engagement og deres udbytte (bl.a. Griffin, 1998; Østergaard, 2005).

Østergaard (2005) har vist, hvordan omgivelserne kan påvirke børns legeadfærd og hvilke naturfaglige metoder, de anvender i legen. Ved at give børnene passende udfordringer i et miljø, hvor der er mulighed for, at de fx kan observere eller udføre undersøgelser og eksperimenter i deres leg, kan pædagogerne være med til at skærpe børnenes anvendelse af naturfaglige arbejdsmetoder, hvormed de enten i selve legen eller på et senere tidspunkt kan erhverve viden om naturen og dens fænomener (ibid.). Metoder, som er essentielle for at børn kan lære naturfag (fx Harlen, 2000), og som de under alle omstændigheder bliver introduceret til i den undervisning, de kommer til at modtage, når de begynder i skolen.

Det er derfor vigtigt, at man specielt i de år, hvor børnenes læring endnu ikke traditionelt er bundet op til at skulle foregå i et klasselokale, medtænker og i høj grad benytter sig af naturen som et læringsrum som kan virke motiverede og engagerende, og som samtidig kan være med til at øge børnenes læringsudbytte, fx i form af tillært tavs viden eller skærpet brug af naturfaglige arbejdsmetoder, hvormed børnene kan lære om naturen og dens fænomener.

Eksempel fra børnehaveklasse: Naturfagsformidling i børnehøjde

Jeanette, klassens børnehaveklasseleder, sidder på gulvet samme med alle børnene i en rundkreds. I midten af kredsen står der et udstoppet pindsvin – dagens dyr. De snakker sammen om hvad det er for et dyr, hvad det spiser, og hvordan det lever. Alt i klasselokalet viser tydeligt, at 0.b arbejder med et emne om skoven og dens dyr. På bordene er der 'naturdekorationer' og væggene prydes af plancher, børnene selv har lavet med træer, blade og dyr, der lever i skoven.

[...]

Senere tager børnene overtøj på. De skal ud i skolens nærområde for at lave et 'pindsvinebo'; en papkasse, de skal fore med blade, mos og smågrene til pindsvinets hule, og ligeledes med føde til det lille dyr. Udstyret med skovle graver både drenge og piger ihærdigt efter regnorme, mens de diskuterer hvor det er mest sandsynligt, at finde orme. Børnene graver undersøgende både i skrænter og i frodig skovbund for at finde de største orme. Blade og mos der er egnet til pindsvinets 'hule' og dets 'soveplads' bliver indsamlet og lagt i 'pindsvineboet'.

[...]

Tilbage i klassen bliver pindsvinet lavet – af ler og tandstikker.

Rammerne er vigtige

Som pædagogerne i børnehaven mener Jeanette også, at rammerne for læring er utrolig vigtig. Hun udtaler, at læringmiljøet har stor betydning for børnenes motivation og læring, og derfor udnytter hun de muligheder hun, som børnehaveklasseleder, har for at arbejde med denne læringsfaktor. Det er hende, der afgør hvilket emne, det er, børnene skal arbejde med, og da hun ikke som i børnehaven har samme mulighed for at anvende uderummet, må hun arbejde indenfor de lokaliteter hun har. Hele dagen er hun alene med børnene i et og samme lokale, og det er derfor oplagt at skabe rammer, så børnene hele tiden, lige meget hvor de kigger hen, bliver inspireret og motiveret til at arbejde med det emne, som klassen beskæftiger sig med. Derfor er der frugt, nødder, grene, udstoppede dyr og plancher med træer i klassen (se figur 2 – 4).



Figur 2 – 4. Eksempler på hvordan rammerne udnyttes i klasseværelset, så det bliver en integreret del af børnenes læringsmiljø

Som der blev argumenteret for i forrige afsnit, er de ydre rammer vigtige for børns motivation, deres koncentration og den måde, hvormed de kan arbejde med et givent emne (Grahn, 1997; Mygind, 2005; Østergaard, 2005)

Selv i et fysisk begrænset læringsrum som klasselokalet, er det vigtigt med de rette betingelser for at kunne motivere børn til at beskæftige sig med forskellige emner. Et læringsmiljø ”... som rummer mulighed for stadig større og mere krævende udfordringer, som giver optimale muligheder for selvstyring, og som er præget af tryghed og god social tilknytning” er en del af de 10 principper, som Hans Henrik Knoop fremhæver i artiklen ”Nogle almene principper for gode læringsmiljøer” (Knoop, 2006). Principperne er opstillet ud fra en betragtning om, at menneskets krop og hjerne fungerer optimalt hvis der tages hensyn til hhv. overlevelse, behag og voksende orden/kompleksitet (ibid.)

Når vi indretter læringsmiljøer, gør vi derfor klogt i at tage højde for dem, ved at optimere frihedsgrader ... for personlig vækst gennem meningsfulde og nydelsesfulde udfordringer (Ibid., s. 87)

Når Jeanette formidler, foregår det på gulvet, hvor børnene sidder i en rundkreds (se figur 8). Denne måde at samle børnene på, fordrer intimitet, tryghed, social tilknytning og skærper børnenes koncentration, samtidig med at Jeanette har kontakt og føling med de enkelte børn. Det, at klasselokalet er udsmykket med plancher, plakater, børnenes egne produktioner, udstoppet dyr, dekorationer og bøger, der alt sammen handler om skoven og dens dyr, gør læringsmiljøet både menings- og nydelsesfuldt. Jeanette får derved en bred vifte af muligheder for at anvende artefakter – bøger, udstoppede dyr, plakater – i hendes formidling og udfordringer af børnene.

Praktiske aktiviteter - NATURLIGVIS – både inde og ude

Det er en selvfølgelighed i arbejdet med naturfagsformidling, at børnene selv aktivt laver feltarbejde: at de er ude i naturen og anvender og skærper deres brug af arbejdsmetoder, hvormed de kan erhverve viden om naturen og dens fænomener (fx Harlen, 2000). Østergaard (2005) har opstillet 13 af de naturfaglige arbejdsmetoder¹, hvormed børn kan erhverve viden om naturen og fænomenerne. Det er fx ved at observere, ved at undersøge, ved at eksperimentere, ved at opstille hypoteser, indsamle og ordne data, ved at konkludere og ved at anvende udstyr og redskaber.



Figur 5 – 7. Der graves, samles blade og en regnorm vises stolt frem. Aktivt børn fra 0.b.

¹ Dem, der i litteraturen er mest konsensus om, at børn bør have erfaring med, for at kunne tilegne sig naturfaglig viden.

Mange af ovennævnte metoder genfinder vi i børnenes arbejde med deres 'pindsvinebo'. Udstyret med redskaber – skovle – graver børnene efter orme, som det kan ses på figur 5 – 7. De anvender deres viden, deres erfaring, om hvor regnormene sandsynligvis findes, og de undersøger om de har ret... de graver efter ormene. Af deres snak fremgår det, at de opstiller hypoteser, om hvor regnormene mest sandsynligvis er, og ved at grave flere steder, kan man sige, at de eksperimenterer (defineret som "en praktisk færdighed, hvori et barn gentagne gange udfører en undersøgelse og observerer udfaldet", Østergaard, 2005, s. 113). På baggrund af deres fangst – deres observation – konkludere de om 'findestederne'. Blade, mos og smågrene bliver indsamlet og ordnet efter den viden, de tidligere på dagen erhvervede om et pindsvins hule, og hvordan den indretter vinterhi.

Tilbage i klassen former børnene 'pindsvin' ud af ler og tandstikker. Børnene anvender igen udstyr og redskaber i deres praktiske arbejde med at forme pindsvin, og det gør de enten på baggrund af deres viden om pindsvinets forsvarsmekanisme (det ruller sig sammen som en bold), eller ved at observere det udstoppede pindsvin, som Jeanette tidligere brugte i sin samtale med børnene om dyret.

Det praktiske arbejde er ikke kun vigtigt for at børnene får arbejdet med naturfaglige arbejdsmetoder og derigennem lærer om naturen og fænomenerne. Det er i høj grad også en motiverende beskæftigelse, der både levner tid og rum for at børnene kan arbejde selvstændigt, selv være i kontrol, søge passende udfordringer og være fælles om arbejdet. Alle faktorer, der er med til at engagere og motivere børnene i deres beskæftigelse (Østergaard, 2007).

Men det praktiske arbejde kan ikke alene give børnene viden om det de kan finde i naturen (Hodson, 1993). Deres praktiske arbejde skal italesættes og kontekstualiseres. Det er nødvendigt at børnene har nogle faglige termer – eller en faglig viden – som de kan afspejle deres aktivitet i. Det er vigtigt, at deres praktiske erfaringer bliver reflekteret og fremstår som meningsfuldt i lyset af den faglige viden, der ligger bag aktiviteten, for at vi kan tale om en egentlig læring (Hermansen, 2004). Men det sørger Jeanette også for ...

Dialogisk formidling

Per Fibæk Lauersen skriver i "Effektiv undervisning er dialogisk" (2006):

Undervisning er en dialog mellem tænkende, kritiske og stillingstagende mennesker, der gerne vil respekteres og anerkendes af andre mennesker, og som gerne vil vide og kunne noget. [...] Indholdet [skal] forekomme meningsfuldt for eleverne, enten ved at det her og nu giver dem en oplevelse af at vide og kunne noget værdifuldt, eller fordi de kan se, at det på langt sigt kommer dem til gode. (Lauersen, 2006, s. 16)



Figur 8. Jeanette og 0.b samlet omkring et pindsvin.

Som faguddannet pædagog, er Jeanette ikke skolet i didaktik, og en egentlig diskussion af læringsbegrebet er først kommet til pædagoguddannelsen med indførelsen af læreplaner, læreplanstemaer og krav om dokumentation (Lov L124, 2004). Ikke desto mindre mestrer Jeanette at 'undervise' effektivt. Jeg vælger at kalde det dialogisk formidling, hvor hun med respekt for de enkelte elevers udsagn og erfaring, samtaler med eleverne om det faglige

stof, hun ønsker at formidle. Hvorfor hedder det et pindsvin ... og hvordan finder de mad? Spørger Jeanette. Svin er det samme som grise, og dem har Martin hjemme i stalden. Han kan fortælle at de gnyter og roder i jorden, når de leder efter mad – så mon ikke også et pindsvin gør det? Ved dialogisk formidling og ved at inddrage børnenes personlige erfaringer, kommer klassen i fællesskab frem til en samlet viden om pindsvinet, dets levevis, hvad den æder osv.

At kunne mestre en dialogisk formidling kræver dog, at den der formidler har en bred og indsigtfuld viden om det emne, der skal formidles. Og det har Jeanette. O.b på Karensminde skolen kan være heldig, at de har en så god børnehaveklasseleder, der mestrer så mange elementer af god praksis.

Eksempel fra indskolingen i FSK: "Martins natur/teknik undervisning"

Martin, som underviser 2.a på Karensminde skolen i Støvring i natur/teknik, har netop kaldt klassen ind fra deres praktiske undersøgelser af nedfaldne blade og deres nedbrydningsprocesser. Sidste time gik med oplæg fra Martin om løvfald og træernes strategier for at mindske energitab og at indhente materiale til næste undervisningstime. Nu er klassen kaldt ind til fælles madpakkespisning, for at sikre at der ikke kun leges, men også spises i spisefrikvarteret. Martin sætter en finger op foran munden og klassen falder efterhånden til ro. Derefter går han i gang med et ritual – en undervisningssekvens - som åbenlyst er velkendt for alle i klassen: De laver "Gæt et dyr" imens der spises madpakker. Martin siger, at han nu tænker på et dyr, og at dyret har horn. Man kan se alle i klassen tænker så det brager imens maden indtages. En dreng siger nu "er det en hjort? ". Martin siger "Nej, det kunne det godt være, men det er det ikke, for dyret her har ikke pels, men hud. Og så får I lige en ekstra oplysning: Dyret lever ikke i Danmark". Alle i klassen ved de kun har to gæt hver, så der tænkes igen så det brager for at komme tættere på dyret næste gang.....[.....]

Martin Sloth Andersen og hans naturfagskolleger på Karensminde skolen i Støvring har gennem bl.a. et fælles læseplanssamarbejde opbygget en markant naturfagskultur på skolen, hvor der både er støtte og retningslinjer for naturfagene på stedet, men også frie rammer som lærer til selv at sætte sit præg på undervisningen.

"Elementer af god praksis" finder man mange af i Støvring, men hvad er det egentlig der gør en bestemt lektion til god undervisning? I det følgende illustreres og karakteriseres eksempler på gode undervisningssekvenser fra Martin S. Andersens lektion "krible-krable mini-zoo" i 2.a på Karensminde skolen i Støvring.

Dialogisk undervisning

Mange er i dag enige om at dialogisk undervisning i naturfagene er centralt for elevens mulighed for at lære og tilegne sig et Bestemt stof (Mortimer 2003, Dolin 2001, Dysthe 1995). Læringspotentialer i en given undervisning er derfor stærkt knyttet sammen med lærerens evne til at henvende sig til eleven, indfange de impulser som angiver elevens tanker og ståsted, men også at lade eleven ytre sig og give sin mening om et givent forhold til kende. Ifølge Phil Scott er det essentielt både at gøre sig klart hvilke intellektuelle udfordringer eleven kommer til at stå overfor i den enkelte undervisningssekvens (learning demand) og være bevidst om og mestre den række af kommunikative tilgange (communicative approach), man skal kunne bruge for at skabe dialogisk undervisning. (Scott 2005)

Martin S. Andersen bedriver dialogisk undervisning. En undervisning man kunne fristes til at kalde ”spørgsmålsundervisning”. Han genererer med sine spørgsmål kognitiv aktivitet hos eleven og nysgerrighed skabes. Nysgerrigheden giver anledning til hypotesedannelse. Hypoteserne bliver foldet ud, og Martin leder på næsten sokratiske vis klassen nærmere en falsificering af nogle af hypoteserne og befæstelse af andre. Det er en svær balancegang som kræver en oplagt lærer der evner at indfange de impulser fra klassen som fører klassens ”fælles erkendelsesproces” videre mod målet uden at lade evt. ”forkerte impulser” fremstå som forkerte, og måske netop bruge de forkerte svar konstruktivt (Dolin 2001). De fleste i klassen skal føle, de har et anliggende i denne erkendelsesproces, hvor et Bestemt indgangsspørgsmål til undervisningssekvensen afføder bud på forklaringer og i sidste ende afføder en afklaring af indgangsspørgsmålet.

Et eksempel på en sådan sekvens er situationen i starten af en time, hvor en dreng har fundet et stykke vokstavle fra en bistade og tager det med til undervisningen, for at spørge Martin om hvad det er for noget. I stedet for kort at fortælle eleven hvad det er, ”tøjler” Martin sin viden og laver undervisning ud af episoden. Han spørger klassen hvad det er og hvem de tror har lavet sådan noget (figur 9). Nogle skyder på hvepse og nogle på bier og nogle på noget andet. Alle bud modtages med interesse og kommenteres. Han lader dem nu vide lidt om forskellen på biers og hvepses byggeteknik og hvor de får deres byggematerialer fra, og spørger så igen. Han beder dem om at undersøge vokstavlen igen, og at bruge disse observationer til at underbygge deres hypotese. Til sidst kommer klassen frem til, at det er bier som har lavet vokstavlen. Herefter udbygger Martin denne viden med yderligere forklaring af, hvordan bier laver vokstavler og hvorfor de gør det.



Figur 9. Martin i dialogisk undervisning med 2.a

Hele undervisningssekvensen bygger på elevernes egne spørgsmål og nysgerrighed og er dermed i udgangspunktet afhængig af videbegærlige elever. At skabe videbegærlige og nysgerrige elever i undervisningen er en langsigtet proces. Her er det tydeligt at Martins elever ved han laver undervisning ud af gode spørgsmål eller medbragte fund fra naturen, og at der er skabt en praksis omkring det ”at tage noget med op til Martin”. Klassen og skolen i øvrigt emmer af en videbegærlig naturfaglig kultur, hvor elevspørgsmål, praktiske forsøg og undersøgelser vægtes højt, men hvor der også er nogle lærere som har klare mål med deres undervisning og ved hvordan man kommer derhen.

Innovativ praksis og personligt ejerskab til stoffet

Betydningen af at udvikle / udtænke egne undervisningssekvenser for det personlige ejerskab til stoffet skal ikke underkendes. Undervisningssekvensen ”Krible-krable mini-zoo” har Martin S. Andersen selv udtænkt og udviklet egne undervisningsmaterialer til. Her er tale om en 3-timers lektion, hvor de ved egen hjælp skal fange dyr, artsBestemme dem og bygge en zoologisk have til dyrene. I første time bliver eleverne bekendt med præcis artsBestemmelse af jordbundsdyr. Dyrene skal have deres eget ”bur” (en gennemsigtig plastik bøtte) med skovbundsmaterialer og noget at spise som passer til dyret.



Figur 10. Eksempler på aktivt lærende elever i 2.a

Her er ikke kun tale om undervisning i natur/teknik – her er tale om Martins natur/teknik-undervisning”. Højest sandsynligt ville andre med fordel kunne anvende Martins undervisningssekvens med ”Krible-krable-dyr og mini-zoo”, men det virker sandsynligt, at det faktum, at han selv har udtænkt og udviklet undervisningssekvensen giver undervisningen en høj grad af autencitet og giver ham mulighed for at operere frit med sit fag.

Variierende grad af elevselvstændighed i aktiviteten som motiverende faktor

Martins undervisningssekvens med mini-zoo udmærker sig ved at give 2. kl. eleverne nogle faste rammer som de så selv må fylde ud. Plottet er lagt: - de skal lave en mini-zoo som har nogle på forhånd klart definerede elementer og måder at ’lave sådan en mini-zoo på’. Men indenfor disse rammer har de stor frihed til at udfylde og opfylde deres opgave. Vælger man at være ’jæger’ og indfange og artsBestemme dyr med meget stor frihedsgrad i aktiviteten, eller vælger man at indrette den zoologiske have og lave træer efter en anbefalet metode med lav frihedsgrad i aktiviteten. Variationen mellem de enkelte aktiviteter og variationen i antallet af frihedsgrader indenfor aktiviteten er stort, og tilgodeser dermed mange forskellige tilgange til læring, men virker også stærkt motiverende på stort set alle i klassen. Gennem et klart defineret mål med undervisningen kan eleverne nu selv vælge deres rolle og selv definere hvordan denne rolle kan bidrage til opfyldelse af undervisningens mål. Virker denne høje grad af elevselvstændighed ikke motiverende på eleven er der også opgaver med lavere frihedsgrad som kan vælges og motivere den mindre selvstændige elev.

En markant observation var elevernes imponerende motivation og engagement gennem alle tre observerede timer i ’mini-zoo’ undervisningssekvensen. Det var ganske simpelt ikke muligt at

observere forskel på time og frikvarter, selvom der faktisk gøres opmærksom på at frikvarteret er trådt i gang. Eleverne var i den grad optaget af projektet, og det bliver således vanskeligt at definere hvad der er leg og hvad der er læring. Om det er læring der bliver til leg, eller leg der bliver til læring er svært at svare entydigt på, men begge elementer er tydeligvis til stede og kvalificerer hinanden i denne specifikke undervisningssekvens.

Piger og naturfag

Selvom Martin i interviewet før lektionen ikke anser forskellene

mellem drenge og piger som særligt markante for denne aldersgruppe, og ikke mener han har taget højde for sådanne evt. forskelle i denne specifikke undervisning, viser undervisningssekvensen med mini-zoo alligevel at kunne tilgodesse begge køns præferencer. Dreng-pige forskellene der kunne observeres var ikke entydige,

men samlet set var der flere piger som ville bygge og indrette mini-zoo'et med veje, træer og buske, og flere drenge som valgte at blive "jægere".

Vi kender efterhånden en hel del til de kognitive og neurobiologiske forskelle mellem kønnene (Knudsen 2002, Spitzer 2008), hvor der både er dokumenteret forskelle i generelt udviklingsniveau mellem kønnene og generelle forskelle i interesser og koncentrationsevne i de første år i skolen. Desuden er det veldokumenteret at danske piger senere i skoleforløbet har meget mindre interesse i naturfagene end drengene (Sølberg 2008). I dette tilfælde er det interessant at pigerne var mindst ligeså motiverede og engagerede som drengene, og at en undervisning som ikke eksplicit tager højde for dreng-pige forskelle alligevel tilgodeser begge køns umiddelbare præferencer og gennem differentierede valgmuligheder øger læringspotentialet for den enkelte uanset køn.



Figur 11. Med personlig og nærværende undervisning motiverer Martin børnene til at engagere sig

Fagfaglighedens betydning for undervisningsfaglighed

Efter en periode hvor man inden for naturfagsdidaktikken har set meget på processerne og metoderne i undervisningen fik man med Shulmans introduktion af Pedagogical Content Knowledge (PCK) et fornyet fokus på faglighedens betydning for undervisningsfaglighed i den naturfagsdidaktiske diskurs. (Shulman 1985, 1986) Her anerkendes både kompleksiteten i lærerarbejdet generelt og i den komplekse faglighed en underviser skal besidde i selve undervisningsakten. (Gess-Newsome 2001, Andersen 2006). At fagfagligheden er et centralt element af undervisningsfagligheden er således velkendt, men hvor meget den betyder, og i hvilke sammenhænge den betyder noget, har været – og vil sikkert forsat være – omdiskuteret. Et forsknings- udviklingsarbejde fra University College Syd dokumenterer fagfaglighedens betydning for nyuddannede natur/teknik-læreres udvikling af undervisningsfaglighed (PCK) i et longitudinelt perspektiv (Ellebæk 2006)².

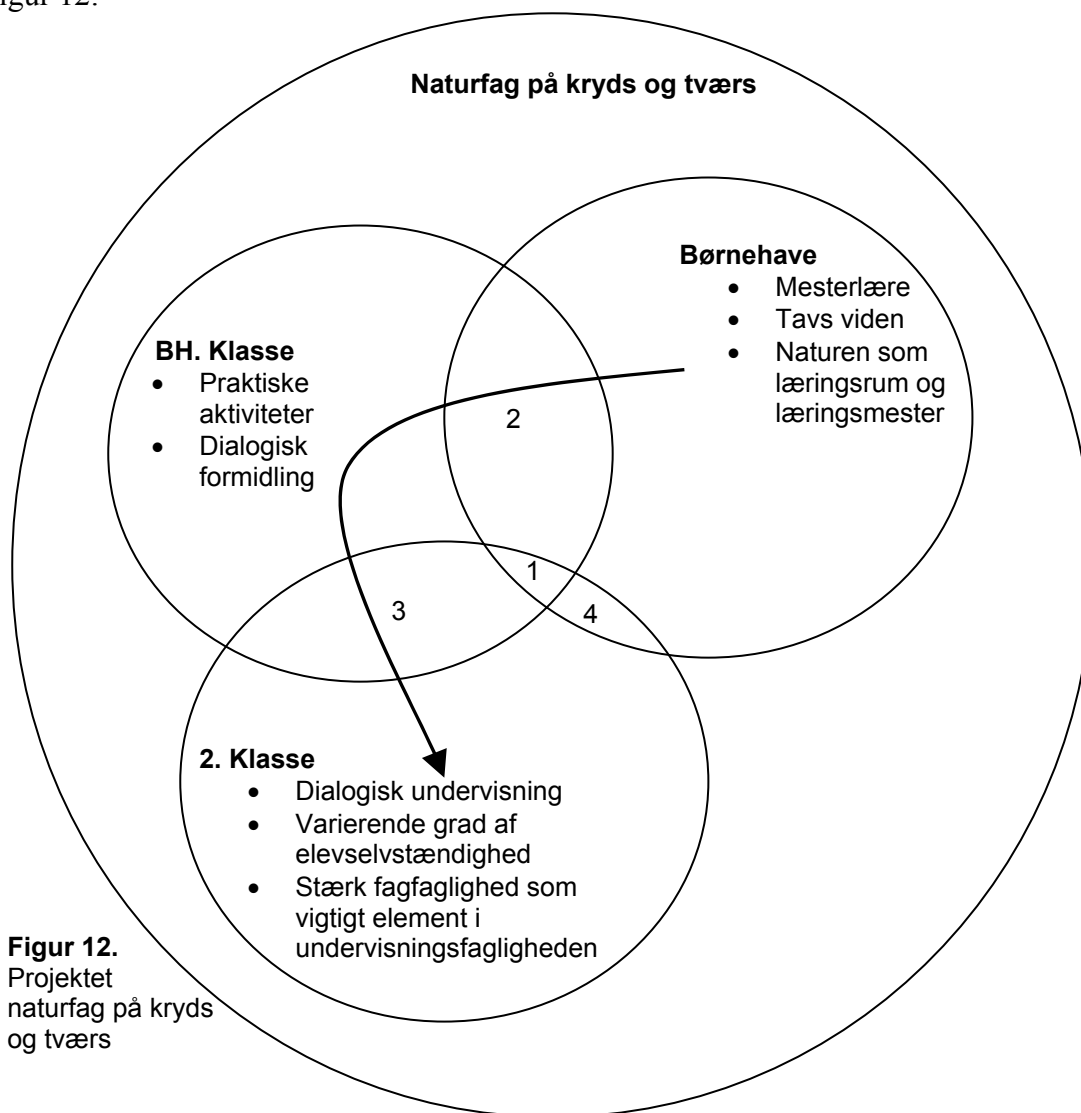
² Krogh og Andersen (2008) åbner diskussionen ift. de to primære lærerprofessioner i Danmark, gymnasielærere og folkeskolelærere. Her postulerer Krogh og Andersen at "faglig viden" er et primært fokus i gymnasielæreruddannelsen, mens folkeskolelæreruddannelsen menes at have sit primære fokus på "almendidaktik" og PCK. Det er nok tvivlsomt om denne hurtige karakteristik af folkeskolelæreruddannelsen er rammende, men at der i læreruddannelseslovene op

Med Martins undervisning bekræftes man i, at en solid fagfaglighed er essentiel og bidende nødvendig når man skal undervise i naturfagene, - måske endda i udpræget grad når man skal undervise en 2. klasse i natur/teknik. Det vil være vanskeligt at lave tilsvarende undervisning som ovenstående uden en velfunderet fagfaglighed. Undervisningssekvenser som ”vi-tager-det-med-til-Martin-sekvensen”, og præcis artsbestemmelse er tæt forbundet med og afhængig af en stærk fagfaglighed som giver Martin evnen til at operere frit – fagligt og didaktisk. Har man som underviser ikke en tilstrækkeligt solid fagfaglighed er det f.eks. svært at inddrage elevernes spørgsmål og medbragte naturfund og lave undervisning ud af dem.

gennem 90'erne og specielt i den seneste læreruddannelseslov fra 2007 er betydeligt mere fokus på almindidaktik og dennes tilknytning til fagene, end der har været tidligere, er åbenlyst. Et separat fokus på PCK som selvstændigt vidensdomæne læreruddannelsen vil være givtigt (Ellebæk 2005), men meget tyder på at den seneste læreruddannelseslov fejler i sit forsøg på at sammenknytte almindidaktik og linjefag gennem nedprioritering af faglig viden. At undervisningsfagligheden er dybt afhængig af fagfagligheden ses tydeligt når studerende på den seneste læreruddannelse bliver sat til at undervise i et fag eller deltage i fagdidaktiske diskussioner i faget uden en tilstrækkelig faglig vidensbase i bagagen.

Sammenfatning

Ovenstående karakteristik af situationer fra dansk naturfagsformidling viser tre eksempler på gode formidlere og formidlingssituationer indenfor hvert sit institutionsområde. Projektet "Naturfag på kryds og tværs" og de tre institutionsområder og deres indbyrdes relationer er forsøgt afbilledet i figur 12:



Her ses en række fællesmængder mellem de forskellige institutionstyper, og pilen i figuren angiver den "dannelsesvej" som et barn gennemgår mhp. natufaglig almindelse fra børnehave til indskolingen i folkeskolen. En "dannelsesvej" som gerne skulle virke sammenhængende og progredierende for barnet/eleven og uden markante overgangsproblematikker.

Vi havde egentlig i projektgruppen forventet at finde flere overgangsproblematikker mellem de forskellige institutionstyper end ovenstående tre nedslag rent faktisk viste. Først og fremmest havde vi forventet mere markante forskelle i det praktiske arbejde og tankegangene omkring de naturfaglige arbejdsmetoder. Institutionerne og de enkelte formidlere havde da også som det fremgår af ovenstående deres særkende og indbyrdes forskelligheder, men det virker dog

sandsynligt, at et barns ”dannelsesvej” gennem de tre observerede praksismiljøer (symboliseret gennem pilen i figuren) vil forløbe gnidningsfrit, og at de omtalte forskelligheder blot understøtter og konsoliderer det enkelte barns naturfaglige dannelsesudvikling. – Specielt fokusgruppinterviewet med de pågældende lærere og pædagoger gav indtryk af at de havde en god fornemmelse for deres rolle som formidlere ift. det samlede naturfaglige dannelsesforløb.

De tre formidlingssekvenser viser en dannelsesvej hvor barnet/ elevens naturfaglige erkendelsesudvikling starter med en praksisnær formidling med mesterlæreprincippet som bærende element i børnehaven, for derefter at blive suppleres af en ”naturnær” naturfagsformidling som veksler mellem praktiske undersøgelser i naturen og en dialogisk naturfagsformidling / naturfagsundervisning i børnehaven. Til sidst møder eleven en dialogisk organiseret formaliseret undervisning, som også indeholder mange praksissekvenser og egne undersøgelser i naturen i folkeskolens indskoling. At det yngre barns naturfaglige erkendelse bør udvikles gennem praktisk aktivitet og gode eksempler fra praksis understøttes af den seneste neurobiologiske forskning (Spitzer 1999), hvor kodeordet menes at være ”Practice – don´t preach”. At mange gode eksempler og historier fra virkeligheden bliver trukket ind i undervisningen / formidlingen, og at elevens egne spørgsmål gøres til genstand for undervisning menes der også at være neurobiologisk belæg for giver mere effektiv undervisning/ formidling. (Spitzer 1999).

Selvom de tre institutioner ikke alle er indbyrdes forbundne, og der rent faktisk ikke afleveres børn fra en observerede børnehave til den observerede børnehaveklasse, ligger de tre institutioner i samme kommune og skoledistrikt, og kan som sådan udmærket tages til indtægt for de prioriteter kommunen og institutionerne har taget for at højne den naturfaglige kultur i skoledistriktet.

Perspektivering

The Wisdom of Practice

Per Fibæk Laursen beskriver sit projekt med at observere og interviewe 30 lærere der var kendt for at levere god undervisning i bogen ”Den autentiske lærer” (Laursen 2004). Laursen skriver her i forordet:

Efter at have observeret og interviewet en af de 30 lærere satte jeg mig ud i min bil og skrev i min notesbog: ”Dette er det mest livsbekræftende projekt, jeg nogensinde har lavet” (Laursen 2004, s.8).

Han finder en række kvaliteter ved disse lærere som han beskriver under overskriften ”autencitet og professionalisme”. Denne række af kvaliteter kan ikke opnås ved blot at gå på seminarier eller universiteter og læse nogle bøger og mestre et vidensfelt, men skal primært findes gennem en personlig intention om at ville og kompetencer til at kunne videreformidle dette vidensfelt til de elever man kommer til at stå overfor. Det at ”ville” og det at ”kunne” kommer ikke af sig selv og er ikke kvaliteter man har pr. automatik, men er på den anden side heller ikke noget man kommer til at bemestre ved kun at opnå en faglig viden og læse teorier om det at undervise. Komplexiteten i formidlingsarbejdet er ganske simpelt for stor til at vi endnu har en komplet model eller beskrivelse af det.

Ifølge Shulman bør man sætte mere fokus på at lære af praksis hvis man vil lære om praksis. Han mener det er vigtigt, at eksemplerne fra praksis finder en måde at komme tilbage til den brede skare af praktikere på, sådan at alle kan profitere på hinandens erfaringer. Men også at disse

“praksislektioner” kommer tilbage til den akademiske verden for både at informere og problematisere vidensproduktion på universiteter og læreruddannelser. (Shulman 1998). Ovenstående eksempler fra praksis antyder at Lee Shulman har en pointe i postulatet om, at der er viden og information at hente ved at sætte fokus på praktikernes visdom. At vi måske med rette kan betegne det ”The Wisdom of Practice” (Shulman 2004)

Behov for yderligere forskning / eksempler på god praksis i naturfagene

Det naive forsøg på at finde ”Best Practice” som det ultimative svar på hvordan en undervisning bør forløbe i en bestemt sammenhæng indenfor naturfagene, er problematisk. Det videregiver en falsk forestilling om undervisning og negligerer den kompleksitet som den professionelle underviser står i til dagligt. Hvad der for én lærer står som hendes ”bedste praksis” og hvad der ”bedste praksis” for en anden er ikke nødvendigvis det samme. Godtager man den forestilling at der rent faktisk findes en ”Best Practice” for alle undervisere indenfor et givet naturfagligt emne, underkender man kompleksiteten i undervisning og afprofessionaliserer arbejdet som lærer eller pædagog til blot at være et spørgsmål om at bruge den rigtige metode. Den forestilling har man forladt i den naturfagsdidaktiske diskurs efter forgæves forsøg på at finde færdigsyede uddannelsesprogrammer i 60’ernes science undervisning med baggrund i Piagets stadieteori.

Med ovenstående in mente, og vores tidligere afklaring af begrebet ”Best Practice” som ”elementer af god praksis”, er der dog stadig god grund til at bevare de intentioner som søgningen efter ”Best Practice” er et udtryk for: Der er med andre ord praktikere, som har lavet og udviklet rigtigt gode undervisnings/ formidlingssekvenser, som andre praktikere med fordel kan spejle sig i, og få glæde af.

Der er efter vores mening behov for yderligere forskning i og afklaring af både begrebet ”Best Practice” og i at finde, videreformidle, analysere, reflektere over og lære af de mange gode eksempler på dygtige praktikere og de undervisnings/ formidlingssekvenser, som virker for den pågældende praktiker.

Elementer af god praksis som kilde til øget naturfagsinteresse blandt lærer og pædagogstuderende

Det er problematisk at der i de sidste mange år har været et yderst kritisk og nærmest negativt fokus på den danske folkeskole og de lærere og pædagoger som i praksis udgør skolen. Det er problematisk af flere grunde. For det første er der rigtig god grund til at anerkende skolen og det store og yderst fornuftige arbejde som udføres i klasseværelserne rundt omkring. Ovenstående eksempler viser jo netop noget af det danske lærere og pædagoger er gode til. At udvikle elevernes nysgerrighed og kreativitet samtidigt med at opbygge et solidt naturfagligt fundament. Elementer som kun i mindre grad kan spores i en PISA undersøgelse. For det andet tager det fokus væk fra det centrale og vigtige i lærergerningen, nemlig glæden ved at undervise og videreformidle. Som det også fremgår af ovenstående og af Per Fibæk Laursens arbejde, ser den professionelle lærer vejene til læring i den enkelte elev, og det, at udfylde denne rolle og se glæden i eleven over en opnået faglig erkendelse, er det primære anliggende for en lærer. – Det er her at lærerjobbet er unikt og det fantastiske ligger.

Ovenstående elementer af god praksis fra en daglig undervisningssituation og formidling af naturfag kan måske erindre os om kvaliteterne i formidlingsarbejdet og revitalisere naturfagsinteressen hos den student som egentlig gerne vil undervise, men har hørt at lærerjobbet er dårligt betalt, er undskældt og har lav status i samfundet. Ovenstående eksempel viser netop det

modsatte. Det er muligt at lærerjobbet er udskældt nationalt, men lokalt finder man ikke meget højere status end den som ovennævnte undervisere og formidlere har arbejdet sig frem til i Nordjylland.

Referencer:

Andersen, A.M., (2006), Undervisningsfaglighed - hvad en underviser bør vide. *MONA 2006-4*.

Bendix, M., Grefot, H. (2003), *Slip dem ud! - en vejledning om udeskole og naturklasse*,. Skoven i skolen: København

Busch, H., (2005), ROSE-undersøgelsen - Hvad ved vi om danske elevers interesse for naturvidenskab og naturfag i folkeskolen, i *Naturfag som almindelse*, Århus, Klim.

Dolin, Jens, (2001), *Dialogisk læring i fysik*, i *At lære fysik*, Undervisningsministeriet, lokaliseret d. 6/1 2009 på <http://pub.uvm.dk/2001/fysik/11.htm>

Dragsted, S., Horn, F., & Sørensen, H. (2003). *Kortlægning af læreres kompetenceudvikling og efteruddannelsesbehov i natur/teknik*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet. www.dpb.dpu.dk/dokumentarkiv/showdoc.asp?id=050621145148&type=doc

Dysthe, Olga (1995): *Det flerstemmige klasserummet*, Oslo: Ad Notam.

Egelund, Niels (2007): *PISA 2006 - Danske unge i en international sammenligning*. København, Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag

Ellebæk, J.J., (2005), PCK som undersøgelsesramme – måske endda som centralt begreb i læreruddannelsen?, i *Fra seminarium til skolepraksis i natur/teknik*, i *Fra seminarium til skolepraksis i natur/teknik – Rapport fra et forskningsprojekt*, Danmarks Pædagogiske Universitet

Ellebæk, J.J., (2006), Udviklingen i nyuddannede natur/teknik læreres undervisningsfaglighed (PCK) – i et longitudinelt perspektiv, i *Naturfagsdidaktikkens mange facetter – Proceedings fra Det 8. nordiske Forskersymposium om undervisning i naturfag*, Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag

Ellebæk, J.J., (2008), *At bevare naturfag*, Månedsskolen, Sept. 2008, Nr 8, Årgang 14

Gess-Newsome, J. & Lederman, N.G. (red.). (2001). *Examining pedagogical content knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Gourlay, S. (2002). *Tacit Knowledge, tacit knowing or behaviour?* Paper præsenteret på OKLC (The Third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities), Athen, Grækenland.

Grahn, P. m.fl. (1997) *Børns udeleg. Betingelser og betydning*. Børn og Unge: København.

Griffin, J. (1998). *Learning science through practical experiences in museums*. International journal of scientific education, 20 (6), 655-663.

- Harlen, W. (2000). *Teaching, learning & assessing science 5-12*. London: Paul Chapman Publishing.
- Hermansen, M. (2006). Læring og undervisning i Andersen, P. (red.) *God undervisning*. Unge pædagoger: København
- Hodson, D. (1993). *Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science*. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Jantzen, C., Østergaard, P. (2008) Kroppen husker som en elefant. *Market Magazine*, nr.28/2008
- Knoop, H. H. (2006) Nogle almene principper for gode læringsmiljøer i Andersen, P. (red.) *God undervisning*. Unge pædagoger: København
- Knudsen, Ann Elisabeth, (2002), *Pæne Piger og dumme drenge*, Schönbergs Forlag
- Krogh, L.B. og Andersen, H.M., (2008), Naturfagslæreres vidensgrundlag – med udgangspunkt i PCK, *MONA 2008-3*
- Laursen, Per Fibæk, (2004), *Den autentiske lærer*, Gyldendal
- Laursen, P. F. (2006) Effektiv undervisning er dialogisk læringsmiljøer i Andersen, P. (red.) *God undervisning*. Unge pædagoger: København
- Lave, J. (2000) Læring, mesterlære, social praksis i K. Nielsen og S. Kvale (red.) *Mesterlære*. Hans Reitzels Forlag: København.
- Lave, J., Wenger, E. (1991) *Situated learning - Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Lov L124 (2004) *Lov om ændring af lov om social service (Pædagogiske læreplaner i dagtilbud til børn)*. Lokaliseret 4.12.2006 på http://www.folketinget.dk/Samling/20031/lovforlag_som_vedtaget/L124.htm
- Mygind, E. (red, 2005) *Udeundervisning i folkeskolen*. Institut for Idræt, Museum Tusulanum: København.
- Mortimer, E.F., Scott, P.H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham: Open University Press.
- Nielsen, K., Kvale, S. (2000) Mesterlære som social i K. Nielsen og S. Kvale (red.) *Mesterlære*. Hans Reitzels Forlag: København.
- Rasmussen, T. H. (1999) kroppen – en læremester for livet i D. Cecchin og E. Sander (red) *Liv og læring*. Pædagogisk bogklub: København.
- Scott, P.H. (2005), *Planning science instruction: from insights to learning*

to pedagogical Practices, University of Leeds, paper presented at International Science Education Research Congress, Spain 2005

Shulman, L., (1986), Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2) 4-14

Shulman, L., (1986), *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*, Harvard Educational Review, 57(1), 1-22

Shulman, Lee, (2004), *The Wisdom of Practice*, The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching

Shulman, Lee, (1998), Theory, Practice, and the education of professionals, *The Elementary School Journal*, 98(5), 511-526

Shulman, Lee, (1997), *Professional Development: Learning from Experience*, New York: Teachers College Press

Spitzer, Manfred, (2008), *Geist & Gehirn*. Auditorium Netzwerk

Spitzer, M. (1999), *The mind within the net*, MIT Press, Cambridge

Sølberg, J., og Troelsen, R., (red), (2008), *Den danske ROSE-undersøgelse – en antologi*, Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Århus Universitet

Tucson Unified School District, (18.11.2008) *Best Practice in teaching science*, lokaliseret 3.1.2009 på <http://instech.tusd.k12.az.us/balancedlit/handbook/BLHS/blbpscihs.htm>

Steven Zemelman, Harvey Daniels, and Arthur Hyde (1998) *New Standards for Teaching and Learning in America's Schools*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Undervisningsministeriet (2008) *Fælles Mål*, lokaliseret 3.1.2009 på <http://www.faellesmaal.uvm.dk/>

Wackerhausen, B., Wackerhausen, K. (1999) *Tavs viden, pædagogik og praksis*.

Undervisningsministeriets publikationsserier (lokaliseret 4.1.2009 på Internettet på adressen pub.uvm.dk/1999/prakspor/4.htm)

Østergaard, L. D. (2007) "Det lyder interessant ... lad os prøve det!" - et spørgsmål om motivation. *MONA*, 2007-4.

Østergaard, L. (2005) *Hvad har børns leg og deres brug af naturvidenskabelige metoder med hinanden at gøre?*, Ph.d. afhandling, Danmarks Pædagogiske Universitet: København.